

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 _____ Бочку В`ячеславу Олександровичу _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи _____ Комп'ютерна мережа підприємства «Промкомплект» _____

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

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

3. Вхідні дані до роботи _____

1. Розробка комп'ютерної мережі підприємства _____

2. Опис організаційної структури підприємства _____

3. Вимоги до швидкості передачі інформації в мережі _____

4. Перелік використаних програмних засобів: ОС Windows 10 _____

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати у роботі _____

1. Аналіз стану проблеми _____

2. Огляд сучасних та майбутніх технологій передачі даних _____

3. Огляд сучасних та майбутніх тенденцій побудови мереж _____

4. Розробка загальної структури мережі підприємства _____

5. Аналіз та вибір апаратних засобів реалізації _____

6. Висновки _____

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

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

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

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Строк / терміни виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз сучасного стану проблеми та методів її вирішення	26.05.25-28.05.25	
2	Аналіз роботи підприємства	29.05.25-05.06.25	
3	Розробка структури корпоративної мережі підприємства	06.06.25-09.06.25	
4	Вибір апаратних засобів реалізації мережі	10.06.25-11.06.25	
5	Оформлення матеріалів кваліфікаційної роботи	12.06.25-14.08.25	
6	Подання кваліфікаційної роботи на рецензування	15.06.25	

Дата видачі завдання “ 26 ” травня 2025 р.

Здобувач

_____ (підпис)

Керівник роботи

_____ (підпис)

ст. викл. Ольга ЄРОШЕНКО

(посада, власне ім'я, прізвище)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи: 58 с., 22 рис., 1 табл., 1 дод., 9 джерел.

КАБЕЛЬ, КОМУНІКАЦІЙНА ШАФА, КОМУТАТОР, ЛОКАЛЬНА МЕРЕЖА, МАРШРУТИЗАТОР, СТРУКТУРНА СХЕМА, ТОПОЛОГІЯ.

Метою кваліфікаційної роботи є проектування локальної обчислювальної мережі підприємства.

Вивчено діяльність підприємства, проаналізована необхідність в інформаційно-обчислювальних ресурсах і розроблена комп'ютерна інформаційно-обчислювальна мережа.

ABSTRACT

Bachelor's thesis: 58 pages, 22 figures, 1 tables, 1 appendices, 9 sources.

CABLE, COMMUNICATION CABINET, SWITCH, LOCAL NETWORK, ROUTER, STRUCTURAL DIAGRAM, TOPOLOGY.

The purpose of the qualification work is to design a local area network of the enterprise.

The activity of the enterprise is studied, the necessity in information and computer resources is analyzed and the computer information and computer network is developed.

ЗМІСТ

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ	8
ВСТУП	9
1 АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ	10
1.1 Комп'ютерна мережа.....	10
1.2 Еталонна модель ISO-OSI	10
1.3 Архітектура TCP/IP	12
1.4 Розподіл мереж за топологією	14
1.5 Розподіл мереж за масштабами	17
1.6 Середовище передачі	18
1.6.1 Коаксіальний кабель	18
1.6.2 Симетричні пари кабелів.....	19
1.6.3 Оптичні кабелі	22
1.6.4 Безпроводна передача.....	24
2 УНІВЕРСАЛЬНА КАБЕЛЬНА СИСТЕМА	26
2.1 Секції кабельної системи	26
2.2 Основні поняття	27
2.3 Кабельні траси	28
2.4 Елементи кабельної системи.....	29
2.5 Маркування.....	31
2.6 Активні елементи	31
3 АНАЛІЗ ПОТОЧНОГО СТАНУ	33
3.1 Організаційна структура підприємства	33
3.2 Аналіз приміщень підприємства	34
4 ПРОЕКТУВАННЯ МЕРЕЖІ.....	39
4.1 Обрана технологія передачі даних	39
4.2 Кількість і розміщення розеток	39
4.3 Кабельні траси	40

4.4 Кабельна система	43
4.5 Мережеві розетки	44
4.6 Патч-панелі	44
4.7 Комунікаційна шафа	45
4.8 Логічна схема мережі.....	46
4.9 Активні елементи мережі.....	47
4.9.1 Комутатори	47
4.9.2 Маршрутизатор	48
4.9.3 Точки доступу.....	48
ВИСНОВКИ.....	50
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	51
ДОДАТОК А Графічний матеріал кваліфікаційної роботи.....	52

