

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 _____ Косокову Єгору Олександровичу _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи _____ Корпоративна комп'ютерна мережа комплексу складських приміщень _____

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 корпоративних 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 підприємства	05.06.25-07.06.25	
4	Вибір апаратних засобів реалізації мережі	08.06.25-09.06.25	
5	Оформлення матеріалів кваліфікаційної роботи	10.06.25-12.08.25	
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: 66 с., 19 рис., 5 табл., 1 дод., 7 джерел.

ETHERNET, КОМП'ЮТЕРНА МЕРЕЖА, КОМУТАТОР, ЛОГІЧНОА СХЕМА, МАРШРУТИЗАТОР, СЕРВЕР, СТАНДАРТ, ТОПОЛОГІЯ, ПРОТОКОЛ.

Метою кваліфікаційної роботи є проектування комп'ютерної мережі для комплексу складських приміщень. У процесі виконання роботи було проведено аналіз особливостей діяльності підприємства, його організаційної структури та просторового розташування. На основі отриманих даних сформульовано вимоги до проєктованої мережевої інфраструктури.

Виконано обґрунтований вибір базової топології мережі та відповідної технології передачі даних. Розроблено структурну та функціональну схеми комп'ютерної мережі, які враховують специфіку діяльності установи та сучасні вимоги до надійності, масштабованості й інформаційної безпеки.

Результатом кваліфікаційної роботи став завершений проєкт комп'ютерної мережі, який повністю відповідає технічному завданню та задовольняє сформульовані на початковому етапі вимоги.

ABSTRACT

Bachelor's thesis: 66 pages, 19 figures, 5 tables, 1 appendices, 7 sources.

ETHERNET, COMPUTER NETWORK, SWITCH, LOGICAL SCHEME, ROUTER, SERVER, STANDARD, TOPOLOGY, PROTOCOL.

The purpose of the qualification work is to design a computer network for a warehouse complex. In the process of performing the work, an analysis of the features of the enterprise's activities, its organizational structure and spatial location was conducted. Based on the data obtained, requirements for the designed network infrastructure were formulated.

A reasoned choice of the basic network topology and the corresponding data transmission technology was made. A structural and functional diagram of the computer network was developed, which takes into account the specifics of the institution's activities and modern requirements for reliability, scalability and information security.

The result of the qualification work was a completed computer network project that fully complies with the technical task and satisfies the requirements formulated at the initial stage.

ЗМІСТ

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ	7
ВСТУП	8
1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ	10
2 ТОПОЛОГІЇ МЕРЕЖ.....	20
3 СЕРЕДА ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ.....	26
3.1 Витя пара.....	26
3.2 Волоконно-оптичний кабель.....	29
3.3 Безпроводні мережі.....	34
4 РОЗРОБКА КОМП'ЮТЕРНОЇ МЕРЕЖІ ОРГАНІЗАЦІЇ.....	39
4.1 Постановка завдання.....	39
4.2 Ієрархічна модель.....	41
4.2 Вибір топології комп'ютерної мережі	42
4.3 Вибір і аналіз комутаційного обладнання	43
4.3.1 Рівень ядра і розподілу	43
4.3.2 Рівень доступу	45
4.3.3 Вибір маршрутизатора.....	46
4.3.4 Оптичні SFP-модулі.....	48
4.3.5 Безпроводна точка доступу.....	49
4.4 Серверне обладнання.....	50
5 РОЗРОБКА МЕРЕЖІ	51
5.1 Розробка плану підмереж VLAN.....	51
5.2 Розробка плану IP-адресації.....	52
5.3 Створення схеми комп'ютерної мережі	53
ВИСНОВКИ.....	58
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	59
ДОДАТОК А Графічний матеріал кваліфікаційної роботи.....	60

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

ВОСП – волоконно-оптична система передачі

AP – точка доступу (англ. Access Point)

BSS – базова зона обслуговування (англ. Basic Service Set)

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

MAN – регіональна мережа (англ. Metropolitan Area Network)

Mbps – Мбіт/с (англ. Megabit/second)

IPT – IP-телефонія

OSI – модель взаємодії відкритих систем (англ. Open Systems Interconnection)

PAN – персональна мережа (англ. Personal Area Network)

STP – екранована кручена пара, (англ., Shielded Twisted Pair)

SW – комутатор, (англ., Switch)

VLAN – віртуальна локальна мережа, (англ., Virtual Local Area Network)

ВСТУП

Протягом останніх трьох століть спостерігалось домінування різних технологічних парадигм: XVIII століття стало епохою індустріалізації та механізації, XIX – ознаменувався впровадженням парових двигунів, тоді як у XX столітті ключову роль почали відігравати технології збору, обробки та передавання інформації. Вагомими досягненнями цього періоду стали створення глобальних телекомунікаційних систем, телефонного зв'язку, розвиток радіо- і телевізійного мовлення, стрімке зростання комп'ютерної індустрії та запуск супутників зв'язку.

Висока динаміка розвитку інформаційних технологій призвела до поступової інтеграції різних напрямів – збору, зберігання, обробки та передавання інформації. Сучасні організації, що мають філії в різних частинах світу, потребують оперативного доступу до даних у режимі реального часу незалежно від відстані. Зі зростанням потреб в обробці великих обсягів інформації зростає і вимога до ефективності та функціональної гнучкості відповідних інформаційних систем.

Незважаючи на порівняно короткий період існування комп'ютерної галузі, її розвиток відзначається винятковими темпами. На ранніх етапах комп'ютери були централізованими системами, розміщеними в спеціально обладнаних приміщеннях. Доступ до них був обмеженим, а кількість таких систем – незначною. Сьогодні ж обчислювальні пристрої досягли мініатюрних розмірів і виробляються масово, забезпечуючи високу продуктивність за доступною вартістю.

Поєднання комп'ютерних засобів з телекомунікаційними технологіями суттєво змінило підхід до побудови інформаційних систем. Застаріла модель «комп'ютерного центру» була замінена децентралізованою архітектурою, що базується на мережевій взаємодії численних незалежних обчислювальних вузлів. Саме так сформувалося поняття комп'ютерної мережі.

На відміну від централізованих систем, комп'ютерні мережі не мають єдиної архітектурної моделі чи універсального програмного середовища. У процесі експлуатації користувачі взаємодіють з реальними, часто неоднорідними апаратно-програмними платформами, що потребує явної аутентифікації та спеціалізованих інструментів для віддаленого доступу й обробки даних.

Надійність, масштабованість та ефективність функціонування мережевої інфраструктури – чи то локальної корпоративної мережі, чи то розподіленої телекомунікаційної системи – значною мірою залежить від правильного вибору технологій передавання даних, апаратного забезпечення та його оптимальної конфігурації.

1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

Корпоративна комп'ютерна мережа (Intranet) – це внутрішня мережа організації або підприємства, побудована із використанням протоколів стеку TCP/IP, які є основою функціонування глобальної мережі Internet. Фактично, Intranet – це адаптована для внутрішнього використання корпоративна версія Internet, яка забезпечує взаємодію між підрозділами через локальні (LAN) і глобальні (WAN) мережі [1].

Корпоративну мережу можна розглядати як інструмент для організації колективної роботи, що реалізується через прикладне програмне забезпечення, побудоване на відкритих інтернет-стандартах. У цьому контексті ККМ виступає як альтернативне рішення таким корпоративним системам, як Lotus Notes (LN) від компанії Lotus Corporation, яка з 1989 року використовується для організації внутрішньої взаємодії, електронного листування, спільної роботи з базами даних і розробки прикладного ПЗ у середовищі клієнт-сервер.

Як і Internet, корпоративна мережа базується на клієнт-серверній архітектурі, де клієнтська частина ініціює запити, а серверна – обробляє їх та надає відповідні ресурси чи послуги [1].

Активне впровадження та стрімке зростання корпоративних мереж пояснюються перевагами такої моделі, серед яких – централізований доступ до інформації, зручність у спільному використанні ресурсів, підвищена швидкість обміну даними та висока обізнаність користувачів з програмними засобами Internet.

Інфраструктура корпоративної мережі об'єднує локальні мережі всіх структурних одиниць організації, забезпечуючи платформу для підтримки автоматизованих систем управління, а також внутрішньої інформаційної взаємодії. Вона слугує основою для планування, організації та реалізації основних виробничо-господарських процесів підприємства.

Корпоративна мережа орієнтована на обслуговування як внутрішніх користувачів – штатних працівників, так і зовнішніх – партнерів або клієнтів. Це сприяє підвищенню ефективності її використання, скороченню строків окупності інвестицій у побудову та модернізацію мережевої інфраструктури. З розвитком ККМ зростає спектр наданих сервісів, а також їх функціональна складність. До того ж, легка інтеграція між середовищами Internet та Intranet стимулює збільшення кількості користувачів.

До корпоративних мереж, як і до будь-якої складної інформаційної системи, висувається низка вимог. Найголовніше з них – забезпечення швидкого й зручного доступу користувачів до всіх ресурсів, що інтегровані в мережу. Ця вимога доповнюється критеріями продуктивності, надійності, безпеки, масштабованості, керованості, відкритості, сумісності й прозорості функціонування. Рівень якості послуг корпоративної мережі визначається ступенем відповідності системи зазначеним вимогам – насамперед за параметрами продуктивності та надійності. Для оцінки цього рівня використовуються відповідні кількісні та якісні показники, які водночас виступають основними характеристиками корпоративної мережі [1].

Продуктивність мережі є одним із ключових параметрів її ефективності. Вона досягається завдяки можливості паралельної обробки даних на декількох елементах мережі – комп'ютерах, маршрутизаторах, розподілених базах даних, а також за рахунок використання альтернативних маршрутів передавання інформації.

Основними показниками, що використовуються для оцінювання продуктивності, є: час реакції на запит, пропускна здатність мережі, затримка передавання даних. Час реакції на запит – інтервал між ініціацією користувачем запиту до мережевої служби та отриманням відповіді. Цей параметр залежить від низки чинників: типу служби, до якої звертається користувач, географічного розташування сервера, поточного стану мережевої інфраструктури, а також кваліфікації самого користувача. Для більш об'єктивної оцінки застосовують середньозважене значення часу реакції;

Пропускна здатність мережі (або окремих її сегментів) – обсяг інформації, що передається за одиницю часу (в бітах, байтах або пакетах). Вона відображає ефективність реалізації основної функції мережі – передавання даних. Пропускна здатність може бути [1]:

- середньою – визначається на основі аналізу за тривалий період (доба, тиждень, місяць);
- миттєвою – фіксується за короткий інтервал (секунда, мілісекунда);
- максимальною – найвища зафіксована миттєва пропускна здатність у період спостереження;
- мінімальною – обмежувальна характеристика для маршруту, що визначається за найменшою пропускною здатністю серед усіх його сегментів.

Затримка передавання даних – часовий інтервал між моментом надходження пакета на вхід мережевого пристрою та його появою на виході. Цей параметр враховує виключно транспортний рівень і не охоплює затримки, пов'язані з обробкою на кінцевих пристроях. У більшості випадків затримка становить сотні мілісекунд; для несенситивних до часу служб (електронна пошта, друк тощо) це не критично. Водночас, для служб реального часу (VoIP, відеоконференції) навіть незначні затримки можуть істотно впливати на якість переданої інформації [2].

Надійність функціонування мережі оцінюється за такими основними критеріями:

- коефіцієнт готовності – частка часу, протягом якого мережа залишається працездатною та доступною для користувачів;
- ймовірність успішної доставки пакета без помилок – імовірнісний показник цілісності даних;
- ймовірність втрати пакета під час передавання – характеризує ступінь втрат мережевого трафіку;
- відмовостійкість системи – здатність мережі забезпечувати безперервність роботи навіть у разі часткових збоїв або відмов окремих її елементів. У таких випадках може спостерігатися зниження продуктивності.

Наведені показники традиційно застосовуються для оцінки складних технічних систем, які можуть перебувати не лише у стані повної працездатності або повної відмови, а й у проміжних режимах функціонування.

Безпека комп'ютерної мережі визначається як її здатність забезпечувати захист інформації, що передається в межах мережевого середовища, від несанкціонованого доступу сторонніх осіб. Цей аспект є критично важливим для збереження конфіденційності, цілісності та доступності даних. Детальніше питання безпеки буде розглянуто нижче.

