

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет _____ комп'ютерної інженерії та управління _____

Кафедра _____ електронних обчислювальних машин _____

Рівень вищої освіти _____ перший (бакалаврський) _____

Спеціальність _____ 123 «Комп'ютерна інженерія» _____
(код і повна назва)

Тип програми _____ освітньо-професійна _____
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма _____ Комп'ютерна інженерія _____
(повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри _____
(підпис)

“ _____ ” _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

здобувачеві _____ Стрілковському Євгенію Едуардовичу _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи _____ Комп'ютерна мережа підприємства з підтримкою стандарту 802.11ac _____

затверджена наказом по університету від “ 26 ” травня 2025 р. № 425 Ст

2. Термін подання здобувачем роботи до екзаменаційної комісії _____ 17 червня 2025 р.

3. Вхідні дані до роботи _____

1. Розробка комп'ютерної мережі підприємства _____

2. Опис організаційної структури підприємства _____

3. Вимоги до швидкості передачі інформації в мережі _____

4. Перелік використаних програмних засобів: ОС Windows 10 _____

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати у роботі _____

1. Аналіз стану проблеми _____

2. Огляд сучасних та майбутніх технологій передачі даних _____

3. Огляд сучасних та майбутніх тенденцій побудови мереж _____

4. Розробка загальної структури мережі підприємства _____

5. Аналіз та вибір апаратних засобів реалізації _____

6. Висновки _____

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій 12 слайдів

6. Консультанти розділів роботи (заповнюється за наявності консультантів згідно з наказом, зазначеним у п.1)

Найменування розділу	Консультант (посада, прізвище, ім'я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	дата

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Строк / терміни виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз сучасного стану проблеми та методів її вирішення	26.05.25-27.05.25	
2	Аналіз роботи підприємства	28.05.25-04.06.25	
3	Розробка структури корпоративної мережі установи	05.06.25-08.06.25	
4	Вибір апаратних засобів реалізації мережі	09.06.25-11.06.25	
5	Оформлення матеріалів кваліфікаційної роботи	12.06.25-14.08.25	
6	Подання кваліфікаційної роботи на рецензування	15.06.25	

Дата видачі завдання “ 26 ” травня 2025 р.

Здобувач _____
(підпис)

Керівник роботи _____
(підпис)

ст. викл. Станіслав ПАРТИКА
(посада, власне ім'я, прізвище)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи: 53 с., 24 рис., 3 табл., 1 дод., 9 джерел.

WI-FI, КОМП'ЮТЕРНА МЕРЕЖА, КОМУТАТОР, КОРПОРАТИВНА МЕРЕЖА, ЛОКАЛЬНА ОБЧИСЛЮВАЛЬНА МЕРЕЖА, МАРШРУТИЗАТОР, СТРУКТУРОВАНА КАБЕЛЬНА СИСТЕМА.

Розглядаються основні принципи створення комп'ютерної мережі, починаючи з її планування (вибір структури мережі, вибір мереженої технології, вибір обладнання, програмного забезпечення) закінчуючи вводом в експлуатацію.

Метою кваліфікаційної роботи є розроблення комп'ютерної мережі з урахуванням вимог до мережевої безпеки, доступності та цілісності оброблюваних і передаваних даних.

ABSTRACT

Bachelor's thesis: 53 pages, 24 figures, 3 tables, 1 appendices, 9 sources.

WI-FI, COMPUTER NETWORK, SWITCH, CORPORATE NETWORK, LOCAL COMPUTER NETWORK, ROUTER, STRUCTURED CABLE SYSTEM.

The basic principles of creating a computer network are considered, starting with its planning (choosing a network structure, choosing a network technology, choosing equipment, software) and ending with commissioning.

The purpose of the qualification work is to develop a computer network taking into account the requirements for network security, availability and integrity of processed and transmitted data.

ЗМІСТ

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ	8
ВСТУП	9
1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ	11
1.1 Комп'ютерна мережа	11
1.2 Класифікація мереж за сферою застосування	11
1.3 Класифікація мереж за топологією	12
1.4 Еталонна модель ISO/OSI.....	16
1.4.1 Фізичний рівень.....	17
1.4.2 Канальний рівень	17
1.4.3 Мережевий рівень	17
1.4.4 Транспортний рівень.....	18
1.4.5 Сеансовий рівень.....	18
1.4.6 Представницький рівень.....	18
1.4.7 Прикладний рівень.....	18
1.5 Середовище передачі	19
1.5.1 Металеві кабелі	19
1.5.2 Оптичний кабель	23
1.6 Безпроводні мережі.....	25
2 КАБЕЛЬНІ СИСТЕМИ.....	26
2.1 Елементи з'єднання металевих кабелів	26
2.2 Елементи підключення оптичних кабелів	27
2.3 Організація кабельної мережі	28
3 БЕЗПРОВІДНІ МЕРЕЖІ.....	31
3.1 Стандарти безпроводних мереж.....	31
3.2 Основні засоби захисту інформації.....	33
4 ПРОЕКТУВАННЯ МЕРЕЖІ.....	34
4.1 Структурна схема комп'ютерної мережі підприємства	34

4.2 Логічна схема мережі.....	37
4.3 Вибір обладнання.....	38
4.3.3 Сервер Dell PE R230	39
4.4.4 Комутатор ядра.....	40
4.4.5 Комутатори робочих груп.....	40
4.4.6 Комутатор точок доступу.....	41
4.5 Фізична схема мережі.....	41
4.7 Моделювання зон покриття безпроводної мережі	43
ВИСНОВКИ.....	45
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	46
ДОДАТОК А Графічний матеріал кваліфікаційної роботи.....	47

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

BW – Полоса частот (англ. Bandwidth)

IEEE – інститут інженерів з електротехніки та електроніки (англ. Institute of Electrical and Electronics Engineers)

IP – міжмережеви протокол (англ. Internet Protocol)

ISO – міжнародна організація зі стандартизації (англ. International Organization for Standardization)

LAN – локальна комп'ютерна мережа (англ., Local area network)

MU-MIMO – багатокористувацькі системи MIMO (англ. Multi User MIMO)

SU-MIMO – система для одного користувача MIMO (англ. Single User MIMO)

WIMAX – мережа для мікрохвильового доступу (англ., Worldwide Interoperability for Microwave Access)

WI-FI – безпроводна точність (англ., Wireless Fidelity)

ВСТУП

У сучасних умовах глобального розвитку інформаційних технологій спостерігається стрімке зростання попиту на безпроводні з'єднання, особливо в галузях бізнесу та ІТ. Безпроводні технології доступу до інформаційних ресурсів забезпечують користувачам вищий рівень мобільності, що позитивно впливає на продуктивність праці порівняно з традиційними проводними системами, які обмежені фізичною інфраструктурою.

На поточному етапі розвитку телекомунікаційних технологій, безпроводні мережі Wi-Fi набули широкого розповсюдження завдяки зручності використання, простоті впровадження та забезпеченню мобільного доступу до мережі.

Стандарт Wi-Fi (від англ. Wireless Fidelity) – це система широкосмугового безпроводного зв'язку, що належить до сімейства стандартів IEEE 802.11, перша версія якого була затверджена у 1997 році. Найчастіше Wi-Fi використовується для створення безпроводних локальних комп'ютерних мереж (WLAN), а також організації «гарячих точок» доступу до Інтернету з високою швидкістю передачі даних [1].

Порівняно з традиційними кабельними мережами, безпроводні рішення мають низку істотних переваг, серед яких варто відзначити:

- простоту та оперативність розгортання мережевої інфраструктури;
- гнучкість архітектури, що дозволяє легко адаптувати топологію мережі під динамічні зміни – переміщення, підключення чи відключення користувачів;
- скорочення термінів проектування та реалізації мережі, що є критичним у разі обмежених часових ресурсів;
- відсутність необхідності в прокладанні кабельних трас, що в ряді випадків супроводжується складними будівельними роботами (перфорування стін, прокладка каналів тощо).

Водночас, попри значні переваги, безпроводні мережі мають і низку технічних обмежень. Найважливішими серед них є залежність швидкості передачі даних та стабільності з'єднання від наявності фізичних перешкод і відстані між передавальним та приймальним пристроями. Одним із дієвих підходів до розширення зони покриття є створення розподіленої інфраструктури на базі декількох точок доступу. Це дозволяє сформувати єдину зону безпроводного покриття в межах будівлі та забезпечити стабільне з'єднання незалежно від кількості перешкод [1].

Крім того, подібне рішення сприяє масштабованості мережі, а використання зовнішніх спрямованих антен дає змогу ефективно долати вплив зовнішніх факторів, що погіршують якість сигналу.

1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Комп'ютерна мережа

Під поняттям комп'ютерна мережа розуміють сукупність взаємопов'язаних комп'ютерних пристроїв, що забезпечують обмін даними, а також спільне використання апаратних ресурсів (принтерів, накопичувачів тощо) і програмного забезпечення. Для повноцінного функціонування мережі необхідна наявність двох ключових компонентів:

- апаратного забезпечення, до якого належать активні мережеві елементи (комутатори, маршрутизатори, точки доступу тощо);
- програмного забезпечення, що відповідає за організацію протоколів взаємодії та керування передачею інформації між вузлами.