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

FTP – протокол передачі файлів, (англ., File Transfer Protocol)

IP – міжмережний протокол адресації (англ., Internet Protocol)

LAN – локальна мережа, (англ., Local Area Network)

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

Mbps – Мбіт/с (англ. Megabit/second)

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

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

TTL – час життя пакета, (англ., Time To Live)

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

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

WAN – глобальна мережа (Wide Area Network)

ВСТУП

Сучасний розвиток комп'ютерних технологій стрімко прогресує, що зумовлює активне впровадження інноваційних рішень у діяльність підприємств та організацій. Використання сучасних засобів автоматизації та цифрової інфраструктури сприяє підвищенню ефективності роботи персоналу, оптимізації внутрішньої взаємодії, а також забезпеченню якісної зовнішньої комунікації з партнерами та клієнтами.

Одним із ключових чинників конкурентоспроможності компанії є оперативний доступ до критично важливої інформації. У сучасних умовах забезпечення колективного доступу до даних, організація їх резервного копіювання та захисту є невід'ємною складовою бізнес-процесів. Грамотно спроектована мережева інфраструктура підприємства дозволяє інтегрувати різноманітні пристрої в єдину обчислювальну систему, забезпечуючи стабільне функціонування інформаційної платформи для управління виробничими та адміністративними процесами.

Сьогодні широкопasmовий доступ до Інтернету вважається базовим ресурсом, що дозволяє користувачам у будь-який час отримувати актуальну інформацію та керувати цифровими системами. Зростання попиту на смарт-технології спонукає користувачів до впровадження інтелектуальних систем управління домівкою, якими можна керувати дистанційно за допомогою мобільних пристроїв. Завдяки надійній комп'ютерній мережі стає можливим не лише доступ до хмарного сховища або керування домашніми пристроями з будь-якої точки світу, але й інтеграція рішень IP-телефонії, відеоспостереження, систем керування освітленням та опаленням, що сприяє підвищенню комфорту й енергоефективності.

1 АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

1.1 Комп'ютерна мережа

Комп'ютерною мережею називають сукупність двох або більше пристроїв, які об'єднані між собою з метою обміну даними. Така мережа забезпечує взаємодію між пристроями, дозволяючи передавати інформацію та спільно використовувати ресурси [1].

З точки зору структурного представлення, комп'ютерна мережа може бути змодельована у вигляді графа, де вузли є робочими станціями, мережевими пристроями або іншими активними елементами, а ребра – каналами зв'язку. Як канали передачі даних можуть використовуватися дротові (мідні чи оптичні кабелі) або бездротові технології. Вузли взаємодіють через ці канали, забезпечуючи побудову логічної та фізичної структури мережі.

1.2 Еталонна модель ISO-OSI

У 1970-х роках виникла потреба у створенні єдиного стандарту, що дозволяв би забезпечити сумісність між різнотипними комп'ютерними системами від різних виробників. Для вирішення цього завдання Міжнародна організація зі стандартизації (ISO) розробила еталонну модель взаємодії відкритих систем – ISO/OSI (Open Systems Interconnection) [2].

Ця модель описує багаторівневу структуру взаємодії мережеских компонентів і поділяється на сім ієрархічно організованих рівнів, кожен із яких виконує чітко визначені функції.

Модель ISO/OSI не встановлює конкретних протоколів або способів реалізації функцій, а лише визначає загальні принципи, обов'язки кожного рівня та їхню взаємодію.

Фізичний рівень є базовим і відповідає за передачу цифрових бітів між пристроями фізичним середовищем. Його завдання – перетворення кадрів, отриманих від каналного рівня, на сигнали (електричні, оптичні або радіохвильові), які передаються по лінії зв'язку.

Цей рівень не здійснює адресації, але забезпечує синхронізацію передачі та визначає фізичні параметри середовища. Одиницею передачі є біт.

Канальний рівень відповідає за передачу даних у вигляді кадрів між безпосередньо з'єднаними вузлами. Він забезпечує контроль помилок, керування потоком, а також використовує MAC-адреси для локальної адресації. Цей рівень забезпечує коректну доставку кадрів між вузлами в межах одного сегмента мережі.

Мережевий рівень (Network Layer) виконує функцію маршрутизації пакетів у глобальній мережі. Він визначає оптимальний маршрут доставки даних від джерела до одержувача, використовуючи глобальні (IP) адреси. Мережевий рівень дозволяє передавати інформацію через множину проміжних вузлів, обираючи найбільш ефективний шлях до цільового вузла. Основна одиниця передачі – мережевий пакет, що містить заголовок з адресною інформацією.

