

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 _____ Гаврану Ярославу Миколайовичу _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи _____ Комп'ютерна мережа підприємства «Уніком» з віддаленими
підрозділами _____

затверджена наказом по університету від “ 26 ” травня 2025 р. № 424 Ст

2. Термін подання здобувачем роботи до екзаменаційної комісії _____ 16 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	26.05.24-30.05.24	
2	Аналіз роботи підприємства	31.05.24-04.06.24	
3	Розробка структури корпоративної мережі підприємства	05.06.24-06.06.24	
4	Вибір апаратних засобів реалізації мережі	07.06.24-09.06.24	
5	Оформлення матеріалів кваліфікаційної роботи	10.06.24-11.08.24	
6	Подання кваліфікаційної роботи керівникові та її попередній захист	12.06.24	
7	Подання кваліфікаційної роботи на рецензування	16.06.24	

Дата видачі завдання “ 26 ” травня 2025 р.

Здобувач

_____ (підпис)

Керівник роботи

_____ (підпис)

_____ ст. викл. Ольга ЄРОШЕНКО

_____ (посада, власне ім'я, прізвище)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи: 52 с., 22 рис., 2 табл., 1 дод., 7 джерел.

ВІРТУАЛЬНА ЛОКАЛЬНА МЕРЕЖА, КАНАЛ ПЕРДАЧІ ДАНИХ, КОРПОРАТИВНА МЕРЕЖА, ЛОКАЛЬНА ОБЧИСЛЮВАЛЬНА МЕРЕЖА, МЕРЕЖА ІНТЕРНЕТ, МАРШРУТИЗАТОР.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка комп'ютерної мережі підприємства. Проведено аналіз специфіки підприємства, його структури и розташування. Сформульовано вимоги до проєктованої мережі. Здійснено вибір базової топології мережі и технології передачі даних. Розроблені структурна и функціональна схеми мережі підприємства.

Предмет розробки – сучасні корпоративні мережі, задачі, які ними реалізовані, потреби корпоративних користувачів, обладнання, яке використовується при побудові активної та пасивної складових мереж передачі даних.

ABSTRACT

Bachelor's thesis: 52 pages, 22 figures, 2 tables, 1 appendices, 7 sources.

VIRTUAL LOCAL NETWORK, DATA TRANSMISSION CHANNEL, CORPORATE NETWORK, LOCAL COMPUTER NETWORK, INTERNET NETWORK, ROUTER.

The purpose of the qualification work is to develop a computer network of the enterprise. An analysis of the specifics of the enterprise, its structure and location was carried out. Requirements for the designed network were formulated. The basic network topology and data transmission technology were selected. The structural and functional scheme of the enterprise network was developed.

The subject of the development is modern corporate networks, the tasks that they implement, the needs of corporate users, the equipment used in the construction of active and passive components of data transmission networks.

ЗМІСТ

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ	7
ВСТУП	8
1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ	9
1.1 Еталонна модель ISO/OSI.....	9
1.2 Архітектура TCP/IP.....	10
1.2.1 Мережевий (IP) рівень.....	11
1.2.2 Протоколи TCP і UDP.....	12
1.2.3 Протоколи додатків	12
1.3 Ethernet	12
2 СЕРЕДОВИЩА ПЕРЕДАЧІ	19
2.1 Симетричні пари кабелів.....	19
2.2 Оптичні волокна.....	21
3 МЕРЕЖЕВІ ТЕХНОЛОГІЇ.....	24
3.1 Топологія мереж.....	24
3.1.1 Топологія «шина»	24
3.1.2 Топологія «кільце».....	24
3.1.3 Зіркоподібна топологія.....	25
3.2 Активні мережеві елементи	25
3.3 Телекомунікаційна шафа.....	28
4 АНАЛІЗ ВИХІДНИХ ДАНИХ.....	31
4.1 Експлікація об'єкту.....	31
4.2 Вибір основних мережевих рішень	36
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	45
ДОДАТОК А Графічний матеріал кваліфікаційної роботи.....	46

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

ВЛМ – віртуальна локальна мережа

ЛОМ – локальна обчислювальна мережа

IP – міжмережевий протокол (англ., Internet Protocol)

IPG – міжкадровий тимчасовий зазор (англ., Inter Packet Gap)

IPX – протокол міжмережевий передачі пакетів (англ., Internetwork Packet Exchange)

MAC – управління доступом до середовища передачі (англ., Media Access Control)

MAN – мережа міського масштабу (англ., Metropolitan–Area Network)

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

UTP – неекранована кручена пара (англ., Unshilded Twisted Pair)

VPN – віртуальна приватна мережа (англ., Virtual Private Network)

WAN – широкомасштабна (глобальна) мережа (англ., Wide-Area Network)

ВСТУП

Зараз комп'ютерна мережа є невід'ємною частиною як повсякденної роботи, так і особистого життя. Це дозволяє нам легко отримати доступ до інформації, яку нам було б важко знайти, а також працювати з власними даними та даними інших людей. Правильно реалізована комп'ютерна мережа робить роботу ефективнішою та економить час. Однак, щоб створити добре функціонуюче ціле, необхідно дотримуватися стандартів, процедур та інструкцій виробника.

Сьогодні доступ до Інтернету, включаючи пов'язані з ним послуги, сприймається як належне. Комп'ютерна мережа – це складна система, що складається з декількох елементів.

За будь-яке технічне обладнання, доводиться платити за якість, тому дана система може коштувати дуже дорого. Однак, дивлячись у майбутнє, можна сказати, що елементи вищої якості зазвичай служать довше, тому вкладена в них сума з часом окупиться.

Але важливе значення мають вимоги замовника і реальне навантаження, яке може виникнути в мережі. Тому не потрібно намагатися без потреби розробити мережу великого розміру, якою клієнт, ймовірно, ніколи не скористається. З іншого боку, важливо враховувати, що може змінитися призначення простору або збільшитися кількість кінцевих вузлів. З цієї причини потрібно проектувати комп'ютерну мережу з певним запасом, щоб уникнути проблем у майбутньому.

Комп'ютерна мережа – це технічне обладнання, від якого очікується тривалий термін служби та надійність. Це дозволяє поширювати інформацію з великою фінансовою чи моральною цінністю. Це слід враховувати як при проектуванні, так і при монтажі.

1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ

1.1 Еталонна модель ISO/OSI

Це модель відкритої мережі, яка не містить протоколів і стандартів. Модель визначає групування логічних функцій потоку інформації між системами, не намагаючись детально описати жодну з цих функцій.

Модель розділена на сім рівнів, де кожен шар містить групу логічних функцій. Три нижніх рівня орієнтовані на передачу даних, над якими розташований транспортний рівень, а три верхніх рівня, що залишилися, орієнтовані на підтримку додатків.

Комунікація відбувається таким чином, що нижчі рівні надають послуги вищим рівням, а вищі користуються послугами нижчих рівнів. Тут використовуються два види зв'язку – горизонтальний та вертикальний. Горизонтальна (логічна) комунікація завжди відбувається лише між шарами, які знаходяться на одному рівні, а вертикальна – завжди лише між сусідніми шарами.

Модель OSI

Дані	7 прикладний application	Доступ до мережевих служб
	6 представлень presentation	Представлення і кодування даних
	5 сеансовий session	Управління сеансом зв'язку
Сегменти	4 транспортний transport	Прямий зв'язок між кінцевими пунктами і надійність
Пакети	3 мережевий network	Визначення маршруту і логічна адресація
Кадри	2 канальний data link	Фізична адресація
Біти	1 фізичний physical	Робота з середовищем передачі, сигналами і двійковими даними

Рисунок 1.1 – Еталонна модель ISO/OSI

Фізичний рівень – це найнижчий рівень еталонної моделі ISO/OSI. Одиницею передачі на цьому рівні є 1 біт і не використовується жодна адресація. Він піклується лише про фізичну передачу бітових потоків (зі значеннями 0 або 1) для вищих рівнів. Наприклад, по металевому кабелю, оптичному кабелю або бездротовим способом.

Канальний рівень забезпечує доступ до спільного середовища передачі та адресації в одному сегменті мережі. Він контролює потік разом із синхронізацією окремих кадрів. Це також передбачає можливість перевірки за допомогою контрольної суми, розміщеної в кінці кадру, для можливого виявлення помилок. Цей рівень визначає маршрут, куди буде надіслано даний кадр. Для адресації на цьому рівні використовуються локальні адреси.

На мережевому рівні адресація є глобальною, а одиницею передачі є пакет. Використовуються логічні адреси, які визначають даний вузол у певній мережі. Це рівень без з'єднання, він не виконує з'єднання, лише передачу та маршрутизацію між двома комп'ютерами або цілими мережами, між якими немає прямого з'єднання. Рівень забезпечує вибір маршруту, так звану "маршрутизацію", під час з'єднання (часто існує більше можливих шляхів для передачі пакетів між вузлами).