Керованість мережі полягає у здатності централізовано контролювати як загальний стан всієї мережі, так і її ключових компонентів, своєчасно виявляти причини збоїв, усувати несправності, відновлювати працездатність, оцінювати ефективність функціонування і здійснювати планування подальшого розвитку мережевої інфраструктури. Усі ці завдання реалізуються не окремими засобами керування, а єдиною системою управління мережею, яка розглядається як комплексний і взаємопов'язаний механізм [1].

На практиці адміністраторам часто доводиться вирішувати завдання об'єднання в єдину інформаційну структуру окремих, іноді несумісних, нестандартних мереж, створених за різними технічними підходами. Управління такими неоднорідними об'єднаннями, а також реалізація моніторингу та контролю трафіку, який передається, є досить складним завданням.

У перспективі, коли апаратні та програмні компоненти мереж від різних виробників відповідатимуть єдиним сучасним стандартам, а протоколи управління разом з новими версіями систем обробки запитів (СОС) нададуть розширені можливості контролю над усією мережею, функція управління мережевим середовищем поступово набуде ознак рутинної діяльності. Наразі ж процес адміністрування є поєднанням технічної наукової бази та елементів творчості.

Міжнародна організація зі стандартизації (ISO) виділяє п'ять основних категорій управління, які повинні бути реалізовані в межах повноцінної системи керування мережею [2]:

- управління конфігурацією, яке охоплює встановлення та контроль параметрів, що визначають поточний стан мережі;
- обробка збоїв, що включає виявлення, ізоляцію і усунення неполадок, які виникають у мережевому середовищі;
- управління обліком, яке передбачає ведення записів та надання інформації щодо використання мережевих ресурсів;
- управління продуктивністю, в рамках якого здійснюється аналіз і оптимізація швидкості передачі й обробки даних у мережі;
- управління захистом, що включає організацію контролю доступу до ресурсів мережі та забезпечення безпеки інформаційного обміну.

Основні принципи, на яких базується управління комп'ютерною мережею, визначають загальні підходи до реалізації зазначених функціональних категорій. Їх зміст буде розглянуто далі.

Сумісність (інтегрованість) мережі полягає у здатності забезпечувати спільну роботу найрізноманітніших програмних і апаратних компонентів, вироблених різними компаніями [1]. Інформаційні системи, побудовані з використанням різнотипного обладнання та програмного забезпечення, називаються неоднорідними (гетерогенними). Для забезпечення їх стабільної роботи в єдиному мережевому середовищі необхідно використовувати модулі, які повністю відповідають відкритим стандартам і технічним специфікаціям. Якщо ця умова дотримана, мережа вважається інтегрованою.

Розширюваність мережі передбачає можливість без істотного погіршення інших параметрів системи легко додавати нові елементи, такі як комп'ютери, програмні додатки або сервіси, а також нарощувати довжину окремих сегментів мережі чи замінювати наявне обладнання на більш сучасне. Масштабованість мережі означає здатність збільшувати кількість вузлів і довжину з'єднань у дуже широких межах без негативного впливу на

загальну продуктивність. Досягнення масштабованості зазвичай передбачає використання додаткового комунікаційного обладнання та спеціального структурного проектування мережі.

Варто зазначити, що розширюваність та масштабованість є різними властивостями. Наприклад, у випадку односегментної локальної мережі, розташованої в головному офісі організації або в одному з її підрозділів, розширення мережі може бути здійснено шляхом підключення додаткових робочих станцій. Проте така мережа має обмеження на кількість підключених пристроїв (приблизно 30–40), оскільки перевищення цього ліміту призводить до різкого зниження ефективності роботи. Таким чином, така мережа характеризується гарною розширюваністю, але низькою масштабованістю.

Прозорість функціонування мережі означає здатність приховувати від користувачів технічні особливості різних операційних систем та відмінності апаратних платформ, що застосовуються у мережі [1]. Це досягається тим, що для користувача робота з віддаленими ресурсами нічим не відрізняється від роботи з локальними – він застосовує ті самі команди та інтерфейси. Аналогічно, з точки зору програміста, програмне забезпечення має однаково звертатися до локальних і віддалених ресурсів, не змінюючи логіку викликів.

Концепція прозорості охоплює декілька аспектів. Наприклад, прозорість розташування означає, що користувачеві не потрібно знати фізичне місцезнаходження програмних чи апаратних ресурсів, якими він користується.

Прозорість паралелізму означає, що процес розподілу обчислень між кількома пристроями відбувається автоматично, без потреби втручання програміста чи користувача. Такий розподіл є невидимим (тобто «прозорим») для сторонніх учасників.

Підтримка різних типів трафіку є важливою характеристикою мережі, яка безпосередньо впливає на її функціональні можливості. У сучасних мережах, окрім передачі традиційного трафіку комп'ютерних даних,

реалізується підтримка мультимедійного трафіку, зокрема передавання аудіо-та відеоданих. Це дозволяє використовувати мережу для відеоконференцій, дистанційного навчання, перегляду мультимедійного контенту тощо. Такі мережі є значно складнішими за своєю структурою, апаратною побудовою та програмною підтримкою, ніж ті, в яких передається лише один тип трафіку.

Спільне функціонування у межах однієї мережі комп'ютерного та мультимедійного трафіків, які мають різні, а подекуди й протилежні вимоги до якості обслуговування, вимагає суттєвих змін як у протокольній базі, так і в технічному забезпеченні мережевої інфраструктури [2].

Не всі характеристики комп'ютерної мережі можуть бути оцінені кількісно. Якщо для таких параметрів, як продуктивність, надійність і безпека, вже розроблено відповідні системи кількісних показників і алгоритмів, що дозволяють визначати їх значення з певною точністю, то оцінювання інших характеристик, навпаки, здебільшого здійснюється з використанням якісних критеріїв.

У випадку корпоративної мережі великого підприємства, об'єднання чи організації, що має філії або відділення в різних населених пунктах, а іноді й у різних країнах, характерними є наступні особливості:

- масштабність, що виражається у наявності сотень або навіть тисяч робочих станцій, великої кількості віддалених комп'ютерів, які використовуються співробітниками підприємства, десятків чи сотень серверів, значних обсягів комп'ютерної та мультимедійної інформації, а також широкого спектра застосовуваних програм і сервісів;

- гетерогенність, яка полягає у використанні в межах єдиної мережі різних типів комп'ютерної техніки, комунікаційного обладнання, операційних систем і прикладного програмного забезпечення;

- застосування територіальних мереж зв'язку (ТМЗ), які забезпечують взаємозв'язок філій та відділень із центральним офісом за допомогою різноманітних телекомунікаційних технологій, включаючи телефонні канали, радіозв'язок і супутникову передачу даних;

- підвищені вимоги до окремих характеристик мережі, які зазвичай не настільки критичні для мереж іншого типу.

Йдеться, зокрема, про необхідність підтримки декількох видів трафіку, організацію віртуальних локальних мереж (VLAN) для забезпечення ефективної взаємодії працівників у межах функціональних або проектних груп, високий рівень керованості, здатність до розширення та масштабування, а також забезпечення надійного захисту інформації, що циркулює в мережі.

Типова архітектура корпоративної комп'ютерної мережі включає в себе такі основні складові: апаратне забезпечення центрального офісу підприємства і його філій (відділень), магістральну мережу, мережу доступу, віддалені персональні комп'ютери (КПК), що використовуються співробітниками організації, а також телефонні мережі.

У центральному офісі, як правило, встановлено комутатор, що забезпечує функціонування мережевої інфраструктури офісу, а також автоматичну телефонну станцію (АТС), до якої через телефонні мережі підключено відповідні телефонні апарати. Також у структурі присутній сервер віддаленого доступу – це апаратно-програмний комплекс, що поєднує функції маршрутизатора, моста і шлюзу та забезпечує організацію багатокористувацького віддаленого підключення через аналогові телефонні мережі або цифрові канали ISDN. Офісна локальна мережа (ЛКМ) з'єднується з мультиплексором-комутатором за допомогою маршрутизатора. Сам центральний офіс підключено до територіальної мережі зв'язку через цей мультиплексор-комутатор. Кожне регіональне відділення підприємства має власну локальну мережу, яка пов'язана з територіальною мережею зв'язку (ТМЗ) за допомогою абонентського обладнання типу СРЕ (Customer Premises Equipment).

Територіальні мережі зв'язку, що використовуються у побудові корпоративної інфраструктури, можна умовно поділити на магістральні мережі та мережі доступу [2].

Магістральні мережі забезпечують зв'язок між філіями, відділеннями підприємства та центральним офісом. Вони характеризуються високою пропускнуою здатністю (у діапазоні від 2 до 622 Мбіт/с) та забезпечують надійність і безперервність з'єднання [2]. Зазвичай у цій ролі використовуються цифрові виділені канали.

Мережа доступу – це частина територіальної інфраструктури, яка забезпечує зв'язок локальних мереж і віддалених ПК з центральним офісом. Оскільки кількість точок підключення до такої мережі може бути дуже великою, до її інфраструктури пред'являються підвищені вимоги щодо розгалуженості та надійності. Як мережі доступу можуть застосовуватись аналогові телефонні мережі, технології Frame Relay, а також ISDN.

Чітко регламентовано та стандартизовано інтерфейс «користувач-мережа» (UNI), що забезпечує можливість підключення користувачів до мережі незалежно від виробника обладнання, за умови дотримання вимог стандарту.

Інтерфейс «мережа-мережа» (NNI) визначає протокол взаємодії між комутаторами мережі. На відміну від UNI, він не настільки строго формалізований, оскільки взаємодія між великими мережами може організовуватись на основі індивідуальних домовленостей.

Корпоративна комп'ютерна мережа (ККМ), зображена на рисунку 1, має чітку ієрархічну побудову транспортної інфраструктури. На верхньому рівні цієї ієрархії розташована високошвидкісна магістраль, нижче – територіальні мережі доступу з меншими швидкісними характеристиками, а найнижчу сходинку займають телефонні мережі загального користування.

Для організації внутрішньої мережі Intranet необхідна наявність таких елементів [2]:

- комп'ютерна мережа, що забезпечує спільний доступ до ресурсів, або об'єднання ЛКМ та КПК;
- мережева операційна система, яка підтримує протокол TCP/IP (наприклад, Unix, Windows NT, NetWare);

- сервер, здатний виконувати функції Internet-сервера;
- серверне програмне забезпечення, що обробляє запити від браузерів у форматі протоколу HTTP;
- клієнтські комп'ютери, на яких встановлено мережеве ПЗ для відправки та прийому пакетів даних за протоколом TCP/IP;
- браузери, які підтримують роботу з HTML (наприклад, Netscape Navigator, Microsoft Internet Explorer).

До цих технічних вимог додається ще одна важлива умова – володіння технологією створення документів мовою розмітки HTML.

Ефективність функціонування корпоративної комп'ютерної мережі значною мірою залежить від того, наскільки успішно вирішуються як технологічні, так і організаційні аспекти. У процесі експлуатації, після налагодження технічної інфраструктури, все більше значення набувають саме організаційні питання. Ключовими чинниками стабільної та ефективної роботи ККМ є: раціональний розподіл інформаційних ресурсів, необхідних для планування, організації й реалізації господарської діяльності підприємства; забезпечення персоналу засобами керування документообігом; створення умов для зручного доступу до корпоративних баз даних. Особливої уваги заслуговує формування культури спільного використання інформації, що, у деяких випадках, може бути найскладнішим завданням. У центрі всієї діяльності має бути задоволення інформаційних потреб користувачів, а не лише розширення технічних можливостей самої мережі.

2 ТОПОЛОГІЇ МЕРЕЖ

У найзагальнішому вигляді комп'ютерна мережа являє собою сукупність вузлів і ліній зв'язку, що їх з'єднують. Просторове розташування цих елементів визначає ступінь зв'язності мережі та її здатність забезпечувати обмін інформацією між усіма учасниками взаємодії. Така структурна організація мережі має назву топологія [3].