Транспортний рівень забезпечує надійну передачу даних між кінцевими пристроями. Його завдання – сегментація повідомлень, повторна збірка сегментів, контроль за доставкою, а також забезпечення наскрізного з'єднання між процесами на різних вузлах. Цей рівень відповідає за виявлення втрат даних, їхнє повторне надсилання та керування помилками передачі.

Сеансовий рівень відповідає за встановлення, підтримку та завершення комунікаційних сесій між прикладними процесами. У разі порушення з'єднання він забезпечує його відновлення.

Цей рівень керує діалогом між сторонами, визначаючи, хто та коли може передавати дані.

Рівень представлення здійснює трансформацію, шифрування та стиснення даних, які передаються між додатками. Він забезпечує уніфікацію форматів, щоб дані, що надходять від відправника, могли бути правильно інтерпретовані на боці одержувача. Таким чином, цей рівень узгоджує спосіб подання даних.

Прикладний рівень (Application Layer) – найвищий рівень моделі, який безпосередньо взаємодіє з користувацькими програмами. Він забезпечує доступ до мережесервісів, таких як передача файлів, електронна пошта, доступ до баз даних, робота з веб-додатками тощо. Цей рівень надає інтерфейс для взаємодії прикладного програмного забезпечення з мережею.

На рисунку 1.1 наведено графічне представлення семирівневої моделі ISO/OSI, де відображено взаємозв'язок між рівнями.

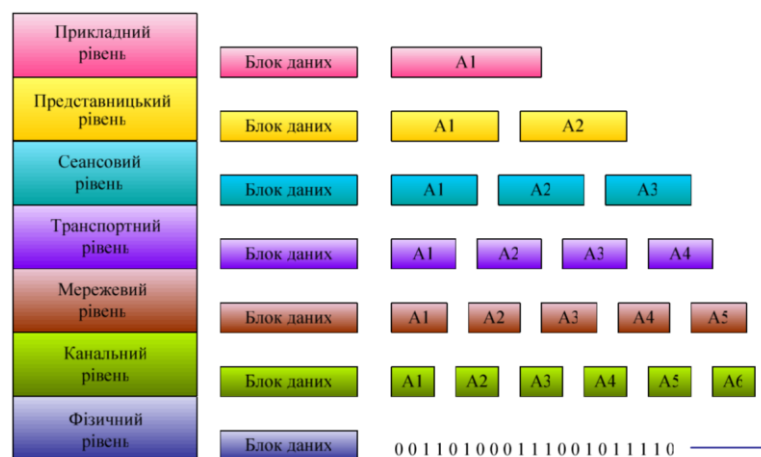


Рисунок 1.1 – Модель ISO-OSI

1.3 Архітектура TCP/IP

Архітектура мережевої моделі TCP/IP побудована на базі транспортних протоколів, організованих у вигляді чотиришарової структури. На відміну від еталонної семирівневої моделі ISO/OSI, модель TCP/IP включає лише чотири рівні: рівень мережевого інтерфейсу, мережесервісний рівень, транспортний рівень і прикладний рівень [2].

Рівень мережевого інтерфейсу відповідає за передачу кадрів у фізичному середовищі. Він визначає, яким чином відбувається доступ до фізичного середовища та взаємодія з апаратними компонентами мережі. Архітектура TCP/IP не регламентує реалізацію цього рівня, дозволяючи використовувати різноманітні технології передачі даних, зокрема Ethernet, Token Ring, АТМ тощо.

Мережевий рівень забезпечує логічну адресацію та маршрутизацію пакетів між вузлами мережі. Основним протоколом цього рівня є IP (Internet Protocol), який виконує функції, аналогічні третьому рівню моделі ISO/OSI. IP-протокол забезпечує недостовірну доставку даних (без підтвердження доставки) і використовується для передачі пакетів між джерелом і призначенням. IP-адресація виконується за допомогою двокомпонентної структури: перша частина адреси визначає мережу, а друга – конкретний вузол у межах цієї мережі.

Транспортний рівень забезпечує обмін даними між прикладними процесами на вузлах мережі. Він може працювати як у режимі надійної передачі (TCP), так і у ненадійному (UDP). Протокол TCP (Transmission Control Protocol) гарантує доставку даних у правильній послідовності та забезпечує контроль цілісності переданої інформації [2].