На транспортному рівні для адресації використовуються порти, які визначають процеси всередині вузла. Одиницею передачі є дейтаграма. Це рівень адаптації для вищих рівнів програми. Тому він здатний змінити характер передачі, якщо це необхідно. Це також дозволяє адресувати та доставляти повідомлені або виявлені помилки. Адресація більше не виконується на вищих рівнях.

1.2 Архітектура TCP/IP

Це мережева архітектура, яка також включає протоколи зв'язку. Вона розділена на кілька рівнів і дозволяє обмінюватися протоколами, не впливаючи на інші рівні.

На відміну від еталонної моделі ISO/OSI, вона об'єднує всі рівні нижче мережевого рівня в так званий «рівень мережевого інтерфейсу». Тут архітектура TCP/IP не визначає власні технології передачі, а спирається на використання існуючих і діючих технологій. Тому він не вважає за необхідне повторно розробляти рішення, які вже були створені та працюють на практиці. Архітектура TCP/IP визначає, як найкраще використовувати ці технології.



Рисунок 1.2 – Архітектура TCP/IP

1.2.1 Мережевий (IP) рівень

Забезпечує передачу пакетів між віддаленими комп'ютерами. Єдиним протоколом передачі цього рівня є протокол IP. Пакет складається із заголовка, який містить адресу одержувача.

Це використовується для доставки пакетів адресату. Кожен мережевий інтерфейс у світі у величезному Інтернеті має глобально унікальну IP-адресу. Основне правило полягає в тому, що мережевий інтерфейс може мати кілька IP-адрес, але одна і та сама IP-адреса не може використовуватися кількома мережевими інтерфейсами. Окремі пакети передаються незалежно один від одного.

1.2.2 Протоколи TCP і UDP

Ці два протоколи відповідають транспортному рівню. Одиницею передачі як для TCP, так і для UDP є дейтаграма. Обидва протоколи забезпечують зв'язок між програмами на віддалених комп'ютерах.

Однак їх відмінність полягає в тому, що TCP забезпечує надійну передачу на основі з'єднання, тобто одержувач підтверджує отримані дані і запитує повторну передачу в разі втрати. UDP надсилає дейтаграму, не звертаючи уваги на те, чи була вона взагалі доставлена. Він використовує ненадійну передачу без з'єднання.

1.2.3 Протоколи додатків

Вони відповідають кільком рівням ISO/OSI, сеансовому, презентаційному та прикладному рівням. Вони зведені до одного прикладного рівня. Приклади протоколів: HTTP (HyperText Transfer Protocol), FTP (File Transfer Protocol), Telnet тощо.

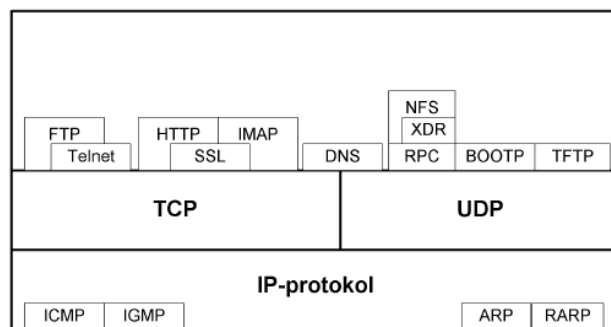


Рисунок 1.3 – Деякі протоколи з сімейства протоколів TCP/IP

1.3 Ethernet

Ethernet – це найпоширеніша технологія передачі, яка використовується в архітектурі TCP/IP як рівень мережевого інтерфейсу. Він охоплює фізичний і канальний рівні.

Він використовує методи вирішення колізій, оскільки працює зі спільним середовищем передачі. Домен колізій – це область мережі, де можуть виникнути зіткнення.

Важливо, щоб зіткнення поширювалося по всій області зіткнення за час, який відповідає найкоротшому можливому кадру. Потім це впливає, наприклад, на довжину кабелів. У провідних мережах область колізій утворена сегментами, з'єднаними активними елементами. У разі безпроводних мереж він знаходиться у всьому діапазоні точки доступу.

Важливо, щоб розмір ширококомовного домену був обраний належним чином. Якщо він включає занадто багато сегментів мережі, буде велике навантаження на активні елементи, що з'єднують окремі сегменти, у разі ширококомовної передачі (доставка всім користувачам мережі).

Основні характеристики Ethernet:

- швидкість передавання: від 10 Мбіт/с (Ethernet) до 100 Гбіт/с і більше (Gigabit Ethernet, 10/40/100 Gigabit Ethernet);
- топологія: здебільшого «зірка» – всі пристрої підключаються до центрального комутатора (switch);
- метод доступу: CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) – історично використовувався в коаксіальних мережах, зараз майже не застосовується через повний дуплекс;
- тип кабелю: зазвичай виті пари (Cat 5e, Cat 6, Cat 6a тощо), а також оптоволокно для великих відстаней.

Ethernet є основою для побудови більшості сучасних локальних і корпоративних мереж, включаючи безпроводні (Wi-Fi), де він використовується у проводовій частині інфраструктури.

Існує кілька основних різновидів Ethernet, які відрізняються між собою швидкістю передачі даних, типом середовища (кабелю), максимальними відстанями та використанням.

Ethernet (10BASE-T) – це один із перших стандартів Ethernet для передачі даних по витій парі, розроблений у 1990-х роках.

Основні характеристики:

- тип кабелю: неекранована виті пари (UTP), категорія 3 або вища;
- максимальна довжина кабелю: до 100 метрів між пристроями;
- топологія мережі: зірка (через комутатор або концентратор);
- кодування сигналу: Manchester Encoding;
- метод доступу: CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection).

На сьогодні 10BASE-T майже повністю застарів. Його використовували у перших локальних мережах у малих офісах і навчальних закладах, але з часом його витіснили швидші стандарти – Fast Ethernet (100BASE-TX) і Gigabit Ethernet (1000BASE-T).

Fast Ethernet (100BASE-TX) – це різновид Ethernet, що забезпечує передачу даних зі швидкістю 100 Мбіт/с по витій парі.

Він став стандартом для локальних мереж у 1990-х роках і був логічним розвитком 10BASE-T.

Цей стандарт використовує дві пари дротів у кабелі категорії 5 (Cat 5) або вищої, з максимальним допустимим сегментом довжиною до 100 метрів. Він підтримує як напівдуплексний, так і повнодуплексний режими роботи, з використанням методу доступу до середовища CSMA/CD у напівдуплексі.

100BASE-TX використовує кодування 4В/5В та лінійне кодування MLT-3 для ефективного передачі сигналу.

Gigabit Ethernet (1000BASE-T) – це один із найпоширеніших стандартів проводового Ethernet-з'єднання, який забезпечує швидкість передачі даних до 1 гігабіта на секунду по мідному кабелю.

Цей стандарт використовує всі чотири пари дротів у кабелі типу UTP (зазвичай категорії 5е або 6) та дозволяє передавати дані на відстань до 100 метрів без втрати якості.

Він сумісний з попередніми стандартами Ethernet, зокрема з 10BASE-T та 100BASE-TX, що дозволяє поступовий перехід мережі на вищу швидкість без заміни всього обладнання.

Gigabit Ethernet є оптимальним рішенням для сучасних офісів, навчальних закладів та підприємств, де потрібна висока пропускна здатність для одночасної роботи з великими обсягами даних.

Основні характеристики:

- тип кабелю: використовується стандартний UTP (Unshielded Twisted Pair) кабель, категорії Cat 5e, Cat 6 або вищої;
- кількість пар у кабелі: 4 пари (8 провідників) використовуються одночасно для передачі та прийому даних (на відміну від Fast Ethernet, який використовує лише 2 пари);
- дальність: максимальна відстань між пристроями – до 100 метрів без ретрансляції;
- метод кодування: PAM-5 (Pulse Amplitude Modulation), що дозволяє передавати більше даних по кожній парі дротів;
- топологія: здебільшого зіркоподібна, де всі пристрої підключені до комутатора;
- сумісність: повністю сумісний із 10BASE-T і 100BASE-TX, тобто пристрої можуть автоматично перемикатися на найвищу підтримувану швидкість.

Переваги Gigabit Ethernet:

- висока пропускна здатність – дозволяє передавати великі обсяги даних, що особливо важливо при роботі з відео, великими файлами чи віртуальними машинами;
- зниження затримок у мережі – покращення якості обслуговування (QoS) для критичних додатків;
- можливість модернізації без заміни кабельної інфраструктури – якщо вона відповідає вимогам (Cat 5e або вище).