1.2 Класифікація мереж за сферою застосування

Одним із основних критеріїв класифікації комп'ютерних мереж є масштаб їхнього поширення. На основі цього мережі поділяються на кілька типів, серед яких найпоширенішими є LAN, MAN та WAN. З розвитком технологій з'являються й нові типи мереж, що розширюють можливості взаємодії між користувачами [2].

WAN (Wide Area Network) – глобальна мережа, яка охоплює великі географічні області та забезпечує з'єднання між віддаленими локальними мережами через інфраструктуру загальнодоступних провайдерів. Такі мережі функціонують на основі орендованих каналів зв'язку, з використанням комутації каналів або пакетів. Прикладом WAN є телефонні мережі з комутацією каналів.

MAN (Metropolitan Area Network) – мережа міського масштабу, що займає проміжне положення між локальними та глобальними мережами.

Призначена для передачі даних на відстані до кількох десятків кілометрів. Типовими прикладами є мережі, які охоплюють університетські містечка, промислові зони чи адміністративні райони.

LAN (Local Area Network) – локальна мережа, що поєднує комп'ютери та інші пристрої в межах обмеженої території: окремого приміщення, поверху або будівлі. Передача даних у таких мережах здійснюється за допомогою кабельного (Ethernet) або безпроводного (Wi-Fi) зв'язку. Сучасні локальні мережі можуть досягати швидкості передачі даних до 1 Гбіт/с і більше, що забезпечує високу ефективність обміну інформацією всередині організації.

1.3 Класифікація мереж за топологією

Комп'ютерні мережі характеризуються певним способом організації з'єднань між окремими вузлами, що називається топологією мережі. Топологія визначає структуру розміщення мережевих пристроїв і способи їх взаємодії. Розрізняють фізичну та логічну топології [1].

Фізична топологія описує фактичне розташування вузлів у мережі та характер їх з'єднання кабелями або безпроводними каналами. Саме вона визначає, як пристрої фізично підключені один до одного.

Логічна топологія стосується маршруту проходження даних у мережі – тобто як інформація переміщується від одного вузла до іншого незалежно від фізичного розміщення обладнання.

Для логічної маршрутизації необхідно знати унікальні ідентифікатори вузлів, зокрема IP-адреси, що дозволяють відстежити маршрут пакетів від джерела до пункту призначення.

Однією з перших фізичних топологій, що набула поширення, була топологія «шина» (рисунок 1.1). У цій конфігурації всі пристрої під'єднуються до одного спільного кабелю – магістралі. Передача даних у такій мережі здійснюється шляхом ширококомовного розсилання: інформація

надсилається до всіх вузлів одночасно, однак опрацьовується лише тим пристроєм, до якого вона адресована. Таким чином, необхідною умовою функціонування цієї топології є використання чіткої системи адресації.

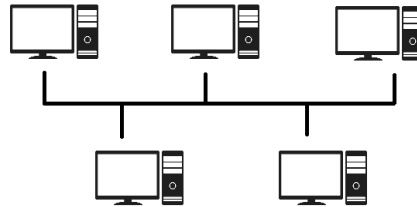


Рисунок 1.1 – Топологія «шина»

Топологія «кільце» передбачає побудову мережі у вигляді замкнутого контуру, в якому кожен вузол з'єднаний із двома сусідніми – попереднім і наступним, утворюючи циклічну структуру. У такій конфігурації кожен пристрій одночасно виконує функції як приймача, так і передавача, забезпечуючи послідовну передачу даних по колу.

Одним із найвідоміших прикладів реалізації кільцевої топології є технологія Token Ring, яка ґрунтується на механізмі передачі спеціального маркера (токена). Лише той вузол, який отримав токен, має право передавати дані, що дозволяє уникати колізій і підвищує керованість мережі (рисунок 1.2).

Передача інформації у кільці зазвичай здійснюється в одному напрямку – від одного вузла до наступного, доки дані не досягнуть адресата. Такий підхід забезпечує чіткий і контрольований потік інформації, проте робить мережу вразливою до збоїв: вихід з ладу одного вузла або розрив каналу порушує всю комунікацію в кільці.

Топологія «зірка» передбачає використання центрального мережевого пристрою, до якого окремими лініями підключаються всі кінцеві вузли. Раніше роль такого центрального елемента виконував концентратор (hub), однак у сучасних мережах його замінив комутатор (switch), що забезпечує ефективнішу передачу даних (рисунок 1.3).

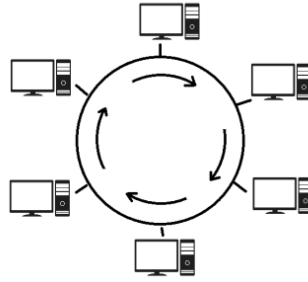


Рисунок 1.2 – Топологія «кільце»

Передача інформації у мережі із топологією типу «зірка» відбувається за наступним принципом: дані, що надсилаються з одного вузла, спочатку надходять до центрального пристрою, який обробляє трафік і переспрямовує його до вузла-призначення. Така архітектура дозволяє ізолювати збої: у разі виходу з ладу одного з кінцевих пристроїв робота решти мережі не порушується.

Водночас критичною є централізована структура: при несправності комутатора (або іншого центрального вузла) вся мережа припиняє функціонування, оскільки всі передавання даних відбуваються саме через нього.

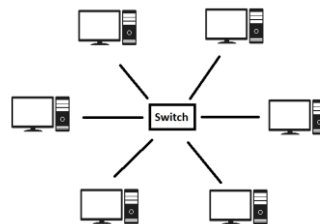


Рисунок 1.3 – Топологія «зірка»

Топологія «дерево» (Tree topology) поєднує ознаки топологій «зірка» та «шина» та ґрунтується на ієрархічному розподілі мережі на кілька рівнів (рисунок 1.4). У такій структурі мережа організована у вигляді розгалуженої системи, де вузли нижчого рівня підключаються до вузлів вищого рівня, утворюючи підмережі, кожна з яких має власний центр (як у топології «зірка»).

На найвищому рівні дерева розташовується головний керуючий пристрій – центральний комутатор, який забезпечує маршрутизацію та контроль усієї мережі. До нього під'єднуються комутатори другого рівня, які, у свою чергу, з'єднані з кінцевими пристроями або додатковими вузлами нижчих рівнів.

Кожен вузол у цій топології має лише одне з'єднання з батьківським елементом, що визначає жорстку ієрархічну структуру. У разі відмови одного з проміжних вузлів або каналу зв'язку порушується робота лише відповідної гілки, однак вихід з ладу центрального комутатора призводить до припинення функціонування всієї мережі, що є головним недоліком цієї топології.

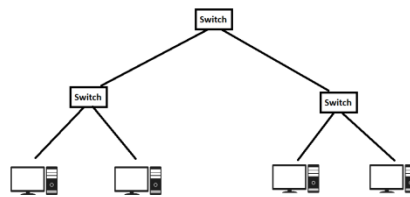


Рисунок 1.4 – Топологія «дерево»

Повнозв'язна топологія (також відома під назвами «Полігон», «Mesh» та іншими) не має єдиного усталеного позначення, проте її суть полягає у створенні мережі, де кожен вузол має пряме або опосередковане з'єднання з багатьма іншими вузлами (рисунок 1.5).

За своєю структурою ця топологія базується на принципах топології «зірка», але доповнюється механізмами резервування, які забезпечують альтернативні шляхи передачі даних між вузлами. Це дозволяє підвищити надійність і стійкість мережі – у разі виходу з ладу одного чи декількох з'єднань дані можуть бути передані іншими маршрутами.

Таким чином, повнозв'язна топологія забезпечує максимальну доступність і безперервність зв'язку між вузлами, що є особливо важливим для критично важливих інформаційних систем.

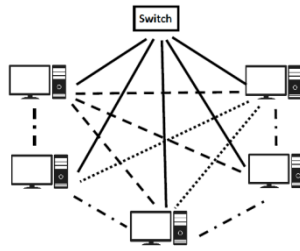


Рисунок 1.5 – Топологія «повнозв'язна»

1.4 Еталонна модель ISO/OSI

Еталонна модель ISO/OSI – це універсальна концептуальна модель, що систематично описує процес передачі даних у мережах. Вона поділяє обмін інформацією на сім логічних рівнів, кожен із яких відповідає за виконання певних функцій у процесі передачі [3].

Основним принципом моделі є поетапне формування (пакування) даних на стороні відправника: інформація проходить через послідовні рівні, де додаються необхідні службові дані (рисунок 1.6). При отриманні повідомлення процес виконується у зворотному напрямку – кожен рівень приймає, обробляє та розпаковує дані, передаючи їх на наступний рівень до тих пір, поки інформація не буде відновлена у первісному вигляді.