Протокол UDP (User Datagram Protocol) забезпечує передачу дейтаграм без встановлення з'єднання та без підтвердження доставки, що є доцільним для деяких типів трафіку (наприклад, потокового мультимедіа або DNS-запитів).

Прикладний рівень об'єднує функціональні можливості верхніх трьох рівнів моделі ISO/OSI – сеансового, представлення та прикладного. Саме на цьому рівні реалізуються різні прикладні сервіси, необхідні для роботи користувачьких програм. До типових прикладних протоколів TCP/IP належать:

- HTTP (HyperText Transfer Protocol) – протокол для доступу до веб-сторінок;

- SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) – протокол для передавання електронної пошти;
- DNS (Domain Name System) – служба доменних імен, яка перетворює доменні імена в IP-адреси;
- DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) – служба автоматичної видачі IP-адрес у мережі;
- FTP (File Transfer Protocol) – протокол передачі файлів;
- ICMP (Internet Control Message Protocol) – службовий протокол для надсилання діагностичних повідомлень.

Таким чином, модель TCP/IP є практичною та широко використовуюваною основою сучасних комп'ютерних мереж, зокрема Інтернету, забезпечуючи гнучкість, масштабованість і підтримку широкого спектра мережевих технологій (рисунок 1.2).



Рисунок 1.2 – Порівняння моделі ISO-OSI та архітектури TCP/IP

1.4 Розподіл мереж за топологією

Топологія комп'ютерної мережі визначає спосіб фізичного або логічного з'єднання її активних елементів, таких як комп'ютери, комутатори, маршрутизатори тощо [3]. Відповідно до обраної топології формується структура мережі, що впливає на її надійність, масштабованість і ефективність передавання даних (рисунок 1.3).

Основні типи топологій включають «шину», «кільце», «зірку», а також комбіновані варіанти на їх основі.

Топологія «шина» передбачає підключення всіх мережевих пристроїв до єдиного магістрального каналу передачі даних, як правило, коаксіального кабелю. Для підключення використовуються T-подібні роз'єми, а кінці кабелю мають бути обладнані термінаторами – резисторами, які поглинають сигнали, запобігаючи їхньому відбиттю та порушенню цілісності передавання.

У такій конфігурації кожен вузол отримує всі передані дані, однак приймає лише ті, які адресовано йому на основі MAC-адресації. Перевагою топології «шина» є її відносна простота та економічність через мінімальне використання кабельної продукції. Однак цей тип топології має низку обмежень:

- відмова магістрального кабелю призводить до припинення функціонування всієї мережі;
- обмежена кількість підключень та загальна довжина кабелю;
- складність у локалізації несправностей.

У сучасних мережах шина використовується рідко й здебільшого – у малих тимчасових мережах або в застарілих системах. Більш популярними є інші топології, про які йтиметься далі.

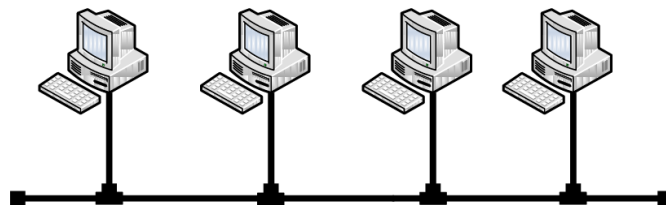


Рисунок 1.3 – Топологія шини

На практиці найпоширенішою є топологія типу «зірка», яка забезпечує високу надійність та зручність адміністрування (рисунок 1.4). У такій конфігурації всі кінцеві пристрої (робочі станції, принтери, сервери)

підключаються окремими лініями до центрального мережевого вузла, яким зазвичай виступає комутатор (switch) або, у простіших випадках, концентратор (hub).

Передавання даних між пристроями здійснюється через цей центральний вузол. У разі виходу з ладу одного з підключень – наприклад, при пошкодженні кабелю або відключенні окремої станції – решта мережі продовжує працювати у штатному режимі. Це забезпечує локалізацію відмов і підвищену стійкість до збоїв порівняно з топологією «шина».

Недоліком зіркоподібної топології є вища вартість реалізації: вона потребує більшої кількості кабелів і централізованого обладнання, що збільшує витрати на впровадження та обслуговування. Проте завдяки простоті масштабування, зручності діагностики та надійності, ця топологія широко застосовується в сучасних локальних обчислювальних мережах.