У комп'ютерних мережах розрізняють фізичну топологію та логічну топологію. Фізична топологія відображає реальну схему з'єднання обладнання – тобто, як саме з'єднані між собою кабелі, пристрої та інші компоненти мережі. Для зручності аналізу топологічної структури мережу часто подають у вигляді графічної моделі: окремі елементи зображуються точками, а з'єднання між ними – лініями. Така геометрична структура називається графом, де точки (вузли мережі) позначаються як вершини, а лінії – як ребра, якщо напрямок передачі інформації не має значення. Таким чином, граф є абстрактною математичною моделлю, яка відображає топологію мережевої структури [3].

Процес вибору топології є одним із першочергових завдань при проектуванні комп'ютерної мережі. При цьому беруться до уваги ключові чинники, зокрема економічна доцільність впровадження мережі та надійність її функціонування. Завдання вибору оптимальної топології вважається вирішеним, якщо є перелік базових, типовий топологій (так званих примітивів), які можуть застосовуватися як самостійно, так і в різних комбінаціях відповідно до потреб і масштабу мережі.

Топологія «точка – точка» представляє собою сегмент мережі, що безпосередньо з'єднує два вузли як у фізичному, так і в логічному сенсі (рисунок 2.1). Для підвищення надійності такого з'єднання можливе впровадження резервного каналу зв'язку, що забезпечує повне дублювання – так званий захист типу 1+1 [4].

У випадку відмови основного каналу система автоматично перемикається на резервний, що дозволяє зберегти безперервність зв'язку.

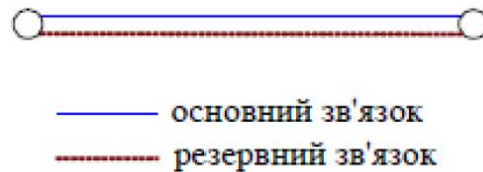


Рисунок 2.1 – Топологія «точка – точка»

Цей тип базової топології широко застосовується в таких випадках:

- для організації передавання значних обсягів інформації через високошвидкісні магістральні лінії, наприклад, трансокеанські підводні кабелі, що передають цифровий телефонний трафік;
- як складова частина більш складної радіально-кільцевої структури, зокрема у вигляді радіальних відгалужень (радіусів).

Конфігурація типу «точка – точка» з резервуванням за схемою 1+1 може також розглядатися як окремий різновид кільцевої топології [4].

Деревоподібна топологія передбачає наявність різних варіантів реалізації (рисунок 2.2), залежно від ієрархічної структури мережі та кількості рівнів підключених вузлів.

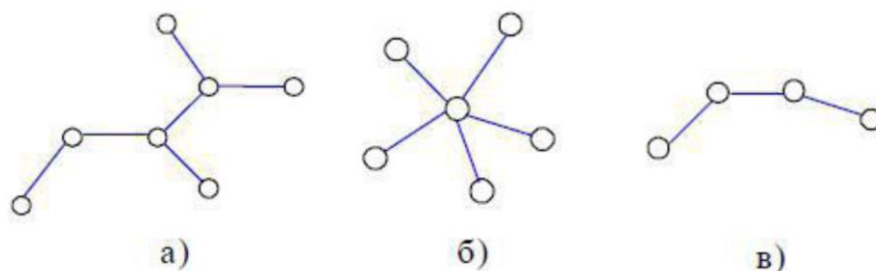


Рисунок 2.2 – Деревоподібна топологія

Важливою особливістю сегментів мережі з деревоподібною топологією в будь-якому з її можливих варіантів є те, що фізична зв'язність n вузлів досягається при мінімальній кількості з'єднань – $K = n - 1$. Це забезпечує

високу економічну ефективність побудови такої мережі. Водночас, на логічному рівні кількість доступних маршрутів передавання даних між будь-якою парою вузлів дорівнює $N = 1$, що свідчить про досить низький рівень надійності: при відмові одного каналу відповідне з'єднання втрачається. Підвищити надійність у таких випадках можливо шляхом впровадження резервних з'єднань, наприклад, за принципом захисту 1+1 [4].

Деревоподібна топологія часто застосовується при побудові локальних комп'ютерних мереж (ЛКМ), а також у мережах абонентського доступу, де потрібна простота реалізації й економічність.

Кільцева топологія (рисунок 2.3) описує мережу, в якій кожен вузол приєднаний до двох інших – лише двома з'єднаннями. Така структура дозволяє утворити замкнуте кільце, через яке передається інформація. Кільцева топологія знаходить застосування у локальних мережах, а також у сегментах міжвузлових з'єднань територіальних мереж. Крім того, вона часто використовується в мережах абонентського доступу, побудованих на основі волоконно-оптичного кабелю.

У графівій моделі такої топології кількість з'єднань (ребер) дорівнює кількості вузлів: $K = n$, що вказує на відносно низькі витрати при побудові такої мережевої структури [4].

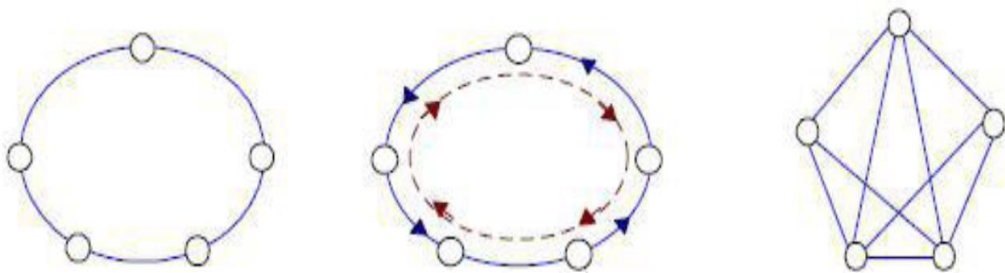


Рисунок 2.3 – Типології «кільце», подвійне «кільце» та повноз'язна

На логічному рівні для кожної пари вузлів у кільцевій топології можна сформулювати дві незалежні лінії зв'язку (основну та альтернативну), що дозволяє підвищити загальну надійність мережі. Особливо ефективним у

цьому контексті є використання схеми резервування типу 1+1, що реалізується у вигляді подвійного кільця. Така структура передбачає наявність фізичних з'єднань між тими самими пунктами, які забезпечують передавання інформації у двох протилежних напрямках – умовно «східному» та «західному».

Повнозв'язна топологія забезпечує повне з'єднання всіх вузлів мережі за принципом «кожен з кожним».

У графовому поданні такої структури з кількістю вузлів n , загальна кількість з'єднань (ребер) становить $K = n(n - 1) / 2$, що істотно впливає на вартість і складність побудови такої мережі. Водночас, кожна пара вузлів має $N = n - 1$ незалежних маршрутів, що забезпечує максимальний рівень надійності зв'язку.

Такий тип топології використовується переважно в сегментах базових і магістральних мереж територіального рівня. Додаткове підвищення надійності можна досягти шляхом використання альтернативних середовищ передавання сигналів у резервних маршрутах, наприклад, оптичного волокна та радіорелейного зв'язку [4].

Коміркова топологія (рисунок 2.4) передбачає, що кожен вузол у сегменті має безпосереднє з'єднання лише з обмеженою кількістю сусідніх вузлів, тобто тих, що знаходяться на найменшій відстані.

У випадку великої кількості вузлів загальна кількість з'єднань у сегменті визначається наближено як $R \approx r * n / 2$, де r – середня кількість з'єднань, що припадає на один вузол. Попри меншу кількість ребер у порівнянні з повнозв'язною структурою, коміркові сегменти демонструють високу надійність зв'язку, що робить їх ефективним рішенням для побудови мереж із великим числом вузлів.

Застосування повнозв'язної та коміркової топологій є виправданим переважно у тих сегментах мережі, де спостерігається висока інтенсивність трафіку, оскільки їх впровадження потребує значних фінансових та ресурсних витрат.

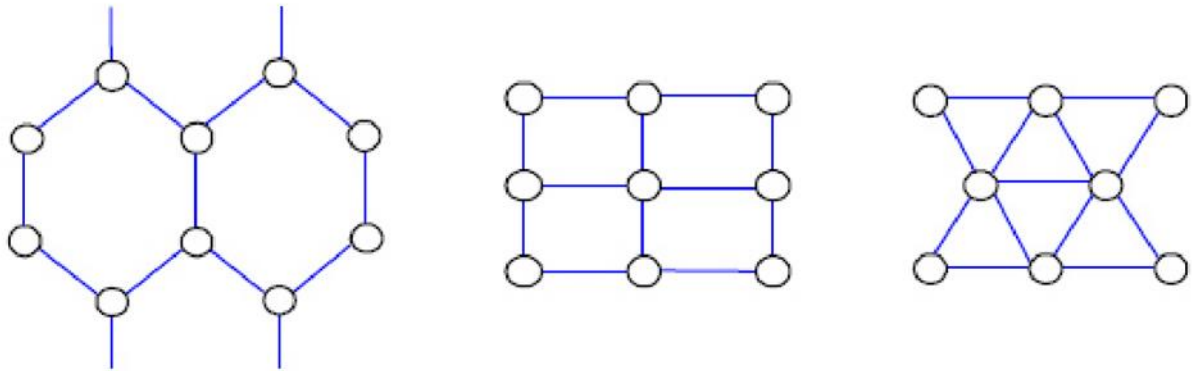


Рисунок 2.4 – Коміркова топологія

У реальних умовах побудови мереж широко використовуються складні (змішані) топології, які є комбінаціями або розвитком базових типів фізичних структур (рисунок 2.5). Інтеграція різних топологій дозволяє ефективно задовольняти вимоги до масштабованості та розширюваності мережі, що є критичними параметрами для динамічних та розгалужених корпоративних інфраструктур.

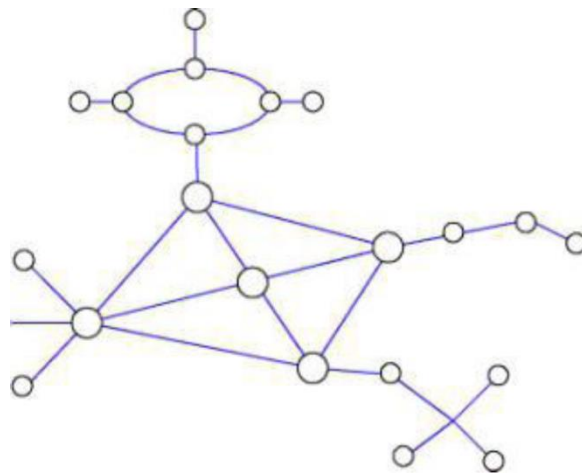


Рисунок 2.5 – Складна мережева топологія

Топологія логічних зв'язків описує маршрути передачі інформаційних повідомлень у мережі від джерел до одержувачів згідно з адресною інформацією. Визначення таких маршрутів можливе лише в межах зв'язних фізичних топологій, з урахуванням різноманітних критеріїв побудови шляхів.

Зв'язуючим шляхом називається послідовність ліній зв'язку та вузлових елементів, через які прокладається маршрут передавання даних. Маршрут визначає напрямок руху інформації у мережі.

Сукупність службових і користувачьких потоків, які циркулюють мережею по певних маршрутах упродовж конкретного часового інтервалу, називається мережевим трафіком. Відповідно, логічна топологія є структурним відображенням плану розподілу потоків трафіку в межах мережі.

Узагальнене представлення плану потоків у мережі – це суперпозиція маршрутів, що визначені для кожної пари «джерело – одержувач».

Модель логічної топології включає логічні вузли та маршрути між ними. Логічні вузли – це будь-які фізичні пристрої з призначеними адресними ідентифікаторами (наприклад, комп'ютери, принтери, комутатори тощо), що мають мережевий інтерфейс.

Якщо пристрій не виконує функцій концентрації, комутації або маршрутизації, його називають хостом – тобто кінцевим вузлом, який не виконує транзитних функцій.

Адресні ідентифікатори бувають двох основних типів:

- адреси вузлів (локальні або фізичні) – унікальні значення, що присвоюються інтерфейсам пристроїв, можуть встановлюватися апаратно або програмно;

- мережеві адреси – логічні адреси, які визначають належність вузла до певного мережевого сегмента; формуються з номера мережі та унікального номера вузла в цій мережі.

Крім того, для взаємодії прикладних процесів у логічній мережі застосовуються відповідні ідентифікатори прикладного рівня.

3 СЕРЕДА ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ

3.1 Вита пара

Вита пара (twisted pair) – це мідний кабель, що складається з однієї або кількох пар провідників, кожна з яких утворена двома ізольованими мідними дротами, скрученими один навколо одного (рисунок 3.1).