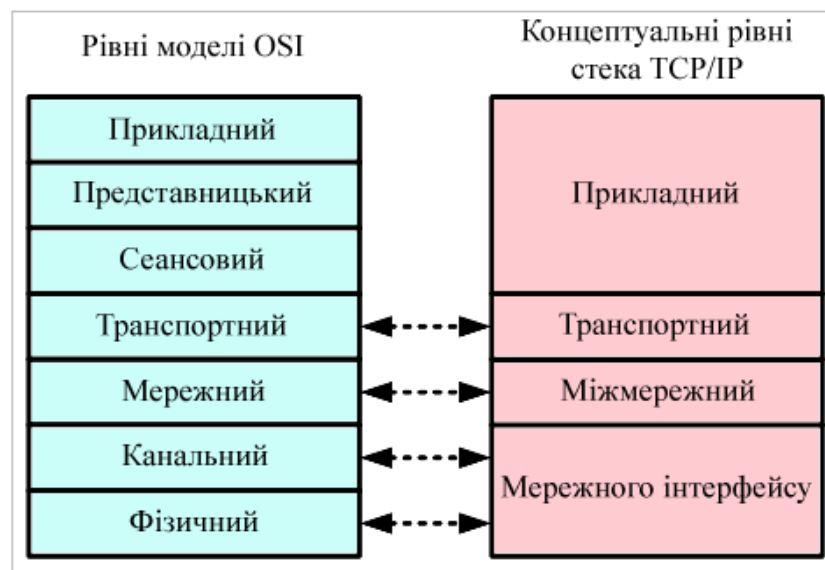


Рисунок 1.6 – Еталонна модель ISO/OSI

1.4.1 Фізичний рівень

Фізичний рівень є найнижчим у моделі ISO/OSI і відповідає за передачу бітових послідовностей від одного пристрою до іншого через фізичне середовище. Основними завданнями цього рівня є встановлення, підтримка та розрив фізичних каналів зв'язку, а також забезпечення електричних, механічних і функціональних характеристик інтерфейсів. До елементів фізичного рівня належать різні типи кабелів (мідні, оптичні волокна), радіоканали, мережеві інтерфейсні карти, а також активні пристрої, такі як повторювачі (репітери) та концентратори (хаби).

1.4.2 Канальний рівень

Канальний рівень забезпечує надійну передачу даних між безпосередньо з'єднаними вузлами мережі. Він організовує послідовність бітів фізичного рівня у структуровані одиниці – кадри. Основним завданням цього рівня є ідентифікація початку та кінця кадру, управління доступом до середовища передачі, а також контроль помилок. Для адресації в локальних мережах використовується фізична (MAC) адресація. Пристрої канального рівня включають комутатори (switch) та мости (bridge), які виконують функції переспрямування кадрів у межах локальної мережі.

1.4.3 Мережевий рівень

Мережевий рівень відповідає за логічну маршрутизацію пакетів даних між різними мережами, забезпечуючи їх доставку від відправника до одержувача через складні топології глобальних мереж. Він реалізує функції адресації, визначення маршруту та фрагментації пакетів. Ключовим протоколом цього рівня є Internet Protocol (IP), який формує основу функціонування Інтернету та більшості сучасних комп'ютерних мереж.

1.4.4 Транспортний рівень

Транспортний рівень встановлює, підтримує і завершує логічне з'єднання між кінцевими системами, забезпечуючи надійну передачу даних. Він відповідає за сегментацію повідомлень, контроль потоків і корекцію помилок. Для цих цілей застосовуються такі протоколи, як TCP (Transmission Control Protocol) – з гарантією доставки, та UDP (User Datagram Protocol) – без встановлення з'єднання.

1.4.5 Сеансовий рівень

Сеансовий рівень управляє діалогом між двома пристроями, підтримуючи встановлення, підтримку та завершення сеансів зв'язку. Він відповідає за синхронізацію передачі даних, контроль діалогів і повторне встановлення з'єднань у разі їх переривання.

1.4.6 Представницький рівень

Цей рівень здійснює перетворення даних, отриманих з прикладного рівня, у формат, придатний для передачі по мережі, та навпаки – декодує отримані дані для використання програмами. Представницький рівень відповідає за шифрування, стиснення, кодування і декодування інформації, забезпечуючи сумісність між різними системами.

1.4.7 Прикладний рівень

Прикладний рівень є найближчим до кінцевого користувача і надає сервіси для виконання прикладних програмних процесів. Він підтримує роботу таких програм, як веб-браузери, поштові клієнти, офісні пакети, а також реалізує функції мережевого друку, обміну файлами та аутентифікації.

1.5 Середовище передачі

Для забезпечення передачі даних на фізичному рівні використовуються різні типи кабельних систем, що поділяються на дві основні категорії: металеві (зокрема, кручена пара, коаксіальний кабель) та оптичні волокна [3]. Обидва типи мають свої переваги і застосовуються залежно від вимог до пропускної здатності, відстані та навколишніх умов.

Окрім провідних середовищ передачі, значне поширення отримали безпроводні технології, які базуються на передачі електромагнітних хвиль у навколишньому просторі. Прикладами таких технологій є Wi-Fi та Bluetooth, що дозволяють організувати мобільний доступ до мережі без прокладання фізичних кабелів.

1.5.1 Металеві кабелі

Металеві кабелі тривалий час були основним засобом передачі даних у телекомунікаційних мережах, хоча сьогодні їх все частіше замінюють оптичними волокнами. Історично цей тип кабелю вперше почав застосовуватись ще у 1930-х роках для передачі сигналів на великі відстані. Наразі вони широко використовуються, зокрема, для трансляції телевізійних сигналів. Металеві кабелі поділяються на кілька типів, серед яких найпоширенішими є коаксіальні (рисунок 1.7) та виті пари.

Особливе місце в комп'ютерних мережах займає симетрична вита пара (twisted pair) – найпоширеніший тип кабелю для передачі як цифрових, так і аналогових сигналів. У минулому, на початку розвитку комп'ютерних мереж, вважалося за можливе використання телефонних ліній як основи для передачі даних, адже телефонні мережі, особливо у США, мали достатню якість і відповідали приблизно стандарту UTP Cat.3. Це стало підґрунтям для розвитку стандарту Ethernet, що перейшов від коаксіального кабелю до виті пари, зокрема у вигляді стандарту 10BaseT [3].

Вита пара складається з двох ізольованих провідників, скручених між собою по всій довжині кабелю. Така конструкція створює симетричну лінію, яка значно зменшує вплив зовнішніх електромагнітних завад, що можуть виникати в процесі експлуатації мережевого обладнання. Для зручності монтажу пари провідників мають кольорове кодування: кожна пара складається з одного провідника одного кольору і другого – з білими смужками. Відповідно до стандарту використовують чотири основні кольори: коричневий, зелений, синій та помаранчевий, що забезпечує правильне підключення кабельних роз'ємів (рисунок 1.8).



Рисунок 1.7 – Перетин коаксіального кабелю

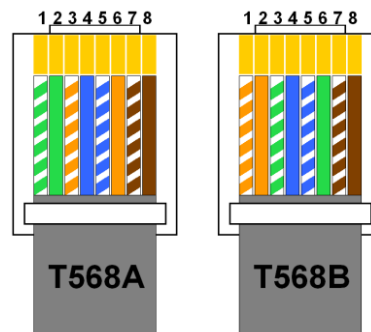


Рисунок 1.8 – Підключення роз'єму RJ45

Поздовжня стабільність імпедансу є одним із ключових параметрів, що безпосередньо впливає на якість передачі даних у кабельних лініях. Саме цей параметр визначає узгодженість електричних властивостей кабелю на всій його довжині та впливає на інші характеристики лінії.

Головним чинником, що впливає на поздовжню стабільність імпедансу, є точне дотримання симетрії – зокрема, сталий і однаковий за величиною зазор між осями двох провідників у витій парі. Порушення симетрії виникає,

наприклад, при надмірних вигинах кабелю або через неякісне екранування, що призводить до спотворення сигналу. Для поліпшення параметрів передачі застосовуються різні технічні прийоми, серед яких найважливішим є використання зварних пар провідників із високою точністю скручування. Недотримання симетрії може спричинити відбиття сигналу, виникнення перехресних наведень (перешкод) та підвищену вразливість кабелю до зовнішніх електромагнітних впливів (рисунок 1.9).

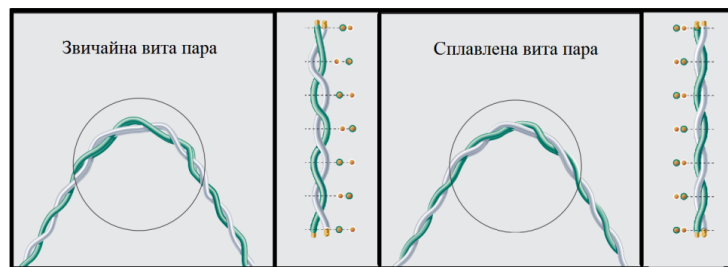


Рисунок 1.9 – Різниця між звареною та незвареною парою

Для мінімізації перехресних завад у кабельних системах застосовують спеціальні конструктивні рішення. Одним із таких заходів є різна довжина скручування пар провідників – так звана різна крокова довжина скручування, що призводить до різної електричної довжини пар. Цей метод ефективний для кабелів категорії 5 (Cat.5) на частотах до 100 МГц.