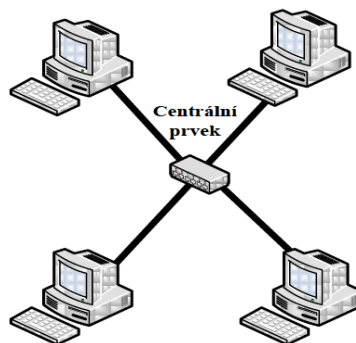


Рисунок 1.4 – Зірчаста топологія

Кільцева топологія передбачає послідовне з'єднання всіх мережевих вузлів у замкнуте кільце, в якому передача даних відбувається в одному напрямку (рисунок 1.5).

Кожен пристрій, що входить до складу мережі, виконує функцію ретранслятора: він приймає сигнал, підсилює його та передає далі по кільцю. Такий підхід дозволяє організувати упорядкований обмін інформацією між станціями, однак створює низку обмежень, що впливають на надійність та гнучкість мережі.

Підключення нових пристроїв ускладнюється необхідністю розриву кільця, що тимчасово зупиняє роботу всієї мережі. Крім того, порушення цілісності з'єднання в будь-якій точці – наприклад, у разі обриву кабелю або виходу з ладу одного з вузлів – призводить до повного припинення передавання даних. Це суттєво знижує відмовостійкість кільцевої структури, обмежуючи її застосування в сучасних комп'ютерних мережах.

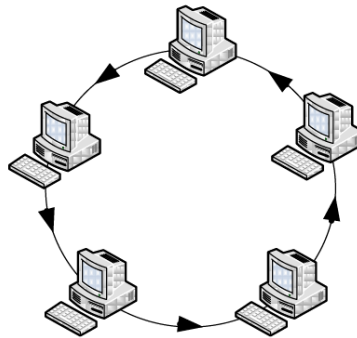


Рисунок 1.5 – Топологічне коло

1.5 Розподіл мереж за масштабами

Мережі можна класифікувати також за географічним масштабом, який вони охоплюють [3].

Локальна мережа (LAN) зазвичай використовується в межах обмежених просторів – приміщень, поверхів, будівель або невеликих комплексів. Вона призначена для об'єднання кінцевих пристроїв із метою спільного використання ресурсів, таких як файли, принтери чи доступ до Інтернету. Локальні мережі характеризуються високою швидкістю передачі даних і відносно невеликою територією покриття.

Міська мережа (MAN) охоплює більшу територію, ніж LAN, зазвичай відповідну розмірам міста або його частини. Вона об'єднує кілька локальних мереж, забезпечуючи міжмережевий зв'язок на високих швидкостях. MAN здебільшого реалізується з використанням спеціалізованих каналів зв'язку і може бути як публічною, так і приватною мережею.

Глобальна мережа (WAN) охоплює великі території – від регіонів і країн до всього світу. Вона забезпечує зв'язок між локальними і міськими мережами, а також іншими типами мереж, часто з використанням загальнодоступної інфраструктури або орендованих ліній зв'язку. WAN має розподілену структуру і забезпечує взаємодію віддалених користувачів і організацій. Найвідомішим прикладом такої мережі є Інтернет.

1.6 Середовище передачі

Для передачі сигналів у комп'ютерних мережах застосовуються різні типи фізичних середовищ. Найпоширенішими є металеві та оптичні кабелі. У металевих кабелях сигнал передається за допомогою електричних імпульсів по металевому провіднику. Оптичні кабелі використовують світлові імпульси, що поширюються в оптичному волокні, забезпечуючи високу пропускну здатність і стійкість до електромагнітних перешкод [4].

Крім кабельних технологій, можливе також бездротове передавання сигналів, яке здійснюється за допомогою електромагнітних хвиль у радіочастотному діапазоні або світлових променів у відповідних середовищах. Такий спосіб передачі дає змогу організовувати мобільний доступ і розгортати мережі в умовах, де прокладання кабелів є неможливим або недоцільним.

1.6.1 Коаксіальний кабель

Коаксіальний кабель є типом асиметричного електричного кабелю, який складається з центрального провідника, виготовленого з мідної жили, оточеного ізоляційним шаром (діелектриком).

Цей ізоляційний шар розділяє внутрішній провідник від зовнішнього, який представляє собою мідну сітку або алюмінієву оболонку, що виконує роль екрану.

