

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

(повне найменування закладу вищої освіти)

Навчально-науковий інститут інформаційних технологій і робототехніки

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра автоматики, електроніки та телекомунікацій

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи

магістр .

(ступінь вищої освіти)

на тему: Удосконалення телекомунікаційної мережі польового вузла зв'язку
забезпеченням автономного електроживлення

Виконав: студент 6 курсу, групи
бдТТ спеціальності 172

«Електронні комунікації та
радіотехніка»
(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Непочатов С.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник Фомін О.С.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Смоляр В.Г.


(прізвище та ініціали)

Полтава - 2025 рік

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
Інститут Навчально-науковий інститут інформаційних технологій і робототехніки
Кафедра автоматики, електроніки та телекомунікацій
Ступінь вищої освіти: Магістр
Спеціальність 172 «Електронні комунікації та радіотехніка»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри автоматики,
електроніки та телекомунікацій


О.В. Шефер
« 02 » 09 2024 р.

ЗАВДАННЯ НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ НЕПОЧАТОВУ Станіславу Станіславовичу

Тема проекту (роботи) «Удосконалення телекомунікаційної мережі польового вузла зв'язку із забезпеченням автономного електроживлення.»

керівник проекту (роботи) ФОМІН Олександр Сергійович, к.т.н., доцент

затверджена наказом вищого навчального закладу від «03» 03. 2024 року
№ 818-с/а

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 19.12.2024 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Технічна документація на телекомунікаційне обладнання.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Аналіз та вибір технології побудови телекомунікаційної мережі. Організаційна структура телекомунікаційної мережі польового вузла зв'язку. Проектування телекомунікаційної мережі польового вузла зв'язку. Вибір обладнання для телекомунікаційної мережі. Проектування автономного електроживлення. Висновки по роботі.

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

- 1) Способи організації мережевих систем. Приклад мережевої системи
- 2) Схеми кабельних систем, які використовуються у роботі
- 3) Модель взаємодії телекомунікаційного обладнання

- 4) Фізична модель телекомунікаційної мережі
- 5) Логічна модель телекомунікаційної мережі
- 6) Графічне зображення використаного телекомунікаційного обладнання
- 7) Схема забезпечення автономного електроживлення
- 8) Висновки по роботі.

6. Дата видачі завдання 02.09.2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів магістерської роботи	Термін та обсяг виконання етапів роботи			Примітка (плакати)
		Термін	Категорія	Обсяг	
1	Аналіз та вибір технології побудови телекомунікаційної мережі	07.10.24		15%	Пл. 1
2	Організаційна структура телекомунікаційної мережі польового вузла зв'язку	16.10.24	I	25%	Пл. 2
3	Проектування телекомунікаційної мережі польового вузла зв'язку	05.11.24		40%	Пл. 4
4	Вибір обладнання для телекомунікаційної мережі	12.11.24		50 %	Пл. 5
5	Проектування автономного електроживлення	19.11.24	II	60%	Пл. 6
6	Перевірка працездатності моделі телекомунікаційного обладнання	26.11.24		70%	Пл. 7
7	Оформлення магістерської роботи	11.12.24		90%	Пл. 9
8	Рецензування та підготовка до захисту	19.12.24	III	100%	Пл. 10

Магістрант

(підпис)

Непочатов .С.С

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Фомін .О.С

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

Вступ.....	5
Розділ 1. Складові елементи мережевих технологій.....	8
1.1. Способи організації мережевих систем.....	8
1.2. Кабельні системи.....	15
1.3. Модель взаємодії мережевого обладнання.....	26
1.4. Висновки до першого розділу.....	33
Розділ 2. Проектування телекомунікаційної мережі мобільного вузла зв'язку.....	34
2.1. Проектування телекомунікаційної мережі на базі системи тропосферного зв'язку «Comet».....	34
2.2. Проектування вихідних даних для організації телекомунікаційної мережі.....	40
2.3. Налаштування станції тропосферного зв'язку «Comet».....	41
2.4. Налаштування маршрутизатора Mikrotik.....	52
2.5. Висновки до другого розділу.....	59
Розділ 3. Вибір обладнання для телекомунікаційної мережі.....	60
3.1. Станція тропосферного зв'язку «Comet».....	60
3.2. Вибір маршрутизатора.....	62
3.3. Вибір голосового шлюзу.....	63
3.4. Вибір телефонного апарату.....	64
3.5. Вибір комутатора.....	65
3.6. Висновки по третьому розділу.....	66
Розділ 4. Забезпечення автономного електроживлення.....	68
4.1. Забезпечення автономного живлення роутера та комутатора.....	68
4.2. Забезпечення автономного живлення основного обладнання.....	69
4.3. Забезпечення довготривалого автономного живлення.....	70
4.4. Висновок до четвертого розділу.....	71
Висновки по роботі.....	72
Література.....	73
Додатки.....	75

ВСТУП

Актуальність теми. У сучасному світі, з активним розвитком телекомунікацій, суспільство поступово стикається зі зростанням складності взаємодії між різними етапами виробництва та збільшенням обсягу інформаційних потоків у технічній, науковій, політичній, культурній, побутовій та інших сферах. Сьогодні очевидно, що жоден аспект життя сучасного суспільства не обходиться без обміну інформацією, яка передається за допомогою різноманітних засобів і систем зв'язку. Сучасний розвиток телекомунікаційних мереж спрямований на розширення ринку мультисервісних послуг, впровадження інноваційних телекомунікаційних та інформаційних технологій, а також їхню інтеграцію.

Ширококутовий доступ до Інтернету став однією з найбільш популярних телекомунікаційних послуг відносно нещодавно. Проте за короткий час кількість користувачів зростає до 200 мільйонів, і більшість із них наразі використовують доступ до Інтернету переважно через комп'ютери або ноутбуки.

Сучасний етап розвитку комп'ютерних мереж визначається їхньою інтеграцією та об'єднанням. Нагальною є потреба у створенні універсальних мереж, здатних однаково ефективно забезпечувати різноманітні типи послуг. Одним із ключових напрямів цифровізації є оновлення мереж загального користування відповідно до концепції NGN (Next Generation Network) – мереж зв'язку нового покоління.

Перспективна архітектура мереж наступного покоління (NGN) передбачає створення мультисервісної мережі, у якій функціональність послуг переноситься до граничних вузлів, розробляється спеціалізована підсистема управління послугами як окрема частина мережі, а також розширюється набір інтерфейсів для підключення обладнання постачальників послуг. Такі мультисервісні мережі можуть бути

створені як новий тип інфраструктури з можливістю інтеграції з існуючими мережами.

Основна ідея мереж нового покоління полягає у переході від багатоплатформних рішень до спрощеної та ефективної мережі, розробленої для надання усіх типів послуг. Технологічно цей перехід означає інтеграцію мереж із комутацією каналів та комутацією пакетів у єдину мультисервісну мережу, здатну функціонувати в обох режимах комутації.

У результаті створюються мережі, які підходять для надання всіх видів послуг, є простішими в управлінні, а контроль за якістю обслуговування значною мірою передається самим користувачам. Наразі розвиток інфокомунікаційних послуг здебільшого відбувається у межах Інтернету, доступ до якого забезпечується через традиційні телекомунікаційні мережі.

У деяких випадках послуги Інтернету, через обмеження транспортної інфраструктури, не відповідають сучасним вимогам інформаційного суспільства. У зв'язку з цим розвиток інфокомунікаційних послуг потребує вирішення завдань ефективного управління інформаційними ресурсами, одночасно розширюючи функціональні можливості мереж зв'язку.

Ці потреби стимулюють процес інтеграції Інтернету з мережами зв'язку. Для моделювання мультисервісних мереж використовуються різні програмні середовища, проте не всі з них забезпечують високу швидкодію, зручність використання та можливість пошуку помилок.

Одним із найзручніших програмних інструментів для моделювання мереж є Cisco Packet Tracer 5.3.3. Це багатофункціональна програма, яка дозволяє аналізувати та експериментувати з поведінкою мереж. Як важливий компонент середовища Мережевої академії, Packet Tracer пропонує інструменти для моделювання,

візуалізації, розробки, тестування та співпраці. Він також сприяє викладанню та засвоєнню складних технологічних концепцій.

Мета і задачі дослідження. Метою цієї магістерської роботи є дослідження працездатності мобільних вузлів зв'язку за допомогою тропосферної станції зв'язку «Comet» та забезпечення її автономності електроживлення.

Для досягнення цієї мети поставлені наступні задачі:

- Виконати огляд та аналіз сучасного телекомунікаційного обладнання, яке буде забезпечувати зв'язок;
- Здійснити проектування та побудувати моделі телекомунікаційної мережі;
- Обрати телекомунікаційні пристрої які забезпечать виконання поставленої мети;
- Запланувати та забезпечити автономне електроживлення усього телекомунікаційного обладнання.

Об'єктом дослідження є: Телекомунікаційне обладнання, яке здатне забезпечити телефонний зв'язок та передачу даних між вузлами зв'язку.

Предмет дослідження: Забезпечення телекомунікаційного ресурсу через станцію тропосферного зв'язку «Comet» та сумісність її із телекомунікаційним обладнанням.

Методи дослідження: Експериментальні дослідження при роботі тропосферної станції зв'язку «Comet», методи статистичної обробки експериментальних даних.

Структура і обсяг роботи:

Магістерська робота складається із вступу, основної частини, яка вміщує у собі чотири розділи, а саме: Розділ 1. Складові елементи мережевих технологій; Розділ 2. Проектування телекомунікаційної мережі мобільного вузла зв'язку; Розділ 3. Вибір обладнання для телекомунікаційної мережі; Розділ 4. Забезпечення автономного електроживлення.

РОЗДІЛ 1. Складові елементи мережевих технологій

1.1 Способи організації мережевих систем

Комунікаційна мережа — це система, що включає вузли (пункти) та лінії передачі (зв'язки, з'єднання, комунікації), де вузли виконують функції генерації, обробки, збереження та споживання продукту, а лінії передачі забезпечують його транспортування між пунктами.

Продуктом у такій системі можуть бути інформація, енергія, речовина тощо. Відповідно, комунікаційні мережі поділяються на інформаційні, енергетичні, матеріальні та інші. На прикладі схематичного зображення комунікаційної мережі (рис. 1.1) можна виділити такі елементи:

- кінцеві або термінальні вузли (наприклад, телефони, комп'ютери, принтери);
- комунікаційні вузли (зокрема, АТС, мультиплексори, демультимплексори, маршрутизатори тощо).

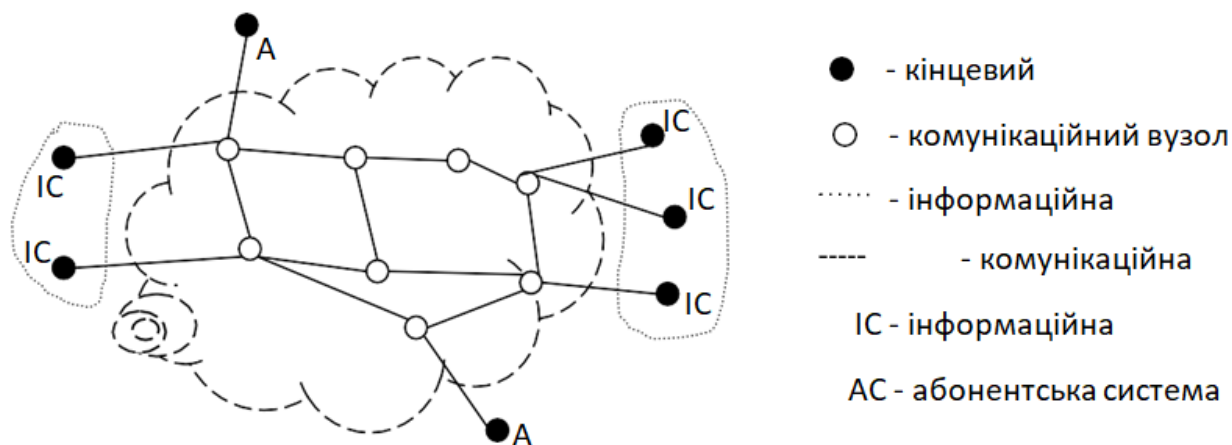


Рис. 1.1. Схематичне зображення комунікаційної мережі.

Кінцеві вузли відповідають за створення та споживання продукту, тоді як комунікаційні вузли виконують такі функції:

- прийом, тимчасове зберігання та передачу даних;
- маршрутизацію, керуючи напрямками передачі;
- контроль перевантажень вузлів і правильності передачі.

Інформаційно-обчислювальна мережа (ІОМ) – це тип комунікаційної мережі, де продуктом є інформація в електронному вигляді, яка створюється, обробляється, зберігається та використовується.

Кінцевими вузлами ІОМ можуть бути комп'ютери та їх периферійні пристрої (принтери, плотери тощо), а також обчислювальне, вимірювальне й виконавче обладнання автоматизованих систем. Їх також називають абонентськими вузлами або системами. У ролі комутаційних вузлів ІОМ виступають маршрутизатори, комутатори, мости та повторювачі.

Зазвичай у таких мережах виділяють групи кінцевих вузлів, між якими відбувається найінтенсивніший обмін даними, що утворює інформаційні підмережі. Вузли цих підмереж називаються інформаційними системами. Інші вузли, які не належать до інформаційних підмереж, формують комунікаційну підмережу.

Інформаційна підмережа зберігає дані й складається з інформаційних систем, які виступають джерелами або споживачами інформації. Комунікаційна підмережа забезпечує передачу даних та їхнє перетворення. Основні компоненти структури комунікаційної підмережі (див. рис. 1.2) включають:

- **Мережу доступу (Access Network)**, що концентрує потоки даних від користувачького обладнання (телефони, ПК, телевізори тощо);
- **Магістральну мережу (Backbone або Core Network)**, яка з'єднує мережі доступу та забезпечує транзит трафіку через високошвидкісні канали зв'язку;
- **Інформаційні ресурси або центри управління сервісами (Data Centers або Service Control Point)**, що забезпечують обслуговування користувачів,

наприклад, довідкові служби чи служби екстреного виклику в телефонній мережі.

На основі однієї комунікаційної підмережі може бути створена група інформаційних мереж.[6]

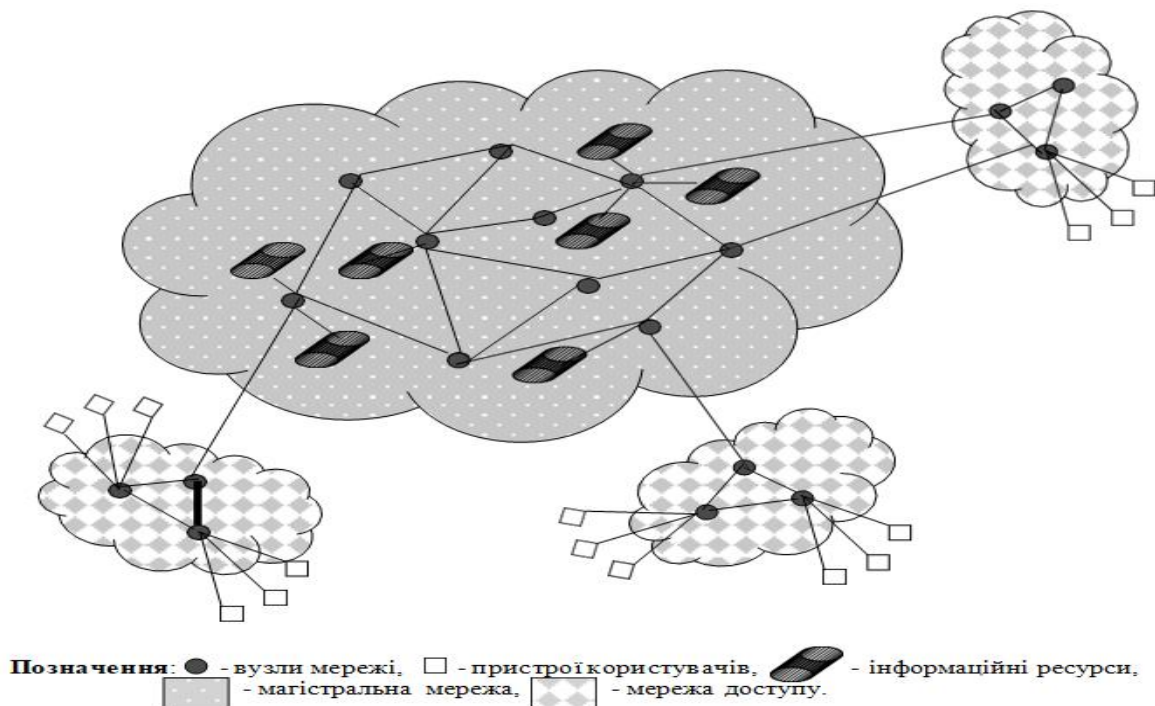


Рис. 1.2. Структура комунікаційної підмережі.

Комп'ютерна мережа — це інформаційно-обчислювальна система, призначена для обміну даними та розподіленої обробки інформації. Вона складається з взаємопов'язаних абонентських систем (АС), які об'єднуються за допомогою комунікаційної підмережі. Схема комп'ютерної мережі зображена на рис. 1.3.

Абонентська система являє собою комплекс, що включає електронно-обчислювальні машини (ЕОМ), програмне забезпечення, периферійні пристрої та засоби зв'язку з комунікаційною підмережею. Завдяки цьому комплексу виконуються прикладні процеси.