Виття пар провідників допомагає зменшити електромагнітні завади та покращує якість передачі сигналу.

Якість і характеристики кабелів типу вита пара можуть значно варіюватися залежно від їх конструкції та використовуваних матеріалів. Відповідність параметрів кабелів певним стандартам регламентується міжнародними нормами, такими як ISO 11801 та TIA-568, які встановлюють категорії і класи кабелів [5].

Існують два основні види кабелів вита пара:

- екранована кручена пара (STP, Shielded Twisted Pair) – має додатковий екран для захисту від електромагнітних перешкод;
- неекранована кручена пара (UTP, Unshielded Twisted Pair) – не має екрану, що робить її дешевшою, але менш захищеною.

Кабелі цього типу також можуть бути одножильними або багатожильними, а також спеціально призначеними для зовнішньої прокладки з додатковим захистом від впливу навколишнього середовища.

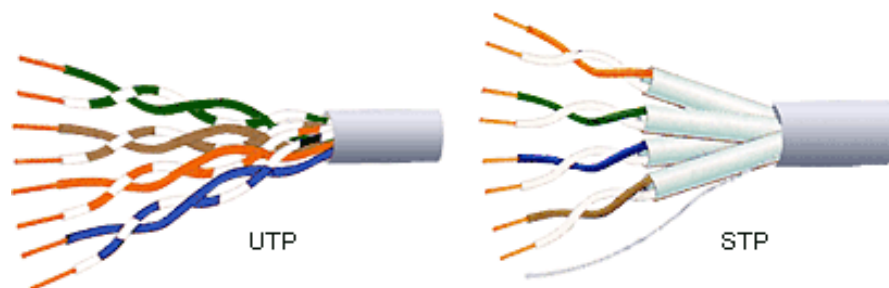


Рисунок 3.1 – Кабель вита пара

Неекранована кручена пара (Unshielded Twisted Pair, UTP) поділяється на категорії 1, 2, 3, 4, 5, 5e, 6 і 7. Найбільш поширеними на сьогодні є категорії 5 і 5e, що підтримують передачу даних зі швидкістю 10, 100 та 1000 Мбіт/с.

Кабелі зазвичай виготовляються у вигляді чотирьох пар провідників, кожна з яких має власне кольорове маркування та індивідуальний крок скручування. Здебільшого дві пари використовуються для передачі даних, а дві інші – для передачі голосових сигналів. Для підключення кабелю до обладнання застосовуються роз'єми типу RJ-45. Діаметр провідників кабелю може бути 22, 24 або 26 AWG (American Wire Gauge), причому зростання номера AWG відповідає зменшенню діаметру провідника [5].

Екранована кручена пара (Shielded Twisted Pair, STP) випускається в категоріях 5, 5e, 6 і 7. Головним призначенням цих кабелів є підтримка високошвидкісних протоколів передачі даних. Екранування забезпечує надійний захист сигналів від зовнішніх електромагнітних завад. Через це екранована кручена пара використовується виключно для передачі даних.

Переваги крученої пари:

- проста і швидка інсталяція;
- висока відмовостійкість;
- достатня продуктивність для більшості задач.

Недоліки:

- обмежена максимальна довжина сегменту (до 100 метрів);
- недостатній захист від індуктованих перешкод (наприклад, від силових трансформаторів, передавальних пристроїв, ламп денного світла).

Характеристичний імпеданс визначається як вхідний імпеданс однорідної лінії передачі нескінченної довжини. В загальному випадку він є комплексною величиною, що складається з резистивної та реактивної складових, залежить від частоти переданого сигналу і не змінюється з довжиною лінії. На дуже високих частотах характеристичний імпеданс наближається до сталого резистивного значення. Наприклад, коаксіальні

кабелі мають характеристичний імпеданс 50 або 75 Ом на високих частотах. Для кабелів типу «вита пара» типовим є значення приблизно 100 Ом при частотах понад 1 МГц.

Загасання сигналу визначається як відношення потужності вхідного сигналу до потужності вихідного сигналу, виражене в децибелах (дБ), за умови ідеального узгодження імпедансів джерела і навантаження з характеристичним імпедансом кабелю [5]. Вхідна потужність зазвичай визначається шляхом вимірювання при безпосередньому підключенні навантаження до джерела без проходження сигналу через кабель. Якщо імпеданси не повністю узгоджені, відношення вхідної до вихідної потужності називають внесеними втратами або внесеним загасанням.

Перехідне загасання на ближньому кінці (Near End Crosstalk, NEXT) характеризує ступінь ослаблення перешкоди, наведеної сигналом, що проходить по одній парі провідників, на сусідню пару. Вимірюється в децибелах. Чим більше значення NEXT, тим краща ізоляція між парами.

Зворотні втрати (втрати при відображенні) виникають у разі невідповідності імпедансів кабелю і навантаження, коли частина сигналу відбивається у точці підключення. Потужність відбитого сигналу визначає величину зворотних втрат. Чим краще узгоджені імпеданси, тим менше відбитого сигналу і, відповідно, нижчі зворотні втрати.

Часова затримка поширення сигналу – це час, за який сигнал проходить від входу до виходу лінії передачі. Величина затримки дорівнює відношенню довжини кабелю до швидкості поширення сигналу V у середовищі передачі. Ідеальна лінія з двома провідниками у вакуумі має швидкість поширення, що дорівнює швидкості світла у вакуумі c . На практиці швидкість поширення сигналу в кабелі залежить від властивостей діелектричних матеріалів.

Відношення сигнал/шум (Signal-to-Noise Ratio, SNR) – це співвідношення між рівнем корисного сигналу і рівнем шуму, при якому рівень сигналу повинен значно перевищувати шум для забезпечення якісної передачі [5].

Співвідношення загасання до перехідного загасання (Attenuation-to-Crosstalk Ratio, ACR) – це різниця між ослабленням корисного сигналу на виході та величиною перешкоди NEXT (індукованого шуму). Цей параметр відображає співвідношення сигнал/шум у кабелі.

3.2 Волоконно-оптичний кабель

Волоконно-оптичний кабель – це кабель, який містить одне або кілька оптичних волокон і призначений для передачі даних у вигляді світлових імпульсів. Залежно від конструкції, волоконно-оптичні кабелі поділяються на кабелі для внутрішньої та зовнішньої прокладки, а також на кабелі-шнури.

Волоконно-оптичні системи передачі даних мають суттєві переваги порівняно з традиційними електронними системами, що використовують металеві середовища.

Зокрема, оптичні кабелі повністю нечутливі до зовнішніх електромагнітних, радіочастотних чи магнітних завад, що виникають через блискавки чи джерела високої напруги. Це робить їх ідеальними для застосувань у телекомунікаціях, цифрових обчислювальних системах, телефонії та системах мовлення [6].

Широка смуга пропускання оптичного волокна забезпечує високу ємність каналу. Крім того, низький рівень загасання світлового сигналу дозволяє використовувати більші довжини ділянок без повторного підсилення (репітерів), що оптимально для ширококомовних і телекомунікаційних мереж.

У порівнянні з коаксіальними кабелями аналогічної пропускної здатності, волоконно-оптичні кабелі мають менший діаметр і вагу, що значно полегшує монтаж, особливо у щільно заповнених кабельних трасах. Наприклад, 300 метрів одноволоконного кабелю важать близько 2,5 кг, тоді як 300 метрів коаксіального кабелю – близько 32 кг, що приблизно у 13 разів більше.

Ядро – центральна частина волокна, яка проводить світло. Виготовляється зі скла або пластику. Чим більший діаметр ядра, тим більший об'єм світлового сигналу може передаватися по волокну.

Демпфер (оболонка серцевини) – шар з нижчим коефіцієнтом заломлення, що оточує ядро і забезпечує внутрішнє віддзеркалення світла, спрямовуючи його всередину волокна для ефективної передачі.

Оболонка (багатошарова захисна оболонка) – виготовляється з пластика для підвищення міцності, амортизації механічних ударів і захисту волокна від впливу навколишнього середовища. Товщина буферної оболонки зазвичай коливається від 250 до 900 мкм.



Рисунок 3.2 – Оптичний кабель

Розміри волокна зазвичай визначаються зовнішніми діаметрами його основних шарів: ядра, демпфера та оболонки. Наприклад, маркування 50/125/250 означає, що діаметр ядра становить 50 мкм, демпфера – 125 мкм, а оболонки – 250 мкм. При виконанні з'єднань або термінації волокон оболонка завжди знімається.

Тип волокна класифікується за типом шляхів проходження світла – так званих «мод», які формуються в ядрі. Існують два основні типи волокон: багатомодове та одномодове.

Ядра багатомодових волокон можуть мати ступінчастий або градієнтний показник заломлення. Багатомодове волокно зі ступінчастим показником заломлення характеризується різкою зміною показника заломлення між ядром і демпфером. У більш поширеному варіанті – волокні з градієнтним показником заломлення – світлові промені також проходять

через волокно по багатьох шляхах, але показник заломлення ядра поступово змінюється: кожен шар скла має нижчий показник заломлення, ніж попередній, що розташований ближче до осі волокна. Такий градієнт забезпечує прискорення світлових променів у зовнішніх шарах, вирівнюючи час їх поширення з часом променів, які проходять по більш коротких шляхах ближче до осі.

В результаті, волокно з градієнтним показником заломлення знижує дисперсію часу проходження різних мод, що дозволяє передавати дані на більші відстані та з вищою швидкістю, поки імпульси світла не починають перекиватися і втрачати розпізнаваність на приймальній стороні.

На ринку представлені волокна з градієнтним показником заломлення з діаметрами ядра 50, 62,5 та 100 мкм.

Одномодове волокно, на відміну від багатомодового, забезпечує поширення лише однієї світлової моди (променя) в ядрі. Це дозволяє усунути спотворення, викликані накладанням імпульсів. Діаметр ядра одномодового волокна дуже малий – близько 5–10 мкм.

Завдяки цьому одномодове волокно має значно вищу пропускну здатність порівняно з багатомодовими типами. Наприклад, підводні телекомунікаційні кабелі здатні передавати до 60000 мовних каналів по одній парі одномодових волокон.

Світло є електромагнітною хвилею, швидкість якої зменшується при проходженні через прозорі матеріали у порівнянні зі швидкістю поширення у вакуумі. Хвилі інфрачервоного діапазону по-різному поширюються оптичним волокном, тому втрати оптичної потужності (загасання) вимірюють на специфічних довжинах хвиль, що виражаються у нанометрах (нм) [6].

Втрати оптичної потужності в волокні зумовлені поглинанням, відбиттям та розсіюванням світла. Вони залежать від пройденої відстані, типу волокна, його розмірів, робочої частоти і показника заломлення. Величина втрат виражається в децибелах на кілометр (дБ/км).

Оптичні волокна оптимізовані для роботи на конкретних довжинах хвиль. Так, багатомодове волокно 50/125 мкм має втрати близько 1 дБ/км при довжині хвилі 1300 нм і до 3 дБ/км при 850 нм (що відповідає 50% втраті потужності). Ці два хвильові діапазони – 850 і 1300 нм – є стандартними для визначення робочих характеристик і використовуються в сучасних комерційних передавачах і приймачах. Одномодові волокна зазвичай оптимізовані для роботи в діапазоні 1550 нм.

На відміну від коаксіального кабелю, де загасання залежить від частоти сигналу (з ростом частоти амплітуда сигналу зменшується з відстанню), в оптичному волокні частота світлового сигналу залишається сталою у межах робочого діапазону. Відповідно, оптичні втрати пропорційні лише довжині кабелю.

Загасання в волокні спричинене поглинанням та розсіюванням світла на неоднорідностях, які утворюються хімічними домішками і структурою матеріалу волокна. Ці мікроскопічні дефекти поглинають або розсіюють світло, внаслідок чого воно не досягає ядра і втрачається [6].

Виробники вказують типове загасання для конкретних довжин хвиль – наприклад, 3 дБ/км для 850 нм, оскільки втрати змінюються в залежності від довжини хвилі.