Зовнішнім захисним шаром кабелю служить ізоляційна оболонка, яка оберігає внутрішні шари від механічних пошкоджень та впливу навколишнього середовища.

Раніше коаксіальний кабель широко використовувався для організації мережових з'єднань у топології «шина». Для підключення робочих станцій застосовувалися T-подібні роз'єми, а кінці кабелю обов'язково завершувалися термінаторами – резисторами, які поглинали електричні сигнали, запобігаючи їх відбиттю і виникненню перешкод у мережі [4].

1.6.2 Симетричні пари кабелів

Кабелі типу «симетрична пара» широко застосовуються для організації горизонтальної структурованої кабельної системи завдяки своїй доступній вартості та добрим характеристикам передачі сигналу. Конструктивно вони складаються з чотирьох пар ізольованих провідників, скручених між собою і поміщених у зовнішню захисну оболонку [4].

Скручування дротів у пари, а також подальше скручування самих пар, сприяє зниженню електромагнітних взаємодій між провідниками, що суттєво зменшує рівень перехресних перешкод (крос-токів). Регулярне скручування по всій довжині кабелю покращує його електричні властивості і стабільність сигналу.

У процесі монтажу важливо дотримуватися встановлених радіусів вигину кабелю та уникати пошкоджень, щоб не порушити симетрію пар і не погіршити якість передачі. При певних типах кабелів для підвищення симетрії провідники можуть бути спаяні між собою.

За типом конструкції розрізняють кабелі та провідники, які завершуються стандартними роз'ємами RJ-45.

Основні різновиди крученої пари включають [4]:

- UTP (Unshielded Twisted Pair) – неекраниваний кабель без додаткового захисту;

- STP (Shielded Twisted Pair) – екранований кабель з металевою обпліткою, що забезпечує до 86% захисту від електромагнітних завад;
- ISTP (Individually Shielded Twisted Pair) – кабель з індивідуальним екрануванням кожної пари;
- FTP (Foiled Twisted Pair) – кабель, захищений загальним фольгованим екраном із 100% покриттям.

Екрановані варіанти застосовуються у середовищах з високим рівнем електромагнітних перешкод, наприклад, у промислових умовах. Вони мають підвищену складність монтажу та більшу вартість. Для ефективного захисту від впливів всі компоненти кабельної системи повинні бути належним чином екрановані, інакше екранування втрачає свій ефект і не забезпечує належної якості передачі сигналу.

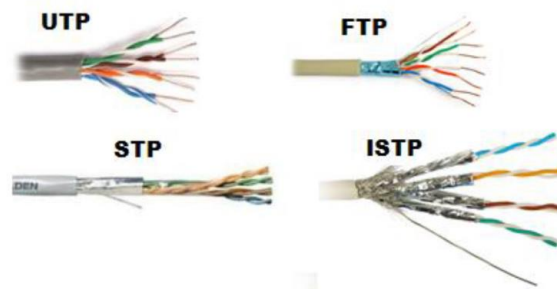


Рисунок 1.5 – Розподіл скручених кабелів

При проектуванні кабельної системи необхідно враховувати умови експлуатації кабелю та характер середовища, в якому він буде прокладений. У разі прокладання кабельних трас у підвальних або складських приміщеннях, де можливі механічні пошкодження або присутність гризунів, рекомендується застосовувати кабелі з броньованою захисною оболонкою, що забезпечує підвищену міцність і захист від зовнішніх впливів.

Для кабелів, що прокладаються під напругою (натягом), використовуються конструкції з додатковими армуючими елементами – пучками волокон, які підвищують механічну стійкість і запобігають деформаціям.

У випадках, коли середовище експлуатації характеризується високою ймовірністю механічних ушкоджень, застосовують кабелі з багат шаровими оболонками.

Внутрішня конструкція металевих пар часто оснащується спеціальними напрямними хрестовинами, що забезпечують стабільне розташування провідникових пар та зменшують вплив механічних напруг.

Оболонки кабелів виготовляються з різних матеріалів, серед яких найпоширенішим є полівінілхлорид (ПВХ). Однак при горінні ПВХ виділяє токсичні галогенні гази, що становлять значну загрозу для здоров'я людини, тому його не рекомендується використовувати у приміщеннях із великою кількістю людей, таких як школи, готелі, аеропорти, метро та лікарні.