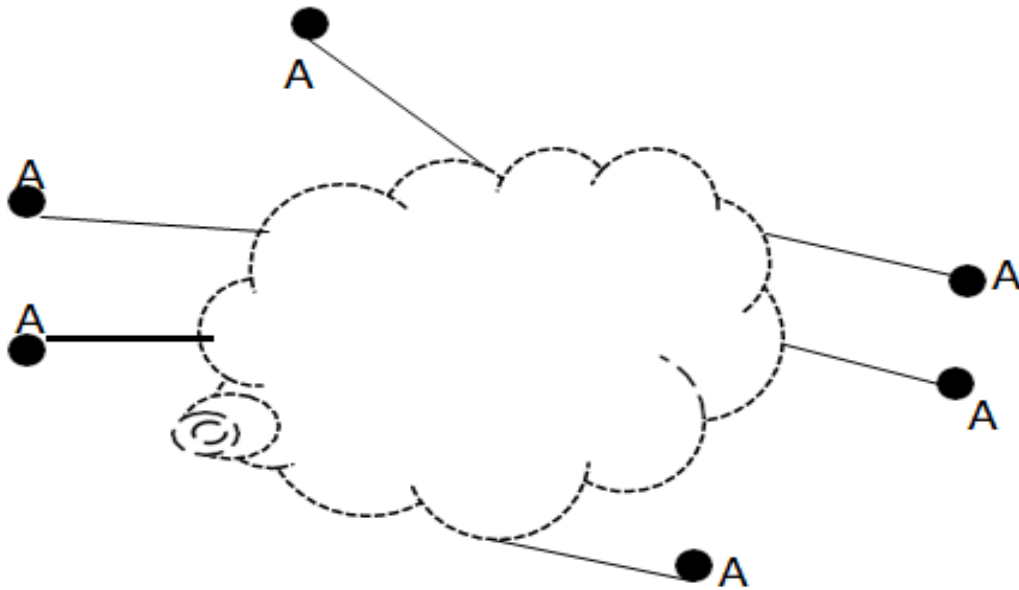


Рис. 1.3. Схематичне зображення комп'ютерної мережі.

Комунікаційна підмережа, також відома як телекомунікаційна система, представляє собою комплекс, що включає фізичне середовище для передачі даних, апаратне забезпечення та програмні інструменти, які забезпечують взаємодію між абонентськими системами.

Прикладний процес — це сукупність операцій введення, обробки та виведення інформації, які виконуються для задоволення потреб користувача та описуються за допомогою прикладних програм.

Схема класифікації прикладних процесів у комп'ютерній мережі наведена на рис. 1.4.



Рис. 1.4. Класифікації прикладних процесів в комп'ютерній мережі.

До спеціалізованих прикладних процесів належать:

- процеси управління роботою мережі;
- процеси діагностики функціонування мережі;
- процеси забезпечення безпечної роботи в мережі та інші.

Програмні прикладні процеси реалізуються за допомогою однієї або кількох взаємопов'язаних програм.

Людино-машинні прикладні процеси здійснюються через взаємодію користувача з терміналом.

У кінці 1980-х та на початку 1990-х років розпочалося комерційне використання Інтернету та з'явилася Всесвітня павутина (WWW). У сфері локальних мереж (LAN) технологія Ethernet стала провідною, а також було здійснено значний розвиток стандартів:

- модернізація мереж передачі даних;
- створення URL, HTTP, HTML для CERN (Тім Бернерс-Лі, 1989);
- удосконалення стандартів (1991–1995);
- запуск консорціуму W3C (1994).

За останнє десятиліття відбулося значне зближення комп'ютерних мереж, що стерло різницю між локальними (LAN) і глобальними (WAN) мережами. Інтернет-технології стали активно застосовуватися в локальних мережах:

- Ethernet 10Gb витісняє інші протоколи передачі даних;
- телекомунікаційні мережі інтегруються з комп'ютерними;
- спостерігається швидкий розвиток оптоволоконних технологій;
- значне зростання швидкості передачі даних усуває вузькі місця в мережах.

Основні переваги комп'ютерних мереж:

- спільне використання інформаційних і обчислювальних ресурсів;
- вдосконалення комунікацій;
- відсутність прив'язки до певного географічного місця;
- підвищення оперативності й якості прийняття рішень.

Основні характеристики комп'ютерної мережі:

- **Мережева топологія** — визначає просторову структуру розташування вузлів і каналів зв'язку, що впливає на можливості обміну даними.
- **Мережеві протоколи** — задають формат повідомлень і правила взаємодії між вузлами мережі.
- **Мережеві інтерфейси** — апаратні засоби, які забезпечують з'єднання функціональних вузлів.
- **Мережеве обладнання** — пристрої, які відповідають за об'єднання абонентських систем у комп'ютерну мережу.
- **Мережеве програмне забезпечення** — призначене для управління мережею та забезпечення зручного інтерфейсу для користувачів.

Класифікацію комп'ютерних мереж за низкою ознак зображено нижче, на рис. 1.5.



Рис. 1.5. Класифікація комп'ютерних мереж.

Класифікація комп'ютерних мереж найчастіше здійснюється за територіальною ознакою. Згідно з цим підходом виділяють такі типи мереж:

- **Локальні мережі (LAN):** ці мережі мають просторову протяжність до 1-2 км, характеризуються високоякісними лініями зв'язку, що забезпечують швидкість передачі даних близько 100 Мбіт/с.
- **Глобальні мережі (WAN):** мережі з великою територіальною розподіленістю. Вони використовують як існуючі лінії зв'язку (телефонні чи телеграфні зі швидкістю передачі даних у межах десятків Кбіт/с), так і спеціально прокладені лінії зв'язку. Для їх функціонування потрібне складне комунікаційне обладнання.
- **Міські мережі (MAN):** займають проміжне положення за протяжністю та орієнтовані на обслуговування великих міських територій. Вони базуються на цифрових магістральних лініях зв'язку (переважно оптоволоконних) зі швидкістю передачі даних від 45 Мбіт/с.

Основними відмінностями між LAN і WAN є такі характеристики:

- територіальна протяжність;
- якість ліній зв'язку;
- швидкість передачі даних;
- складність обладнання та методів передачі інформації.

Сучасні тенденції включають поступове зближення LAN і WAN, що досягається завдяки:

- поліпшенню якості передачі даних за допомогою оптоволоконних технологій;
- розвитку MAN;
- підвищенню рівня захисту інформації;
- впровадженню intranet-технологій;

- можливості інтерактивної роботи навіть у межах WAN.

1.2 Кабельні системи

Лінія зв'язку є фізичним середовищем, через яке передаються дані. Терміни "лінія зв'язку" та "канал зв'язку" іноді використовуються як синоніми.

Канал зв'язку складається з:

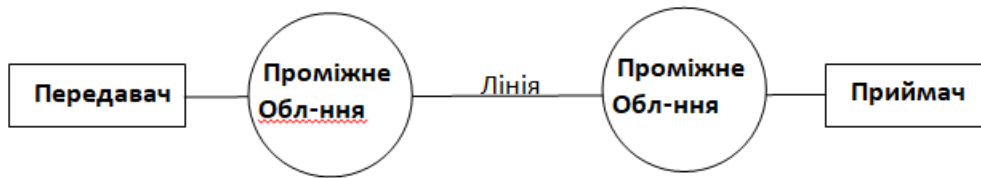
- **апаратури передачі даних**, яка забезпечує прийом і передачу сигналів;
- **проміжного обладнання**, що виконує функції підсилення сигналів і забезпечення комутації між абонентами.

Таким чином, структура каналу зв'язку включає:

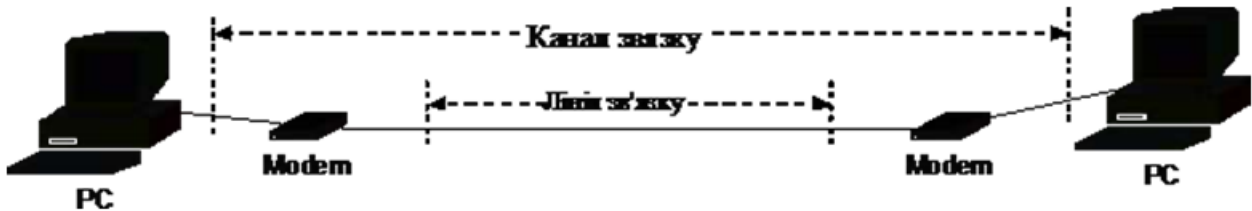
- лінію зв'язку;
- апаратуру передачі даних (наприклад, мережеві карти, модеми);
- проміжне обладнання (повторювачі, концентратори тощо).

У комп'ютерних мережах застосовують два типи каналів зв'язку:

- **Провідні канали:** базуються на використанні телефонних і телеграфних проводів, мідних коаксіальних кабелів, витих пар або волоконно-оптичних кабелів.
- **Безпроводні канали:** працюють на основі радіорелейних ліній, супутникового зв'язку, мікрохвильових діапазонів або оптичного зв'язку у видимому чи інфрачервоному спектрах.



а)



б)

Рис. 1.6. Структура каналу зв'язку (а) та приклад простого каналу зв'язку (б).

Для передачі комп'ютерних даних використовуються такі види ліній зв'язку, які показані на рисунку 1.7

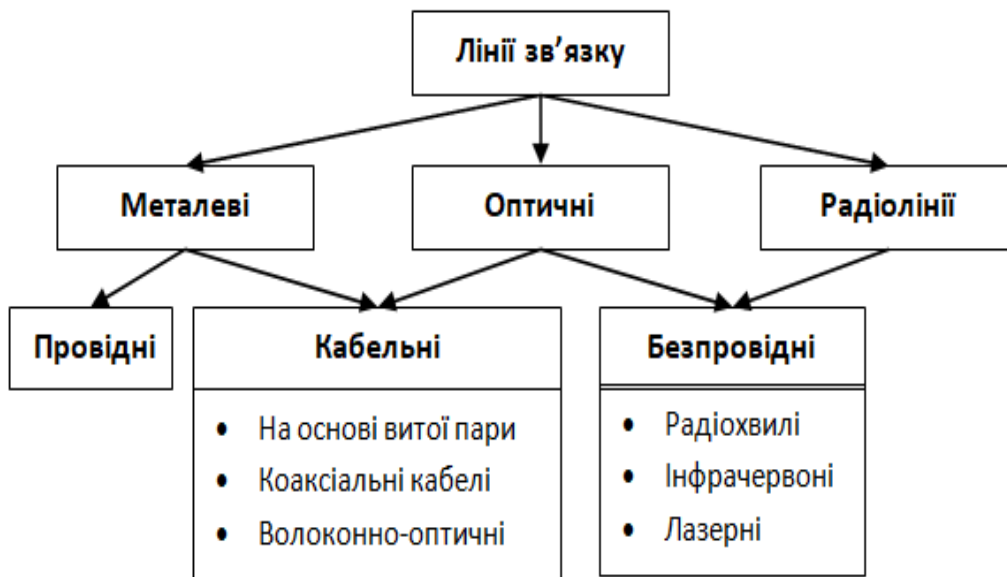


Рис. 1.7. Види ліній зв'язку.

Типи ліній зв'язку для передачі даних:

1. Провідні

Ці лінії складаються з проводів без ізоляції, які підвішуються до опор. Вони зазвичай використовуються для передачі телефонних чи телеграфних

сигналів, а також можуть слугувати для передачі даних у разі відсутності інших варіантів. Окрім того, розробляються технології, які дозволяють використовувати лінії електропостачання для передачі даних.

2. Кабельні:

Кабельні лінії побудовані з мідних провідників, захищених кількома шарами ізоляції. У сфері комп'ютерних мереж поширення набули такі типи кабелів:

- Вита пара – мідні провідники, скручені попарно для зниження електромагнітних перешкод.
- Оптиволоконні кабелі – передають дані за допомогою світлових сигналів через тонкі скляні чи пластикові волокна.
- Коаксіальні кабелі – складаються з центрального провідника, оточеного ізоляцією, екраном і захисним покриттям.

3. Радіоканали:

Передача даних здійснюється за допомогою радіохвиль. Швидкість передачі може досягати десятків Гбіт/с, проте вартість обладнання для передавання й приймання сигналу є високою. Такі канали застосовують для зв'язку з мобільними об'єктами чи уникнення витрат на прокладення кабелю. Однак вони мають недоліки: низька захищеність інформації, секретність і надійність. Радіохвилі у діапазоні коротких, середніх і довгих хвиль використовуються для передачі даних на великі відстані зі швидкістю, яка залишається відносно низькою. У високочастотних діапазонах (понад 4 ГГц) застосовують ультракороткі та надвисокі хвилі, які використовуються для супутникового й радіорелейного зв'язку.

4. Інфрачервоні:

Дані передаються через інфрачервоне випромінювання. Максимальна швидкість таких каналів – 5–10 Мбіт/с. Основні переваги: нечутливість до електромагнітних завад і відсутність потреби в ліцензії через низьку

потужність випромінювання (до 50 мВт). Недоліки: висока вартість пристроїв, а також погіршення роботи в умовах запиленого середовища.

5. Лазерні канали:

Для передачі даних використовуються пристрої, що генерують і приймають лазерне випромінювання. Через високу вартість такі канали застосовуються лише в особливих ситуаціях, наприклад, при відсутності можливості прокладення кабелю (через водні перешкоди) або для створення резервних каналів зв'язку.

Кабельні системи.

Кабельна система – це фізичне середовище передачі даних, яке базується на кабельних лініях зв'язку. Їх почали використовувати першими у сфері телекомунікацій. Серед основних видів кабелів для комп'ютерних мереж виділяють:

- виту пару;
- волоконно-оптичні кабелі;
- коаксіальні кабелі.

На сьогодні найпоширенішим рішенням для побудови мереж є кабелі на основі витої пари (Twisted Pair), що складаються з двох скручених провідників у спільній ізоляції.

Вита пара (Twisted Pair) – кабель, що складається з двох скручених проводів у спільній ізоляції, як показано на рис. 1.8.

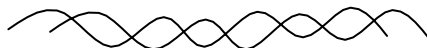


Рис. 1.8. Схематичне зображення витої пари.

Вита пара створена для рівномірного розподілу зовнішніх шумів між провідниками. Якщо два провідники розташовані паралельно (без скручування), різниця в їх напрузі може змінюватися під впливом зовнішніх електромагнітних полів. Наприклад, за початкової різниці напруги у 2 В, зовнішній шум може генерувати додаткові напруги: 9 В для одного провідника та 5 В для іншого. У результаті різниця збільшиться до 6 В (як ілюстровано на рис. 1.9).

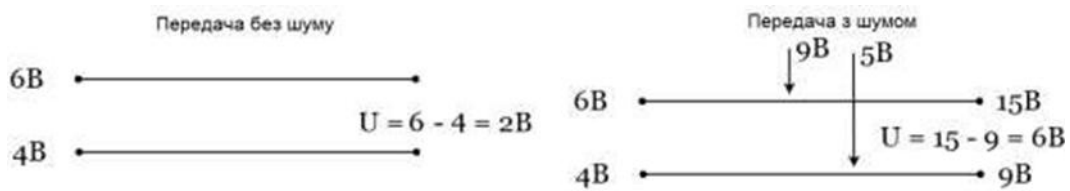


Рис. 1.9. Шуми у не витій парі.

У випадку скручених провідників, як у витій парі, зовнішні електромагнітні поля впливають однаково на обидва провідники, мінімізуючи вплив шуму. Таким чином, різниця напруг залишається практично незмінною (див. рис. 1.10).

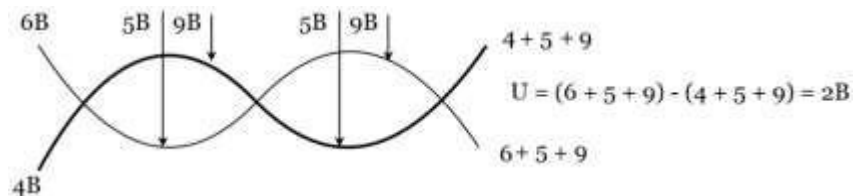


Рис. 1.10. Шуми у витій парі.

Види витої пари

1. Неекранована вита пара (UTP, Unshielded Twisted Pair):

Скручені провідники без додаткового екранування.

2. Екранована вита пара (STP, Shielded Twisted Pair):

Скручені провідники поміщені у захисну екрануючу оболонку.

Характеристики кабелю UTP

Кабелі UTP вирізняються низькою вартістю, простотою монтажу та високою гнучкістю, що робить їх зручними для використання. Однак через недостатній рівень захисту від електромагнітних завад, їх довжина обмежується до 100 метрів. Максимальна швидкість передачі даних через кабель UTP досягає 40 Гбіт/с.

Стандарт **EIA/TIA 568** класифікує кабелі на основі неекранованої виті пари за різними категоріями, які описані в таблиці 1.1.

Табл. 1.1. Категорії кабелів

Категорія	Призначення і характеристики	Швидкість передачі
1	Звичайний телефонний кабель, в якому пари проводів не виті.	20 Кбіт/с
2	Кабель з витих пар для передачі даних у полосі частот до 1 МГц. Зараз використовується рідко.	4 Мбіт/с
3	Широко використовується для передачі даних і голосу в полосі частот до 16 МГц. Містить 9 витків на метр. Зараз найбільш поширений.	10 Мбіт/с
4	Використовується для передачі даних в полосі частот до 20 МГц. Призначався для роботи в мережах по стандарту IEEE 802.5 (Token Ring Lan). Зараз використовується рідко.	16 Мбіт/с
5	Розрахований на передачу даних в полосі частот до 100 МГц. Містить не менше 27 витків на метр	100 Мбіт/с

5e	Найбільш поширений в комп'ютерних мережах. Переваги – в меншій собівартості та товщині.	100Мбіт/с (2пари)
6	Неекранований кабель (UTP) складається з 4 пар провідників, здатний передавати дані на відстань до 55 м	10 Гбіт/с
6A	Складається з 4 пар провідників передає дані на відстань до 100 метрів. Кабель має або спільний екран (F / UTP), або екрани навколо кожної пари (U / FTP).	10 Гбіт/с
7	Кабель цієї категорії має загальний екран і екрани навколо кожної пари (F / FTP, або S / FTP).	10 Гбіт/с
7A	Кабель цієї категорії має загальний екран і екрани навколо кожної пари (F / FTP, або S / FTP). Полоса частот – до 1000 МГц	10 Гбіт/с
8/8.1	Повністю сумісний з кабелем кат. 6A. Швидкість передачі даних до 40 Гбіт/с при використанні стандартних конекторів 8P8C. Кабель цієї категорії має або загальний екран, або екрани навколо кожної пари (F / UTP або U / FTP). Полоса частот – 1600...2000 МГц	40 Гбіт/с
8.2	Сумісний з кабелем кат. 7A. Швидкість передачі даних до 40 Гбіт/с при використанні стандартних конекторів 8P8C або GG45 / ARJ45 і TERA. Кабель має загальний екран і екрани навколо кожної пари (F / FTP або S / FTP). Полоса частот – 1600...2000 МГц	40 Гбіт/с

Всі кабелі UTP, незалежно від категорії, випускаються в 4-парному виконанні, як показано на рис. 1.11.