Втрати на мікрОВИГИНАХ. Оптичне волокно без належного захисту піддається втратам оптичної потужності через мікрОВИГИНИ – мікроскопічні деформації, спричинені зовнішніми механічними впливами, які викликають втрату світла з ядра волокна. Для зниження таких втрат застосовують різноманітні захисні заходи та конструктивні рішення. Волокна зі ступінчастим показником заломлення мають вищу стійкість до втрат на мікрОВИГИНАХ порівняно з волокнами з градієнтним показником.

Смуґа пропускання (ширина спектра) характеризує здатність волокна передавати певний обсяг інформації за одиницю часу і вимірюється в МГц·км. Чим більша ширина смуґи, тим вища інформаційна ємність лінії передачі. Наприклад, волокно зі смуґою пропускання 200 МГц·км може

забезпечити передачу сигналу на частоті 200 МГц на відстань до 1 км або на 100 МГц – на 2 км. Завдяки великій ширині смуги, оптичні волокна здатні передавати значні обсяги даних. Волокно з градієнтним показником заломлення здатне без проблем передавати інформацію зі швидкістю до 500 Мбіт/с. Проте у всіх типів волокон існують обмеження смуги пропускання, які залежать від властивостей волокна та типу джерела оптичного випромінювання.

Для коректного відтворення переданих імпульсів світло має поширюватися у вигляді чітких, розділених сигналів з мінімальним накладенням між імпульсами. У багатомодовому волокні промені світла, що утворюють один імпульс, проходять різними траєкторіями. У волокнах зі ступінчастим показником заломлення світлові промені рухаються зигзагоподібно під різними кутами, в результаті чого вони прибувають до приймача у різний час. Ця різниця у часі приходу імпульсів спричинює їхнє накладання і спотворення, що називають модальною дисперсією або модальним розсіюванням. Вона обмежує максимальну швидкість передачі даних, оскільки приймач не може чітко розрізнити окремі імпульси. Для прикладу, різниця в часах проходження найшвидшої та найповільнішої мод світла на відстані 1 км може становити 1–3 наносекунди, що істотно впливає на довгі лінії передачі.

Модальна дисперсія зазвичай вимірюється у наносекундах на кілометр, наприклад, 30 нс/км, або може бути подана у вигляді частотного показника – наприклад, 200 МГц·км. Це означає, що волокно або система зможуть ефективно працювати на частотах до 200 МГц на відстані 1 км, а на частоті 100 МГц – до 2 км.

Через вплив дисперсії багатомодове волокно зі ступінчастим показником заломлення має найменшу ширину смуги пропускання серед трьох основних типів волокон. Тому його застосовують переважно на коротких ділянках і при низьких частотах передачі. Типове значення смуги для ступеневого багатомодового волокна становить близько 20 МГц·км.

Одномодове волокно має дуже малий діаметр ядра – від 8 до 10 мкм, що дозволяє поширюватися в ньому лише одному променю світла. Через відсутність модальної дисперсії його смуга пропускання значно вища, ніж у багатомодового волокна, що забезпечує робочі частоти в діапазоні сотень гігагерц на кілометр (ГГц·км).

Ще одним видом дисперсії є спектральна або хроматична дисперсія, яка виникає через різну швидкість поширення світлових хвиль різної довжини у матеріалі волокна. Аналогією є розкладання білого світла на кольори веселки через скляну призму. Якщо б оптичне джерело випромінювало монохроматичне світло, спектральна дисперсія була б відсутня. Проте в реальних системах джерела світла, такі як лазери, мають невелике спектральне розширення, а LED-діоди – спектральний діапазон приблизно в 20 разів ширший, що збільшує рівень спектральної дисперсії.

Хроматична дисперсія у скляних волокнах мінімальна біля довжини хвилі 1300 нм, що робить цю довжину хвилі оптимальною для роботи одномодових волокон.

Одномодове волокно зазвичай застосовується з лазерними джерелами світла через їхню високу спектральну чистоту. Для таких систем потрібні високоточні роз'єми і муфти. Завдяки низьким втратам і високій пропускну здатності одномодові волокна є найкращим і, зазвичай, єдиним вибором для протяжних високошвидкісних ліній, наприклад, міжміських телекомунікаційних магістралей.

3.3 Безпроводні мережі

Безпроводні комп'ютерні мережі – це технологія, яка дозволяє створювати обчислювальні мережі, що повністю відповідають стандартам традиційних провідних мереж (наприклад, Ethernet), але без застосування кабельної проводки. В ролі середовища передачі даних у таких мережах використовуються радіохвилі в діапазоні НВЧ.

Основні напрямки застосування безпроводних мереж такі:

- робота у замкнутих приміщеннях (офіси, виставкові зали тощо);
- з'єднання віддалених локальних мереж або окремих сегментів локальної мережі.

Для побудови безпроводної мережі в замкнутому просторі використовують передавачі з всеспрямованими антенами. Стандарт IEEE 802.11 визначає два режими роботи мережі – Ad-hoc і клієнт-сервер. Режим Ad-hoc (або «точка–точка») передбачає просту мережу, в якій безпосередній зв'язок між клієнтськими станціями здійснюється без участі спеціальної точки доступу. У режимі клієнт-сервер безпроводна мережа включає принаймні одну точку доступу, підключену до провідної мережі, і набір безпроводних клієнтських пристроїв. Оскільки в більшості випадків потрібен доступ до файлових серверів, принтерів та іншого обладнання провідної мережі, найчастіше застосовують режим клієнт-сервер.

Без додаткової зовнішньої антени стабільний зв'язок для пристроїв стандарту IEEE 802.11b забезпечується на таких середніх відстанях: у відкритому просторі – до 500 метрів, у приміщенні, розділеному неметалевими перегородками – близько 100 метрів, в офісі з кількома кімнатами – приблизно 30 метрів. Варто враховувати, що радіохвилі діапазону 2,4 ГГц можуть не проходити через товсті стіни з високим вмістом металеві арматури (наприклад, несучі залізобетонні стіни), тому в таких випадках між кімнатами доведеться встановлювати окремі точки доступу.

Для з'єднання віддалених локальних мереж або сегментів локальної мережі застосовується обладнання зі спрямованими антенами, що дозволяє збільшити дальність зв'язку до 20 км, а при використанні спеціальних підсилювачів і розміщенні антен на великій висоті – до 50 км. Таке обладнання може включати і пристрої Wi-Fi, до яких додаються спеціальні антени, якщо це передбачено конструкцією.

Об'єднання локальних мереж здійснюється за двома топологіями: «точка–точка» і «зірка». У топології «точка–точка» (яка відповідає режиму

Ad-hoc у стандарті IEEE 802.11) формується радіоміст між двома віддаленими сегментами мережі. Топологія «зірка» передбачає наявність однієї центральної станції, що взаємодіє з іншими віддаленими станціями. Центральна станція оснащується всепрямованою антеною, а віддалені – односпрямованими антенами. Використання всепрямованої антени у центральній станції обмежує дальність зв'язку приблизно 7 км. Якщо необхідно з'єднати сегменти локальної мережі, віддалені на відстань понад 7 км, застосовують схему «точка–точка», організовуючи безпроводну мережу з кільцевою або іншою більш складною топологією.

Потужність випромінювання передавача точки доступу або клієнтської станції стандарту IEEE 802.11 не перевищує 0,1 Вт. Для порівняння, потужність мобільного телефону значно вища. Оскільки мережеве обладнання зазвичай розташоване далеко від людини, в цілому безпроводні комп'ютерні мережі вважаються безпечнішими для здоров'я, ніж мобільні телефони [7].

У випадку використання безпроводної мережі для об'єднання віддалених сегментів локальної мережі антени зазвичай встановлюються зовні приміщень і на великій висоті.

Продукти, що відповідають стандарту IEEE 802.11, забезпечують чотири рівні захисту: фізичний рівень, ідентифікатор набору служб (SSID – Service Set Identifier), ідентифікатор управління доступом до середовища (MAC ID – Media Access Control ID) і шифрування.

Технологія DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum) для передачі даних у частотному діапазоні 2,4 ГГц протягом останніх 50 років широко застосовувалась у військових системах зв'язку для підвищення безпеки безпроводної передачі інформації. У схемі DSSS переданий потік даних розгортається по каналу шириною 20 МГц у діапазоні ISM за допомогою методу ключів додаткового коду (Complementary Code Keying, ССК). Для коректного прийому та декодування сигналу приймач має налаштуватися на відповідний частотний канал і використовувати ту саму схему ССК. Таким

чином, DSSS забезпечує первинний рівень захисту від несанкціонованого доступу до переданих даних. Крім того, DSSS є «тихим» інтерфейсом, оскільки підслуховуючі пристрої зазвичай сприймають цей сигнал як білий шум.

Ідентифікатор SSID (Service Set Identifier) дає можливість розрізнити різні безпроводні мережі, які можуть працювати в одному й тому ж просторі або зоні. Це унікальне ім'я мережі, що включається у заголовки пакетів даних та керування відповідно до стандарту IEEE 802.11. Точки доступу і безпроводні клієнти використовують SSID для фільтрації та прийому лише тих запитів, які відповідають їхній мережі. Таким чином, користувач не зможе підключитися до точки доступу без знання правильного SSID.

Доступ до мережі також може контролюватися за допомогою унікального ідентифікатора MAC ID – унікального номеру, який присвоюється кожній мережевій карті під час виробництва. При спробі підключення клієнтського ПК точка доступу перевіряє MAC-адресу клієнта, а клієнт, у свою чергу, повинен знати ім'я точки доступу.

Механізм Wired Equivalent Privacy (WEP), передбачений стандартом IEEE 802.11, додає ще один рівень безпеки, використовуючи алгоритм шифрування RC4 компанії RSA Data Security з 40- або 128-бітними ключами. Незважаючи на те, що застосування WEP знижує пропускну здатність мережі, ця технологія заслуговує уваги. WEP охоплює процеси аутентифікації та шифрування даних.

При аутентифікації з розділеним ключем для доступу до мережі використовується 64-бітний ключ: 40-бітний секретний ключ WEP і 24-бітний вектор ініціалізації (Initialization Vector). Якщо точка доступу налаштована на прийом лише розділеного ключа, вона надсилає клієнту випадковий рядок виклику довжиною 128 октетів.

Клієнт шифрує цей рядок і повертає його точці доступу, яка розшифровує та порівнює з оригіналом. Доступ надається лише після успішної перевірки. Процес розшифровки WEP-пакетів виконується шляхом

операції XOR між ключовим потоком і отриманими даними. При цьому 40-бітний ключ WEP не передається у відкритому вигляді, що ускладнює його вилучення з мережевого трафіку. Для підтримки безпеки ключ WEP рекомендується регулярно змінювати.

Стандарт WPA підтримує механізми аутентифікації 802.1X та протокол EAP (Extensible Authentication Protocol). Крім того, WPA використовує більш надійне шифрування AES (Advanced Encryption Standard), що є значним покращенням порівняно з RC4 у WEP. Важливо, що WPA може працювати на існуючому обладнанні Wi-Fi.

Особливості WPA включають:

- вдосконалену версію шифрування RC4;
- обов'язкову аутентифікацію з використанням EAP;
- централізовану систему управління безпекою, сумісну з корпоративними політиками.

WPA2 (Wireless Protected Access версія 2.0) – це покращена версія набору алгоритмів і протоколів для захисту даних у безпроводних мережах Wi-Fi. Він суттєво підвищує рівень безпеки у порівнянні з попередніми технологіями. WPA2 передбачає обов'язкове використання сильного шифрування AES і аутентифікації 802.1X.

Для забезпечення надійного захисту у корпоративних безпроводних мережах сьогодні обов'язковим є застосування WPA2. Попередні протоколи WEP і WPA мають відомі вразливості, і існують численні інструменти для злову мереж із захистом на основі WEP, доступні навіть початківцям хакерам. WPA2 підтримує два режими аутентифікації: персональний (Personal) та корпоративний (Enterprise). У режимі WPA2-Personal 256-бітний ключ PSK (Pre-Shared Key) генерується з пароля у відкритому тексті. Цей ключ разом з ідентифікатором SSID використовується для створення тимчасових сесійних ключів РТК (Pairwise Transient Key), які застосовуються для безпечного обміну даними між безпроводними пристроями.