Застосування Gigabit Ethernet:

- підключення комп'ютерів, серверів, точок доступу Wi-Fi;
- побудова магістральних з'єднань між комутаторами;
- використовується у мережах шкіл, офісів, лікарень та дата-центрів.

10 Gigabit Ethernet – це високошвидкісний стандарт мережі Ethernet, який забезпечує передачу даних на швидкості 10 Гбіт/с. Він підтримує кілька варіантів фізичного середовища залежно від потреб у відстані та типу кабелю.

Основні варіанти:

- 10GBASE-T
- 10GBASE-SR;
- 10GBASE-LR;
- 10GBASE-ER.

Переваги:

- низька затримка й висока пропускна здатність;
- підтримка сучасних стандартів QoS, віртуалізації та інтенсивних додатків (VDI, відео, хмарні сервіси);
- масштабованість для зростаючих потреб.

Загальні характеристики:

- швидкість: 10 Гбіт/с (10 000 Мбіт/с);
- дуплекс: Повний (Full Duplex);
- кадрування: Відповідає IEEE 802.3ae;
- метод доступу: CSMA/CD відсутній (через повний дуплекс);
- типи середовища: оптоволокну (багатомодове, одномодове), виті пари (Cat 6a і вище).

Таблиця 1.1 – Фізичні реалізації (основні типи)

Назва	Середовище	Макс. відстань	Опис використання
10GBASE-T	Вита пара (Cat6a)	до 100 м	Серверні, офіси
10GBASE-SR	Багатомодове волокно	до 400 м	Дата-центри
10GBASE-LR	Одномодове волокно	до 10 км	Між будівлями
10GBASE-ER	Одномодове волокно	до 40 км	Міжміські зв'язи

100 Gigabit Ethernet (100GbE) та його наступні покоління (200GbE, 400GbE, 800GbE та 1.6TbE) – це високошвидкісні стандарти Ethernet, створені для задоволення потреб сучасних дата-центрів, операторських мереж, хмарних обчислень, AI/ML кластерів і наукових установ, які працюють з колосальними обсягами даних у реальному часі.

Основні характеристики 100GbE:

- стандарт: IEEE 802.3ba (100GbE), IEEE 802.3bs (200/400GbE), IEEE 802.3ck (800GbE);
- швидкість: 100 Гбіт/с (та вище);
- тип передачі: Повнодуплекс;
- кадрування: Ethernet II (з підтримкою Jumbo Frames);
- середовище: оптоволокно, DAC-кабелі (Direct Attach Copper), активні оптичні кабелі (AOC).

Таблиця 1.2 – Типові інтерфейси 100GbE

Стандарт	Фізичне середовище	Дальність	Сфера застосування
100GBASE-SR4	Багатомодове волокно (OM4)	до 100 м	Інтерконекти всередині ЦОДів
100GBASE-LR4	Одномодове волокно	до 10 км	Зв'язок між ЦОДами/офісами
100GBASE-ER4	Одномодове волокно	до 40 км	Міжміські/операторські мережі
100GBASE-CR4	DAC (пасивний мідний кабель)	до 7 м	Серверні стійки
100GBASE-DR	Одномодове волокно	до 500 м	Маштабовані дата-центри

100G часто використовує QSFP28 (Quad Small Form-factor Pluggable) модулі.

Еволюція вище 100GbE:

- 200GbE (IEEE 802.3bs): 4×50G або 8×25G лінії – здебільшого для міжсерверних з'єднань;

- 400GbE (IEEE 802.3bs/802.3cd): 8×50G або 4×100G – використовується для spine-leaf архітектури;
- 800GbE (IEEE 802.3ck): 8×100G PAM4 (модернізований метод модуляції);
- 1.6TbE (у розробці): майбутній стандарт для AI дата-центрів.

Він був стандартизований організацією IEEE у 2010 році в рамках специфікації IEEE 802.3ba та став критично важливою технологією для дата-центрів, операторських мереж і високопродуктивних обчислювальних середовищ.

2 СЕРЕДОВИЩА ПЕРЕДАЧІ

Найпоширенішим середовищем передачі є металеві кабелі, у яких металевий провідник використовується для проведення електричних сигналів. Іншим варіантом передачі даних є оптичні кабелі, що містять оптичні волокна, що передають світлові імпульси з кодованими даними. Використовуються в основному для магістральних ліній (підключення окремих розподільних щитів, на магістралі мереж тощо). Сьогодні також діють бездротові мережі, які найчастіше використовують для передачі радіосигнали.

Хоча вартість кабелів (пасивних рівнів комп'ютерної мережі) становить приблизно 3-5% від загальної вартості, було доведено, що приблизно в 70% випадків пасивний рівень відповідає за збій усієї мережі.

2.1 Симетричні пари кабелів

Наразі найбільш широко використовуваний тип металевого кабелю. Він складається з чотирьох пар. Склад кабелю залежить від класу та категорії, а також відповідно до умов, для яких кабель призначений.

Основна класифікація симетричних парних кабелів:

- UTP (Unshielded Twisted Pair) – кабель неекранованої пари;
- STP (Shielded Twisted Pair) – кабель екранованої пари;
- FTP (Foil Shielded Twisted Pair) – кабель екранованої пари з фольгою;
- ISTP (Individually Shielded Twisted Pair) – кабель пари з індивідуальним екрануванням пари.

На якість передачі та майже на всі інші параметри кабелів впливає поздовжня стабільність повного опору лінії. Чим більш поздовжньо стабільний імпеданс (однакові значення імпедансу в різних частинах кабелю), тим краще параметри передачі. На поздовжню стабільність повного

опору лінії істотно впливає симетрія провідників (постійна відстань між осями провідників у парі). У класичних неекранованих парних кабелях симетрія неідеальна і в разі різкого вигину або в місці з'єднання роз'єму симетрія може бути повністю зруйнована.

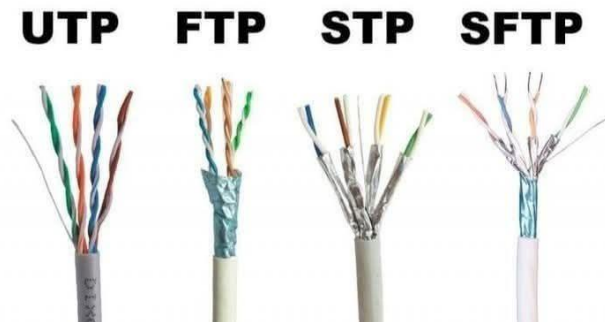


Рисунок 2.1 – Симетричні пари кабелів

Результатом порушеної симетрії кабелю є роз'єднання провідників в парі, що змінює поздовжню стабільність повного опору лінії. Згодом починають виникати перехресні перешкоди та відображення сигналу. Іншими можливими проблемами при порушенні симетрії можуть бути шум, випромінювання та недостатня стійкість до перешкод.

Для поліпшення параметрів передачі симетричних парних кабелів розроблена технологія зварювання крученої пари. Це зберігає постійне положення окремих кабелів у парі навіть при згинанні, скручуванні та інших механічних навантаженнях. Завдяки цьому кабель зі зварними парами не піддається негативному впливу порушення симетрії, як у випадку кабелю незварної пари.

З точки зору поздовжньої стабільності опору лінії хороших результатів досягають коаксіальні кабелі (інший тип кабелю не потрапляє в групу симетричних парних кабелів), які завдяки своїй конструкції дозволяють створювати кабель під час виробництва таким чином, щоб підтримувалася постійна відстань між центральним і зовнішнім провідниками. Результатом є кращі властивості передачі кабелю порівняно з іншими конструкціями.

Необхідною умовою для зварних парних кабелів є поєднання хороших властивостей передачі, які максимально наближені до коаксіального кабелю, з практичністю парних кабелів.



Рисунок 2.2 – Незварений і зварений парний кабель

Конструкція парних кабелів також може відрізнятися залежно від категорії. Особливо у вищих категоріях вставляється роздільний хрест для покращення передачі та зменшення перехресних перешкод через високі частоти, що забезпечує стабілізацію пари відносно один одного. Хрестовина скручується поздовжньо разом з тросовими парами, щоб забезпечити необхідну скручування всіх чотирьох пар. Найбільш часто використовувана конструкція розділового хреста називається x-сплайн. Для дуже високих частот використовується модифікований розширений хрест, який називається e-spline. Це додатково віддаляє дві найдовші пари одна від одної, тим самим зменшуючи можливі перехресні перешкоди.