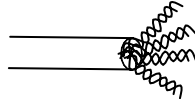


Рис. 1.11. Схематичне зображення UTP кабелю.

Компоненти для підключення обладнання

Для з'єднання кабелів із пристроями використовуються стандартні 8-контактні роз'єми та вилки типу **RJ-45**.

Характеристики кабелів за категоріями

Згідно з таблицею 1.1:

- Кабелі категорій 7 та 8.2 мають пропускну здатність відповідно до 1000 МГц і до 2000 МГц.
- Кабелі категорії 6 можуть бути як неекранованими (UTP), так і екранованими (STP).
- Для категорії 7 обов'язкове екранування, що робить такі кабелі дорожчими, а їхня вартість наближається до ціни оптоволоконних кабелів. Вони підходять для високошвидкісних мереж на довших відрізках, ніж кабелі категорії 5.

Особливості екранованих кабелів (STP)

Кабелі типу **STP** мають високий рівень захисту сигналів від зовнішніх електромагнітних завад завдяки екрануючій оболонці. Проте екран потребує якісного заземлення, що збільшує загальну вартість таких ліній і ускладнює їх установку.

Основним стандартом для STP-кабелів є корпоративний стандарт IBM, який визначає дев'ять типів кабелів (Type 1, Type 2, ..., Type 9). Серед них основний – Type 1, параметри якого подібні до кабелів категорії 5 UTP, але з більшим хвильовим опором (150 Ом у порівнянні зі 100 Ом у UTP).

Оптоволоконні кабелі

Оптоволоконний кабель складається з одного або декількох оптичних волокон, що розміщуються у спільній захисній оболонці. Кожне волокно включає:

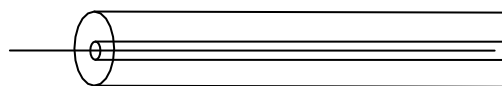
- Серцевину – центральний провідник із високим показником заломлення світла.
- Оболонку – шар зі скла з нижчим показником заломлення.

Типи оптичних волокон

Оптичні волокна поділяються на:

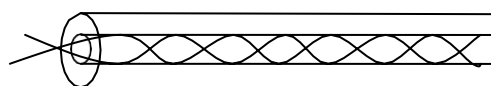
- Одномодові кабелі, які передають світловий сигнал єдиним модом, забезпечуючи більшу дальність передачі.
- Багатомодові кабелі, що підтримують кілька модів одночасно, але на коротших дистанціях.

Ці конструкції зображені на рис. 1.12.



Одномодовий кабель та багатомодовий кабелі

Рис. 1.12. Конструкції оптичних волокон.



Одномодові кабелі

Одномодові кабелі мають серцевини малого діаметра, приблизно 8–9 мкм, що співставно з довжиною хвилі світла. Поширеним є формат кабелів **9/125 мкм**, де 9 мкм – це діаметр серцевини, а 125 мкм – зовнішньої скляної оболонки. В таких кабелях передається лише одна мода світла, що мінімізує втрати та дозволяє забезпечувати передачу даних на великі відстані (до сотень кілометрів) зі швидкістю в десятки Гбіт/с. Однак через складний процес виготовлення світловодів малого діаметру одномодові кабелі мають високу вартість.

Багатомодові кабелі

У багатомодових кабелях використовуються серцевини більшого діаметра, що робить їх дешевшими у виробництві. Найпоширенішими є кабелі **50/125 мкм**, де серцевина має діаметр 50 мкм. Проте через можливість поширення декількох мод світла виникають ефекти дисперсії імпульсу та інтерференції, що погіршує характеристики передачі. Такі кабелі найкраще підходять для передачі даних на короткі відстані (до 2 км) зі швидкістю до 1 Гбіт/с.

Джерела світла

Для роботи оптоволоконних кабелів використовуються напівпровідникові лазери або світлодіоди. Вони працюють у діапазонах довжин хвиль 850, 1300 та 1550 нм, що відповідають «вікнам прозорості» оптичного волокна.

Переваги оптоволоконних кабелів

- Висока стійкість до електромагнітних перешкод.
- Низький рівень затухання сигналу.
- Швидкість передачі сигналів на великих відстанях.

Недоліки оптоволоконних кабелів

- Складність монтажу через жорсткість кабелю та потребу у високій точності установки. Кабелі зазвичай постачаються з попередньо встановленими роз'ємами.
- Чутливість до іонізуючого випромінювання, що знижує прозорість волокон.
- Вразливість до температурних змін, які можуть призводити до появи тріщин.

Коаксіальний кабель

Коаксіальний кабель складається з мідного центрального провідника, оточеного шаром діелектрика, металеві оплітки (екрану) та зовнішньої ізоляційної оболонки. Така конструкція забезпечує захист сигналу від зовнішніх завад і дозволяє ефективно передавати дані.

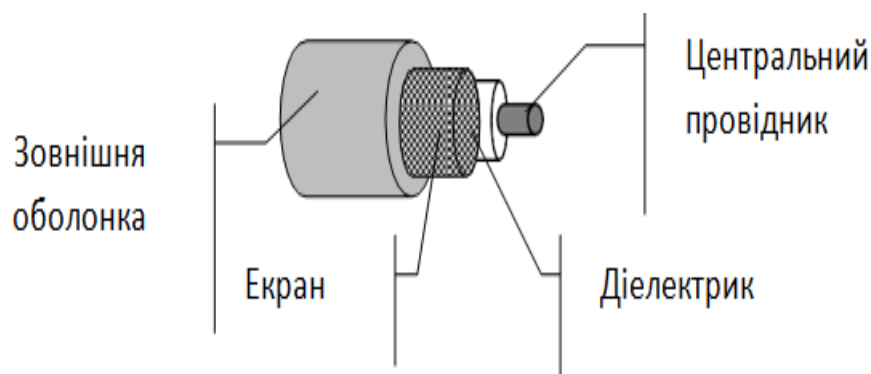


Рис 1.13. Будова коаксіального кабелю.

Металева оплітка відіграє подвійну роль – служить для передачі даних та захищає центральний провід від зовнішніх шумів.

Для побудови комп'ютерних мереж використовують:

- товстий коаксіальний кабель – з діаметром центрального провідника 2,17 мм і зовнішнім діаметром близько 1 см.

- тонкий коаксіальний кабель – з діаметром центрального провідника 0,89 мм і зовнішнім діаметром близько 0,5 см.

Хвильовий опір обох кабелів однаковий і складає близько 50 Ом.

Раніше коаксіальні кабелі використовувались досить широко, але на даний час не використовуються через широке розповсюдження витої пари і оптоволоконна.

1.3 Модель взаємодії мережевого обладнання.

У широкому значенні відкрита система — це система, розроблена на основі загальнодоступних специфікацій. Специфікації охоплюють формалізовані описи апаратних чи програмних компонентів, їх функціональність, взаємодію з іншими елементами, умови використання та унікальні характеристики.

Відкриті специфікації — це публічні та загальнодоступні документи, які визнані зацікавленими сторонами як стандарти. Їх застосування забезпечує такі можливості:

- створення апаратного й програмного забезпечення для модернізації чи розширення систем сторонніми розробниками;
- побудову комплексних рішень із продуктів різних виробників.

Однак досягти повної відкритості системи часто неможливо, оскільки зазвичай відкритими є лише специфікації, що стосуються зовнішніх інтерфейсів. Чим більша кількість відкритих специфікацій використовується, тим більш відкритою є система.

Особливу важливість відкриті специфікації мають у створенні комп'ютерних мереж, які включають різні види обладнання та програмного забезпечення. У таких мережах забезпечення сумісності стає однією з ключових проблем.

Переваги відкритих специфікацій у мережах:

- можливість використання обладнання й програмного забезпечення від різних виробників;
- удосконалення окремих елементів мережі без потреби змінювати інші;
- спрощене об'єднання мереж;
- легкість у навчанні та обслуговуванні.

Інтернет є яскравим прикладом відкритої системи. Стандарти, що забезпечують його функціонування, називаються **Request For Comments (RFC)**, тобто «запит на коментарі», що свідчить про їх відкритість. Завдяки цьому Інтернет об'єднав різноманітне обладнання та програмне забезпечення мереж усього світу.

Декомпозиція задач

Для вирішення складних задач, таких як організація взаємодії пристроїв у мережі, застосовується метод **декомпозиції**. Він полягає в наступному:

- поділ складної задачі на кілька простіших підзадач (модулів);
- визначення функцій кожного з модулів;
- встановлення інтерфейсів для взаємодії між модулями.

Цей підхід допомагає впорядкувати процес проєктування системи та забезпечити її ефективне функціонування.

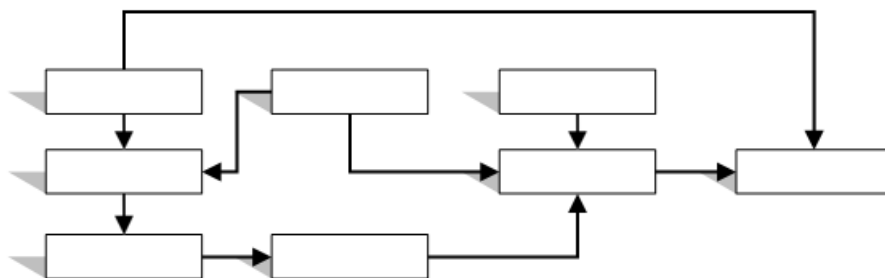


Рис. 1.14 Приклад декомпозиції складної задачі.

Під час декомпозиції задач застосовується багаторівневий підхід, який включає такі принципи:

1. Усі модулі розподіляються за рівнями ієрархії: від найвищого до найнижчого.
2. Модулі одного рівня обираються таким чином, щоб для виконання своїх функцій вони могли звертатися лише до модулів нижчого рівня, які є їх сусідами.
3. Результати роботи модулів певного рівня передаються виключно сусіднім модулям вищого рівня через спеціально визначений інтерфейс взаємодії, як це ілюстровано на рисунку 1.14.

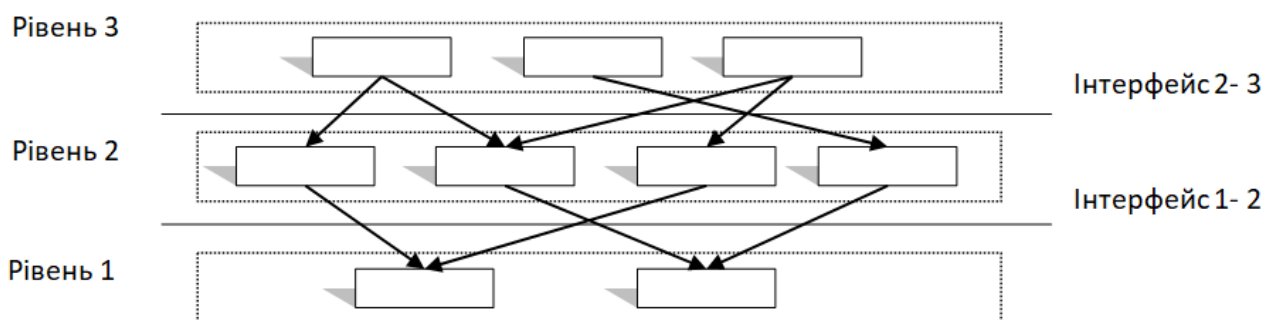


Рис. 1.15 Приклад декомпозиції складної задачі.

Формалізовані правила, які встановлюють порядок і формат обміну повідомленнями між мережевими компонентами одного рівня, розташованими на різних вузлах, називаються протоколом.

Модулі, що відповідають за протоколи сусідніх рівнів і знаходяться в межах одного вузла, також взаємодіють між собою згідно з певними правилами (вертикальні зв'язки). Ці правила називаються інтерфейсом. Інтерфейс визначає перелік операцій (сервісів), які певний рівень надає сусідньому.

Сукупність ієрархічно організованих протоколів, яка забезпечує повноцінну взаємодію вузлів у мережі, називається стеком комунікаційних протоколів.

Комунікаційні протоколи можуть бути реалізовані програмно або апаратно. Як правило, протоколи нижчих рівнів реалізуються через комбінацію програмних і апаратних засобів, тоді як протоколи верхніх рівнів – виключно програмними методами.

Головною функцією прикладного рівня (Application Layer) є забезпечення взаємодії між OSI та прикладними програмами користувача, які знаходяться поза межами OSI, як зображено на рисунку 1.16.

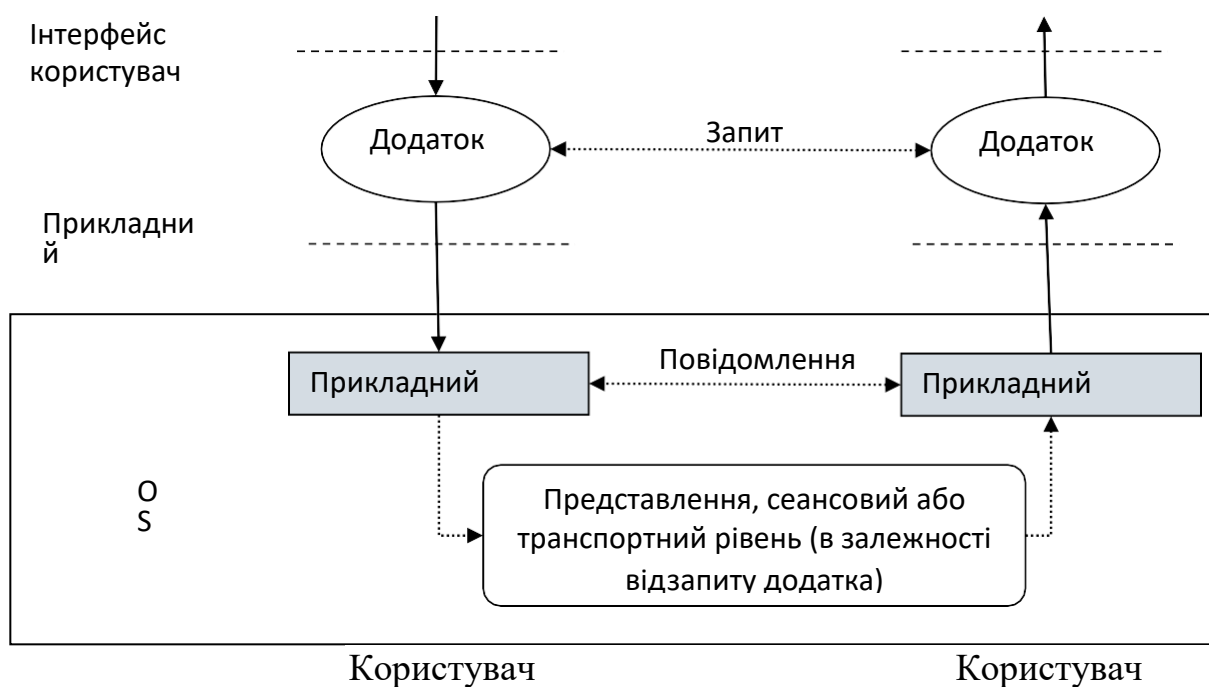


Рис. 1.16. Прикладний рівень між 1 та 2 вузлами зв'язку

Прикладний інтерфейс задає набір операцій (примітивів), доступних користувачеві для створення запитів на отримання послуг (сервісів). Наприклад, у мережевій архітектурі типу "клієнт-сервер" такі примітиви можуть включати: LISTEN (очікування), CONNECT (з'єднання), RECEIVE (прийом), SEND (відправка) і DISCONNECT (розрив з'єднання).

Коли набір протоколів інтегровано в операційну систему (що є звичною практикою), примітиви стають системними викликами. Ці виклики генерують

системні переривання, передаючи управління операційній системі, яка відповідає за обробку і передачу пакетів.

Важливо розуміти, що процеси прикладного рівня не завжди є тотожними додаткам. Наприклад, у випадку перегляду файлу на сервері за допомогою текстового редактора, цей редактор не має власного процесу для доступу до файлу. Він звертається із відповідним запитом до операційної системи.

Так само інші додатки можуть використовувати протоколи, що працюють із певними типами мережевих запитів. Серед них:

- **SMTP (Simple Mail Transfer Protocol)** – для надсилання електронної пошти,
- **POP3 (Post Office Protocol)** – для отримання пошти,
- **HTTP (Hypertext Transfer Protocol)** – для передачі гіпертексту,
- **NNTP (Network News Transfer Protocol)** – для обміну мережевими новинами,
- **SNMP (Simple Network Management Protocol)** – для управління мережею.