4 РОЗРОБКА КОМП'ЮТЕРНОЇ МЕРЕЖІ ОРГАНІЗАЦІЇ

4.1 Постановка завдання

У рамках кваліфікаційної роботи було проведено проектування корпоративної комп'ютерної мережі для підприємства, що володіє комплексом складських об'єктів. Сьогодні це підприємство є одним із провідних постачальників будівельних матеріалів для будівельних компаній. Географія постачань охоплює три регіони України.

До складу організації входять наступні об'єкти:

- управління (включно з управлінням організацією, фінансовим відділом, бухгалтерією, маркетингом, менеджментом, прийомом і оформленням замовлень, логістикою);
- адміністративно-складський комплекс №1 (управління складом, постачання та інженерний супровід процесів);
- адміністративно-складський комплекс №2 (управління складом, постачання та інженерний супровід процесів);
- контрольно-пропускний пункт (відповідальний за охорону, перевірку документів, огляд транспорту і матеріальних цінностей).

Схема інформаційних потоків підприємства наведена на рисунку 4.1.

За технічним завданням необхідно спроектувати корпоративну комп'ютерну мережу (ККМ) з 90 робочими місцями. Вибір технології підключення до Інтернету залишається на розсуд виконавця. Віддалений сегмент мережі повинен бути розміщений у межах діаметра 500 метрів із центром в управлінні. Для прокладання мережі передбачено використання оптичного кабелю, а також екранованого (FTP) та неекранованого (UTP) кабелю типу «кручена пара» категорії 5, які прокладаються в кабельних каналах.

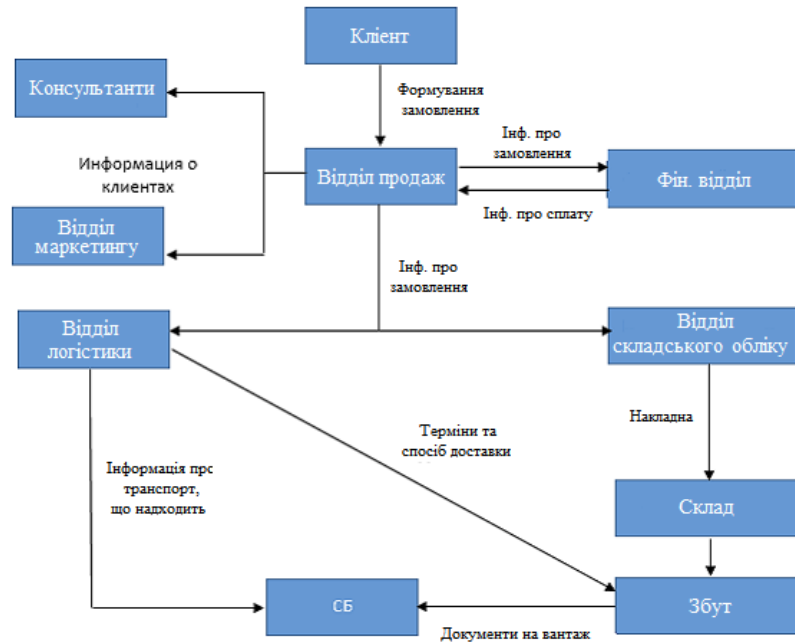


Рисунок 4.1 – Інформаційні потоки підприємства

Розгортання та впровадження комп'ютерної мережі має на меті автоматизацію основних бізнес-процесів організації, що, у свою чергу, забезпечить підвищення точності обробки інформації та оперативності роботи з документацією. Автоматизоване формування звітних документів дозволить істотно зменшити часові витрати, а отже – і витрати матеріальні.

Можливість отримання необхідної інформації через Інтернет, а також використання електронної пошти значно пришвидшить виробничі процеси, що сприятиме зростанню товарообігу за рахунок збільшення обсягів реалізації продукції.

Економічна доцільність впровадження комп'ютерної мережі зумовлена зменшенням трудовитрат на ведення бухгалтерського обліку, обробку необхідної інформації, а також зниженням вартості закупівель завдяки можливості пошуку вигідніших постачальників через мережу Інтернет.

Усе це свідчить про актуальність і, більш того, необхідність проектування корпоративної комп'ютерної мережі для даної організації. Проектована інфраструктура повинна відповідати зростаючим потребам бізнесу в галузі постачання будівельних матеріалів.

Процес розробки корпоративної комп'ютерної мережі передбачає поетапне впровадження, що дозволяє рівномірно розподілити фінансові витрати впродовж реалізації проекту та поступово перейти на новий рівень автоматизації внутрішніх процесів. Основні етапи проектування включають:

- визначення оптимальної топології комп'ютерної мережі;
- аналіз та вибір мережевого комутаційного обладнання;
- вибір серверної інфраструктури;
- підбір засобів моніторингу мережі;
- проектування структури підмереж VLAN;
- планування схеми IP-адресації;
- створення схематичного зображення архітектури комп'ютерної мережі.

4.2 Ієрархічна модель

У рамках проектування корпоративної комп'ютерної мережі було прийнято рішення використовувати сучасну ієрархічну модель побудови мережевої інфраструктури, запропоновану компанією Cisco Systems. Ця модель передбачає розділення мережі на три основні логічні рівні, кожен з яких виконує певні функціональні завдання (рисунок 4.2).

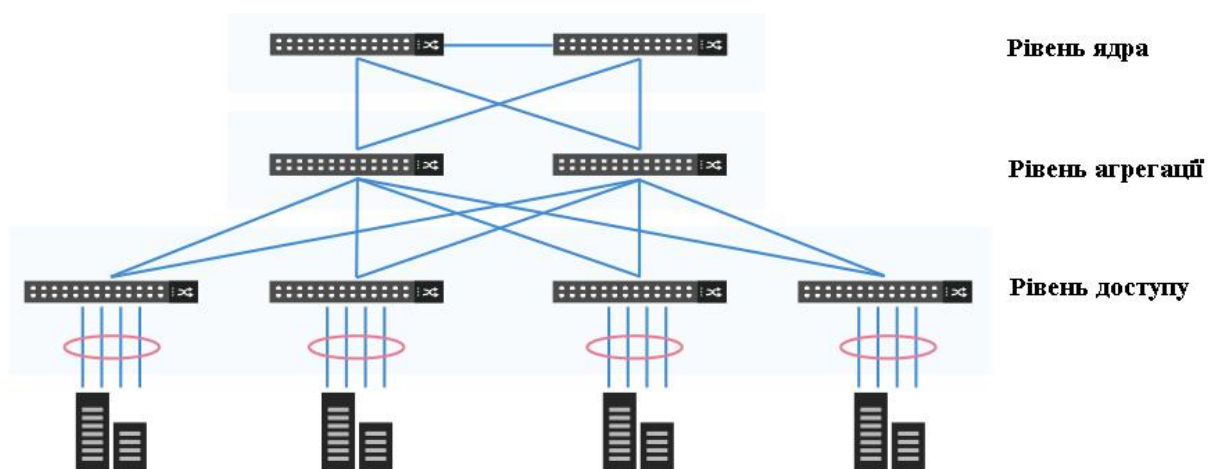


Рисунок 4.2 – Ієрархічна модель ККМ

4.2 Вибір топології комп'ютерної мережі

Рівень ядра (Core Layer) – формується комутаторами, що функціонують на 2-му та 3-му рівнях моделі OSI. Основна мета цього рівня – забезпечення високошвидкісної комутації мережевого трафіку. Оскільки трафік на цьому рівні є спільним для багатьох користувачів, будь-яка помилка тут впливає на всю мережу, тому особлива увага приділяється надійності й відмовостійкості. Також важливо забезпечити мінімальні затримки при передачі великих обсягів інформації.

Рівень розподілу (Distribution Layer) – включає мережеві пристрої, що працюють на 3-му і 4-му рівнях OSI. На цьому рівні реалізуються маршрутизація, контроль доступу, фільтрація трафіку, а також трансляція адрес і міжмережева взаємодія VLAN. Важливою функцією цього рівня є реалізація політик мережевої безпеки, визначення пріоритетів обробки трафіку і оптимальних маршрутів до мережевих сервісів. Також тут встановлюються межі ширококомовних і багатоадресних доменів.

Рівень доступу (Access Layer) – включає комутатори другого рівня моделі OSI, до яких безпосередньо підключаються користувацькі пристрої. Основне завдання рівня доступу – організація підключення робочих станцій, контроль доступу до мережевих ресурсів, сегментація мережі та реалізація базових політик безпеки. Саме тут формуються домени колізій, а з'єднання з рівнем розподілу забезпечує взаємодію окремих робочих груп із центральною частиною мережі. Найчастіше на цьому рівні застосовуються технології Ethernet або DDR.

Слід зазначити, що вказані рівні є логічними і не завжди точно відповідають фізичному розміщенню пристроїв. Наприклад, один пристрій може виконувати функції кількох рівнів одночасно, або кілька пристроїв – реалізовувати функції одного рівня. Це подібно до моделі OSI, де кожен рівень виконує окремі завдання, але в реальних мережах протоколи та пристрої можуть охоплювати кілька рівнів одночасно.

4.3 Вибір і аналіз комутаційного обладнання

Процес підбору мережевого обладнання здійснювався з урахуванням вимог, які ставляться до пристроїв кожного з рівнів мережі. Відповідно до ієрархічної трирівневої моделі архітектури комп'ютерної мережі, обраної для реалізації в даному проекті, було визначено необхідність у підборі обладнання для таких логічних рівнів:

- рівень ядра (Core layer);
- рівень розподілу (Distribution layer);
- рівень доступу (Access layer).

Крім того, для забезпечення виходу корпоративної мережі в глобальну мережу Інтернет необхідно обрати маршрутизатор, здатний підтримувати необхідні типи підключення та відповідний обсяг трафіку.

Для реалізації оптичних каналів зв'язку передбачено використання SFP-модулів (Small Form-factor Pluggable), які дозволяють підключати комутатори до оптичних ліній на великих відстанях. Також в межах побудови безпроводної частини мережі було передбачено вибір відповідних точок доступу (Access Points), які забезпечують покриття Wi-Fi у визначених зонах, з урахуванням стандартів безпеки, пропускну здатності та підтримки актуальних протоколів безпроводного зв'язку.

4.3.1 Рівень ядра і розподілу

З урахуванням економічної доцільності, а також територіального розміщення об'єктів корпоративної мережі, було прийнято раціональне рішення об'єднати функції рівня ядра та рівня розподілу в межах одного пристрою. Для цього обрано багаторівневий комутатор Cisco Catalyst WS-C3560G-24TS-S, який забезпечує підтримку як другого, так і третього рівнів моделі OSI та відповідає вимогам до продуктивності, масштабованості й функціональності (рисунок 4.3).



Рисунок 4.3 – Багаторівневий комутатор Cisco Catalyst WS-C3560G-24TS

Модель Cisco Catalyst WS-C3560G-24TS-S належить до серії комутаторів із фіксованою конфігурацією Catalyst 3560. Пристрій оснащено 24 портами Ethernet 10/100/1000Base-T для підключення мережевих пристроїв, а також 4 портами SFP (mini-GBIC) для організації оптичних каналів зв'язку.

Комутатор постачається з програмним забезпеченням IP Base Image, яке підтримує базові функції маршрутизації та політик керування трафіком. У версіях з інтерфейсами Fast Ethernet і Gigabit Ethernet реалізована підтримка технології PoE (Power over Ethernet), що забезпечує живлення мережевих пристроїв через кабель «вита пара» відповідно до стандарту IEEE 802.3af і фірмових рішень Cisco. Технічні характеристики Cisco Catalyst WS-C3560G-24TS-S наведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Характеристики Cisco Catalyst WS-C3560G-24TS-S

Загальні характеристики	
Тип пристрою	Комутатор (switch)
Можливість установки в стійку	є
Об'єм оперативної пам'яті	128 Мб
Обсяг пам'яті	32 Мб
Кількість портів комутатора	24 x Ethernet 10/100/1000 Мбіт/сек
Внутрішня пропускна здатність	32 Гбіт/сек
Розмір таблиці MAC адрес	12228
Протоколи динамічної маршрутизації	IGMP v2, IGMP v3, RIP v1, RIP v2, OSPF

Основні функціональні можливості Cisco Catalyst 3560:

- система QoS (Quality of Service) з можливістю гнучкого управління пріоритетами трафіку;
- механізми обмеження швидкості передачі даних;
- списки контролю доступу (ACL) для реалізації політик безпеки;
- підтримка управління мультимовленням (multicast);
- високошвидкісна IP-маршрутизація з можливістю міжмережевої взаємодії на рівні L3.