2.2 Оптичні волокна

Конструкція та принципи роботи дають кілька переваг оптичним волокнам. Основною перевагою є висока швидкість передачі та широка смуга пропускання в порівнянні з металевими кабелями. Оптичні волокна не випромінюють електромагнітного випромінювання, і це випромінювання не впливає на їх роботу. Тому поряд із сильнострумовими кабелями можна прокласти оптоволокно. Передавач і приймач гальванічно розділені на оптичних волокнах (для захисту частин мережі, наприклад, у разі удару блискавки).

З точки зору безпеки прослуховувати сигнали, що передаються по оптичних волокнах, набагато складніше.

Двома основними типами оптичних волокон є одномодове та багатомодове волокно. Далі вони поділяються на волокна індексу кроку, які сьогодні майже не використовуються, і волокна градієнта.

З точки зору конструкції, оптичні кабелі містять оптичні волокна, які розміщені в первинному та вторинному захисті. Навколо нього розтягуються елементи і оболонка кабелю.

Вторинний захист ще поділяється на герметичний і нещільний. У першому варіанті оптоволокно з первинним захистом поміщається в інший захисний шар, на який можна клеїти або притискати конектори. У другому випадку в тубик із захисним гелем поміщають декілька волокон із лише первинним захистом. Волокна з нещільним вторинним захистом завжди зварюються і на них використовуються оптичні з'єднувачі Pigtails (волокна з щільним вторинним захистом і клеєним з'єднувачем). Будь-які механічні з'єднувачі виключені.

Діаметр серцевини цих волокон коливається від 8 до 9 мкм, а їх відбивний шар становить 125 мкм. Вони використовуються в телекомунікаціях і мережах передачі даних у високошвидкісних і міжміських з'єднаннях (рисунок 2.3).

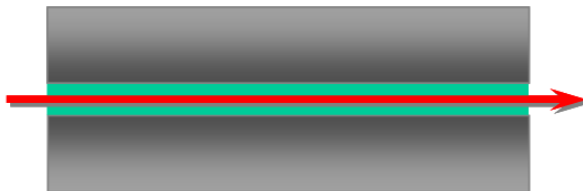


Рисунок 2.3 – Одномодове волокно

Багатомодове волокно з діаметром серцевини 100 мкм і відбивним шаром 140 мкм. В основному використовувався в промисловій автоматизації. В даний час цей вид волокна витіснений і не використовується.

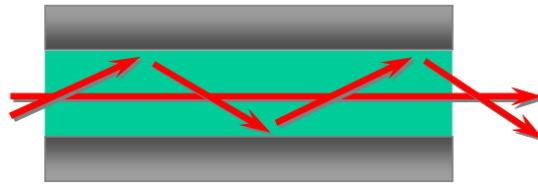


Рисунок 2.4 – Багатомодове волокно з кроковим індексом

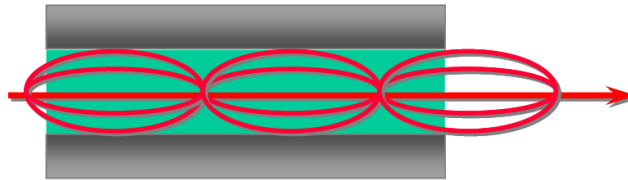


Рисунок 2.5 – Багатомодове градієнтне волокно

Багатомодове градієнтне волокно. Діаметр серцевини волокна становить 62,5 мкм або 50 мкм. Діаметр відбивного шару 125 мкм. В основному використовується в мережах LAN і телекомунікаціях.

3 МЕРЕЖЕВІ ТЕХНОЛОГІЇ

3.1 Топологія мереж

Топологія мережі описує, як підключаються кінцеві вузли. На властивості та поведінку мережі впливає обраний метод підключення.

3.1.1 Топологія «шина»

Станції з'єднані в суцільну лінію, від станції до станції. Підключення здійснюється за допомогою відводів. Перевагою цього способу є кількість споживаного кабелю. З іншого боку, будь-яке переривання шини призводить до відключення мережі. Іншими недоліками можуть бути, наприклад, більш вимогливе усунення несправностей і зниження продуктивності всієї мережі з більшою кількістю станцій або інтенсивним трафіком.

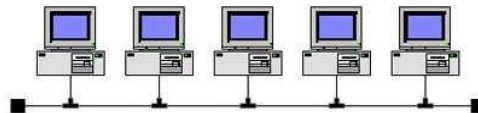


Рисунок 3.1 – Топологія «шина»

3.1.2 Топологія «кільце»

З'єднання подібне до топології «шина», оскільки кожен комп'ютер під'єднується до наступного комп'ютера. Кільцева топологія з'єднує комп'ютери за допомогою кабелю в одну схему.

Вона не містить закінчення. Сигнал поширюється в одному напрямку вздовж петлі та проходить через усі комп'ютери. Оскільки сигнал проходить через усі комп'ютери, збій одного комп'ютера може вплинути на всю мережу. Перевагою може бути рівний доступ для всіх комп'ютерів.

Збалансована продуктивність навіть при великій кількості підключених вузлів. Якщо ланцюг переривається в певній точці, можна спілкуватися в протилежному напрямку.

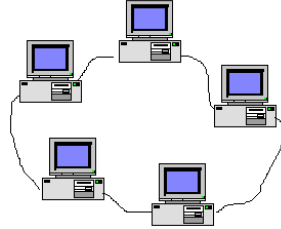


Рисунок 3.2 – Топологія «кільце»

3.1.3 Зіркоподібна топологія

Сьогодні найбільш часто використовувана топологія. Кожна станція підключається власним кабелем до активного елемента (концентратора, HUB, нині переважно Switch). Перевага цього з'єднання полягає в тому, що якщо виникає проблема з одним з'єднанням між активним елементом (центром мережі) і кінцевим вузлом, вся мережа не відразу падає. Недоліком є те, що вихід з ладу активного елемента (центру мережі) призводить до повного відключення.

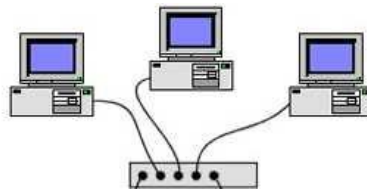


Рисунок 3.3 – Топологія «зірка»

3.2 Активні мережеві елементи

Їх призначення полягає в з'єднанні окремих сегментів мережі (сегмент вважається середовищем передачі, де сигнал поширюється без допомоги інших компонентів).

Активні елементи працюють на фізичному, каналному та мережевому рівнях. На їх роботу також впливають протоколи, які вони використовують.

Активні елементи на рівні фізичного рівня використовують протоколи фізичного рівня. Вони піклуються про хід фізичних величин, що представляють дані, такі як кодування, модуляція, синхронізація тощо. Їх не хвилює зміст окремих бітів.

Повторювач – дозволяє передавати сигнал між окремими підключеними до нього сегментами мережі. Він може налаштувати сигнал до потрібної форми, яка вимагається певними протоколами, а також відновити сигнал, пошкоджений під час передачі.

Пошкодження сигналу викликане спотворенням, яке збільшується залежно від довжини сегмента, через який проходить сигнал. Повторювач працює на бітовому рівні і в режимі реального часу. Він не містить пам'яті для зберігання переданих бітів. Підключення сегментів через повторювач можливе, якщо вони працюють з однаковими протоколами.

Хаб – це повторювач з кількома портами. Він приймає сигнал, коригує його, підсилює і відправляє далі через інші порти.

Трансивер – може перетворювати сигнал, що надходить з одного середовища передачі, в сигнал, який може бути переданий на інше середовище передачі, підключене до конвертера. Наприклад, сигнал з оптичного кабелю в сигнал, який можна передати по металевих кабелях, безпроводним способом тощо. Перетворювач не виконує корекцію сигналу.

Активні елементи на каналному рівні передають кадри каналного рівня між окремими сегментами на основі MAC-адрес і одночасно перевіряють їх структуру. Важливою особливістю є розділення областей зіткнення зв'язаних сегментів. У рамках своєї роботи вони не піклуються про вміст частини даних переданих кадрів.

Міст – активний елемент, що використовує протоколи фізичного та каналного рівня. Він розділяє два сегменти мережі на основі фізичних (MAC) адрес вузлів з обох сторін.

Для його роботи він повинен знати, які MAC-адреси знаходяться в яких сегментах. Міст записує цю інформацію в таблицю MAC-адрес, яку він створює під час своєї роботи. Дані в таблиці MAC-адрес статичні або отримані динамічно (шляхом навчання).

Ще одна функція – буферизація. Мінімальна частина кадру, включаючи MAC-адресу призначення, завантажується в буферну пам'ять моста. Це призводить до того, що передача не працює в реальному часі та виникає затримка.

Перевага, з іншого боку, полягає в тому, що міст може з'єднувати сегменти з різними протоколами (наприклад, Fast Ethernet – Gigabit Ethernet).