Для кабелів вищих категорій і з більшою робочою частотою застосовують додаткові заходи, зокрема збільшення відстані між парами. Це досягається за допомогою вставлення між парами спеціальних розділових елементів, таких як хрестики або розділові стрічки. Інший спосіб – зміна геометрії кабелю, наприклад, плоский кабель із внутрішніми камерами для ізоляції пар. Ці рішення є типовими для кабелів категорій Cat.6 і Cat.6A.

Для кабелів категорій Cat.6A і Cat.7 застосовується повне екранування окремих пар, що дозволяє забезпечити передачу сигналів на частотах до 1000 МГц і вище.

Ще одним важливим фактором зменшення перехресних завад є розташування кабелів у пучку.

Існують два основні методи для цього:

- збільшення фізичної відстані між кабелями (це реалізується шляхом використання кабельних органайзерів, вибору відповідної товщини та форми оболонки кабелю, або застосування розпірних елементів, таких як H-подібні вставки в корпусі);

- використання чужорідних бар'єрів, таких як екранування кабелю чи окремих пар (у неекранованих кабелях для зменшення перешкод застосовується матрична стрічка).

Різні типи кабелів мають свої позначення та стандарти маркування. Детальний перелік наведено у таблиці 1.1, а на рисунку 1.10 зображено приклад одного з описаних типів кабелю.

Таблиця 1.1 – Позначення типу

Англійська	Німецька	Опис
UTP	U/UTP	Неекранований кабель
STP	S/UTP	Екранується плетінням
FTP	F/UTP	Закритий фольгою
STP	SF/UTP	Закритий фольгою та тасьмою
ISTP	S/FTP	Індивідуальне екранування пар фольги + повне екранування плетінням
ISTP	F/FTP	Індивідуальне екранування пар фольги + повне екранування фольги
ISTP	U/FTP	Тільки індивідуальне екранування пар фольги



Рисунок 1.10 – Екранування витої пари

1.5.2 Оптичний кабель

Оптичний кабель складається з одного або декількох оптичних волокон, виготовлених переважно з очищеного кремнезему (діоксиду кремнію, SiO_2), що забезпечує високі оптичні властивості для передачі світлових сигналів [3].

Перший патент на технологію волоконно-оптичної передачі було зареєстровано ще у 1934 році, однак її практичне застосування набуло широкого поширення лише після 1970-х років, коли було досягнуто суттєвого прогресу у зниженні втрат сигналу в оптичному середовищі.

Передача інформації в оптичному кабелі здійснюється за допомогою джерела світла – зазвичай лазера або світлодіода, яке генерує світлові імпульси. Ці імпульси інтерпретуються як бінарні значення: "1" – при наявності імпульсу, та "0" – при його відсутності. Таким чином, оптичний кабель дозволяє передавати цифрову інформацію з високою швидкістю та на великі відстані.

У сучасних волоконно-оптичних системах застосовуються два основних типи джерел світла: світлодіоди та напівпровідникові лазерні діоди. Світло, що генерується цими джерелами, поширюється крізь серцевину оптичного волокна від передавального до приймального кінця, багаторазово відбиваючись від межі між шарами з різними показниками заломлення. Завдяки цьому механізму здійснюється ефективна передача даних на значні відстані з високою швидкістю.

Оптичні волокна класифікують за кількома параметрами. Залежно від профілю показника заломлення вони поділяються на волокна з ступінчастим (SI) та градієнтним (GI) розподілом. Крім того, за режимом поширення сигналу волокна бувають одномодовими – такими, що передають світло в одному оптичному режимі, – та багатомодовими, в яких світловий потік поширюється одночасно кількома шляхами. Візуальні приклади цих типів подані на рисунку 1.11.

Також волокна розрізняють за геометричними параметрами, зокрема діаметром серцевини та зовнішньої оболонки, а також за рівнем механічного захисту. Ці характеристики впливають на дальність передачі сигналу, рівень загасання та стійкість до зовнішніх впливів, що визначає доцільність використання певного типу кабелю в конкретних умовах експлуатації.

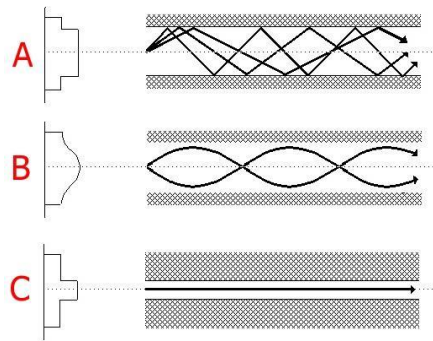


Рисунок 1.11 – Хід показника заломлення оптичних волокон

Основними перевагами оптичних кабелів є їх здатність забезпечувати високоякісну передачу даних на великі відстані та абсолютна стійкість до електромагнітних завад. Завдяки цим властивостям оптоволоконні лінії ідеально підходять для сучасних телекомунікаційних систем. Проте водночас одним із основних недоліків є крихкість оптичного волокна, зумовлена його матеріалами – склом, пластиком або їх комбінацією. Саме через це волокна потребують ефективного захисту.

Захист оптичного волокна поділяється на два основних рівні: первинний та вторинний. Первинний захисний шар виконує роль бар'єра від вологи та хімічного впливу, і зазвичай являє собою спеціальне лакове покриття, яке безпосередньо наноситься на поверхню волокна.

Вторинний захист, у свою чергу, може бути реалізований у двох варіантах: щільному та вільному. Щільний (герметичний) захист – це пластикова трубка, що щільно прилягає до первинного шару і забезпечує механічну міцність волокна. Такий варіант підходить для випадків, коли планується встановлення оптичних з'єднувачів. У випадку вільного захисту

волокно з первинним покриттям розміщується всередині більш широкої гелевої трубки. Діаметр такої трубки залежить від кількості волокон у кабелі. Вільний захист не призначений для безпосереднього встановлення конекторів, проте забезпечує гнучкість і захист під час прокладки магістральних або зовнішніх ліній.

1.6 Безпроводні мережі

У безпроводних мережах передача даних здійснюється без використання металевих або оптичних кабелів. Передавання інформації відбувається через вільний простір у вигляді електромагнітного випромінювання, зокрема радіохвиль або мікрохвиль. Для цього використовується певний діапазон електромагнітного спектра, де дані передаються за допомогою різних типів модуляції [3].

Серед методів модуляції застосовуються імпульсна, яка полягає у почерговому вмиканні та вимиканні джерела сигналу, амплітудна, за якої інформація кодується шляхом зміни амплітуди хвилі, а також частотна модуляція, що базується на зміні частоти хвильового сигналу.

Основні обмеження у безпроводних системах зв'язку зумовлені співвідношенням між частотою електромагнітної хвилі та обсягом переданих даних, що є предметом вивчення в межах теорії сигналів. Незалежно від вибраної частоти або довжини хвилі, будь-яка система безпроводної передачі потребує трьох ключових компонентів: передавача, середовища поширення сигналу та приймача.

Сучасні радіопередавачі можуть функціонувати на різних частотах, відповідно змінюється і довжина хвилі, яку вони використовують. Наприклад, стандартна безпроводна мережа Wi-Fi, що працює в діапазоні 2,4 ГГц, має довжину хвилі приблизно 12,5 см. Такий сигнал володіє достатньою енергією для подолання перешкод у вигляді стін і здатен забезпечувати зв'язок на відстанях до 50–100 метрів.

2 КАБЕЛЬНІ СИСТЕМИ

Процес підключення в кабельних системах базується на використанні спеціалізованих з'єднувальних елементів – роз'ємів. Їх основна функція полягає в завершенні кабелів з обох сторін, незалежно від того, чи використовується оптичний кабель, чи металевий. Роз'єми забезпечують фізичний контакт і коректну передачу сигналу між обладнанням [4].

2.1 Елементи з'єднання металевих кабелів

У металевих кабельних системах ключовим елементом з'єднання є роз'єм, який встановлюється в інформаційні розетки, патч-панелі або активне мережеве обладнання. Такий роз'єм зазвичай позначається як порт. Його конструкція передбачає два основні типи: Jack (гніздо або розетка), що монтується в стаціонарні компоненти системи – наприклад, в розетки або патч-панелі, та Plug (вилка або штекер), який розташовується на кінцях з'єднувальних (патч) кабелів і використовується для безпосереднього підключення до портів пристроїв.

Роз'єми типу Jack можуть мати два варіанти кріплення. Перший – фіксований, незамінний варіант, що найчастіше застосовується в активних пристроях або деяких патч-панелях. Другий – модульний, який передбачає можливість заміни. Серед модульних рішень виокремлюють трапецієподібне кріплення (тип Keystone), що характеризується наявністю фіксованого обмежувача та гнучкої фіксуючої засувки, а також нетрапецієподібне, яке має власну специфічну систему монтажу.