4.3.2 Рівень доступу

Обладнання, що функціонує на рівні доступу, виконує ключову роль у забезпеченні взаємодії робочих станцій і серверів із наступним – розподільчим – рівнем ієрархічної моделі мережі. Як правило, цей рівень представлений комутаторами другого рівня моделі OSI.

Під час вибору обладнання для рівня доступу основну увагу було приділено таким критеріям, як вартість, функціональність і технічні характеристики. У рамках побудови корпоративної мережі для підприємства були обрані комутатори другого рівня Cisco Catalyst WS-C2960G-24TC-L та Catalyst WS-C2960G-48TC-LS (рисунок 4.4).

Комутатори серії Cisco Catalyst 2960 є інтелектуальними комутаторами з фіксованою конфігурацією, призначеними для підключення кінцевих пристроїв до мереж Ethernet (Fast Ethernet та Gigabit Ethernet) із максимальною швидкістю, яку підтримує середовище передачі. Завдяки високій пропускній здатності вони ефективно задовольняють потреби периферійної частини мережі в умовах зростання обсягів трафіку.

Для агрегації трафіку в цих пристроях реалізовано гігабітні uplink-порти комбінованого типу, які можуть об'єднуватися в логічний канал за допомогою технології Gigabit Ethernet Channel, що забезпечує балансування навантаження та підвищену відмовостійкість.



Рисунок 4.4 – Комутатор другого рівня Cisco Catalyst WS-C2960G-24TC-L

Для зручності налаштування мережевих параметрів у комутаторах серії Cisco Catalyst 2960 реалізовано функцію Smartports, яка дозволяє автоматизувати базову конфігурацію портів на основі їхнього призначення. Це значно спрощує процес адміністрування мережі та зменшує ймовірність помилок при ручному налаштуванні.

Комутатори Catalyst 2960 підтримують швидкість передачі даних 100 Мбіт/с і 1 Гбіт/с, що повністю відповідає вимогам сучасних корпоративних LAN-сервісів. Вони є оптимальним рішенням для побудови локальних мереж, у тому числі в регіональних офісах і філіях.

4.3.3 Вибір маршрутизатора

У межах корпоративної комп'ютерної мережі маршрутизатор виконує функцію основного шлюзу для підключення до глобальної мережі Інтернет. Основними критеріями вибору пристрою виступали показники продуктивності, пропускну здатності каналів, а також гнучкість конфігурації. Для реалізації функцій маршрутизації в корпоративній мережі було обрано Cisco 2911 – продуктивний маршрутизатор серії ISR (Integrated Services Router), що має такі характеристики:

- 3 порти 10/100/1000 BaseT Ethernet;
- 4 слоти для карт розширення EHWIC;
- 2 слоти PVDM3 для обробки голосових потоків;
- по одному слоту SM (Service Module) та ISM (Internal Services Module);
- вбудований блок живлення AC.

Маршрутизатор забезпечує високу гнучкість масштабування, має запас ресурсів для підтримки VPN, фаєрволів, голосового трафіку та інших служб, що характерні для корпоративного середовища (таблиця 4.2).

Таблиця 4.2 – Технічні характеристики Catalyst WS-C2960G-24TC-L

Загальні характеристики	
Тип пристрою	Комутатор (switch)
Можливість установки в стойку	є
Кількість слотів для додаткових інтерфейсів	4
Об'єм оперативної пам'яті	64 Мб
Обсяг флеш-пам'яті	32 Мб
Кількість портів комутатора	24 x Ethernet 10/100/1000 Мбіт/сек
Внутрішня пропускна здатність	32 Гбіт/сек
Розмір таблиці MAC адрес	8192
Підтримка стандартів	Auto MDI/MDIX, IEEE 802.1p (Priority tags), IEEE 802.1q (VLAN)

Для реалізації функції маршрутизації в корпоративній мережі підприємства було обрано маршрутизатор Cisco 2911, який оснащений трьома портами 10/100/1000 BaseT Ethernet, чотирма слотами розширення ENWIC, двома слотами PVDM3, а також по одному слоту SM і ISM. Живлення пристрою здійснюється від мережі змінного струму за допомогою вбудованого АС-блоку живлення (рисунок 4.5).



Рисунок 4.5 – Маршрутизатор Cisco 2911

Серія маршрутизаторів Cisco ISR 2900 (Integrated Services Routers) є лінійкою мережевого обладнання з інтегрованою підтримкою сервісів, спеціально розробленою для потреб малого та середнього бізнесу. Вона базується на понад 25-річному досвіді компанії Cisco у впровадженні інноваційних технологій і створенні ефективних рішень. Архітектура нових платформ забезпечує підтримку наступного етапу розвитку інфраструктури віддалених підрозділів, дозволяючи реалізовувати мультимедійні інструменти для спільної роботи та функції віртуалізації безпосередньо на рівні філій, що сприяє значному зниженню експлуатаційних витрат.

Наявність універсального образу операційної системи Cisco IOS та інтегрованого модуля Services Ready Engine дає змогу розділити процеси розгортання апаратного забезпечення і програмного функціоналу, що створює гнучку і надійну платформу, адаптовану до динамічних змін.

4.3.4 Оптичні SFP-модулі

SFP (Small Form-factor Pluggable) – це промисловий стандарт компактних модульних приймачів-передавачів (трансиверів), які застосовуються для передачі даних у телекомунікаційних мережах. Для проєктованої мережі було обрано оптичний модуль Cisco GLC-LH-SM, що відповідає стандарту 1000BASE-LX/LH SFP. Цей модуль призначений для роботи з одномодовим оптичним волокном і підтримує передачу даних на відстань до 10 км (рисунок 4.6).



Рисунок 4.6 – Оптичний SFP модуль Cisco GLC-LH-SM

Модулі Cisco SFP (Small Form-factor Pluggable) призначені для встановлення у відповідні слоти маршрутизаторів або комутаторів, забезпечуючи підключення пристроїв до мережі через необхідний інтерфейс. Ці конвертори підтримують функцію гарячої заміни (hot-swap), що дозволяє змінювати їх без вимкнення обладнання. Існує широкий спектр модулів, які дають змогу підключати різні типи середовищ передачі даних: багатомодове та одномодове оптичне волокно, а також кручена пара.

4.3.5 Безпроводна точка доступу

Для організації зв'язку з віддаленим сегментом мережі буде використано безпроводну технологію. Оскільки відстань до віддаленого ділянку становить 500 метрів, необхідно застосувати дві спрямовані антени для безпроводних точок доступу. Основними критеріями вибору точки доступу стали дальність покриття, максимальна швидкість передачі даних і підтримка стандартів a/g/n. В результаті було обрано модель Cisco AIR-CAP2602I-A-K9 (рисунок 4.7).



Рисунок 4.7 – Безпроводна точка доступу Cisco AIR-CAP2602I-A-K9

Точки доступу серії Cisco Aironet 2600 є оптимальним вибором для корпоративних мереж будь-якого масштабу. Вони підтримують швидкість передачі даних до 450 Мбіт/с відповідно до стандарту 802.11n. Завдяки технології MIMO за схемою 3x4 з трьома просторовими потоками, а також

інноваційним рішенням Cisco CleanAir, ClientLink 2.0 і VideoStream, ці пристрої забезпечують стабільний високошвидкісний безпроводний зв'язок з мінімальними перешкодами.

4.4 Серверне обладнання

Для серверної інфраструктури було обрано стійкі до відмов сервери, які забезпечують цілодобову доступність. Для досягнення високої надійності використовується обладнання провідних світових виробників – Hewlett Packard, IBM та Intel. Основним сервером у проекті є блейд-сервер HP Proliant BL660c Gen9 (рисунок 4.8).



Рисунок 4.8 – Блейд-сервер HP Proliant BL660c Gen9

HP Proliant BL660c Gen9 (G9) – це сучасний блейд-сервер половинної висоти, що підтримує до 4 процесорів і великий обсяг оперативної пам'яті. Завдяки використанню 18-ядерних процесорів, сервер відзначається високою продуктивністю та масштабованістю в рамках блейд-технології. Для забезпечення гнучкості у розгортанні систем сервер оснащений кількома контролерами зберігання даних, зокрема HP Smart Array P246br та HP Dynamic Smart Array B140i, які реалізують багаторівневу систему зберігання.

5 РОЗРОБКА МЕРЕЖІ

5.1 Розробка плану підмереж VLAN

VLAN (від англ. Virtual Local Area Network) – це логічна, або «віртуальна», локальна комп'ютерна мережа, що об'єднує групу хостів із спільними вимогами, які взаємодіють між собою так, ніби знаходяться в одному ширококомовному домені, незалежно від їхнього фізичного розташування.

VLAN володіє тими ж характеристиками, що і фізична локальна мережа, але дає змогу об'єднати кінцеві пристрої в єдину групу навіть при розподіленості в різних фізичних мережах. Така організація здійснюється програмними засобами, без необхідності фізично переміщувати обладнання.

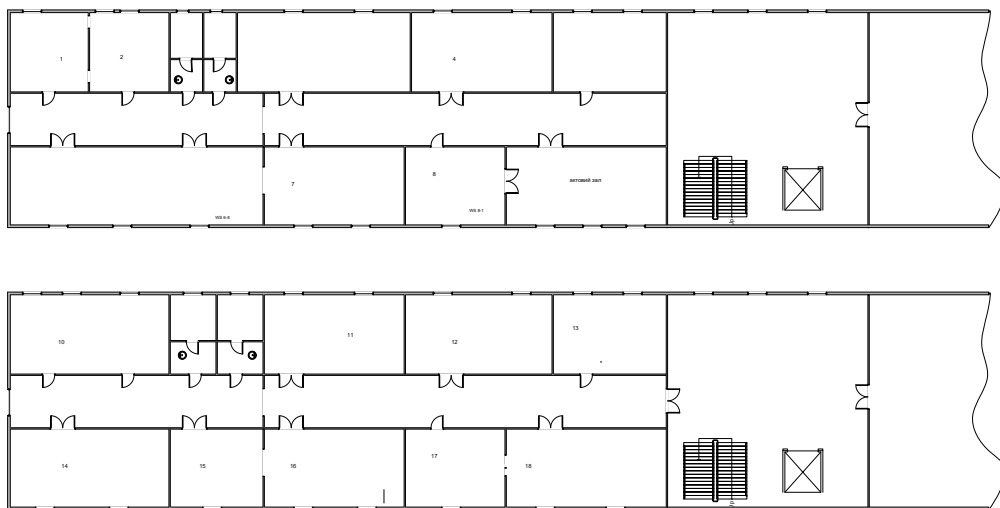


Рисунок 5.1 – План першого і другого поверху адміністративної будівлі

Впровадження цієї технології зумовлене потребою розділити користувачів мережі на окремі групи та обмежити поширення ширококомовного трафіку в межах одного ширококомовного домену, що сприяє зменшенню навантаження на канали зв'язку.

Крім того, застосування VLAN дозволяє звузити зону впливу потенційних проблем, таких як ширококомовний шторм, обмежуючи його поширення лише в межах конкретної підмережі. У мережі виділені такі групи користувачів:

- користувачі управління (У);
- користувачі служби безпеки (СБ);
- користувачі складу №1 (С1);
- користувачі складу №2 (С2).

Окрім того, існують окремі VLAN для серверів (С) та мережі управління пристроями (У).

Всі ці групи ізольовані одна від одної, без прямого доступу між VLAN. План підмереж VLAN наведено у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – План підмереж VLAN

№ VLAN	VLAN name	Примітка
1	default	Не використовується
2	Management	Для керування пристроями
3	Servers	Для серверної ферми
4-100		Зарезервовано
101	ZU	Для користувачів Управління
102	SB	Для користувачів Служби безпеки
103	С1	Для користувачів складу № 1
104	С2	Для користувачів складу №2

5.2 Розробка плану IP-адресації

IP-адреси (IP address) є основним видом адресації на мережевому рівні, за допомогою яких передаються повідомлення у вигляді IP-пакетів. Кожна IP-адреса складається з 4 байтів, що записуються у десятковому форматі та

розділяються крапками, наприклад, 117.52.9.44. Призначення IP-адреси вузлу здійснюється незалежно від його локальної адреси. Маршрутизатор, за своєю природою, одночасно підключений до декількох мереж, тому кожен його порт має унікальну IP-адресу.