Switch (комутатор) – схожий на міст пристрій, але містить більшу кількість портів (входів/виходів). Обидва працюють на канальному рівні, використовуючи MAC-адреси та інформацію про безпосереднє оточення (які MAC-адреси містять підключені сегменти).

Основна ідея «перемикання» полягає у зменшенні домену колізій. Ідеальна ситуація була б, якби лише одна станція була підключена до одного сегменту, таким чином виключаючи можливі зіткнення.

Комутатор дозволяє кільком парам вузлів взаємодіяти паралельно. Взаємне розділення окремих комунікацій зменшує кількість колізій у середовищі передачі.

Якщо лише один кінцевий вузол підключений до кожного порту комутатора, домен колізії формується лише інтерфейсом порту та заданим вузлом.

Потім усіма підключеними формується широкомовний домен вузлів.

Маршрутизатор – пристрій з двома і більше портами, що працює з логічними адресами. Він розділяє домени трансляції та колізії. Він обробляє дані на рівні пакетів.

Функції маршрутизатора включають правильну маршрутизацію пакета та відправлення пакету у вибраному напрямку (пересилання). Він також створює та зберігає інформацію про окремі мережі та шляхи до них.

3.3 Телекомунікаційна шафа

За призначенням використання та конструкцією до телекомунікаційного приміщення висуваються певні вимоги, які впливають на умови експлуатації мережевого обладнання. Приміщення має бути достатньо просторим, щоб забезпечити можливість якісного поводження з матеріалом або активними елементами та для можливого огляду, ремонту чи складання. Для цього потрібен достатній простір (рекомендовані розміри приміщення залежать від кількості встановлених пристроїв) і хороше освітлення.

З точки зору безпеки обмежений фізичний доступ до приміщення, протипожежний захист, стійкість до погодних умов і аварій. Приміщення має бути обладнане джерелом живлення достатньої потужності, захистом від перенапруги та резервним джерелом живлення (UPS) на випадок відключення електроенергії. Опалення, вентиляція та кондиціонування повітря не повинні залежати від навколишньої будівлі.

Робоча зона – WA область, де вихід даних (телекомунікаційна розетка) утворює інтерфейс між кінцевим вузлом і самим кабелем. Основними вимогами є кількість розеток, їх розташування та розподіл за плануванням приміщення. Крім того, джерело живлення достатнього розміру, включаючи захист підключених пристроїв від перенапруги та відключень електроенергії.

В шафі даних розташовані закінчення кабелів передачі даних у вигляді патч-панелі. Інформаційні шафи доступні в двох варіантах. Для невеликих структур даних як настінна шафа (мережева шафа), для будівель і великих структур даних як шафи-стійки (стійка, сервівна шафа). Звичайні стійки для даних мають стандартизовану ширину 19 дюймів (дюймів) і висоту, задану в модулях U (UNIT).

При установці стійки, що монтується в стійку, видаляються екструдовані частини для розміщення охолодження (зазвичай у верхній частині стійки). У нижній частині розміщено блок живлення. Потім

внутрішній каркас встановлюється на необхідну відстань для розміщення полиць. Полиці бувають висувними, для зручності роботи з розміщеним елементом, або статичними. Також в каркас монтуються патч-панелі. Важливо заземлити всю стійку.

З точки зору розміщення в кабельній системі стійки поділяються на:

- основна стійка – МС (Main Cross – з'єднання) центральна стійка, від якої бере початок магістральна частина кабелю до інших стійок у топології «зірка»;
- горизонтальна стійка – НС (Horizontal Cross – Connect) завершує горизонтальну частину кабелю. Зірчаста топологія походить від топології лінії до кінцевих вузлів;
- проміжний розподільний щит – ІС (Intermediate Cross – connect) використовується там, де пряме з'єднання МС з НС неможливе.



Рисунок 3.4 – Настінна та стійкова розподільна шафи

3.4 Кабельні секції

Кабельна система поділяється на магістральну секцію, горизонтальну секцію та робочу секцію.

Магістральна секція з'єднує головні шафи розподілу даних будівлі (МС) з телекомунікаційними кімнатами горизонтальної кабельної розводки (НС) і кімнатами з активним мережевим обладнанням (ЕР), тобто

магістральна частина містить кабелі, що з'єднують MC-НС, MC-ІС, ІС-НС, MC-ER. Уся магістральна секція утворює зіркоподібну топологію з центром у головному блоку розподілу даних.

Горизонтальна секція з'єднує горизонтальну розподільну коробку (НС) з виходами даних у робочій зоні (WA).

Горизонтальна секція має форму топології зірки з центром у НС. Вона містить лише кабелі НС – WA, включно з розетками та розподільними коробками. Довжина горизонтального каналу становить до 100 м. Максимальна довжина лінії 90 м.

Робоча секція підключає розетки даних до термінальних пристроїв і порти патч-панелі до активних елементів мережі. Сума довжин з обох сторін не повинна перевищувати 10 м. У разі розміщення в шафі даних лінія повинна бути максимум 6 м.

4 АНАЛІЗ ВИХІДНИХ ДАНИХ

Проектування локальної мережі є ключовим етапом при відкритті, модернізації або забезпеченні стабільного функціонування підприємства. Без ефективної інформаційно-телекомунікаційної інфраструктури стає неможливим своєчасне отримання, обробка та передача важливих даних і документів, що унеможлиблює повноцінну взаємодію між співробітниками, постачальниками та клієнтами. Хоча теоретично можна уявити роботу без засобів зв'язку, на практиці це значно ускладнює бізнес-процеси, збільшує витрати часу на рутинні завдання та знижує загальну продуктивність. Саме тому добре спроектована локальна мережа дозволяє суттєво підвищити ефективність роботи та скоротити витрати ресурсів.

4.1 Експлікація об'єкту

Проектування локальної обчислювальної мережі для підприємства є ключовим завданням, що забезпечує надійне функціонування інформаційних та бізнес-процесів. Головна мета – створення стабільної інфраструктури з високою доступністю до даних, захищеним обліковим доступом та спрощеним управлінням, особливо у перехідний період модернізації існуючої мережі.

Об'єктом проектування є торгове підприємство, що спеціалізується на збиранні, налаштуванні, тестуванні та продажу мобільних пристроїв на базі ОС Android у місті Харкові. Загальна чисельність персоналу – 26 осіб.

У головному офісі розташовано два приміщення. Перше поділено на кілька зон перегородками. У демонстраційному залі працюють два менеджери з продажу, які використовують два комп'ютери для обслуговування клієнтів. За перегородкою розміщено ще два робочих місця: одне – для бухгалтера і загального відділу, друге – для працівника служби

безпеки (відеоспостереження). Відповідно, в цьому приміщенні функціонують менеджери з продажу, бухгалтер, менеджер з персоналу та співробітник служби безпеки.

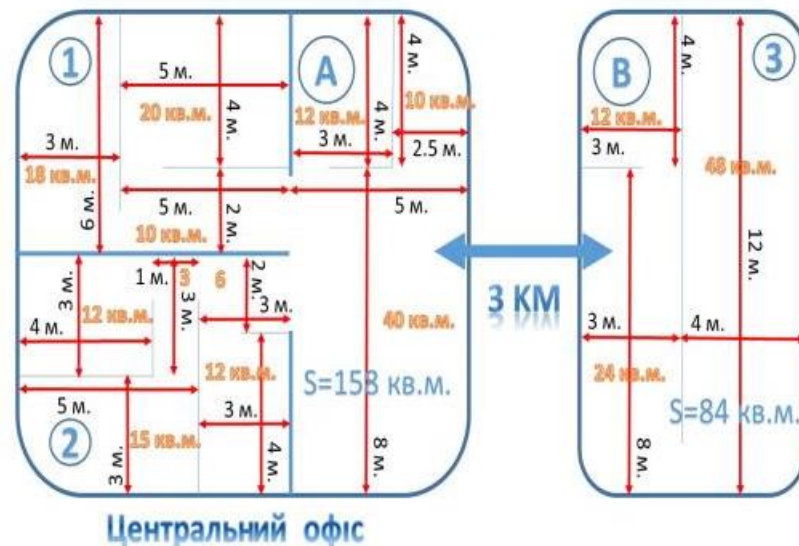


Рисунок 4.1 – Загальний план квадратури приміщень

Друге приміщення головного офісу також розподілене на функціональні зони та включає в себе вісім комп'ютерних робочих місць. Тут працюють директор, менеджер з розвитку, технічний директор та чотири інженери-системотехніки, кожен із яких має власний комп'ютер. У цій самій кімнаті також встановлений сервер, який виконує функції централізованого зберігання документів, управління файлами, контролю за обліковими записами та правами доступу.