Однак деякі додатки спеціалізовано створені для роботи з мережевими ресурсами. Наприклад, FTP-клієнт є невід'ємною частиною протоколу FTP (File Transfer Protocol). Також є протоколи, тісно пов'язані з відповідними додатками:

- **DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)** – для автоматичної конфігурації хостів,
- **TFTP (Trivial File Transfer Protocol)** – для простої передачі файлів,
- **DNS (Domain Name System)** – для роботи з доменними іменами.

На мережевому рівні прикладом протоколу є **IP (Internet Protocol)**, що входить до стеку TCP/IP. Процес передачі пакетів за допомогою IP показаний на рис. 1.17.

Інший популярний протокол мережевого рівня – **IPX** зі стеку IPX/SPX. Протоколи IP та IPX виконують функції маршрутизації, забезпечуючи доставку даних у мережі. Додатково, маршрутизатори використовують спеціалізовані протоколи для управління трафіком, такі як:

- **RIP (Routing Information Protocol)** – для обміну інформацією про маршрути,
- **OSPF (Open Shortest Path First)** – для вибору оптимального маршруту.

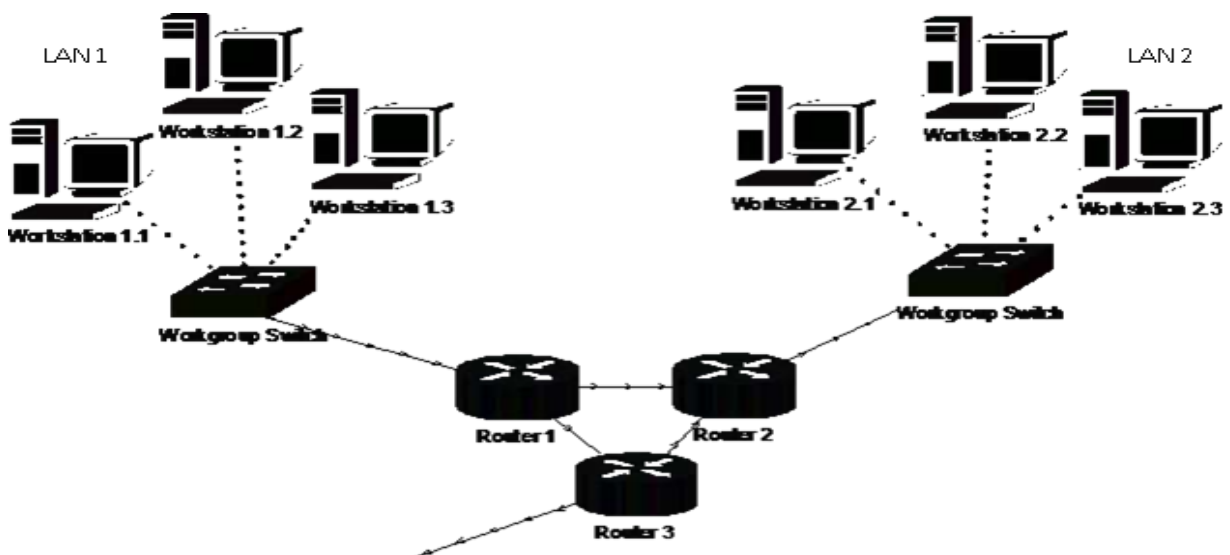


Рис. 1.17. Передача пакетів за протоколом IP на мережевому рівні.

Функції кожного рівня моделі OSI можна розділити на дві основні категорії:

1. **Мережезалежні** – ці функції залежать від технічної реалізації мережі.
2. **Програмно-орієнтовані або мереженезалежні** – функції, спрямовані на взаємодію з додатками.

Нижні три рівні моделі є мережезалежними, оскільки їх протоколи безпосередньо залежать від технологічної реалізації мережі та використовуваного обладнання.

Верхні три рівні, навпаки, орієнтовані на роботу з додатками. Їх протоколи не залежать від змін у технічній інфраструктурі мережі.

Транспортний рівень виконує проміжну роль: він абстрагує роботу нижніх рівнів для верхніх, приховуючи деталі їх функціонування. Це дає можливість створювати прикладні додатки, які не залежать від технічних засобів передачі даних.

Взаємодія між станціями відбувається за допомогою комунікаційних пристроїв, що використовують відповідні протоколи нижніх рівнів. Схематично цей процес зображено на рис. 1.18.

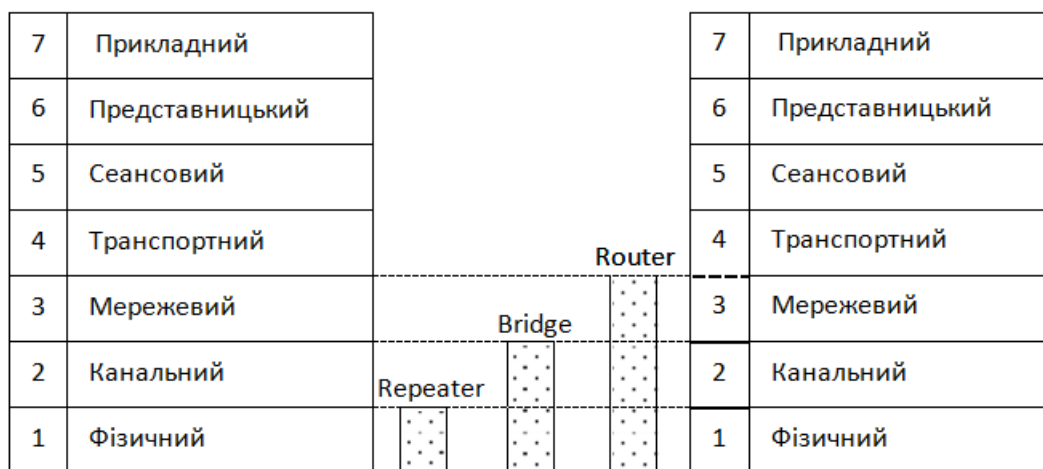


Рис. 1.18 Робота мережевих пристроїв в рамках моделі OSI.

В залежності від типу, мережевий пристрій може працювати:

- тільки на фізичному рівні (повторювач – Repeater),
- на фізичному і канальному рівнях (міст – Bridge),
- на фізичному, канальному і мережевому рівнях (маршрутизатор – Router).

1.4. Висновки до першого розділу

Таким чином, у першому розділі було проведено аналіз та вибір телекомунікаційних моделей та способи організації телекомунікаційної мережі.

У пункті 1.2 Розглянуто кабельні системи, які використовуються під час проектування та розгортання мобільних вузлів зв'язку та забезпечення їх працездатності. У пункті 1.3. відображається модель OSI на основі якої відбувається взаємодія на всіх телекомунікаційних рівнях між собою.

Отже, на підставі аналізу та вибору різних моделей телекомунікаційної мережі можна зробити висновки, що проектування та організація телекомунікаційної мережі на мобільному пункті управління та мобільному вузлі зв'язку, це складний процес, під час праці над яким необхідно враховувати велику кількість факторів, а особливо таких як наявність сил та засобів у нашому розпорядженні.

РОЗДІЛ 2. ПРОЕКТУВАННЯ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОЇ МЕРЕЖІ МОБІЛЬНОГО ВУЗЛА ЗВ'ЯЗКУ.

2.1. Проектування телекомунікаційної моделі на базі системи тропосферного зв'язку «Comet»

Останнім часом зростає потреба у вирішенні завдань, пов'язаних із розробкою складних телекомунікаційних систем. У зв'язку з цим особливу увагу привертають об'єкти, які відповідають за створення нових концепцій під час проектування систем зв'язку великого масштабу. Проведемо аналіз ключових характеристик систем управління та моделей, що виникають у процесі проектування таких систем:

1. Еволюційний розвиток у часі. Структура і принципи функціонування подібних систем змінюються з плином часу. Сучасні телекомунікаційні мережі, які виникли в результаті поступового об'єднання локальних мереж в єдину інформаційну структуру, вже давно виконують не лише початкові функції, а й слугують каналами для передачі даних між обчислювальними системами.
2. Наявність множинних, часто суперечливих критеріїв управління. Багато критеріїв важко формулювати однозначно. Серед них виділяють такі ключові, як стійкість до перешкод, швидкість передачі інформації, затримки сигналу та вартість функціонування мережі.
3. Складність прогнозування поведінки об'єктів управління. Об'єкти управління мають не детерміновану, а змінну поведінку, що залежить від різних режимів роботи. Це значно ускладнює прогнозування, особливо за наявності різноманітних зовнішніх впливів. У такій ситуації доцільно застосовувати ймовірнісні моделі прогнозування.
4. Моделювання системи управління. У рамках об'єктно-орієнтованого аналізу початково розглядається типовий об'єкт, а не унікальний. Як тільки створено модель об'єкта (наприклад, діаграму станів), її можна використовувати для подібних об'єктів. Однак модель управління для

первинної мережі не підходить для сучасних інфокомунікаційних систем, оскільки кожного разу потрібно розробляти нову модель з урахуванням специфічних особливостей конкретного об'єкта. Крім того, через динамічну зміну структури й функцій системи, необхідна модель відкритого типу, здатна адаптуватися і змінюватися в процесі експлуатації.

Виходячи із аналізу необхідно спроектувати надійну та захищену систему зв'язку, яка матиме змогу жити автономно. Для підтримки зв'язку між двома мобільними пунктами управління, планується використання станції тропосферного зв'язку «Comet»

За допомогою станцій тропосферного зв'язку можливо реалізувати зв'язок між двома пунктами управління, після чого організувати локальні мережі для роботи посадових осіб та організації телефонного зв'язку.

Для забезпечення мобільного пункту управління необхідно забезпечити телекомунікаційним обладнанням, виходячи із наявних сил та засобів, а саме:

- Станція тропосферного зв'язку «Comet» -2 шт;
- Маршрутизатор «Mikrotik» - 2 шт;
- Комутатор «Cisco»-2 шт;
- Голосовий шлюз «Grandstream» - 2 шт;
- Телефонні апарати «Panasonic» - 10 шт;
- ПЕОМ – 10 шт.

Локальна мережа на пункті управління — це інформаційне середовище, що об'єднує в єдине ціле комп'ютери, сервери, пристрої зберігання даних, мережеве обладнання та програмне забезпечення. У локальній мережі може бути всього кілька комп'ютерів, а можуть бути тисячі робочих станцій у межах однієї організації[5].

Локальні мережі забезпечують оптимізацію інформаційних ресурсів, ефективний обмін інформацією між працівниками, спільне розв'язання завдань,

централізований доступ і стабільну роботу ІТ-систем, розподіл обчислювальних ресурсів, інформаційну безпеку тощо.

Грамотна організація структури та побудова мережі є основою для безперебійної, швидкої та ефективної роботи на пункті управління. Але сьогодні технології змінюються й оновлюються так стрімко, що за кілька років вони можуть стати абсолютно неактуальними. Тому проектування локальної мережі є важливим етапом, щоб у майбутньому була можливість модернізувати структуру без істотних фінансових витрат.

Проектування локальної мережі проводиться з урахуванням запитів посадових осіб, які дозволяють провести планування мережі та правильно дібрати обладнання для інфраструктури.

Процес проектування локальної обчислювальної мережі включає наступні етапи:

1. Планування

На цьому етапі потрібно визначити цілі та вимоги мережі (кількість користувачів, типи застосунків, обсяги даних, політики безпеки) з урахуванням поточних і майбутніх потреб, щоб систему можна було легко адаптувати та масштабувати.

2. Проектування

На цій стадії визначається найбільш вдала топологія мережі (наприклад, «зірка», «шина», «кільце», «дерево» або гібридна), а також розташування серверів, комутаторів та іншого обладнання, що відповідає вимогам до експлуатації.

3. Вибір обладнання

Купівля мережевих пристроїв, кабелів та з'єднань відповідно до вимог проекту та запланованих перспектив масштабування.

4. Встановлення та монтаж локальної обчислювальної мережі

Розміщення кабелів з урахуванням організації приміщень, встановлення та налаштування необхідного обладнання та програмного забезпечення, створення стратегії захисту від вторгнень, система керування доступом та правами користувачів.

5. Моніторинг та управління

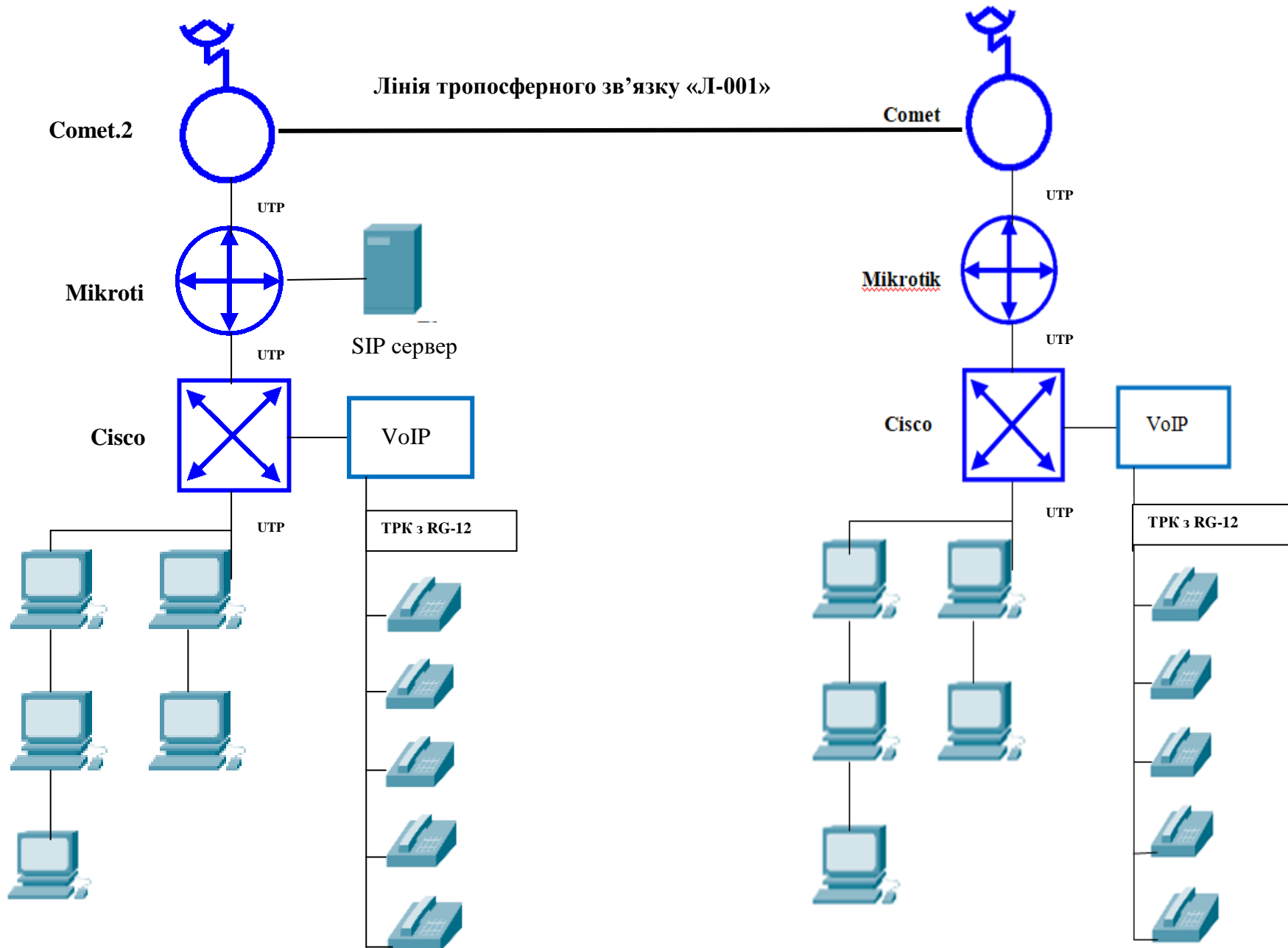
Запуск системи моніторингу для відстеження продуктивності мережі, виявлення збоїв та оперативного реагування на проблеми, а також системи керування ресурсами для оптимізації мережевих процесів.

6. Тестування і оптимізація

Тестування мережі для перевірки продуктивності, безпеки та дотримання стандартів, а також подальша оптимізація на основі результатів тестів.

Проектування локальної мережі потребує системного підходу, уважного аналізу та розуміння потреб, які виникають в процесі експлуатації. Ефективне проектування мережі — це історія не лише про поточні потреби, а й про прогнозування майбутнього розвитку та впровадження нових технологій.

Схема 2.1 Лінія тропосферного зв'язку «Л-001»



—

—

2.2. Проектування вихідних даних для організації телекомунікаційної мережі

Таблиця 2.1. Телефонія комплекту «Comet 2»

Порт	Номер телефону
Fxs1	122111
Fxs2	122112
Fxs3	122113
Fxs4	122114
Fxs5	122115

Таблиця 2.2. Адреси VoIP шлюзу комплекту «Comet 2»

Порт	Адреса
LAN	192.168.4.1
WAN	10.12.21.5

Таблиця 2.3. Налаштування адреси маршрутизатора комплекту «Comet 2»

Порт	Адреса
LAN	10.12.21.1
WAN	10.10.10.3

Адреса локального SIP сервера комплекту «Comet 2»: **10.12.21.50**

Таблиця 2.4. Телефонія комплекту «Comet»

Порт	Номер телефону
Fxs1	122221
Fxs2	122222
Fxs3	122223
Fxs4	122224
Fxs5	122225

Таблиця 2.5. Адреси VoIP шлюзу комплекту «Comet»

Порт	Адреса
LAN	192.168.2.1
WAN	10.12.22.5

Таблиця 2.6. Налаштування адреси маршрутизатора комплекту «Comet»

Порт	Адреса
LAN	10.12.22.1
WAN	10.10.10.4

На основі схеми лінії тропосферного зв'язку була побудована телекомунікаційна мережа мобільного пункту управління, яка здатна забезпечити потреби посадових осіб під час виконання своїх функціональних обов'язків.