Аналогічно, кінцевий пристрій може входити до кількох IP-мереж, відповідно, для кожного мережевого інтерфейсу йому призначається окрема IP-адреса. Отже, IP-адреса позначає не конкретний комп'ютер або маршрутизатор, а певне мережеве з'єднання.

Маска підмережі (subnet mask) – це число, яке використовується разом із IP-адресою; його двійковий запис містить одиниці на позиціях, що позначають номер мережі в IP-адресі.

Приватна IP-адреса, також відома як внутрішня або локальна (часто «сіра»), належить до спеціальних діапазонів, які не використовуються в Інтернеті. Вони призначені для застосування у локальних мережах, і їх розподіл не регулюється централізовано.

Для корпоративної мережі обрано приватний діапазон IP-адрес класу В із маскою підмережі 255.255.255.0, що дозволяє мати до 256 вузлів у кожній підмережі. Детальний план IP-адресації наведено у таблиці 5.2.

План IP-адресації є ключовою основою проекту мережі. Правильно розроблений IP-план сприяє зниженню навантаження на мережеве обладнання при масштабних територіально розподілених мережах, а також спрощує розуміння інфраструктури для обслуговуючого персоналу. Це, у свою чергу, зменшує ризики відмов мережевих компонентів через людський фактор.

5.3 Створення схеми комп'ютерної мережі

Процес розробки корпоративної комп'ютерної мережі підприємства є складним і відповідальним завданням, оскільки будь-яка помилка на етапі проектування може призвести до перебоїв у роботі бізнес-процесів і, як

наслідок, фінансових втрат. Розробка мережі базувалася на існуючій схемі інформаційних потоків, де ключовим елементом виступає сервер ERP-системи. Під час проєктування було обрано відповідну мережеву топологію, а також підібране комутаційне і серверне обладнання, зокрема сервер для IP-телефонії.

Таблиця 5.2 – План IP адресації

IP-адреса	Примітка	VLAN
1	2	3
172.16.0.0/24	Серверна ферма	3
172.16.0.1	Шлюз	
172.16.0.2	Web	
172.16.0.3	File	
172.16.0.4	Mail	
172.16.0.5	KIC	
172.16.1.0/24	Управління	
172.16.1.1	Шлюз	
172.16.1.2	sw-zu-core	
172.16.1.3	gw-zu	
172.16.1.4	sw-zu-server	
172.16.1.5	sw-zu-user1	
172.16.1.6	sw-zu-user2	
172.16.1.7	sw-kpp	
172.16.1.8	sw-abl-cl	
172.16.1.9	sw-c 1	
172.16.1.10	sw-abl-cl	
172.16.1.11	sw-c 2	
172.16.2.0/24	Сеть Point-to-Point	
172.16.2.1	Шлюз	

Продовження таблиці 5.2

1	2	3
172.16.3.0/24	Управління	101
172.16.3.1	Шлюз	
172.16.3.2- 172.16.3.254	Пул для користувачів	
172.16.4.0/24	Служба безпеки	102
172.16.4.1	Шлюз	
172.16.4.2- 172.16.4.254	Пул для користувачів	
172.16.5.0/24	Склад №1	103
172.16.5.1	Шлюз	
172.16.5.2- 172.16.5.254	Пул для користувачів	
172.16.6.0/24	Склад №2	104
172.16.6.1	Шлюз	
172.16.6.2- 172.16.6.254	Пул для користувачів	

За результатами аналізу і вибору обладнання для корпоративної мережі, створено таблицю з повним переліком необхідних компонентів (таблиця 5.3).

Таблиця 5.3 – Вибране обладнання для проекту

№ п/п	Найменування	Тип
1	Cisco Catalyst WS-C3560G-24TS-S	Комутатор
2	Cisco Catalyst WS-C2960G-24(48)TC-L	Комутатор
3	Cisco 2911	Маршрутизатор
4	Cisco GLC-LH-SM	Оптичний SFP модуль
5	Cisco AIR-CAP2602I-A-K9	Безпроводна ТД
6	HP Proliant BL660c Gen9	Блейд-сервер

Після аналізу всієї наявної інформації, зібраної під час розробки корпоративної комп'ютерної мережі, була створена логічна схема мережі. Робота над схемою виконувалася в графічному редакторі Microsoft Visio, який має потужний інтерфейс та широкий набір інструментів для створення індивідуальних методів організації інформації.

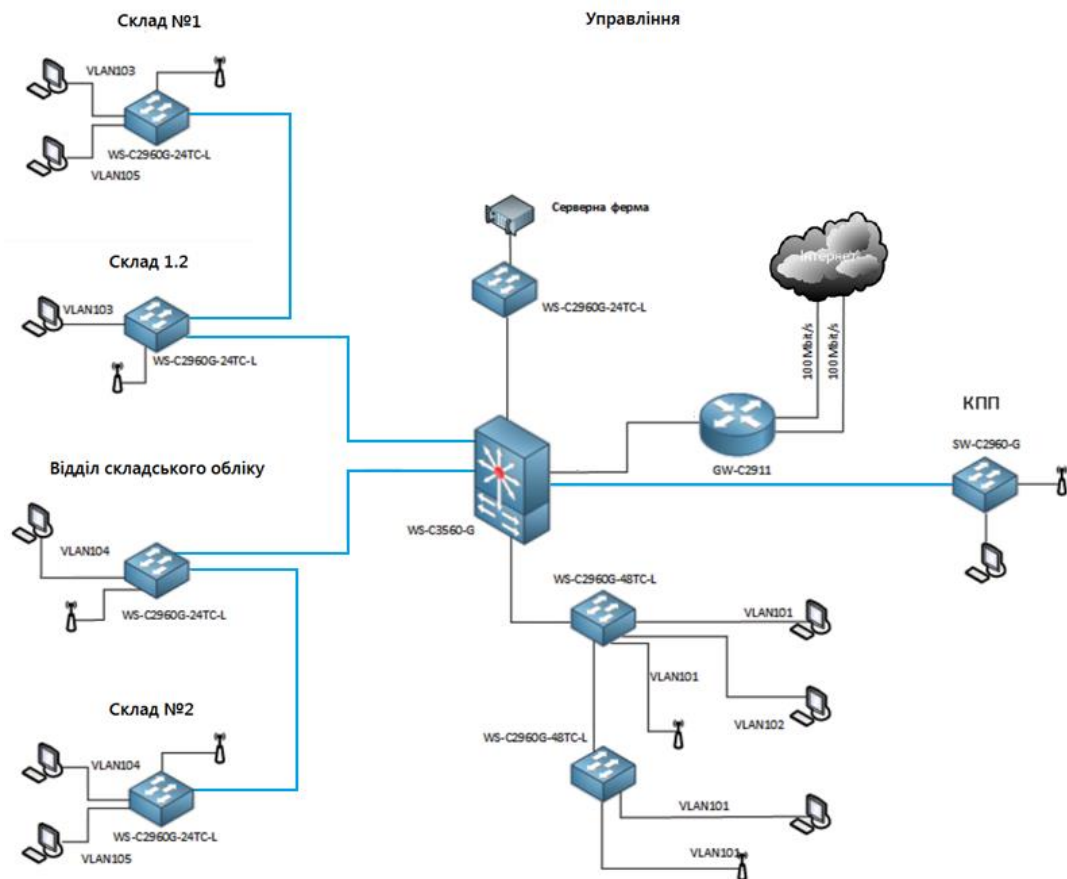


Рисунок 5.2 – Логічна схема комп'ютерної мережі підприємства

На логічній схемі відображено:

- фізичні мережеві пристрої;
- типи пристроїв;
- найменування пристроїв;
- IP-адреси для управління пристроями;
- IP-адресацію підмереж;
- VLAN (віртуальні локальні мережі);
- канали зв'язку.

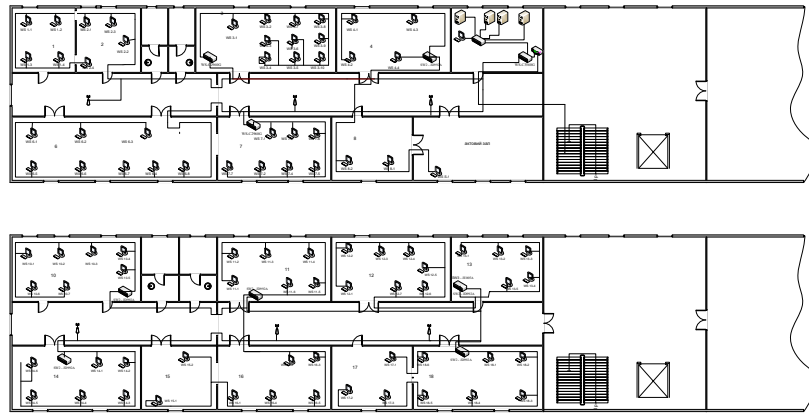


Рисунок 5.3 – План першого і другого поверху адміністративної будівлі з розміщенням мережевим обладнанням

На рисунку 5.3 наведено план приміщень адміністративної будівлі з розташуванням обладнання комп'ютерної мережі організації

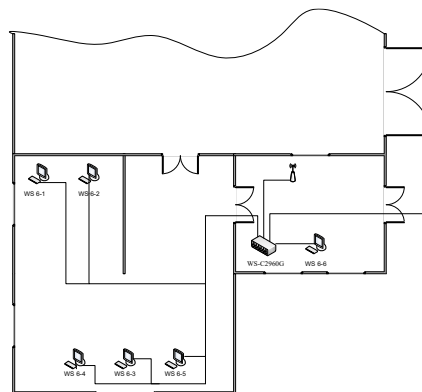


Рисунок 5.4 – Схема комп'ютерної мережі складу №1

На рисунку 5.4 зображено план розташування мережевого обладнання у приміщенні Складу №1.

ВИСНОВКИ

У процесі виконання кваліфікаційної роботи було проведено аналіз основних аспектів проектування корпоративних комп'ютерних мереж та розглянуто загальні етапи їх створення.

Під час розробки мережі здійснено вибір оптимальної топології, проведено аналіз і підбір комутаційного обладнання, визначено серверну інфраструктуру, а також розроблено план VLAN-підмереж, план IP-адресації і створено логічну схему мережі.

Спроектована мережа повністю відповідає сучасним вимогам до корпоративних комп'ютерних мереж, забезпечуючи надійність і високу продуктивність.

Впровадження цієї корпоративної мережі дозволить підвищити ефективність роботи підприємства, знизити витрати на обслуговуючий персонал та покращити технічні характеристики мережевої інфраструктури.

Отже, всі поставлені завдання виконані, а мета проекту досягнута.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Смирнов, І.Г. Структуровані кабельні системи/І.Г. Смирнов. Вид-во Вільямс, 2014. - 652 с.
2. Стерлінг, Д.Д. Технічне посібник з волоконної оптики/Д.Д. Стерлінг, З. Янг. -: Вид-во Лорі, 2004. - 195 с.
3. Ганьжа, Д.Г. Віртуалізація мереж ЦОД/Д.Г. Ганьжа// Журнал мережевих рішень LAN. - 2017. - № 5. - С. 12–14. Джеймс Трулав Мережі. Технології, прокладання, обслуговування / Д. Трулав. - Перекладач: М. Голубєв – К-Прес, 2009 - 560 с.
4. Жуков І.В. Основи мережевих технологій/І. Жуков. – Навчальний посібник – К-Прес, 2015 р. – 430 с.
5. Гук М.Ю. Апаратні засоби IBM PC. Енциклопедія/М.Ю. Гук. - 3-тє вид. : 2006 р. - 1072 с.
6. Дібров М.В. Комп'ютерні мережі та телекомунікації. Маршрутизація в IP-мережах. У 2 год. Ч. 2: Підручник та практикум для СПО / М.В. Дібров. : Видавництво Юрайт, 2017 - 351 с.
7. Поляков А.А., Цветков В.Я. Прикладна інформатика: Навчально-методичний посібник: У 2-х частинах: Частина 1. : МАКС Прес, 2008.-778 с.