Для таких об'єктів застосовують кабелі з оболонкою типу LSOH (Low Smoke Zero Halogen) – безгалогенові вогнестійкі інсталяційні кабелі, які при горінні не виділяють шкідливих галогенних газів та характеризуються низьким рівнем диму.

Для металевих кручених пар розрізняють два основних типи кінцевих з'єднань – гніздо (розетка) та штекер (вилка).

Гніздо, або гніздове з'єднання, призначене для приєднання дротяного провідника, що використовується в горизонтальних кабельних лініях між настінною розеткою і комутаційною панеллю. Воно забезпечує надійний контакт і зручність експлуатації в точках підключення кінцевих пристроїв.

Штекер (патч-штекер) застосовується для кабелів типу патч-кейблів, що виконані з більш гнучкого проводу, і служить для підключення обладнання до патч-панелей або мережевих пристроїв. Такий тип з'єднання забезпечує мобільність та зручність організації локальної мережі.

Кожен провід у кабелі має певне кольорове маркування, а порядок підключення до клем повинен суворо відповідати встановленим стандартам, зокрема рекомендаціям EIA/TIA – T568A або T568B (рисунок 1.6). Дотримання цих стандартів гарантує коректну роботу мережі та мінімізує ризик виникнення помилок при передачі даних.

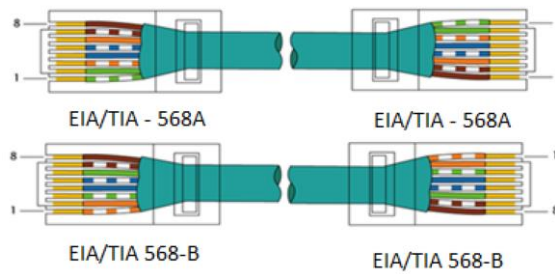


Рисунок 1.6 – Технічні характеристики електропроводки T568A, T568B

1.6.3 Оптичні кабелі

Оптичні кабелі застосовуються переважно у високошвидкісних магістральних мережах та в умовах з підвищеним рівнем електромагнітних завад. Завдяки високій пропускній здатності вони ефективні для передачі даних на великі відстані. Передача інформації в оптичних кабелях здійснюється за допомогою світлових імпульсів, що поширюються по світловодах, виготовлених із скла або пластику. Світловий сигнал розповсюджується у волокні за рахунок багаторазового відбиття на межі розділу двох середовищ із різними показниками заломлення [4].

Передавальна частина оптичного тракту складається з лазера або світлодіода, які перетворюють електричний сигнал у світловий імпульс. Приймальна частина обладнана фотодіодом, який здійснює зворотне перетворення світла в електричний сигнал.

При передачі світлового сигналу можливе виникнення таких негативних ефектів, як відбиття, загасання, інтерференція, а також модальна і хроматична дисперсія, що призводять до спотворення сигналу та зменшення дальності передачі.

Конструктивно оптичний кабель складається зі світловодного сердечника з відбиваючим покриттям, первинного та вторинного захисних шарів і зовнішньої оболонки. В одному кабелі може міститися одне або кілька оптичних волокон. Первинний захист зазвичай представлений тонким лакованим шаром, який забезпечує вологостійкість. Вторинний захисний шар

підвищує механічну міцність кабелю і може виконуватися у вигляді жорсткої трубки (tight secondary protection) або мати наповнювач у вигляді гелю (loose secondary protection).

Оптичні волокна поділяються на два основні типи (рисунок 1.7).

Одномодові волокна (Single-Mode Fiber) пропускають лише один світловий промінь, що усуває модову дисперсію. Вони освітлюються когерентним світлом (лазером), що зменшує хроматичну дисперсію. Завдяки тонкому сердечнику (діаметром 9 мкм) одномодові волокна забезпечують передачу сигналу на великі відстані з мінімальними втратами, що робить їх ідеальними для міжміських і міжнародних магістралей. Однак такі волокна мають вищу вартість.

Багатомодові волокна (Multi-Mode Fiber) дозволяють проходження кількох променів одночасно через ширший сердечник (50 або 62,5 мкм), що призводить до модової дисперсії – розсіяння сигналу через різну швидкість променів. Цей тип волокон використовується переважно для зв'язку на коротких відстанях, наприклад, у межах будівель або кампусів. Багатомодові волокна легше підключати та освітлювати світлодіодами, що робить їх більш економічними для локальних мереж [4].

Залежно від профілю показника заломлення розрізняють багатомодові волокна зі ступінчастим та градієнтним профілем, що впливає на характеристики передачі і ступінь дисперсії.