2.3 Налаштування станції тропосферного зв'язку «Comet»

Робота з пристроєм CS67PLUS здійснюється за допомогою web- GUI (графічного вебінтерфейсу користувача) з доступом через Ethernet. Заводські налаштування зі стандартною IP-адресою і паролем користувача: IP-адреса 192.168.3.2, маска підмережі 255.255.255.0, шлюз за умовчанням.

Ім'я користувача та пароль, які встановлюються за заводськими налаштуваннями, вказані нижче. Ці реквізити дійсні при отриманні пристрою від виробника та після застосування опції повернення до заводських налаштувань за допомогою кнопки живлення або команди адміністратора. Пароль потрібно змінити відразу після входу в систему (реєстрації) із заводськими ідентифікаційними реквізитами. Користувач (User): admin;

Пароль (Password): password. Вхід користувача в систему (User Login). 1) Підключіть ПК до сумісної підмережі.

2) Підключіть Ethernet-з'єднання ПК до Ethernet-порту 2 на радіомодулі.

3) Увімкніть пристрій і дочекайтеся, доки LED-індикатор статусу модема припинить блимати жовтим кольором, повідомляючи, що завантаження пройшло успішно. Якщо індикатор статусу продовжує блимати протягом п'яти хвилин після увімкнення, під час завантаження радіомодуля виникла помилка, і він потребує ремонту.

4) За допомогою веббраузера введіть IP-адресу модема в рядок адреси. З'явиться попередження в діалоговому віконці (Disclaimer). Натисніть “погоджуюсь” (Agree), щоб продовжити. Якщо користувач має багато систем COMET, можливо, буде зроблено спробу підключення до систем, які мають однакову конфігурацію IP.

IP-адреси для обох сторін слід перевірити перед роботою комплекту, і за потреби адресу слід змінити. Кожна система повинна бути запрограмована на унікальну адресу. Систему можна налаштувати для дистанційного моніторингу та керування, увімкнувши систему мережі користувача.

Після налаштування IP-адрес підключіть Ethernet кабель до ETH1 або ETH2 на задній панелі, а потім до пристрою маршрутизації або комутації користувача.

Увійдіть у графічний інтерфейс радіо за допомогою облікових даних. Це стосується лише першого входу в систему CS67PLUS Radio. Користувачу буде запропоновано змінити пароль. Використовуйте свій унікальний пароль для всіх наступних підключень.

Коли ви вибираєте параметри меню, клітинка стає синьою, якщо її вибрано, та білою – якщо не вибрано. Головна сторінка – це перший екран, який з'являється після увімкнення пристрою. У верхній правій частині екрана є вкладення для п'яти 144 сторінок: “Головна” (Main), “Розширена”

(Advanced), “Обладнання” (Equipment), “Мережа” (Network) та “Адміністратор” (Admin)

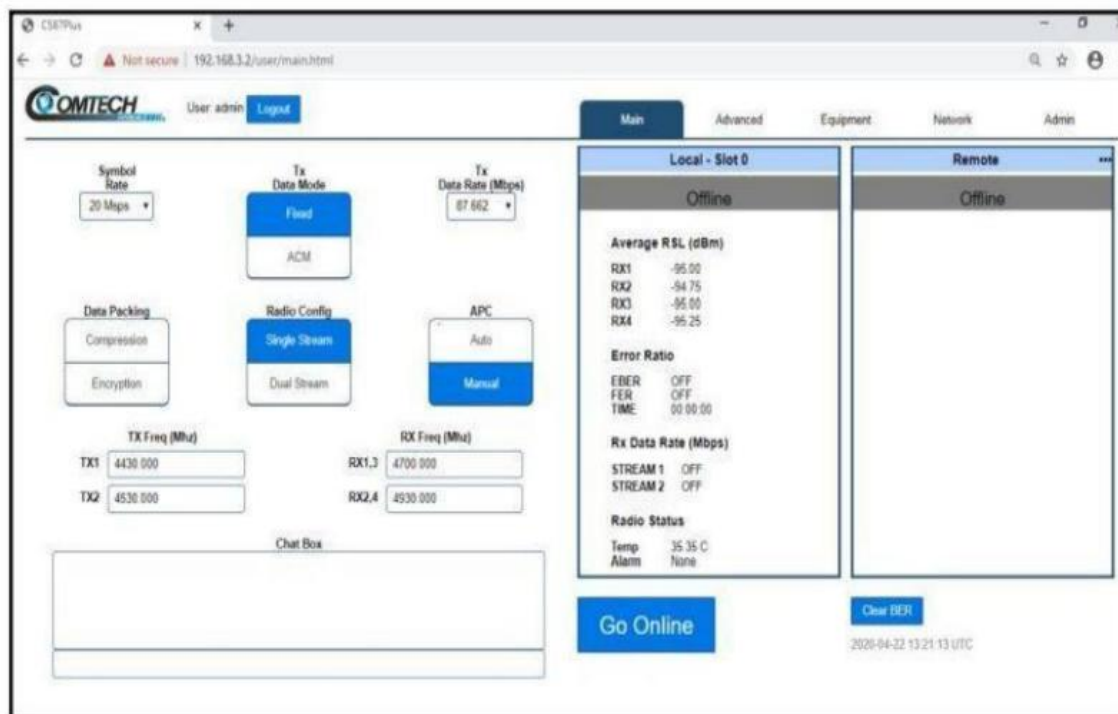


Рис 2.1. Головне меню налаштування станції «Comet»

Після увімкнення радіо перебуває в режимі Offline: вихідні радіочастотні сигнали передачі приглушено, а весь трафік даних користувача зупинено. Усі параметри налаштування (конфігурації) можна змінювати. Коли користувач натискає кнопку Go Online, вихідні радіочастотні сигнали активуються, а радіомодуль починає надсилати пошукові запити та приймати віддалені сигнали.

Деякі параметри налаштування мають сіре забарвлення, яке означає, що їх не можна змінити. Наприклад, значення швидкості передавання символів (Symbol Rate) забарвлено сірим кольором, оскільки радіо знаходиться в режимі online. Якщо користувач спробує змінити показник, що відображається сірим кольором, з'явиться повідомлення: “Перейдіть в режим Offline, щоб застосувати цю функцію!”.

Щоб отримати доступ до всіх контрольних параметрів налаштувань, потрібно перейти в Offline. Крім того, інтерфейс автоматично завершує сесію

через 10 хв, якщо користувач не виконує жодних дій. Користувач також може завершити сесію самостійно у будь-який момент, натиснувши кнопку Logout.



Рис 2.2. Стандартний вигляд головної сторінки для системи, яка працює з віддаленим радіо модулем

На екрані зліва виведено поточні конфігураційні налаштування, а з правого боку – інформаційна панель стану Локального (Local) та Віддаленого (Remote) радіомодуля. Лінію радіопередачі налаштовано на режим фіксованої швидкості передачі даних (Fixed data mode), одинарний потік (Single Stream), трафік даних 87.662 Мбіт/сек, поточний статус Online.

Зверніть увагу, що панель стану віддаленого радіо (Remote) заповнюється активними даними, вказуючи, що сигнал прийому заблоковано, а трафік даних користувача активовано. Функції інтерфейсу на головній сторінці: Symbol Rate (швидкість передачі символів).

Радіо створює цифровий модульований сигнал, що вимірюється у мегасимволах за секунду (Mbps) та дорівнює швидкості передачі кодованих

бітів. Користувач може обрати один з чотирьох варіантів швидкості передачі символів: 20, 10,5 та 2,5 Mbps. Модулі на обох кінцях лінії повинні мають налаштовані на однакову швидкість передачі символів. TX Data Mode (режим передачі даних TX).

Радіо може працювати в режимі фіксованої швидкості передачі символів, яка встановлюється користувачем, або в режимі АСМ (адаптивна швидкість рівномірного кодування і модуляції). Меню, що відкривається внизу, дозволяє обрати доступну швидкість передачі даних при кожній швидкості передачі символів.

Функція АСМ виконує динамічну оптимізацію швидкості передачі даних на основі доступного співвідношення сигнал/шум на лінії, що призводить до підвищення середнього значення швидкості обробки даних користувача 146 (пропускної спроможності) і більш надійного (стійкого, без помилок) каналу зв'язку. Функція АСМ особливо ефективна в тропосферних системах зв'язку, де спостерігається затухання. TX Data Rate (швидкість передачі даних TX).

Вибір швидкості передачі даних здійснюється в меню, яке відкривається внизу. Доступні значення залежать від характеристик лінії і можуть бути різними на кінцях лінії. Але модулі на двох кінцях лінії обов'язково мають бути налаштовані на одну швидкість передачі символів. Специфічні параметри АСМ задаються через вкладення "Advanced". Data Packing (пакування даних). За допомогою цієї кнопки користувач може обрати опції як стискання, так і кодування (шифрування) даних.

Одна або обидві функції активуються оператором. Ці налаштування мають збігатися на обох кінцях лінії. Жодну із цих функцій не слід застосовувати, якщо кодування зовнішнє. Дані, закодовані на зовнішніх пристроях, не можливо стиснути. Для стискання даних використовується сумісний алгоритм GZIP File Specification Format (версія 4.3, RFC-1952), який забезпечує ефективне стискання IP-даних корисного навантаження (IP payload data).

Виконання функції може призвести до підвищення ефективності пропускнуєї спроможності каналу передачі даних, але робота залежить від типу IP-трафіка та розміру пакета. Також у результаті цього може збільшитися системна затримка. Для кодування даних використовується стандарт AES-256, який потребує 256-бітного ключа та 128-бітного nonce. Radio Config (конфігурація радіо). Лінії передачі даних можуть налаштовуватися на єдиний потік (Single Stream) або подвійний потік (Dual Stream) за умовчанням і приймати найбільш надійну лінію за типових умов.

Для ліній із сильним співвідношенням сигнал/шум швидкість обробки інформації буде подвоєно за допомогою опції подвійного потоку (Dual Stream). Таким чином дані користувача розщеплюються на два окремих потоки, й ефективно подвоюється швидкість передачі. Швидкість буде подвоюватися на тій лінії, для якої обрано швидкість передачі даних TX.

Слід ураховувати, що при виборі подвійного потоку зменшується кількість системних каналів рознесеного прийому, що може негативно вплинути на роботу радіо. APC (автоматичне регулювання рівня сигналу). Автоматичне регулювання рівня сигналу (APC) прагне мінімізувати системний рівень передачі, щоб досягти специфічного середнього значення RSL через упровадження закритого кільцевого алгоритму керування рівнем сигналу. Цільове значення RSL визначається в діалоговому вікні. APC target RSL на сторінці Advanced. Відбувається обмін даними приймача RSL між радіо на лінії через канал передачі заголовків.

Станція використовує ці дані для регулювання рівня потужності. Рівні потужності налаштовуються на швидкість 1 Гц \pm 0,25 дБ. Функція APC працює правильно, коли вона активована з обох сторін лінії. У режимі єдиного потоку регулювання потужності сигналу виконується парно.

У режимі подвійного потоку потужність регулюється окремо для кожного. TX/RX Frequency (частота TX/RX). Радіо має два незалежних передавачі (TX1 та TX2). Кожен з них може бути налаштований на будь-яку частоту

визначеного діапазону. Також є два незалежних комплекти приймачів (RX1, RX3 та RX2, RX4). Кожен приймач налаштовується на одну з двох частот віддалених передавачів. Дві частоти прийому мають встановлюватися на відстані хоча б 100 МГц від частот передачі. Go Online/Go Offline. За допомогою цієї кнопки здійснюється переведення радіо зі стану Online у стан Offline і навпаки. В стані Offline радіо залишається увімкненим, усі передавачі вимкнено, дані користувача не передаються. Коли радіо переходить у стан Online, запускається внутрішнє калібрування, вмикаються передавачі. Ініціюється процес пошуку отримувача.

Частоти TX та RX також перевіряються, мінімальне розділення між ними має бути 100 МГц. Цю перевірку частоти можна вимкнути за допомогою вкладення “Admin Diagnostic”. Якщо лінія зв’язку встановилася, між радіо з’являється IP-трафік. Chat Vox (обмін повідомленнями).

За допомогою вікна Chat Vox користувачі можуть обмінюватися повідомленнями по лінії. Ця функція виконується за допомогою каналу передачі заголовків (overhead channel), при цьому потрібно, щоб зв’язок було встановлено. Advanced (розширені параметри). За допомогою цієї сторінки здійснюється налаштування радіомодуля (setup) та діагностика помилок (сигналів). У розділі “Параметри мережі” перевірте правильну IP-адресу, маску підмережі та шлюз радіо. Уведіть IP-адресу віддаленої радіостанції. Натисніть “Застосувати”, щоб зберегти зміни

The screenshot displays the 'Network Settings' page in the Comtech web interface. The left sidebar has 'IP' selected. The main content area contains the following settings:

Module IP	192.168.3.2
Netmask	255.255.255.0
Gateway	192.168.3.1
Location	None
MAC Address	08:50:C2:44:8A:4D
Remote Module IP	192.168.3.3
Redundant Module IP	
SNTP Server 1	Disabled
SNTP Server 2	Disabled

Buttons for 'Apply' and 'Cancel' are located at the bottom right of the settings area.

Рис.2.3. Меню налаштування мережі станції «Comet»

RX Enable: RX1 і RX2 лише для Dual Diversity; RX3 і RX4 мають бути білими, оскільки вони не будуть використовуватися; потужність TX1/TX2: у полі поруч із TX1 і TX2 Power встановити вихідну потужність. У цьому прикладі діапазон встановлення від – 40 до 11,0 dBm. Рекомендується встановити максимальну потужність кожного передавача для з'єднання. Коригування можна внести після отримання сеансу зв'язку.



Рис 2.4. Меню налаштування потужності сигналу

Перевірте, чи знаходиться станція у високому або низькому діапазоні. Світлодіод на панелі модема вказує на діапазон, який наразі встановлено для передачі. Низькі частоти передачі становлять від 4,4 ГГц до 4,65 ГГц. Високі частоти діапазону – від 4,75 ГГц до 5,0 ГГц.



Рис 2.5. Меню введення робочих частот

Після завершення налаштування переконайтеся, що в зоні випромінювання антени попереду немає людей. Увімкніть передачу радіо, натиснувши кнопку Go Online. Якщо потрібно побачити потужність передачі, наведіть курсор миші на поле потужності TX1/TX2, і значення потужності в дБ буде відображено. Високе значення – це те, що слід увести для максимальної потужності. Наприклад, щоб зменшити свою потужність удвічі, необхідно знизити високе значення на 3 дБ.

Налаштування антени.

Переконайтеся, що антену встановлено на розрахункові значення азимута та кута елевації для швидкого налаштування. Ручка висоти позиціонера має подвійну лінію, що встановлюється на нуль градусів, а потім кожна коротка лінія має крок 0,5 градуса, а кожна довга лінія – 1 градус.

Виставте за допомогою компаса та переконайтеся, що напрям антени збігається з магнітним азимутом. Скоординуйте роботу з віддаленим абонентом.

Позиціонер налаштування за азимутом дозволяє здійснювати швидко його корекцію. Ручка точного регулювання азимута використовується для точного налаштування. Висоту антени можна відрегулювати, повертаючи ручку регулювання висоти.

Перейдіть до вкладення “Обладнання”, а потім до підменю “Модуль”. Натисніть тест RSL. Вкладення вікна показує налаштування антени на кореспондента з отриманням даних вхідного рівня сигналу в реальному часі

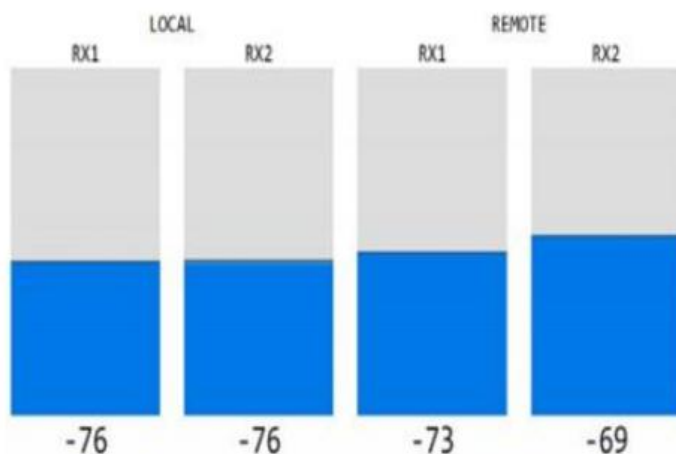


Рис 2.6. Рівень вихідного сигналу в реальному часі

Поверніть антену на азимут, де було помічено найвищий рівень RSL. Поверніть ручку регулювання висоти на позиціонері, щоб повільно збільшити кут антени. Зверніть увагу на сигнал, де спостерігалися найвищі RSL. Повторіть кроки з 1 по 7 на дальній антені. Повторіть кроки з 1 по 7 для точного налаштування. Коли антени будуть від'юстовані на кореспондента, потрібно ввести необхідні значення роботи станції в радіомережі

Встановіть відповідну конфігурацію в графічному інтерфейсі станції. Швидкість передачі даних можна змінювати без відключення передачі, але щоб змінити Symbol Rate (швидкість передачі символів), станцію потрібно перевести в автономний режим. Для подальшої роботи телекомунікаційного обладнання під'єднайте кабель IP-даних між джерелом IP-даних і роз'ємом J2 на комутаційній панелі. Натисніть кнопку Go Online на графічному інтерфейсі радіо.

2.4. Налаштування маршрутизатора MIKROTIK

Цей маршрутизатор оснащений 10 гігабітними портами для підключення до мереж. Його основна функція — об'єднання декількох мереж із подальшим керуванням маршрутизацією. На основі інформації про топологію мережі та встановлених правил пристрій ухвалює рішення щодо передачі пакетів мережевого рівня (рівень 3 у моделі OSI) між різними сегментами мережі. Нижче наведено приклад налаштування автоматичного перемикання маршрутизатора з основного каналу на резервний і назад.