Обидва різновиди модульних роз'ємів широко застосовуються в структурованих кабельних системах, особливо в інформаційних розетках і деяких типах патч-панелей. Найбільш поширеним стандартом металевих роз'ємів в усьому світі є RJ-45. Цей тип роз'єму присутній практично у всіх

сегментах мережевої інфраструктури: в активному обладнанні, патч-панелях, кабелях та розетках. Роз'єм RJ-45 може бути як екранованим, так і неекранованим, і має вісім контактів, що забезпечують підключення до чотирьох кручених пар дротів.

2.2 Елементи підключення оптичних кабелів

На відміну від металевих кабелів, в оптичних лініях передачі роз'єми та адаптери не виконують функцію перенесення світлового сигналу. Їх основне завдання – забезпечити точне з'єднання оптичних волокон, а головним функціональним компонентом виступає наконечник, виготовлений із цирконію, який забезпечує точну стиковку волокон і мінімальні втрати сигналу при з'єднанні.

Типи оптичних з'єднань класифікуються на роз'ємні, нероз'ємні та аварійно-розбірні. Роз'ємні з'єднання передбачають можливість багаторазового з'єднання і роз'єднання волокон – їх легко від'єднати вручну. Нероз'ємні з'єднання створюються за допомогою спеціального зварювального обладнання, і вони забезпечують постійне, незнімне з'єднання волокон.

Аварійно-розбірні з'єднання – це тимчасові рішення, які можуть містити з'єднувачі з імерсійним гелем. Цей гель має показник заломлення, максимально наближений до оптичного волокна, що дозволяє зменшити відбиття та втрати сигналу на з'єднанні.

Оптичні з'єднувачі бувають різних типів: з круглим наконечником (діаметром 2,5 мм або 1,25 мм), прямокутним або взагалі без наконечника. Залежно від конструкції та потреб, можуть використовуватись різні варіанти – від стандартних до мініатюрних.

В оптичних мережах широко використовуються два основні типи з'єднувальних кабелів. Перший – перемичка (FO patch cord), яка має роз'єми з обох кінців і служить для з'єднання між елементами оптичної

інфраструктури. Другий – косичка (pigtail), яка з одного боку має роз'єм, а з іншого – оголене волокно, що використовується для зварювання з основною магістраллю. Обидва типи можуть бути симплексними (одне волокно), дуплексними (два волокна) або багатоволоконними, залежно від кількості оптичних каналів.

Для організації з'єднань в оптичних системах застосовується оптична розподільча панель (ODF – Optical Distribution Frame). За своєю функцією вона подібна до патч-панелі: внутрішнє волокно під'єднується до адаптера, а з зовнішнього боку вставляється перемичка, яка з'єднує ODF з активним обладнанням або іншою частиною мережі.

Серед найпоширеніших роз'ємів – LC, який є компактною модифікацією стандартного SC-роз'єма. LC має наконечник діаметром 1,25 мм і може використовуватися як у симплексному, так і в дуплексному виконанні.

Крім того, в оптичних мережах застосовуються трансивери – модулі, які поєднують функції передавача й приймача. Вони відповідають за перетворення електричного сигналу в оптичний і навпаки, що робить їх незамінними в телекомунікаційних системах та мережах передачі даних. Найпоширенішими стандартами трансиверів є SFP, SFP+ та QSFP+, які відрізняються між собою підтримуваними швидкостями та архітектурою.

2.3 Організація кабельної мережі

Організація кабельної системи передбачає використання спеціального обладнання, зокрема комутаційного щита (шафи), який забезпечує впорядковане та безпечне розміщення патч-панелей, серверного обладнання, органайзерів, мережевих пристроїв, модулів підключення та інших компонентів (таблиця 2.1). Стандартними параметрами таких щитів є висота, що вимірюється в юнітах ($1U = 44,45$ мм), та монтажна ширина, яка зазвичай становить 19 дюймів ($1" = 25,4$ мм) [4].

Для впорядкування та укладання кабельних ліній використовуються органайзери, які поділяються на декілька типів, залежно від розміщення та конструкції. Найбільш поширеними є горизонтальні органайзери з пластиковими люверсами, що випускаються у розмірах 1U або 2U.

Існує також варіант з металевими люверсами, які мають більший отвір для прокладки кабелів, що забезпечує зручніший монтаж. Інша конструкція – горизонтальні органайзери з закритим корпусом, які доступні у висотах 1U, 2U або 4U. Їх модифікація – з розширеною передньою панеллю та відкритими рамками – призначена для полегшеного доступу до вертикальних органайзерів, розміщених з боків комутаційної шафи.

Вертикальні органайзери також мають варіації: односторонні та двосторонні, і випускаються у розмірах від 2U до 4U. Їх завдання – забезпечити зручне та охайне прокладання вертикальних кабелів у серверних або телекомунікаційних шафах, сприяючи ефективному управлінню кабельною інфраструктурою.

Таблиця 2.1 – Класифікація комутаційних шаф

Поділ на	Види
Місцезнаходження	Окремо стоячі, настінні, стельові, мобільні, спеціальні, для фальшполів
Виконання	Закритий, відкритий
Будівництво	Зварні, клепані, пригвинчені
Механічний опір	Стандартний, високонавантажений, сейсмічно стійкий
Розміри розвитку	10 "- маленькі шафи, 19" - класичні і найбільш часто використовувані розміри, 21 "- використовуються в області А/V техніки, 23" - спеціальні
Конструкція каркаса	Фіксований, висувний
Дизайн дверей	Одна / двостулкова, отвір - лівий / правий / обидва, матеріал - засклений / листовий метал
Спосіб вентиляції	Вентильований, закритий - непривітрюваний, кондиціонер

Прокладання кабельних трас часто здійснюється через стелю або підлогу з використанням металевих чи дротяних лотків, кабельних каналів, систем підвісу, кабельних трапів, джгутів, парапетних лотків або підлогових розподільчих систем.

У таких випадках необхідно забезпечити захист кабелів у місцях перегину, особливо при взаємодії з гострими краями металевих елементів. Для цього використовують спеціальні елементи, що забезпечують допустимий радіус вигину, запобігаючи пошкодженню ізоляції та зниженню якості передачі сигналу.

Закінченням кабельного маршруту є його розгалуження до сокетів даних (розеток), що виконується через парапетні лотки, підлогові системи, пластикові канали, кабельні коробки та інші компоненти, призначені для впорядкованої подачі кабелів у зону користувача.

Магістральна частина кабельної інфраструктури включає ділянки, що з'єднують декілька будівель, і поділяється на середню (міжбудинкову) та кінцеву (внутрішню) частини. Прокладення між будівлями зазвичай виконується одним із двох основних способів:

- через підземні інженерні колектори, якщо така можливість передбачена;
- через земляні канали з подальшим укладанням кабелю у траншею.

Незалежно від обраного способу, кабелі слід додатково захищати, розміщуючи їх у гофрованих трубах або HDPE-оболонках для підвищення стійкості до механічних пошкоджень, впливу вологи та гризунів.

У разі неможливості підземної прокладки використовуються альтернативні (аварійні) рішення, наприклад:

- прокладання в водостоках на фасадах будівель;
- підвісні магістралі між об'єктами.

Такі методи є менш надійними, оскільки вони більш вразливі до погодних умов та механічних пошкоджень, а також мають нижчий рівень фізичного захисту.

3 БЕЗПРОВІДНІ МЕРЕЖІ

3.1 Стандарти безпроводних мереж

Сучасні безпроводні мережі здебільшого розроблені та стандартизовані Інститутом інженерів з електротехніки та радіоелектроніки (IEEE – Institute of Electrical and Electronics Engineers).

Безпроводні мережі класифікують за охопленням на персональні (WPAN), локальні (WLAN), міські (WMAN) та глобальні (WWAN) мережі.

Стандарти IEEE охоплюють три останні категорії – локальні, міські та глобальні мережі. Персональні безпроводні мережі регулюються робочою групою IEEE 802.15, у межах якої визначено чотири підгрупи, що забезпечують реалізацію різних функціональних завдань (таблиця 3.1).

Таблиця 3.1 – Стандарти 802.15.x

Стандарт	Опис стандарту
IEEE 802.15.1	Персональні безпроводні мережі на основі технології Bluetooth
IEEE 802.15.2	Спільне використання мереж WPAN з іншими безпроводними технологіями
IEEE 802.15.3	Високопродуктивні персональні безпроводні мережі (High Rate WPAN)
IEEE 802.15.4	Енергозберігаючі персональні безпроводні мережі (Low Rate WPAN)

Найбільш поширеним стандартом для безпроводних мереж є IEEE 802.11 – стандарт, що визначає організацію безпроводних комунікацій у межах локальної мережі (WLAN). Він передбачає, що кілька користувачів мають рівноправний доступ до загального каналу передачі даних. Відома користувачам технологія під торговою маркою Wi-Fi базується саме на цьому стандарті. Термін Wi-Fi є брендом, який просувається організацією Wi-Fi Alliance.