У філії підприємства, що фізично розміщена окремо, є чотири комп'ютери, які використовуються виключно менеджерами з продажу, а також один загальнодоступний принтер для друку документів.

Для забезпечення чіткого управління мережею кожному комп'ютеру присвоєно унікальний порядковий номер у локальній мережі, з відповідною функціональною назвою:

- Комп.1 – Sales 1;
- Комп.2 – Sales 2;

- Комп.3 – HR (відділ кадрів);
- Комп.4 – Security (служба безпеки);
- Комп.5-8 – Production 1–4 (інженери-системотехніки);
- Комп.9 – Development Manager;
- Комп.10 – Director;
- Комп.11 – Technical Director;
- Комп.12 – Server;
- Комп.13-16 – Branch 1–4 (менеджери філії).

Це логічне групування дозволяє ефективно реалізувати маршрутизацію, контроль доступу та адміністрування в рамках локальної мережі підприємства.

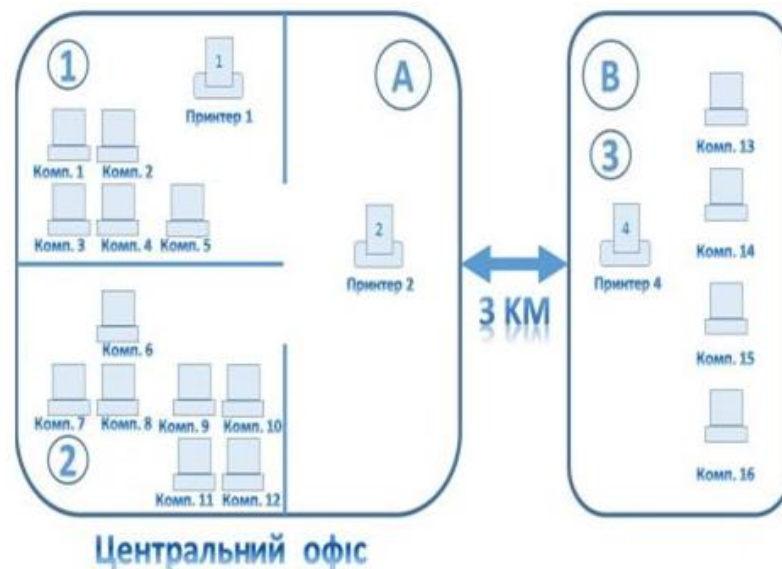


Рисунок 4.2 – Комп'ютери та периферійні пристрої в приміщеннях підприємства

У зв'язку з обмеженою кількістю користувачів у мережі, було ухвалено раціональне рішення встановити один сервер, який виконує функції одразу кількох ключових служб: служби каталогів (Active Directory), контролю доступу, принт-сервера, керування виробничими процесами та інших. Це дозволяє забезпечити централізоване керування та підвищити ефективність обслуговування мережі без необхідності в додатковому обладнанні.

Служба каталогів організована за принципом поділу користувачів на організаційні підрозділи (Organizational Units – OU) згідно з функціональними обов'язками:

- Sales – підрозділ для менеджерів з продажу (їхній доступ обмежено лише до перегляду технічних характеристик продукції та затверджених прайс-листів, з міркувань безпеки та фокусування на робочих задачах, Інтернет для цієї групи заблоковано);

- Management – адміністративна група, до якої належать директор, менеджер з розвитку та технічний директор (ці користувачі мають повний контроль над інформаційними ресурсами компанії, включно з доступом до будь-якого комп'ютера чи сервісу);

- Engineering – інженерний підрозділ, працівники якого мають доступ до ресурсів файл-сервера, креслень і можливість користування Інтернетом для технічної інформації та розробки.

Такий розподіл дозволяє гнучко керувати доступом, забезпечити високу безпеку, а також чітко структурувати ролі та повноваження користувачів у межах локальної мережі.

На основі наведених параметрів можна сформулювати узагальнене технічне бачення майбутньої мережевої інфраструктури, враховуючи ключові аспекти функціонування компанії.

Основною вимогою є висока надійність, оскільки навіть короткочасний збій може призвести до втрати результатів складної роботи інженерів з мікропроцесорними системами. Тому мережева інфраструктура має будуватися на перевіреному обладнанні з підтримкою резервування, а також з урахуванням автоматичного відновлення сервісів у разі збоїв.

Умови часткової територіальної розподіленості компанії висувають вимогу до безперервної доступності інформації – тобто створення централізованої файлової структури із можливістю віддаленого доступу з філії до основного офісу. Це можливо завдяки VPN-з'єднанню або безпечному тунелюванню.

Захищеність – один із фундаментальних елементів проекту. Шифрування трафіку, впровадження автентифікації користувачів, обмеження доступу до ресурсів за ролями – усе це критично важливо для запобігання витоку даних або їх навмисного пошкодження.

Підключення до Інтернету потрібне, але його слід сегментувати за групами користувачів: доступ мають лише ті, кому це дійсно необхідно для виконання робочих завдань (інженери, менеджери).

Щодо пропускної здатності – оскільки відео- чи аудіопотоків не передбачається, достатньо забезпечити мінімально стабільний канал на рівні 100 Мбіт/с для з'єднання з філією, з можливістю подальшого масштабування.

Для повноцінного функціонування підприємства важливо правильно підібрати технічні характеристики як робочих станцій, так і серверного обладнання. Обрані конфігурації мають забезпечити необхідну продуктивність, надійність та простоту обслуговування.

Для співробітників (менеджерів та інженерів) буде достатньо наступної апаратної конфігурації:

- процесор: Intel Core i5, 4 ядра;
- оперативна пам'ять: 8 ГБ DDR4;
- жорсткий диск: HDD обсягом 750 ГБ;
- мережева карта: Gigabit Ethernet.

Дана конфігурація забезпечує комфортну роботу з офісним та інженерним ПЗ, швидкий обмін даними у локальній мережі, доступ до файл-сервера та мережі Інтернет.

Оскільки кількість користувачів у мережі відносно невелика, немає потреби у використанні складних серверних рішень. Доцільно застосувати просту, але продуктивну конфігурацію:

- процесор: Intel Xeon (1×4 ядра);
- оперативна пам'ять: 32 ГБ ECC DDR4;
- накопичувачі: 2×1 ТБ HDD, об'єднані в RAID 1 (дзеркалювання);
- функції: служба каталогів (Active Directory), файл-сервер.

Така конфігурація забезпечує необхідну відмовостійкість та продуктивність без надмірних фінансових витрат, і залишає ресурс на майбутнє розширення інфраструктури.

Базовий набір програмного забезпечення включає:

- офісні додатки: Microsoft Office (Word, Excel, Outlook тощо);
- графічні редактори: Adobe Photoshop;
- інженерне ПЗ: Altium Designer, Catia (для моделювання та розробки електроніки);
- захищений віддалений доступ: Cisco AnyConnect (VPN-клієнт).

Таке програмне забезпечення дозволяє забезпечити виконання основних бізнес-функцій компанії та надійний захист даних при передачі між офісами.

4.2 Вибір основних мережевих рішень

Враховуючи підвищені вимоги до надійності та стабільності мережевої інфраструктури, а також потребу у масштабованості в межах майбутнього розвитку компанії, найдоцільнішим вибором є використання топології «Зірка». Такий підхід передбачає підключення всіх робочих станцій у приміщенні компанії до центрального керованого комутатора, який підтримує програмне налаштування розподілу інформаційних потоків. Це дозволяє забезпечити гнучке управління мережевим трафіком, розмежування доступу та адаптацію до змін структури мережі без потреби в значних технічних перебудовах.

У якості протоколу передачі даних обрано стандартний TCP/IP версії 4, що є широко підтримуваним і цілком достатнім для забезпечення усіх інформаційних процесів на підприємстві. Як фізичне середовище передачі сигналу застосовується неекранована кручена пара (UTP), яка завдяки своїй доступності, надійності та простоті прокладання є оптимальним вибором для локальної мережі підприємства з невеликою кількістю вузлів.

Використання оптоволокна або екранованих кабелів у даному випадку є недоцільним як з економічної, так і з технічної точки зору.

Як вже зазначалося раніше, для комутації комп'ютерів і периферійних пристроїв у мережі підприємства будуть використані комутатори (switch). Найбільш доцільним рішенням є використання обладнання компанії Cisco, яке хоч і дорожче за деякі аналоги, проте відзначається високою стабільністю, якістю та надійністю, і широко використовується професіоналами в усьому світі. Для з'єднання восьми комп'ютерів у першому приміщенні та восьми у другому – в межах однієї філії – передбачається використання моделі Cisco SLM2008T, що має 8 портів, 32 МБ оперативної пам'яті та забезпечує загальну пропускну здатність 13,4 Гбіт/с.