До першого порту підключено кабель основного каналу, до другого — кабель резервного, решта портів використовуються для локальних мереж. Перший порт налаштовується на автоматичне отримання параметрів мережі від провайдера через DHCP.

Провайдер динамічно присвоює маршрутизатору IP-адресу 10.10.10.10. Другий порт конфігурується вручну зі статичною IP-адресою 20.20.20.20, шлюзом 20.20.20.1 та маскою 255.255.255.0.

Щоб налаштувати MikroTik для роботи з двома провайдерами, необхідно спочатку скинути налаштування за замовчуванням за допомогою програми Winbox. Для цього перейдіть у меню System – Reset Configuration, оберіть опцію No Default Configuration та натисніть Reset Configuration.

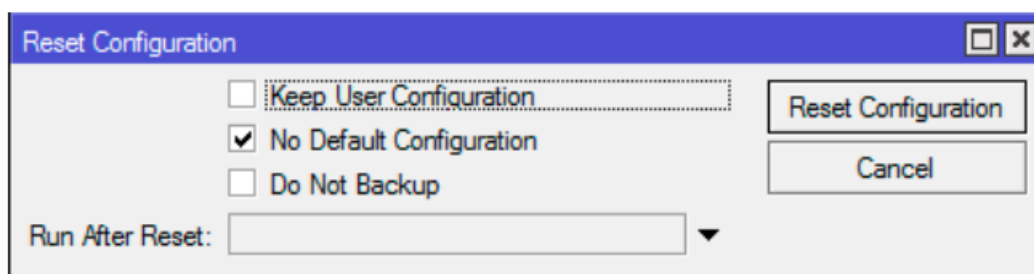


Рис 2.7 Скидання налаштувань за допомогою утиліти WinBox

Налаштування першого WAN-порту

Для налаштування першого порту на динамічне отримання мережевих параметрів через DHCP, відкрийте меню IP – DHCP Client. Натисніть кнопку Add (синій хрестик) і в списку Interface виберіть ether1. Після цього натисніть “OK”.

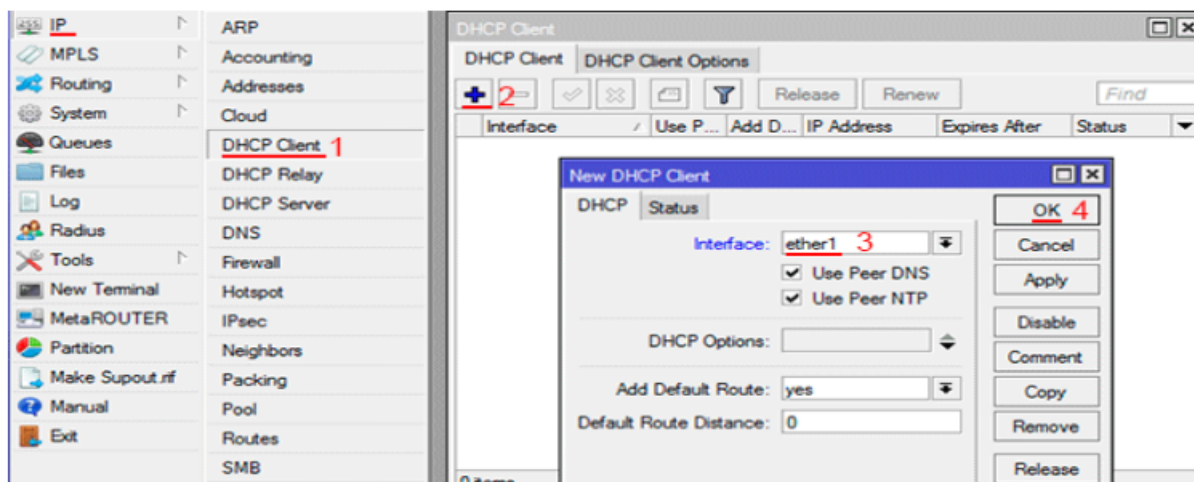


Рис.2.8 Налаштування першого порту на динамічне отримання параметрів
Перевіряємо наявність підключення за допомогою команди “ping”

Налаштування другого порту

Другий порт налаштовується зі статичною IP-адресою 20.20.20.20, шлюзом 20.20.20.1 та маскою 255.255.255.0. Відкрийте меню IP – Addresses, натисніть Add (синій хрестик) і в полі Address вкажіть статичну IP-адресу з маскою підмережі (20.20.20.20/24). У списку Interface оберіть ether2 та натисніть “OK”.

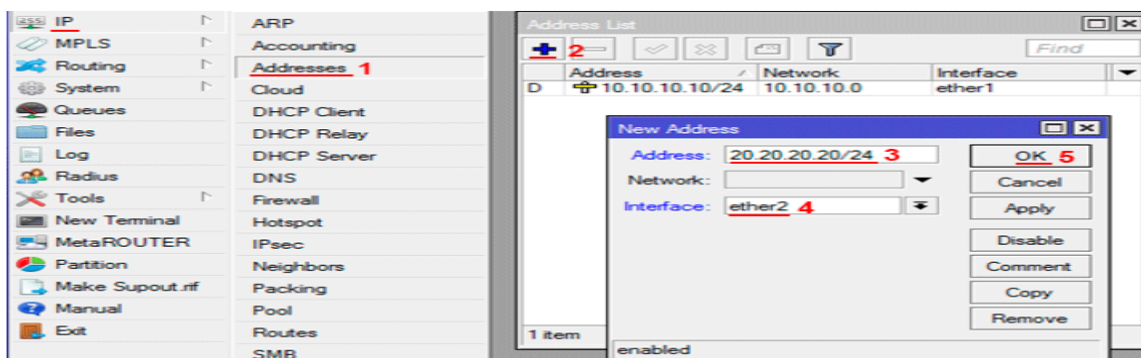


Рис 2.9 Налаштування другого порту із статичною IP-адресою

Додавання маршруту до шлюзу

Щоб налаштувати маршрут до інтернет-шлюзу, відкрийте меню IP – Routes, натисніть Add (синій хрестик) і в полі Gateway вкажіть IP-адресу шлюзу 20.20.20.1. Підтвердіть, натиснувши “OK”.

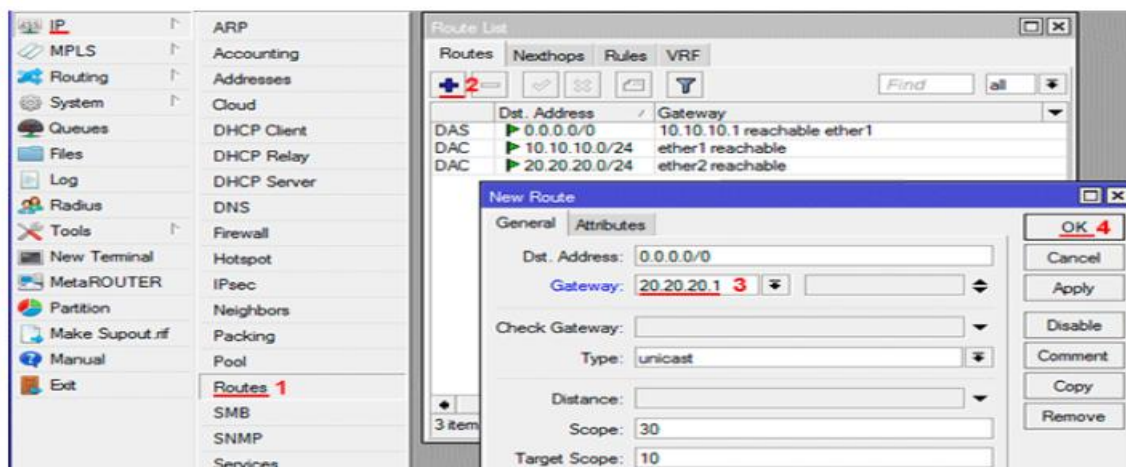


Рис 2.10 Налаштування маршруту до інтернет шлюзу

Додавання DNS-сервера

Далі додайте IP-адресу DNS-сервера Для цього відкрийте меню IP – DNS, у полі Servers вкажіть, наприклад, адресу 8.8.8.8, поставте галочку Allow Remote Requests і натисніть “OK”. У полі коментарів введіть “ISP1” та підтвердіть, натиснувши “OK” двічі.

Додавання маршруту до сервера

Додайте коментар до першого маршруту. Створіть третій маршрут для пінгування сервера лише через першого провайдера. Натисніть кнопку Add (синій плюсики), у полі Dst. Address вкажіть IP-адресу сервера 8.8.4.4, а в полі Gateway — шлюз основного каналу 10.10.10.1. У полі Distance встановіть пріоритет 1, додайте коментар та підтвердіть зміни .

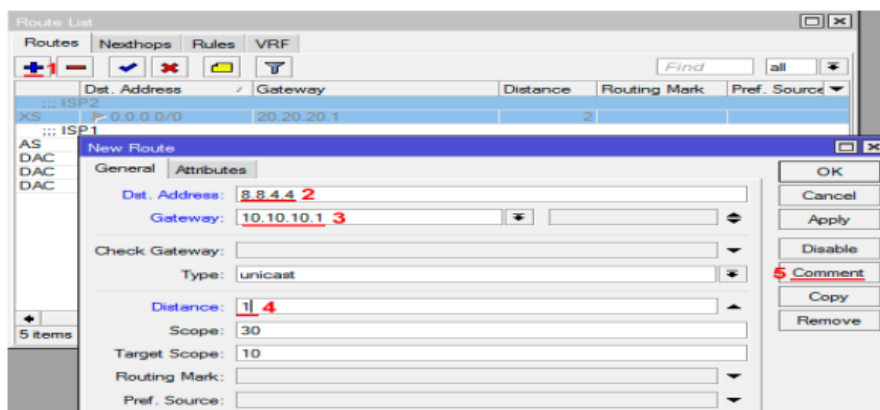


Рис 2.11 Створення маршруту для пінгування сервера

Налаштування правила у Firewall

Для запобігання пінгуванню IP-адреси 8.8.4.4 через другий канал додайте правило у Firewall. Відкрийте меню IP – Firewall, перейдіть до вкладки Filter Rules і натисніть Add (синій плюсики). У списку Chain оберіть Output, у полі Dst. Address введіть адресу 8.8.4.4, а в полі Out. Interface виберіть ether2. Потім перейдіть до вкладки Action та завершіть налаштування.

Налаштування Netwatch

Утиліта Netwatch буде перевіряти зв'язок із сервером за допомогою пінгу. Якщо сервер перестане відповідати, запускається скрипт, що активує другий маршрут, і трафік піде через резервний канал. Коли основний канал відновить роботу, інший скрипт деактивує резервний маршрут, і трафік повернеться на основний канал. Для налаштування відкрийте меню Tools – Netwatch, натисніть Add (синій плюсики) і в полі Host вкажіть IP-адресу сервера 8.8.4.4. У полі Interval встановіть проміжок часу 00:00:05 для перевірки з'єднання. Після налагодження роботи скриптів збільшіть інтервал до 30 секунд. Перейдіть до вкладки Down та завершіть налаштування Netwatch.

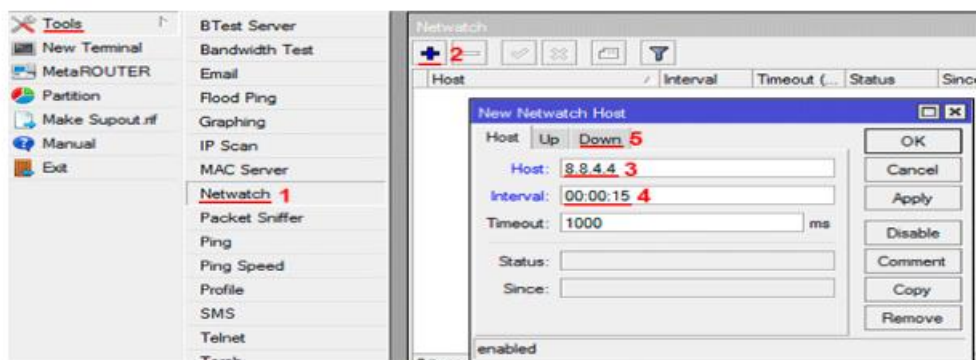


Рис 2.12. Налаштування Netwatch

Перевірка перемикання між каналами

Для перевірки коректності перемикання відкрийте меню IP – Routes. Маршрут резервного каналу має відображатися сірим кольором, що означає його неактивність.

	Dst. Address	Gateway	Distance	Routing Mark	Pref. Source
XS	0.0.0.0/0	20.20.20.1	2		
AS	0.0.0.0/0	10.10.10.1 reachable ether1	3		
AS	8.8.4.4	10.10.10.1 reachable ether1	1		
DAC	10.10.10.0/24	ether1 reachable	0		10.10.10.10
DAC	20.20.20.0/24	ether2 reachable	0		20.20.20.20
DAC	192.168.88.0/24	bridge-local reachable	0		192.168.88.1

Рис 2.13 Перевірка коректності перемикання каналів

Приклад реалізації протоколу OSPF

Розглянемо приклад мережі з кількома пунктами управління. Центральний пункт використовує мережу 192.168.0.0/24, де розташовані основні елементи інфраструктури, такі як контролер домену, сервер віддаленого доступу, поштовий сервер тощо. Філії (СП) мають адреси 192.168.X.0/24, а зв'язок із ЦП забезпечується за допомогою шифрованих тунелів SSTP або інших VPN із адресами з підмережі 192.168.255.0/24 (192.168.255.10 — ЦО, 192.168.255.1 — СП1, 192.168.255.2 — СП2 тощо). Оскільки зв'язок між філіями не потрібен, усі служби зосереджені в ЦП.

Коли кількість пунктів управління мала, маршрути можна додати вручну. Проте за наявності великої кількості ПУ та підрядників ручне налаштування стає складним. У таких випадках доцільно використовувати OSPF.

Додавання мереж до backbone

Для спрощення налаштування можна додати всі мережі до backbone . Backbone — це основна ділянка, яка має ID 0.0.0.0. Усі інші ділянки OSPF повинні мати з'єднання з backbone. Якщо з'єднання немає, маршрутизація не працюватиме. Додавши всі мережі до backbone, ми забезпечимо їхню взаємодію, хоча це має певні ризики. Якщо провайдер присвоїть філії адресу з діапазону 192.168.0.0/16, то у вашій таблиці маршрутизації може з'явитися мережа провайдера, що створює загрозу безпеці. У таких випадках можна налаштувати авторизацію на інтерфейсах у меню Routing – OSPF – Interfaces.

Налаштування OSPF вручну

Щоб налаштувати OSPF правильно, необхідно вручну призначити ID кожній ділянці та маршрутизатору. Встановлення ID виконується в меню Routing – OSPF – Instances – Router ID. У нашому прикладі є кілька ділянок, де основною є backbone, через який передаються пакети між маршрутизаторами. Для кожного маршрутизатора створюємо дві зони: backbone і локальну мережу. Наприклад, у ЦО створюємо зону Area0 із ID 192.168.0.0 і додаємо мережі 192.168.0.0/24 та 192.168.255.0/24 до відповідних зон. На інших маршрутизаторах створюємо аналогічні зони, змінюючи Area ID, ім'я зони та мережі на відповідні. Після налаштування на всіх маршрутизаторах будуть доступні маршрути до інших мереж із позначкою D, що свідчить про їхнє динамічне створення за допомогою OSPF.

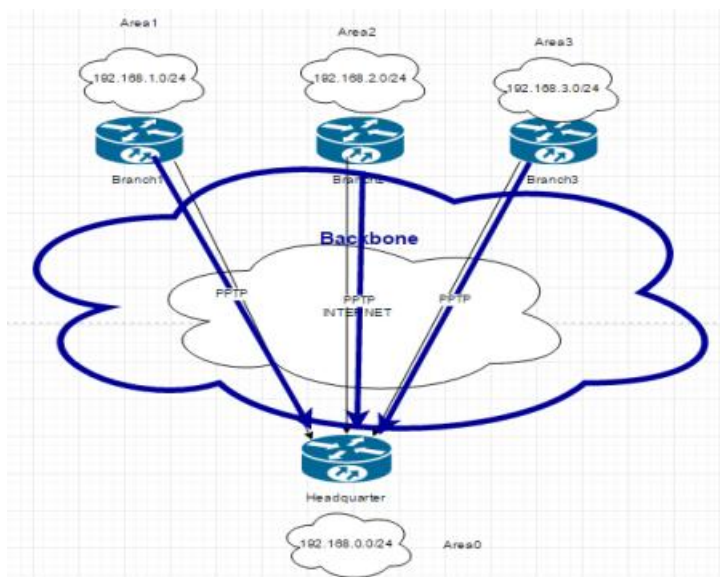


Рис 2.14 Приклад OSPF маршрутизації

Таким чином, нам необхідно виділити на кожному маршрутизаторі по дві зони: backbone і свою локальну мережу. На прикладі ЦО: `routing ospf area add name=Area0 area-id=192.168.0.0 routing ospf network add area=Area0 network=192.168.0.0/24 routing ospf network add area=backbone network=192.168.255.0/24` І точно так само на інших маршрутизаторах, тільки замінивши Area-ID, Area name і network на свої.

Тепер на кожному маршрутизаторі можемо побачити маршрути до всіх інших мереж з літерами D і в описі, що означає, що ці маршрути D – динамічні (прилетіли в результаті роботи протоколів динамічної маршрутизації) і з протоколу OSPF.