Стандарт IEEE 802.11a характеризується широкою смугою пропускання серед стандартів сімейства 802.11 і забезпечує максимальну швидкість передачі даних до 54 Мбіт/с. На відміну від базового стандарту, що працює у діапазоні 2,4 ГГц, 802.11a функціонує в частотному діапазоні 5 ГГц. Для модуляції сигналу використовується метод ортогонального частотного мультиплексування (OFDM). До основних недоліків цього стандарту відносяться підвищене енергоспоживання радіопередавачів на частоті 5 ГГц та зменшений радіус дії мережі.

Стандарт IEEE 802.11b працює у діапазоні 2,4 ГГц із максимальною швидкістю передачі даних до 11 Мбіт/с і отримав широку популярність серед виробників безпроводного обладнання.

Для пристроїв, що працюють на максимальній швидкості, радіус дії зменшується, тому стандарт передбачає автоматичне зниження швидкості передачі при погіршенні якості сигналу.

IEEE 802.11g є логічним розвитком 802.11b, зберігаючи той самий діапазон частот 2,4 ГГц, і при цьому сумісний із пристроями 802.11b. Максимальна швидкість передачі у стандарті 802.11g досягає 54 Мбіт/с.

Стандарт 802.11n значно підвищує швидкість передачі даних порівняно з 802.11g – майже у чотири рази, за умови роботи пристроїв у режимі 802.11n. Максимальна теоретична пропускна здатність цього стандарту сягає 600 Мбіт/с, а діапазони роботи включають як 2,4-2,5 ГГц, так і 5,0 ГГц.

Стандарт 802.11ac підтримує зворотну сумісність із 802.11n у діапазоні 5 ГГц та із 802.11a. Він забезпечує суттєве збільшення як пропускної здатності каналу, так і зони покриття. Одним із ключових нововведень є технологія MU-MIMO (Multiple User Multiple Input Multiple Output), яка дозволяє одночасну передачу та прийом даних від багатьох користувачів по одному частотному каналу. Основна мета 802.11ac – забезпечити повноцінну заміну провідного з'єднання на високих швидкостях, а також ефективно підтримувати мультимедійні послуги, зокрема потокове відео високої роздільної здатності.

Стандарт 802.11ad працює у спектрі 60 ГГц, який у більшості країн не вимагає ліцензування. У цьому спектрі доступна значно ширша смуга пропускання порівняно з діапазонами 2,4 ГГц і 5 ГГц, які вже перевантажені. Основна сфера застосування 802.11ad – підтримка відео високої роздільної здатності (HD) та послуг типу Wireless Docking, коли різні пристрої (комп'ютер, монітор, проектор тощо) обмінюються даними безпроводним шляхом. Однак висока частота призводить до вузькоспрямованих сигналів і значного поглинання сигналу перешкодами, тому основний сценарій використання – передача в межах одного приміщення.

3.2 Основні засоби захисту інформації

Сьогодні для захисту безпроводних мереж використовують кілька основних механізмів. Перш за все, контроль межі мережі здійснюється шляхом обмеження зони поширення радіосигналу, що дозволяє знизити ймовірність виявлення мережі та скоротити відстань, з якої потенційний злоумисник може проводити як активні, так і пасивні атаки. Додатково застосовується приховування SSID – ідентифікатора безпроводної мережі, що ускладнює її виявлення. Для аутентифікації користувачів часто використовується стандарт IEEE 802.11X, а також методи на основі MAC-адрес з використанням чорних та білих списків. Іноді застосовується конфігурування структури пакетів з нестандартними параметрами для ускладнення аналізу трафіку.

Щодо криптографічного захисту, найбільш поширеними є протоколи WEP, який базується на алгоритмі RC4, та більш сучасний WPA, що використовує шифрування AES. Надійний захист безпроводних мереж є обов'язковим, оскільки незахищені мережі відкривають практично необмежений доступ до корпоративної інфраструктури для хакерів та інших злоумисників.

4 ПРОЕКТУВАННЯ МЕРЕЖІ

Сучасний розвиток традиційних комутаційних систем практично припинився. Основна увага зосереджена на адаптації та впровадженні мереж нового покоління. Для досягнення максимального охоплення ринку та значного збільшення доходів від телекомунікаційних послуг необхідно не лише модернізувати існуючу мережеву інфраструктуру, але й впроваджувати нові технології, які забезпечать повний спектр сучасних послуг для всіх користувачів.

4.1 Структурна схема комп'ютерної мережі підприємства

Проектована мережа буде розгорнута на одному поверсі чотириповерхової офісної будівлі. Враховуючи структуру підприємства, що експлуатуватиме мережу після завершення будівництва, а також технічні вимоги, слід зазначити, що функціонування локальної обчислювальної мережі (ЛОМ) пов'язане з обробкою великих обсягів інформації.

Розроблена мережа повинна відповідати таким вимогам:

- швидкість безпроводної передачі даних не менша за 300 Мбіт/с;
- висока надійність передачі даних і захист інформації;
- можливість масштабування;
- підтримка додаткових сервісів обслуговування;
- економічна ефективність (низька вартість);
- сумісність з наявним обладнанням.

Проектування мережі з такими вимогами ускладнюється через ряд проблем, серед яких: наявність масивних залізобетонних стін, велика кількість приміщень, а також висока вартість мережевого обладнання.

Мережа буде побудована за топологією «зірка» з використанням технології Gigabit Ethernet та 10 Gigabit Ethernet.

Основні переваги топології «зірка»:

- невисока вартість кабелю та швидкість монтажу;
- зручність об'єднання робочих груп;
- проста масштабованість і розширення мережі;
- використання комутаторів підвищує пропускну здатність мережі шляхом ізоляції трафіку;
- кабельна система забезпечує подачу сигналів на індикатори комутатора, що полегшує діагностику та ідентифікацію несправних вузлів.

У центрі кожної «зірки» розміщується комутатор, який підключений до кожного окремого вузла мережі за допомогою гнучкого кабелю типу UTP («кручена пара»). Цей кабель з'єднує мережевий адаптер комп'ютера з портом комутатора. Впровадження мережі з топологією «зірка» є простим і економічно вигідним рішенням. Максимальна кількість вузлів, що може бути підключена до комутатора, обмежена числом його портів і не перевищує 1024 вузли. Робоча група, організована за схемою «зірка», може функціонувати автономно або бути інтегрованою з іншими робочими групами.

У проекті локальної мережі підприємства передбачається наявність необхідної кількості персональних комп'ютерів і серверів, оснащених ліцензійним програмним забезпеченням, зазначеним у проектній документації. В усіх ПК та серверах встановлені мережеві плати для підключення до локальної мережі. Витрати на придбання комп'ютерної техніки та програмного забезпечення в межах цієї роботи не враховуються, оскільки планується окреме формування кошторису на закупівлю, налаштування та встановлення ПЗ, що виходить за рамки даного проекту комп'ютерної мережі.

У якості комутаторів будуть використані гігабітні свитчі виробництва компанії D-Link. Вибір цього бренду зумовлений оптимальним співвідношенням ціна/якість для мережевого обладнання. Як кабель застосовується «кручена пара» категорії 5.

Для організації колективного доступу до мережі Інтернет буде використано маршрутизатор, що забезпечує швидкість передачі даних до 1000 Мбіт/с.

Підприємство розташоване на першому поверсі чотириповерхової будівлі і включає наступні структурні підрозділи:

- адміністрація;
- бухгалтерія;
- плановий відділ;
- маркетинговий відділ;
- відділ збуту;
- ІТ-відділ;
- охорона;
- проектний відділ;
- виробничий відділ.

Монтаж локальної обчислювальної мережі планується виконати у головному приміщенні підприємства, яке містить 17 робочих кабінетів та допоміжні приміщення для господарських потреб. План адміністративної будівлі наведений на рисунку 4.1, а логічна схема проектованої комп'ютерної мережі – на рисунку 4.2.

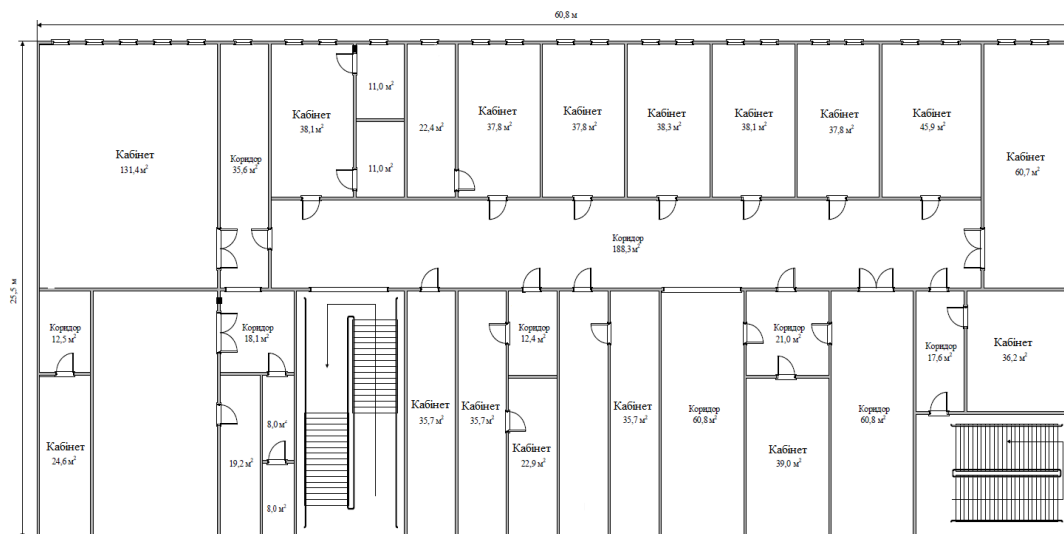


Рисунок 4.1 – План адміністративної будівлі

4.2 Логічна схема мережі

Передача даних від інтернет-провайдера здійснюватиметься за допомогою оптичного кабелю, який спрямовуватиметься до комутаційної шафи. Завершення лінії зв'язку знаходитиметься в оптичній ванні, встановлення якої забезпечує провайдер.