Для підключення віддаленої філії до головного офісу буде використовуватись VPN-маршрутизатор OMADA TP-Link ER7412-M2, який забезпечить захищене з'єднання через Інтернет.

У свою чергу, до цього маршрутизатора підключається ще один комутатор Cisco SLM2008T, через який з'єднані 4 комп'ютери та 1 принтер додаткового офісу (рисунок 4.3).

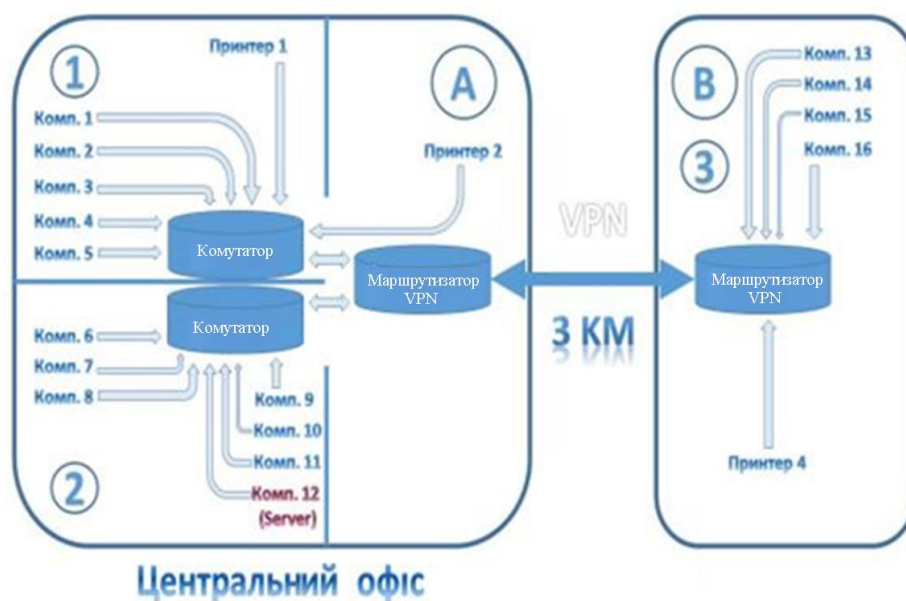


Рисунок 4.3 – Загальний план мережі

Таким чином буде реалізована єдина централізована система, в якій роль керуючого вузла виконуватиме Комп'ютер №12 з доменним ім'ям Server. На цьому сервері буде інстальовано операційну систему Microsoft Windows Server 2010, яка забезпечить роботу всіх необхідних служб.

Як засіб захисту від вірусів та несанкціонованого доступу, на сервері буде розгорнуто центральний модуль Symantec Endpoint Protection 12 (SEP), що також виконуватиме функцію сервера оновлень. На робочих станціях клієнтів буде встановлено клієнтські версії SEP, що дозволить централізовано керувати політиками безпеки.

Функціональність принт-сервера також буде реалізована на цьому ж сервері, що забезпечить спільний доступ до друку в обох офісах компанії. З огляду на невелику кількість комп'ютерів, розділення ролей між кількома фізичними машинами недоцільне – всі необхідні ролі будуть розгорнуті на одному сервері. Для захищеного з'єднання з віддаленим офісом буде використано програмне забезпечення Cisco AnyConnect, яке вважається індустріальним стандартом у корпоративному середовищі завдяки високому рівню шифрування та простоті налаштування.

Виходячи з плану приміщення ми можемо провести обчислення необхідної кількості витой пари (рисунок 4.4).

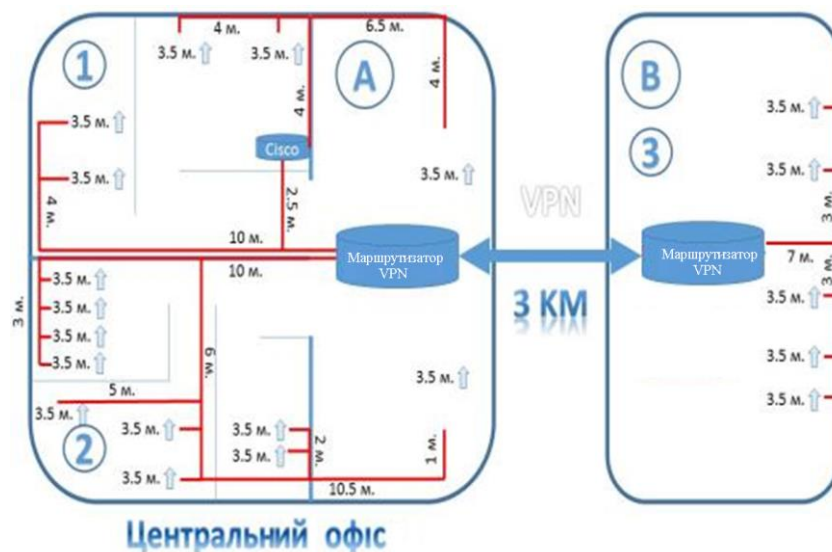


Рисунок 4.4 – Метраж кабельної системи

Від кожного пристрою кабель іде до комутаторів:

- від комп'ютера 12 - 95 метрів;
- від комп'ютера 10 – 11,5 м;
- від комп'ютера 9 – 18,5 метрів;
- від комп'ютера 11 – 17,5 метрів;
- від комп'ютера 8 – 22 метри;
- від комп'ютера 7 – 21 метр;
- від комп'ютера 6 – 19.5 метрів;
- від комп'ютера 5 – 18 метрів;
- від принтера 3 – 26,5 метрів;
- від комп'ютера 1 – 18 метрів;
- від комп'ютера 2 – 16 метрів;
- від комп'ютера 3 – 11,5 м;
- від комп'ютера 4-8,5 метрів;
- від принтера 1 – 4,5 метра;
- від принтера 2 – 18 метрів;
- від комутатора 1 до VPN роутера – 5 метрів;
- від комутатора 2 до роутера VPN – 15,5 метрів;
- від комп'ютера 13 – 13,5 м;
- від комп'ютера 14 – 12,5 метрів;
- від комп'ютера 15 – 12,5 м;
- від комп'ютера 16 – 13,5 метрів;
- від принтера 4-14,5 метрів.

Для підключення всіх пристроїв знадобиться 327,5 метрів кабелю.

Як вже зазначалося раніше, у якості основної мережевої технології для передачі даних буде використовуватись Gigabit Ethernet.

Це обґрунтований вибір, оскільки дана технологія забезпечує високу швидкість (до 1 Гбіт/с), низьку затримку та стабільність з'єднання, що є критично важливим для компаній, які займаються розробкою та виробництвом високотехнологічної продукції.

Надійність та передбачуваність роботи мережі – ключові чинники для інженерних процесів, що передбачають роботу з мікропроцесорними платами та іншими чутливими до помилок компонентами.

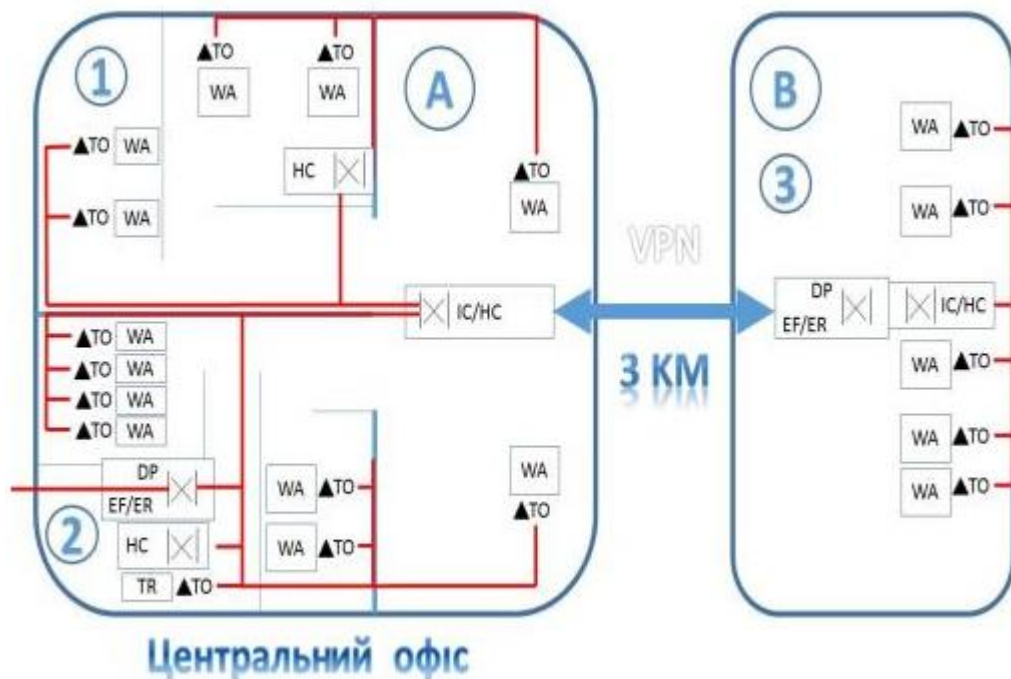


Рисунок 4.5 – Структурна схема кабельної системи



Рисунок 4.6 – Комутатор Cisco SG200-08

Cisco SB SG200-08 являє собою інтелектуальний комутатор, який поєднує високу продуктивність, стабільність і зручність керування, що робить його оптимальним рішенням для малого та середнього бізнесу. Завдяки підтримці гігабітної швидкості пристрій забезпечує швидке й безпечне з'єднання між усіма офісними комп'ютерами, серверами, принтерами та іншими мережевими пристроями. Наявність функцій керування трафіком, таких як QoS, дозволяє ефективно працювати з критичними для бізнесу сервісами, включаючи IP-телефонію та