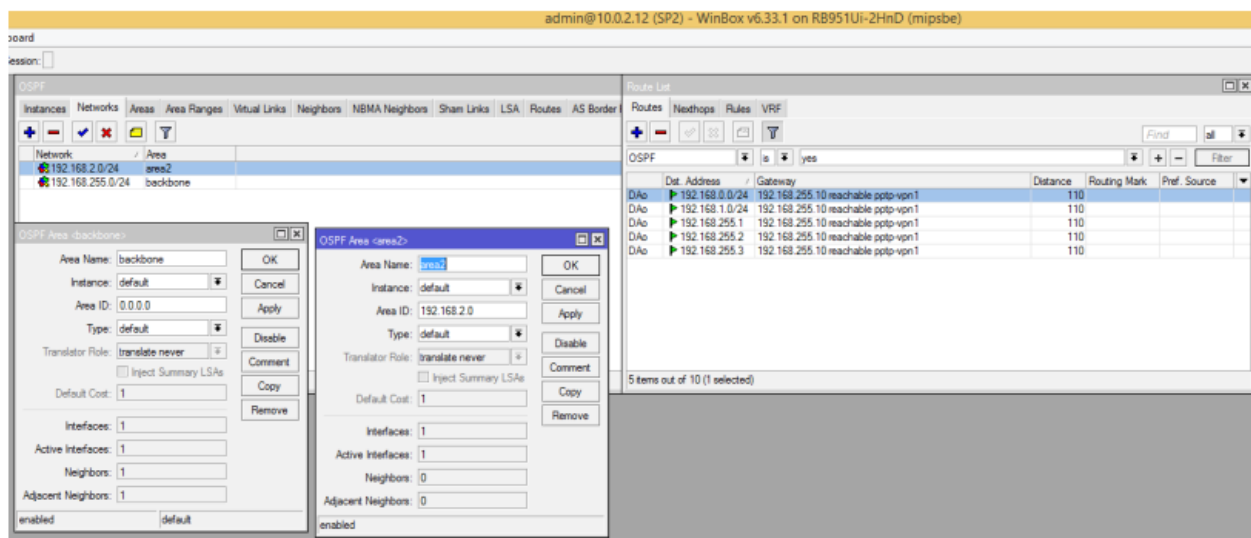


Рис 2.15 Налаштовані маршрути OSPF маршрутизації

2.5. Висновки до другого розділу.

У другому розділі магістерської роботи, було проведено проектування телекомунікаційної мережі двох мобільних вузлів зв'язку, та здійснено налаштування основного обладнання, зокрема станції тропосферного зв'язку Comet та проведено налаштування маршрутизації для передачі даних між двома пунктами управління.

Відповідно до наявних сил та засобів зв'язку було заплановано та організовано телекомунікаційну мережу, яка здатна забезпечити посадових осіб службовим телефонним зв'язком та автоматизованими робочими місцями для виконання їх службових обов'язків.

Виходячи із цього також було прийняте рішення організувати локальний сіп сервер та задати і налаштувати обладнання на вказані у розділі адреси та порти.

РОЗДІЛ 3. ВИБІР ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОЇ МЕРЕЖІ

3.1. Станція тропосферного зв'язку «Comet»

Для забезпечення зв'язку застосовують тропосферну станцію «Comet», яка здатна функціонувати без прямої видимості між антенами. Основною перевагою цієї технології є можливість надгоризонтних переносних терміналів COMET передавати сигнал на відстань у сотні кілометрів, зокрема в ізольовані та важкодоступні райони за допомогою наземної станції [3]. Іншими словами, передача даних відбувається без використання супутників – сигнал ретранслюється через відбиття від нижніх шарів атмосфери. Це дозволяє передавати інформацію на значні відстані незалежно від рельєфу місцевості [3].

Технологія особливо актуальна в регіонах, де відсутня оптоволоконна інфраструктура, але є значна кількість населених пунктів із високою щільністю населення. Окрім того, зв'язок за допомогою терміналів COMET є більш надійним та економічно вигідним порівняно із супутниковими рішеннями, такими як Starlink [3].

Сам термінал – це компактний пристрій, який важить 23 кг. Живлення здійснюється за рахунок штатної батареї, яка може заряджатися від сонячних панелей. Довжина антени становить всього 1 метр [3].

Завдяки своїм характеристикам станція чудово підходить для використання військовими підрозділами, оскільки забезпечує стійкість до перешкод, високу пропускну здатність і надійний захист каналу зв'язку, який неможливо відстежити за допомогою GPS [3].

Швидкість передачі даних у COMET коливається від 5 до 60 Мбіт/с на відстані до 60 км при тропосферному з'єднанні, а при використанні

радіорелейного зв'язку, коли станції розташовані на відстані кількох кілометрів одна від одної, швидкість може досягати 210 Мбіт/с [3].



Рис 3.1. Станція тропосферного зв'язку «СОМЕТ»

Таблиця 3.1. Технічні характеристики терміналу «СОМЕТ»

Параметр	Значення
Робоча частота	Від 4,4 до 4,65 ГГц, низький діапазон Від 4,75 до 5,0 ГГц, високий діапазон
Режими поширення	LOS, дифракційний, BLOS, Тгоро
Максимальна швидкість передачі	Режим одинарного потоку: 105 Мбіт/сек Режим подвійного потоку: 210 Мбіт/сек (має бути при подвійному рознесенні)
Відносна вихідна потужність	10 Вт (40 дВм), номінальна
Початкова вхідна напруга	+24 VDC \pm 1 VDC (вольт постійного струму)
Макс. споживання електроенергії	97,5 Вт (тільки термінал, не містить зовнішніх джерел енергоживлення)

Вибране обладнання здатне забезпечити необхідну швидкість передачі даних між двома польовими командними пунктами управління, при чому є високо мобільною апаратурою, швидкість розгортання якої не потребує значних витрат часу та сил обслуговуючого персоналу.

3.2. Вибір маршрутизатора.

Для забезпечення надійного та стійкого зв'язку було обрано маршрутизатор МІКРОТІК RB3011UIAS-RM. Це маршрутизатор на 10 гігабітних мережевих портів. Призначений для поєднання двох або більше мереж і керує процесом маршрутизації, тобто на підставі інформації про топологію мережі та певних правил приймає рішення про пересилання пакетів мережевого рівня (рівень 3 моделі OSI) [4] між різними сегментами мережі.

Приклад налаштування автоматичного переключення маршрутизатора з основного каналу на резервний та назад. У 1-й порт підключено кабель від основного каналу, в 2-й порт підключено кабель резервного каналу, інші порти використовуються для підключення локальних мереж[3].



Рис 3.2. Маршрутизатор МІКРОТІК RB3011UIAS-RM

Живлення подається на MikroTik RB3011UiAS-RM двома способами:

1. Через стандартний роз'єм живлення DC jack з постійною напругою 10-30 В. Блок живлення входить в комплектацію.
2. Через перший мережевий порт за технологією Passive PoE з постійною напругою 10-30 В. Для подачі живлення через перший порт знадобиться придбати гігабітний PoE інжектор.

10-й LAN порт роутера дає змогу живити інший пристрій за технологією Passive PoE.

На корпусі є кріплення "вуха" для встановлення в 19 дюймову серверну шафу або стійку.

У маршрутизаторі встановлено операційну систему RouterOS Level5, що дає змогу обмежувати швидкість для користувачів, закривати доступ до певних сайтів і торентів, налаштовувати VPN-сервер для під'єднання до офісу віддалених співробітників або філій, налаштовувати firewall і багато іншого.

Налаштування маршрутизатора здійснюємо заздалегідь за допомогою персонального комп'ютера або ноутбука та програмного забезпечення Winbox.

3.3. Вибір голосового шлюзу.

Голосовий шлюз – це пристрій, що виконує функцію конвертації аналогового сигналу у цифровий та навпаки, а також забезпечує передачу голосових даних і підключення телефонних пристроїв [3].

Процес налаштування голосового шлюзу відбувається в такій послідовності: підключення блоку живлення; під'єднання аналогового телефонного апарата до порту FXS; за допомогою голосового меню вибір режиму підключення (статична IP-адреса, DHCP або PPPoE); у випадку використання DHCP налаштувати мережеву карту комп'ютера на автоматичне отримання параметрів мережі, визначити IP-адресу шлюзу за допомогою дисплея або голосового меню, після чого увійти до вебінтерфейсу пристрою через браузер, використовуючи знайдену IP-адресу (за замовчуванням логін і пароль – admin).

Якщо застосовується статична IP-адреса, необхідно за допомогою дисплея або голосового меню отримати адресу шлюзу, налаштувати параметри мережевої карти відповідно до мережі шлюзу, а потім увійти у вебінтерфейс.

Далі слід ввести нову IP-адресу, маску підмережі, шлюз і зберегти зміни. Після цього вибрати SIP-профіль для налаштування та вказати IP-адреси основного та резервного SIP-серверів. У налаштуваннях порту FXS потрібно ввести User ID, Auth ID, телефонний номер, пароль, профіль, активувати порт і застосувати зміни. Завершальний етап – перевірка реєстрації телефонних номерів на SIP-сервері [3].

Для забезпечення необхідного функціоналу та потреб посадових осіб, було обрано голосовий шлюз Grandstream HT818.



Рис 3.3. Голосовий шлюз Grandstream HT818.

Grandstream HT818 – це простий у використанні адаптер аналогових телефонів (ATA) із 8 портами FXS, 2 гігабітними Ethernet-портами, підтримкою двох SIP-профільів і вбудованим NAT-маршрутизатором. Цей адаптер підходить як для особистого, так і для бізнес-застосування, дозволяючи організувати одночасне широкосмугове підключення кількох Ethernet-пристроїв та інтегрувати аналогові телефони в мережу VoIP [3].

3.4. Вибір телефонних апаратів.

Для забезпечення посадових осіб телефонним зв'язком необхідно обрати телефони, які сумісні із голосовим шлюзом та відповідають, експлуатаційним вимогам. Найбільш якісним та доступним телефонним апаратом було обрано Panasonic KX-TS2350, класична модель провідного стаціонарного телефону.

Телефон можна використовувати як настільний, так і закріпити на стіні за допомогою спеціального кріплення. Доступне регулювання як гучності дзвінка так і динаміка. Також порадують функції - повтор останнього набраного дзвінка і можливість перемикання у внутрішній мережі (кнопка флеш).

Телефон підтримує як імпульсний, так і тоновий режими набору. Будучи максимально простим, Panasonic KX-TS2350 містить в собі всі найнеобхідніші функції потрібні стаціонарному телефону.

3.5 Вибір комутатора

Світч (комутатор) — це мережевий пристрій, що об'єднує окремі сегменти комп'ютерної мережі та забезпечує обмін даними між ними. Він приймає пакети, що надходять від одного пристрою, і передає їх безпосередньо до кінцевого пристрою-одержувача, що сприяє ефективному використанню мережевого трафіку та підвищенню загальної продуктивності мережі [3].

Світч є ключовим компонентом ІТ-інфраструктури, який забезпечує створення єдиної локальної мережі.

Механізм роботи комутатора базується на принципі вивчення MAC-адрес пристроїв, підключених до мережі, і формуванні таблиці відповідності. Ця таблиця генерується під час першого запуску пристрою та регулярно оновлюється, зберігаючи інформацію про те, через який порт слід передавати пакети до конкретного пристрою.

При обробці даних комутатор виконує такі кроки:

1. Зчитує MAC-адресу пристрою-відправника.
2. Перевіряє таблицю комутації для пошуку MAC-адреси отримувача.
3. Визначає пристрій-одержувач.

4. Передає пакет через відповідний порт.

Ця процедура забезпечує прискорення передачі даних і зменшує навантаження на мережеву інфраструктуру [4].



Рис 3.4. Мережевий комутатор D-link DGS-1008D

Для забезпечення роботи локальної мережі на персональних комп'ютерах польового вузла зв'язку із забезпеченням необхідних вимог, було обрано мережевий комутатор D-link DGS-1008D.

3.6. Висновки до третього розділу

У даному розділі магістерської роботи було обрано обладнання для забезпечення працездатності локальної телекомунікаційної мережі на польовому вузлі зв'язку. Основним елементом мережі є станція тропосферного зв'язку, яка дозволяє забезпечити передачу даних та телефонний зв'язок між двома пунктами управління на значних відстанях. [4]

Особливостями цього підходу є те, що персонал може розгорнути таку локальну мережу у будь яких умовах та пору доби, це дозволяє забезпечити високу мобільність пункту управління та відповідно високу якість та стійкість зв'язку, оскільки використовуються нижні шари атмосфери. Це дозволяє зекономити час та затрати особового складу, який займається розгортанням даної системи.

Окремо варто відзначити те, що передача, яка здійснюється цією системою забезпечується безпекою стандарту AES-256[3].

У третьому розділі було здійснено вибір обладнання, а саме:

- Станція тропосферного зв'язку «COMET»
- Маршрутизатор MIKROTIK RB3011UIAS-RM
- Голосовий шлюз Grandstream HT818.
- Телефон Panasonic KX-TS2350
- Мережевий комутатор D-link DGS-1008D

Було здійснено вибір необхідного обладнання, на основі якого була спроектована лінія тропосферного зв'язку між двома пунктами управління.

РОЗДІЛ 4. ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АВТОНОМНОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Забезпечення резервного живлення мережі є надзвичайно важливим, адже саме це дозволяє продовжити нормальну роботу польового вузла зв'язку у разі відключення електроенергії або блекауту.

Тому раптове знеструмлення негативно позначається на мережевих пристроях, особливо на сервері та робочому обладнанні через те, що інформація про них зберігається на дисках на жорстких магнітних дисках. Якщо різко відключити живлення, такий накопичувач може не зберегти дані, які були на нього записані або інформація може бути записана некоректно, що унеможливить її зчитування в подальшому.

А з огляду на конструктивні особливості жорстких дисків, такі особливості експлуатації приведуть до швидкого виходу з ладу накопичувача з усією наявною на ньому інформацією.

4.1 Забезпечення резервного живлення роутера та комутаторів

Для того, щоб реалізувати аварійне живлення для роутера, існують спеціальні пристрої, які називаються Mini UPS. Такі пристрої відрізняються компактними розмірами і простотою в експлуатації. У нашому випадку оптимальним вибором буде ДБЖ постійного струму КА – DC1018P. Він призначений для забезпечення живленням невеликих електроприладів під час аварійного відключення електроенергії. Його можливості вказані в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Міні ДБЖ постійного струму КА – DC1018P

Вихідна потужність	18 Ват
Діапазон вхідної напруги	85 — 265 Вольт змінного струму
Вихідні напруги	5, 9, 12 Вольт
Ємність акумулятора	8800 Міліампер / годин
Час роботи роутера від акумулятора	8 — 10 Годин



Рисунок 4.1 – Міні ДБЖ постійного струму КА – DC1018P

4.2 Забезпечення резервним живленням основного обладнання

Розглянуті вище джерела безперебійного живлення можуть утримувати вимикач, роутер або інший пристрій, який споживає досить багато енергії. Але їх потужності явно не вистачить для живлення комп'ютера або іншої подібної обчислювальної техніки. Тому тут варто пошукати більш енергоємне рішення. Таким рішенням буде ДБЖ LogicPower LPM – 525VA – P (LP3170). У таблиці 4.2 показані його можливості [7].

Таблиця 4.2 - ДБЖ LogicPower LPM - 525 ВА - P (LP3170)

Кількість розеток	2
Вихідна потужність	525 ВА / 367 Вт
Діапазон вхідної напруги	145 — 290 V
Акумуляторна батарея	вбудована
Тип батареї	Свинцево — кислотний, 12 V, 4.5 A / годин
Тип архітектури	Лінійно — інтерактивні
Час роботи за повного навантаження	10 — 15 хвилин



Рисунок 4.2 – LogicPower LPM – 525 ВА – P

4.3 Застосування генератора для тривалої роботи

Джерела безперебійного живлення вирішують проблему блекауту лише частково, оскільки заряд акумулятора з часом закінчується, такі рішення вирішують проблему лише частково до спрацьовування генератора резервного струму.

Електрогенератор - це пристрій, в якому механічна енергія перетворюється в електричну. Генератор змінного струму отримав широке застосування через простоту його виробництва і перетворення, а також через простоту конструкції генераторів і двигунів показана модель альтернатора.

Поточним генератором для розроблюваної мережі стане дизельний генератор Daewoo DDAE 10500DSE - 3G потужністю 6 кВт. Він оснащений автоматичним регулятором напруги (AVR), вольтметром, показчиком рівня палива, лічильником мотогодин. Час його автономної роботи становить 12 годин, а витрата палива – 1,65 літра за годину роботи. Після відновлення електропостачання система AVR автоматично відключить живлення від генератора[9].



Рисунок 4.3 – Daewoo DDAE 10500DSE – генератор 3G

Вибрані засоби електропостачання дозволяють працювати в умовах і приміщеннях, де відсутнє електропостачання. Наявність саме таких інструментів є оптимальним варіантом з точки зору вартості і надійності роботи, так як передбачається часте використання цих інструментів. Вони в повній мірі відповідають вимогам щодо забезпечення електроживлення телекомунікаційного обладнання польового вузла зв'язку і безперервного виконання своїх обов'язків посадовими особами [8].

4.4. Висновки до четвертого розділу

В ході роботи над четвертим розділом, було підібрано обладнання, яке здатне забезпечити електропостачання в тих випадках, коли живлення від централізованої мережі недоступне.

Розглядаються різні варіанти, такі як джерела безперебійного живлення та бензинові генератори.

Крім того, були визначені можливості та варіанти роботи даного обладнання резервного електропостачання.

ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ

У магістерській роботі було розроблено телекомунікаційну мережу мобільного вузла зв'язку, основою для забезпечення зв'язку стала станція тропосферного зв'язку «Comet» завдяки якій було побудовано лінію тропосферного зв'язку Л-001, яка забезпечила телекомунікаційну мережу між двома мобільними вузлами зв'язку.