Від оптичної ванни з'єднання буде передано до маршрутизатора, що розташовується у згаданій раніше шафі.

Цей етап не охоплюється поточним проектом, оскільки повністю реалізовується Інтернет-провайдером. Надалі розповсюдження трафіку в межах локальної мережі здійснюється за допомогою мережевих комутаторів, що підключаються до центрального (ядрового) комутатора.

У результаті всі користувачі мережі отримають стабільний доступ до Інтернету через налаштовану інфраструктуру.

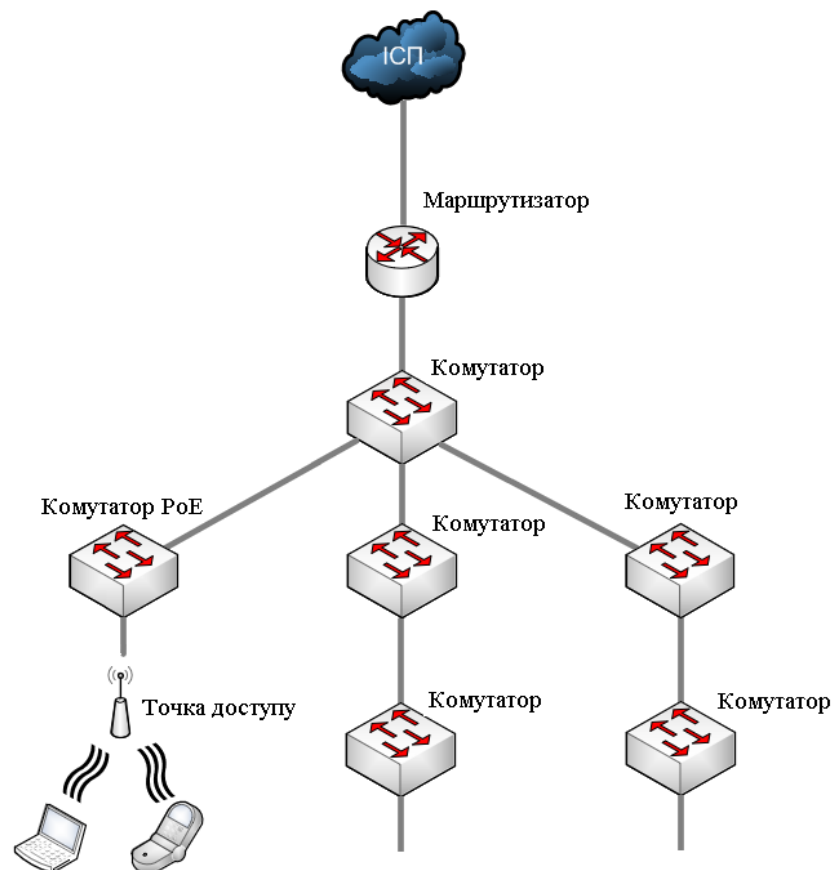


Рисунок 4.2 – Логічна схема мережі

4.3 Вибір обладнання

4.3.1 Точка доступу WIFI

У якості безпроводної точки доступу було обрано модель D-Link DML-6610 (рисунок 4.3). Цей пристрій підтримує технологію PoE та функціонує в частотних діапазонах 2,4 ГГц і 5 ГГц, що дозволяє забезпечити стабільне покриття. Для забезпечення керування точкою доступу необхідно підключити хмарний контролер до мережевого комутатора.



Рисунок 4.3 – Точка доступу D-Link DML 6610

4.3.2 Маршрутизатор

Маршрутизатор використовується для маршрутизації трафіку даних у мережі та забезпечення доступу до Інтернету, метою якого є формування шлюзу між внутрішньою та зовнішньою мережами.

Пропонується використовувати маршрутизатор UniFi Dream Machine Pro, він підходить для підприємства завдяки високій продуктивності, розширеним функціям безпеки та можливостям керування мережею (рисунок 4.4).

Маршрутизатор пропонує розширені функції IDS/IPS і DPI для забезпечення безпеки та керування мережею, а також оснащений потужним чотириъядерним процесором і 4 ГБ оперативної пам'яті для безперебійної роботи.



Рисунок 4.4 – Маршрутизатор UniFi Dream Machine Pro

4.3.3 Сервер Dell PE R230

Dell PE R230 – це потужний, ефективний та універсальний однопроцесорний сервер початкового рівня у форм-факторі 1U, призначений для встановлення в стійку (рисунок 4.5). Він ідеально підходить для консолідації даних і підвищення продуктивності додатків. Сервер дозволяє об'єднати дані з кількох ноутбуків або настільних комп'ютерів на одній платформі та оснащений до чотирьох внутрішніх жорстких дисків розміром 3,5 дюйма, які можуть бути підключені кабелем або мати можливість гарячої заміни (hot-swap).



Рисунок 4.5 – Сервер Dell PE R230

Сервер Dell PE R230 забезпечує швидкий час відгуку завдяки сучасному чотириядерному процесору з сімейства Intel Xeon E3-1200 v6 або вибору серед універсальних двоядерних процесорів Intel Pentium, Intel Core i3 чи Intel Celeron.

Основні характеристики:

- процесор: Intel Xeon E3;
- кількість ядер: 4;
- частота роботи: від 3.0 до 3.5 ГГц;

- кеш третього рівня: 8 МБ;
- чіпсет: Intel C236;
- тип оперативної пам'яті: DDR4-2133 МГц;
- максимальний обсяг оперативної пам'яті: до 64 ГБ;
- об'єм жорсткого диска: 2000 ГБ.

4.4.4 Комутатор ядра

В якості комутатора ядра мережі пропонується використати комутатор рівня L2+ D-Link DXS-1210-12SC, оснащений 10 портами 10GBase-X SFP+ і 2 комбо-портами 10GBase-T/SFP+, який здійснює комутацію трафіку на швидкості до 10 Гбіт/с (рисунок 4.6).



Рисунок 4.6 – Комутатор D-Link DXS-1210-12SC

4.4.5 Комутатори робочих груп

В якості комутаторів робочих груп пропонується ядра мережі пропонується використати комутатор D-Link DGS-1210-28X/ME, оснащений 24 портами 10/100/1000Base-T та 4 портами 10GBase-X SFP+ (рисунок 4.7).



Рисунок 4.7 – Комутатор D-Link DGS-1210-28X/ME

4.4.6 Комутатор точок доступу

В якості комутатора точок доступу пропонується комутатор DMS-1100-10TP, який має 8 портів 100/1000/2.5GBase-T із підтримкою PoE, що забезпечує підключення через виту пару, а також 2 оптичні порти 10GBase-X SFP+ для з'єднання з високошвидкісною магістраллю (рисунок 4.8).

Пристрій сумісний зі стандартом IEEE 802.3bz (2.5GBase-T), що дозволяє передавати дані на швидкості до 2,5 Гбіт/с на відстані до 100 метрів по кабелю категорії 5e. Завдяки підтримці цього стандарту комутатор дозволяє максимально ефективно використовувати існуючу кабельну інфраструктуру, повністю реалізовувати потенціал точок доступу 802.11ac Wave 2 і значно розширювати пропускну здатність мережі.



Рисунок 4.8 – Комутатор D-Link DMS-1100-10TP

4.5 Фізична схема мережі

Для з'єднання комутаторів прийнято рішення використовувати оптичні лінії зв'язку на швидкості 10 Гігабіт/с., що гарантує високу пропускну здатність та стабільну роботу мережі.

Такий підхід забезпечує ефективну передачу великих обсягів даних між ключовими вузлами, що особливо важливо для корпоративних мереж (рисунок 4.9).

Для підключення робочих станцій до комутаторів рівня доступу використовується кабель типу вита пара FTP категорії 5e, який підтримує технологію Gigabit Ethernet.

Такий вибір обумовлений тим, що на рівні доступу передбачена робота з кінцевими користувачами, де цілком достатньо пропускної здатності 1 Гігабіт на секунду, а також економічна ефективність цього типу кабелю.