відеоспостереження, без затримок. Комутатор підтримує автоматичне виявлення підключених пристроїв, що значно спрощує налаштування мережі, а технологія Smartports забезпечує автоматичне застосування оптимальних параметрів безпеки і доступності. Простота в установці та керуванні, зокрема через інструмент Cisco FindIT, дозволяє розгорнути пристрій без спеціальних знань і витрат часу.

Cisco SB SG200-08 підтримує інтелектуальні протоколи, які дозволяють автоматично виявляти всі пристрої в мережі, налаштовувати їх для коректної взаємодії та задавати відповідні параметри якості обслуговування та віртуальних локальних мереж. Завдяки технології Smartports пристрій самостійно визначає тип підключеного обладнання та застосовує оптимальні параметри доступу, безпеки та пріоритетів передачі даних, що значно спрощує адміністрування мережі. Усе це дозволяє швидко запускати інфраструктуру без потреби в ручному втручанні. Додатково, за допомогою зручної утиліти Cisco FindIT адміністратор може легко виявити пристрій у мережі, отримати основну інформацію про нього й оперативно провести налаштування.



Рисунок 4.7 – Маршрутизатор OMADA TP-Link ER7412-M2

P-Link ER7412-M2 оснащений чотириядерним процесором 2,0 ГГц, який забезпечує високу продуктивність. У ньому є 2 порти 2,5 г RJ45, які можуть діяти як WAN або LAN. Крім того, він пропонує 10 гігабітних портів WAN/LAN, включаючи 2 SFP та 8 RJ45. Є порт USB 3.0, який підтримує масову пам'ять та LTE за допомогою USB -модем. TP-Link ER7412-M2 пропонує багато вдосконалених протоколів VPN, таких як SSL, IPSEC,

Wireguard та OpenVPN. Пристрій захищає від атак DOS і дозволяє IP, MAC та URL -фільтрування. Він також має функції DPI та IPS/IDS, що ще більше збільшує безпеку мережі. Це міцний захист для вашої компанії.

ER7412-M2 ідеально керує багатьма широкосмуговими з'єднаннями. Врівноваження навантаження смуги підвищує ефективність мережі. Ви можете налаштувати до 11 портів WAN, що робить цей маршрутизатор надзвичайно універсальним. Забезпечує плавну роботу навіть при великому навантаженні.

Dell EMC PowerEdge R640 – це високопродуктивний сервер, спроектований для стабільної роботи в умовах інтенсивного навантаження. Він ідеально підходить для дата-центрів, де критично важлива гнучкість і можливість масштабування. Завдяки підтримці процесорів Intel Xeon Scalable і широкому вибору конфігурацій, цей сервер легко адаптується до потреб бізнесу – від хмарних обчислень і баз даних до віртуалізації та аналітики. Його компактний формат 1U дозволяє ефективно використовувати простір, зберігаючи потужність і функціональність. Стабільна робота сервісів, швидка обробка інформації та можливість нарощування ресурсів роблять його універсальним вибором для підприємств будь-якого розміру.



Рисунок 4.8 – Сервер Dell EMC PowerEdge R640

Dell EMC PowerEdge R640 підтримує конфігурацію з одним або двома процесорами Intel Xeon Scalable першого чи другого покоління, кожен з яких може мати до 28 ядер. Система дозволяє використовувати до 7,68 ТБ оперативної пам'яті типу DDR4 RDIMM або LRDIMM з підтримкою ECC, що гарантує стабільну роботу навіть при високих навантаженнях, а частота до 2933 МГц забезпечує високу продуктивність при обробці даних.



Рисунок 4.9 – Розміщення обладнання

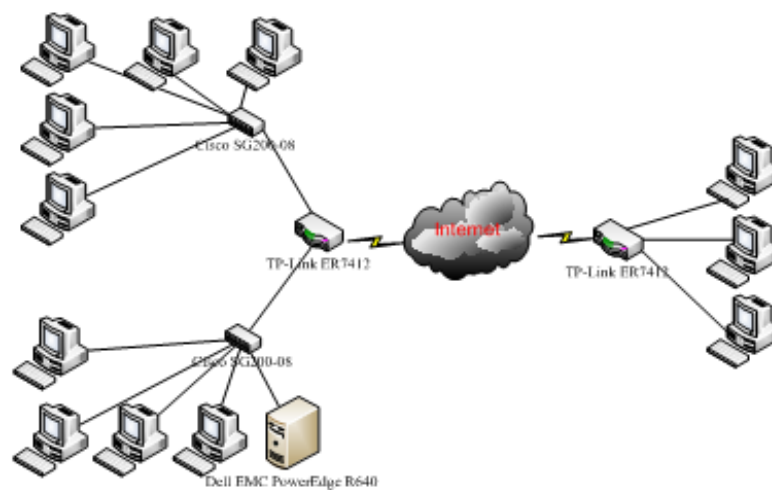


Рисунок 4.10 – Фізична схема мережі

У сервері можуть бути встановлені до 12 твердотільних накопичувачів NVMe або жорстких дисків формату 2.5 дюйма з інтерфейсом SATA або SAS, що дозволяє досягти загальної ємності до 76,8 ТБ. Для забезпечення надійності та гнучкого управління зберіганням даних передбачено інтеграцію з RAID-контролерами PERC H740P, H330 або HBA330, які допомагають будувати ефективні дискові масиви та захищати інформацію від втрати.

ВИСНОВКИ

У процесі виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи основний акцент було зроблено на розробці високоякісного проекту комп'ютерної мережі, здатної задовольнити як поточні, так і перспективні потреби підприємства. Було здійснено глибокий аналіз сучасних і майбутніх мережевих технологій, що дозволило обґрунтувати вибір топології «ієрархічна зірка», побудованої на основі стандарту Gigabit Ethernet.

Для забезпечення надійності й продуктивності мережі обрано обладнання провідних виробників – Dell, Cisco та TP-Link. Згідно з технічними вимогами, було впроваджено рішення, які гарантують стабільне та швидке підключення до Інтернету. У результаті створено завершену та функціональну комп'ютерну мережу, що забезпечує ефективне управління та стабільну роботу підприємства.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Чекмарьов, Ю.В. Локальні обчислювальні мережі/Ю.В. Чекмарьов, А.А. Калямін. : Вид-во ДМК-Прес, 2009. - 200 с.
2. Оліфер, В. Основи мереж передачі даних: курс лекцій: навчальний посібник/В. Оліфер, Н. Оліфер. : ІНТУІТ «Інтернет-університет Інформаційних Технологій», 2005. - 176 с.
3. Холмогоров, В.А. Комп'ютерна мережа власноруч. Самовчитель/А.В. Холмогоров, Н.М. Попов. 2009. - 171 с.
4. Авдуєвський, А.В. СКС з висоти пташиного польоту/О.В. Авдуєвський // LAN Magazin. - 2000. - № 5. - С. 58-59.
5. Столлінгс, В. Комп'ютерні мережі, протоколи та технології Інтернету / В. Столлінгс. .: ВНУ, 2005. - 832 с.
6. Новіков, Ю.В. Основи локальних мереж: курс лекцій: навч. посібник: для студентів вузів, які навчаються за спеціальностями у обл. інформ. технологій. / Ю. В. Новіков. : Інтернет-Ун-т Інформ. Технологій, 2005. - 360 с.
7. Майоров, А.П. Кабельні системи для офісних будівель частина II/О.П. Майоров // Мережі та системи зв'язку. – 2012. – № 8. – С. 17–19.