Окрім цього у роботі було створено проект такої телекомунікаційної мережі із врахуванням потреб посадових осіб, особливу увагу було приділено вибору телекомунікаційних пристроїв, таких як, голосові шлюзи, комутатори та маршрутизатори.

Наступним кроком було здійснення налаштування телекомунікаційного обладнання, а саме налаштування тропосферної станції зв'язку, маршрутизація, голосові шлюзи та комутатори.

Було визначено необхідну кількість сил та засобів, які будуть забезпечувати обмін даними, а також було вжито заходів щодо забезпечення автономного та безперебійного електроживлення апаратури.

У процесі виконання магістерської роботи було проаналізовано актуальні тенденції розвитку телекомунікаційних мереж. Було детально розглянуто топології комп'ютерних мереж, середовища розповсюдження сигналів, принципи роботи комутаційних мережевих пристроїв та їх функціональні можливості. Також розглядалася еталонна модель взаємодії відкритих систем (модель OSI) та її рівні, на основі яких проектуються телекомунікаційні мережі.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Організація комп'ютерних мереж [Електронний ресурс] : підручник: для студ. спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення» та 122 «Комп'ютерні науки» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; Ю. А. Тарнавський, І. М. Кузьменко. – Електронні текстові дані (1 файл: 45,7 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 259 с.
2. Гоголь В.Д,Ірха М.С. Телекомунікаційні та інформаційні мережі: Навчальний посібник. Київ:ІСЗЗІ КПІ ім. Ігоря Сікорського,2021. 250 с.
3. Поляков О.Л, Непочатов С.С, Картавенко О.Ф.Довідник сержанта – зв'язківця.Полтава,2024. 192 с.
4. 1. Борисова Л.В. Основи побудови телекомунікаційних систем та мереж: конспект лекцій / Л.В. Борисова. — Харків: Національний університет цивільного захисту України, 2017 — 205с.
5. Жураковський Б.Ю. Комп'ютерні мережі: навчальний посібник / Б.Ю. Жураковський, І.О. Зенів. — Київ: КПІ імені Ігоря Сікорського, 2020 — 328с.
6. Приходько С. І. Віртуальні локальні мережі VLAN: конспект лекцій / С.І. Приходько, О.С. Жученко, М.А. Штомпель, С.В. Сколота. - Харків: Українська державна академія залізничного транспорту, 2018 — 42
7. [ДБЖ для роутера Mini DC UPS KA-DC1018P купити за ціною 1 230 грн в Україні](#)
8. [Daewoo DDAE 10500DSE-3G Expert - купити генератор: ціни, відгуки, характеристики > вартість в магазинах України: Київ, Дніпро, Львів, Одеса](#)
9. [ИБП для комп'ютера LogicPower LPM-525VA-P\(367Вт\) | купити](#)
10. European Commission. A European Strategy for Cloud Computing [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://ec.europa.eu>.

11. European Union Agency for Cybersecurity (ENISA). Cloud Security Guidelines [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.enisa.europa.eu>.
12. Gartner Inc. Cloud Computing Trends 2024 [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.gartner.com>.
13. Gartner Inc. Everything as a Service: Хмарні обчислення у світовій практиці [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.gartner.com>.
14. Google Workspace. Official Website [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://workspace.google.com>.
15. Interserver. Хмарні хостинги України: дослідження провайдерів // Interserver Report. — 2024. — С. 8–12.

ДОДАТКИ

Додаток А

CHAPTER 4. PROVISION OF AUTONOMOUS POWER SUPPLY

Providing backup power to the network is of utmost importance, because this is what allows you to continue the normal operation of the field communication center in the event of a power outage or blackout.

Therefore, a sudden blackout negatively affects network devices, especially the server and working equipment due to the fact that their information is stored on drives on hard magnetic drives. If you turn off the power abruptly, such a drive may not save the data that was written to it or the information may not be written correctly, which will make it impossible to read it later. And given the design features of hard drives, such operating features will lead to a quick failure of the drive with all the information available on it.

4.1 Providing backup power to the router and switches

In order to implement emergency power for the router, there are special devices called Mini UPS. Such devices are compact in size and easy to operate. In our case, the best choice would be the Mini DC UPS KA – DC1018P. It is designed to provide power to small electrical appliances during an emergency power outage. Its capabilities are indicated in Table 4.1.

Table 4.1 – Mini DC UPS KA – DC1018P

Вихідна потужність	18 Ват
Діапазон вхідної напруги	85 — 265 Вольт змінного струму
Вихідні напруги	5, 9, 12 Вольт
Ємність акумулятора	8800 Міліампер / годин
Час роботи роутера від акумулятора	8 — 10 Годин



Figure 4.1 – Mini DC UPS KA – DC1018P

4.2 Providing backup power to the main equipment

The uninterruptible power supplies discussed above can keep a switch, router, or other device that consumes quite a bit of power. But their power is clearly not enough to power a computer or other similar computing equipment. Therefore, it is worth looking for a more energy-intensive solution here. Such a solution would be the LogicPower LPM – 525VA – P UPS (LP3170). Table 4.2 shows its capabilities[7].

Table 4.2 - LogicPower LPM UPS - 525VA - P (LP3170)

Кількість розеток	2
Вихідна потужність	525 ВА / 367 Вт
Діапазон вхідної напруги	145 — 290 V
Акумуляторна батарея	вбудована
Тип батареї	Свинцево — кислотний, 12 V, 4.5 А / годин
Тип архітектури	Лінійно — інтерактивні
Час роботи за повного навантаження	10 — 15 хвилин



Figure 4.2 – LogicPower LPM – 525VA – P

4.3 Application of the generator for long-term operation

Uninterruptible power supplies solve the problem of blackout only partially, since the battery charge runs out over time, such solutions solve the problem only partially until a backup current generator is activated. An electric generator is a device in which mechanical energy is converted into electrical energy. Alternators are widely used because of the ease of its production and conversion, as well as because of the simplicity of the design of generators and motors, the model of an alternator is shown.

The current generator for the network under development will be a Daewoo DDAE 10500DSE - 3G diesel generator with a capacity of 6 kW. It is equipped with an automatic voltage regulator (AVR), a voltmeter, a fuel level gauge, and an hour meter. Its battery life is 12 hours and its fuel consumption is 1.65 liters per hour of operation. After the power supply is restored, the AVR system will automatically disconnect the power from the generator[9].



Figure 4.3 – Daewoo DDAE 10500DSE – 3G generator

The selected means of power supply allow you to work in conditions and areas where there is no power supply. The presence of just such tools is the best option in terms of cost and reliability of work, since frequent use of these tools is expected. They fully meet the requirements to ensure the power supply of telecommunication equipment at the field communication center and the continuous performance of their duties by officials [8].

4.4. Conclusions to the fourth section

During the work on the fourth section, equipment was selected that is able to provide power supply in cases where power from the centralized network is not available. Various options are considered, such as uninterruptible power supplies and gasoline generators.

In addition, the possibilities and options for the operation of this backup power supply equipment were determined

**Додаток Б.
ЗБІРНИК ТЕЗ**

Міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Департамент економічного розвитку, торгівлі та залучення інвестицій

Полтавської обласної військової адміністрації

Полтавська торгово-промислова палата

Університет Флорида (США)

“1 DECEMBRIE 1918” University of Alba Iulia (Румунія)

Білостоцький технологічний університет (Польща)

Вільнюський університет прикладних наук (VIKO) (Литва)

London Metropolitan University (Велика Британія)

Словацький технологічний університет (Словаччина)

Рада молодих вчених Національної академії наук України

Рада молодих вчених Національного університету «Запорізька політехніка»

Рада молодих вчених Національного технічного університету «Дніпровська політехніка»

Рада молодих вчених Національного університету «Чернігівська політехніка»

Рада молодих вчених Національного університету «Одеська політехніка»

Рада молодих вчених Одеського національного університету імені І.І. Мечникова

Рада молодих вчених Ізмаїльського державного гуманітарного університету

Рада молодих вчених Глухівського національного педагогічного університету

імені Олександра Довженка

Рада молодих вчених Сумського національного аграрного університету

Рада молодих вчених Національного технічного університету України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Рада молодих вчених Харківського національного педагогічного університету імені Г.С. Сковороди

Рада молодих вчених Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича

Рада молодих вчених Хмельницького національного університету

Рада молодих вчених Київського національного університету будівництва та архітектури

Рада молодих вчених Херсонського державного аграрно-економічного університету

МОЛОДІЖНА НАУКА: ІННОВАЦІЇ ТА ГЛОБАЛЬНІ ВИКЛИКИ

ЗБІРНИК ТЕЗ

Міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених



Полтава, 06 листопада 2024 року

УДК 629.783

Непочатов Станіслав Станіславович

здобувач освіти другого (освітньо-наукового) рівня вищої освіти

Фомін Олександр Сергійович

кандидат технічних наук, доцент

Національний університет

«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

ШИРОКОСМУГОВИЙ ДЕТЕКТОР РАДІОВИПРОМІНЮВАННЯ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Безпілотні літальні апарати (БПЛА) широко використовуються в комерційних та військових цілях. Ефективність систем радіоелектронної боротьби (РЕБ) в значній мірі залежить від здатності їх детектора охоплювати якомога більшу смугу частот та точно визначати спектр дрона [1]. Тому розробка широкосмугових аналізаторів спектральних характеристик БПЛА є надзвичайно актуальною задачею.

Розроблено детектор радіовипромінювання БПЛА на основі схеми гетеродинного аналізатора частотного спектра. Широкий діапазон частот (23,5 МГц – 6ГГц) досягається за рахунок використання ультраширокопasmового синтезатора частоти MAX2870. Встановлення необхідної частоти синтезатора здійснюється за допомогою мікроконтролера, який крім того здійснює аналіз спектру отриманого сигналу, його рівня потужності та відображення відповідних даних на екрані детектора. Розпізнавання типів БПЛА реалізовано шляхом ідентифікації їх частотних сигнатур, які включають ширину смуги частот та множину спектральних складових. Для інтеграції з системами РЕБ передбачений сигнальний інтерфейс, що дає змогу реалізовувати адаптивну постановку завад. Крім візуального сповіщення, у разі виявлення БПЛА спостерігач попереджується також звуковим сигналом. Показано, що сигнатури виду $dP/d\gamma = f(P)$, де P – рівень потужності випромінювання, а γ – частота сигналу, відображають індивідуальні особливості дрона, які також дозволяють виконувати його ідентифікацію за принципом «свій-чужий».

Список використаних джерел

1. Reactive Jamming for Commercial Drones / Gyeong-Mo Nam, Gun Ho Lee, Heang-Bok Kil, Eui-Rim Jeong // International Journal of Engineering & Technology, 2018, 7 (3.24), P.100-103.

Додаток В

Презентація до захисту магістерської роботи

Міністерство освіти та науки України
Національний університет “Полтавська політехніка імені Юрія
Кондратюка”
Кафедра автоматики, електроніки та телекомунікацій

Кваліфікаційна робота магістра
На тему:
“Удосконалення телекомунікаційної мережі польового вузла зв'язку
із забезпеченням автономного електроживлення”

Виконав студент групи дБТТ:
Непочатов Станіслав Станіславович
Науковий керівник:
кандидат технічних наук, доцент
Фомін Олександр Сергійович

- **Мета роботи:** Метою цієї магістерської роботи є дослідження працездатності мобільних вузлів зв'язку за допомогою тропосферної станції зв'язку «Comet» та забезпечення її автономності електроживлення.
- **Предмет дослідження:** Забезпечення телекомунікаційного ресурсу через станцію тропосферного зв'язку «Comet» та сумісність її із телекомунікаційним обладнанням.
- **Об'єкт дослідження:** Телекомунікаційне обладнання, яке здатне забезпечити телефонний зв'язок та передачу даних між вузлами зв'язку.
- **Практична цінність:** Впровадження мобільних станцій тропосферного зв'язку для забезпечення передачі даних та телефонного зв'язку між пунктами управління

Завдання:

- Виконати огляд та аналіз сучасного телекомунікаційного обладнання, яке буде забезпечувати зв'язок;
- Здійснити проектування та побудувати моделі телекомунікаційної мережі;
- Обрати телекомунікаційні пристрої які забезпечать виконання поставленої мети;
- Запланувати та забезпечити автономне електроживлення усього телекомунікаційного обладнання.

Структура та обсяг роботи

Основна частина:

- Розділ 1. Аналіз складових елементів мережевих технологій
- Розділ 2. Проектування телекомунікаційної мережі вузла зв'язку
- Розділ 3. Вибір обладнання для телекомунікаційної мережі
- Розділ 4. Забезпечення автономного електроживлення

Розділ 1. Складові елементи мережевих технологій.

- Способи організації мережевих систем
- Кабельні системи
- Модель взаємодії мережевого обладнання
- Висновки до першого розділу

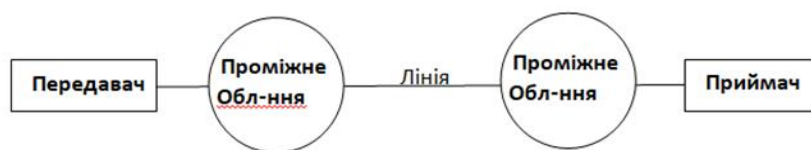
Класифікація комп'ютерних мереж



Розділ 2. Проектування телекомунікаційної мережі мобільного вузла зв'язку.

- Проектування телекомунікаційної мережі на базі системи тропосферного зв'язку «Comet»
- Проектування вихідних даних для організації телекомунікаційної мережі
- Налаштування станції тропосферного зв'язку «Comet»
- Налаштування маршрутизатора Mikrotik
- Висновки до другого розділу

Приклад каналу зв'язку



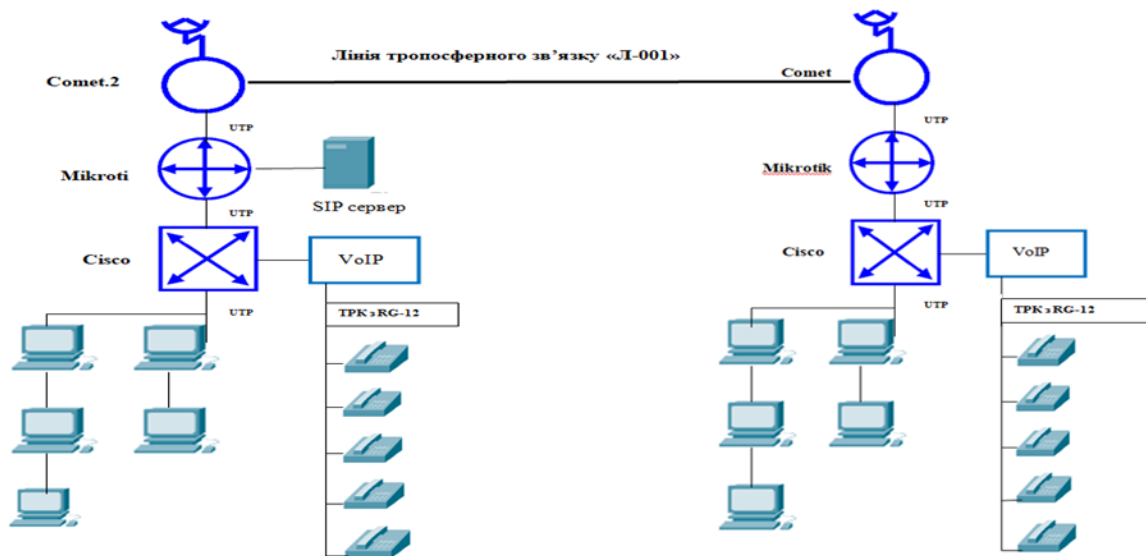
а)



б)

Лінія тропосферного зв'язку

Схема 2.1 Лінія тропосферного зв'язку «Т-001»



Розділ 3. Вибір обладнання для телекомунікаційної мережі

- Станція тропосферного зв'язку «Comet»
- Вибір маршрутизатора
- Вибір голосового шлюзу
- Вибір телефонного апарату
- Вибір комутатора
- Висновки по третьому розділу

Станція тропосферного зв'язку



Технічні характеристики терміналу “Comet”

Параметр	Значення
Робоча частота	Від 4,4 до 4,65 ГГц, низький діапазон Від 4,75 до 5,0 ГГц, високий діапазон
Режими поширення	LOS, дифракційний, BLOS, Тгоро
Максимальна швидкість передачі	Режим одинарного потоку: 105 Мбіт/сек Режим подвійного потоку: 210 Мбіт/сек (має бути при подвійному рознесенні)
Відносна вихідна потужність	10 Вт (40 дВм), номінальна
Початкова вхідна напруга	+24 VDC \pm 1 VDC (вольт постійного струму)
Макс. споживання електроенергії	97,5 Вт (тільки термінал, не містить зовнішніх джерел енергоживлення)

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АВТОНОМНОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ



Висновки по роботі

- У магістерській роботі було розроблено телекомунікаційну мережу мобільного вузла зв'язку, основою для забезпечення зв'язку стала станція тропосферного зв'язку «Comet» завдяки якій було побудовано лінію тропосферного зв'язку Л-001, яка забезпечила телекомунікаційну мережу між двома мобільними вузлами зв'язку.
- Окрім цього у роботі було створено проект такої телекомунікаційної мережі із врахуванням потреб посадових осіб, особливу увагу було приділено вибору телекомунікаційних пристроїв, таких як, голосові шлюзи, комутатори та маршрутизатори.
- Наступним кроком було здійснення налаштування телекомунікаційного обладнання, а саме налаштування тропосферної станції зв'язку, маршрутизація, голосові шлюзи та комутатори.
- Було визначено необхідну кількість сил та засобів, які будуть забезпечувати обмін даними, а також було вжито заходів щодо забезпечення автономного та безперебійного електроживлення апаратури.