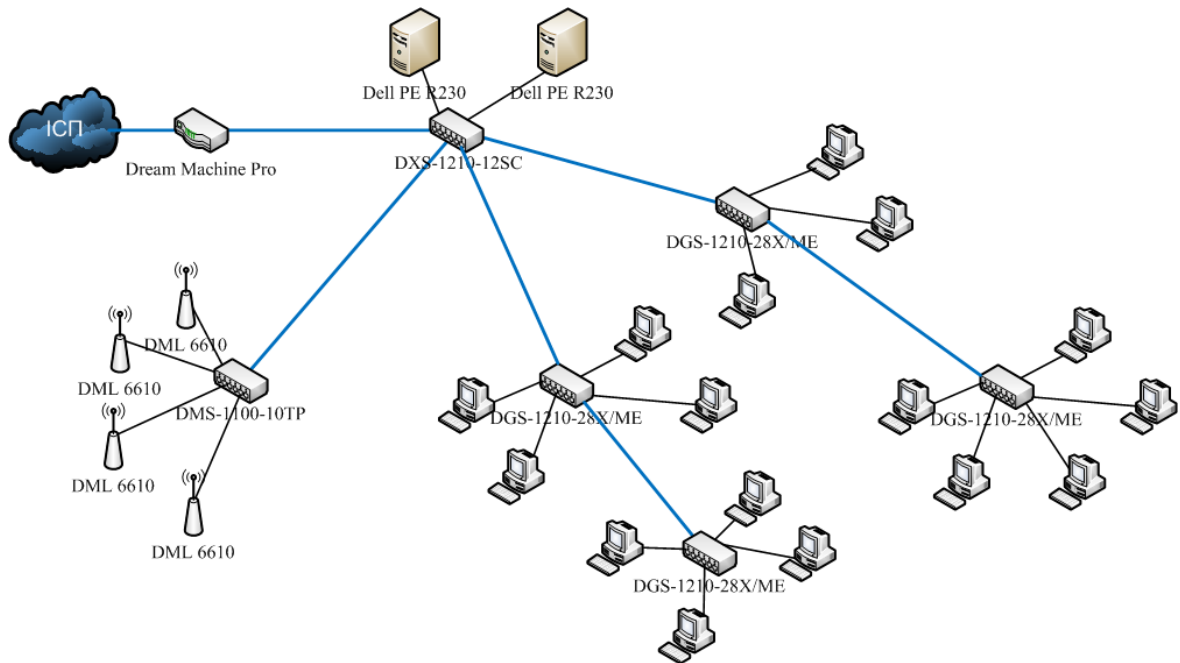


Рисунок 4.9 – Фізична схема комп'ютерної мережі підприємства



Рисунок 4.10 – Місця розміщення мережевого обладнання

На рисунку 4.10 наведено схему будівлі підприємства з позначеннями місць установки мережевого обладнання.

4.6 Розміщення Точок Доступу

На рисунку 4.11 наведено заплановані місця розміщення Wi-Fi Точок Доступу.

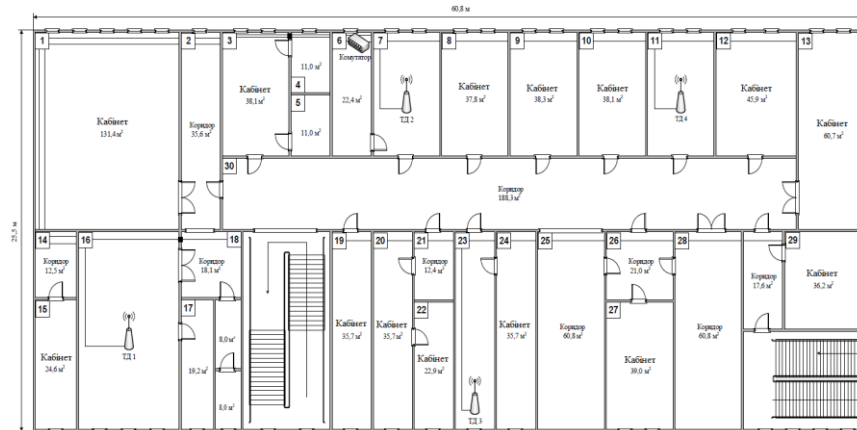


Рисунок 4.11 – Місця розміщення Точок Доступу

4.7 Моделювання зон покриття безпроводної мережі

Планування безпроводної локальної обчислювальної мережі (БЛОМ) є складним завданням, розв'язання якого без застосування спеціалізованих комп'ютерних засобів у сучасних умовах практично неможливе. Це зумовлено великою складністю поставлених задач, до яких належать:

- частотне планування;
- вибір оптимальних місць розміщення та режимів роботи радіоапаратури;
- забезпечення максимально можливого покриття території при необхідній якості передачі даних;
- мінімізація внутрішньосистемних перешкод;
- гарантування електромагнітної сумісності нової мережі з існуючою.

Для моделювання та тестування БЛОМ зручно використовувати програму Surveyor, яка працює на операційній системі Windows та підтримує безпроводні мережеві адаптери, сумісні з її утилітами. Ліцензія Surveyor

дозволяє інсталиувати одну копію програми на комп'ютер з WLAN-адаптером (активація прив'язується до MAC-адреси) і додатково одну копію у режимі «тільки відображення» на інший пристрій.

Для нанесення поточної координати користувачеві необхідно під час руху по заданому маршруту приблизно визначити своє місце розташування та вказати відповідну точку на карті.

Активний режим роботи програми дозволяє відображати додаткові параметри, такі як швидкість з'єднання, частота повторів, процент втрат, рівень сигналу, рівень шуму та співвідношення сигнал/шум, які доступні і в пасивному режимі перегляду.

Surveyor також має можливість демонструвати зони перекриття сигналів кількох точок доступу, що є надзвичайно корисним при виборі оптимальних місць розміщення безпроводних Точок Доступу.

Остаточні результати моделювання наведені на рисунках 4.12 і 4.13.

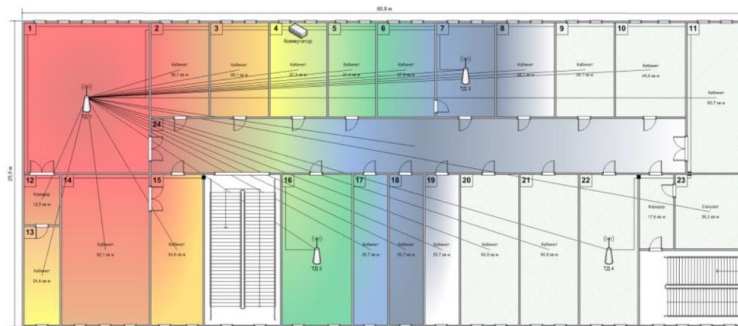


Рисунок 4.12 – Розподіл рівнів сигналу однієї точки доступу



Рисунок 4.13 – Розподіл рівнів сигналу від усіх точок доступу

ВИСНОВКИ

У процесі виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи основний акцент було зроблено на розробці якісного проєкту комп'ютерної мережі, здатної відповідати як сучасним, так і майбутнім потребам підприємства.

Запропонована мережева інфраструктура побудована на основі дворівневої ієрархічної архітектури, що забезпечує високу масштабованість та адаптивність до змін і розширень у структурі підприємства. Для реалізації проєкту було використано сучасне обладнання провідних брендів – Dell, D-Link та UBIQUITI, що сприяє надійній передачі даних, зниженню ризиків технічних збоїв і гарантує стабільність роботи мережі.

З метою визначення оптимального розташування точок безпроводного доступу було проведено імітаційне моделювання зони покриття із використанням програмного пакету Surveyor.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Гейср Д. Безпроводні мережі. Перший крок: пров. з англ. / В. Гусева.: Видавничий дім "Вільямс", 2005. - 192 с.
2. Хелд Г. Технології передачі даних / Г. Хелд. – Ексмо, 2015 357 с.
3. Вишневський В. Безпроводні мережі широкосмугового доступу до ресурсів Інтернету / Техносфера, 2003. - 108 с.
4. Кисельов С.В. Основи мережевих технологій: навчальний посібник для початкової професійної освіти /С.В. Кисельов, І.Л.// Вид.: Академія, 2016р. 64с.
5. Пушкін А. В. Інформаційні мережі та телекомунікації/О.В. Пушкін, В.В. Янушка. - : Вид-во ТРТУ, 2005. - 293с.
6. Рябко, Є.І. Калейдоскоп VPN – технологій/Е. І. Рябко - Т-Com спецвипуск з ІБ, 2009. С. 3-13.
7. Рошан, П. Основи побудови безпроводних локальних мереж стандарту 802.11: практичне керівництво / П. Рошан, Д. Ліері. : Cisco Press Переклад з англійської Видавничий дім "Вільямс", 2004. 389 с.
8. Шахнович, І. І. Сучасні технології безпроводного зв'язку / І. І. Шахнович.: Техносфера, 2004. 452 с.
9. Григор'єв, В. А. Мережі та системи радіодоступу: навч. посібник / В. А. Григор'єв, О. І. Лагутенко, Ю. А. Распаєв.: Еко-Трендз, 2005. 324 с.