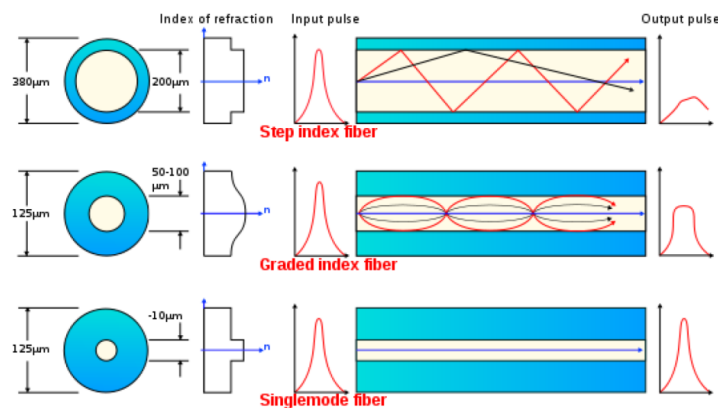


Рисунок 1.7 – Типи оптичних волокон

Існує кілька типових конструктивних варіантів оптичних кабелів, які відрізняються за фізичною будовою та призначенням. Основні типи включають симплексні, дуплексні, розподільні та розривні кабелі.

Симплексний кабель складається з одного оптичного волокна, яке захищене щільним вторинним покриттям, додатковим захистом міцності та зовнішньою пластиковою оболонкою.

Дуплексний кабель являє собою конструкцію, в якій два симплексні волокна з'єднані між собою в єдине ціле, що дозволяє організувати двонаправлену передачу даних.

Розподільний кабель містить декілька оптичних волокон, кожне з яких має щільний вторинний захист. Всі волокна разом розташовані під загальним міцним захисним покриттям і зовнішньою оболонкою, що забезпечує додаткову механічну стійкість.

Розривний кабель складається з декількох окремих симплексних кабелів, розміщених усередині спільної захисної оболонки, що дає змогу легко розподіляти волокна на місці монтажу.

1.6.4 Безпроводна передача

Безпроводна передача даних здійснюється за допомогою електромагнітних хвиль. Безпроводні локальні мережі (Wi-Fi) найчастіше функціонують у вільних частотних діапазонах 2,4 ГГц або 5 ГГц. Пропускна здатність таких мереж зазвичай нижча порівняно з металевими кабельними лініями [5].

Одним із основних недоліків безпроводної передачі є зниження швидкості при збільшенні відстані між пристроями або у разі появи перешкод на шляху сигналу. Крім того, якщо до однієї точки доступу підключено кілька користувачів, вони ділять між собою доступну пропускну здатність. Також важливою проблемою є відносно низький рівень безпеки передачі – сигнал може бути перехоплений сторонніми особами.

Безпроводні технології включають використання радіосигналів, інфрачервоного випромінювання, а також супутникових і мікрохвильових каналів.

Радіопередача має перевагу у здатності електромагнітних хвиль проникати крізь перешкоди, наприклад, будівлі. Радіохвилі поширюються у просторі в усіх напрямках, тому антени не потребують точної орієнтації. Проте відстань і якість сигналу залежать від частоти випромінювання.

Мікрохвильова передача використовує високочастотні електромагнітні хвилі з короткою довжиною. Завдяки вузьконаправленому випромінюванню зменшуються перехресні перешкоди. Для ефективної роботи антени необхідно точно орієнтувати, а між передавачем і приймачем має бути пряма видимість. Безпосередня відстань зв'язку може досягати до 50 км без застосування ретрансляторів. У мобільному зв'язку застосовують антени, які охоплюють широку територію, забезпечуючи покриття певної площі.

Лазерні канали зв'язку передають інформацію за допомогою спрямованого світлового (лазерного) променя. Якість з'єднання сильно залежить від відсутності перешкод на лінії видимості між передавачем і приймачем. Атмосферні явища, такі як дощ або туман, можуть суттєво впливати на стабільність і швидкість передачі.

2 УНІВЕРСАЛЬНА КАБЕЛЬНА СИСТЕМА

Універсальна кабельна система призначена для передачі різноманітних типів інформації – даних, голосу та відеосигналів – за допомогою єдиного каналу передачі, який не залежить від конкретного застосування чи протоколу. Її універсальність полягає у сумісності з різними апаратними засобами, програмним забезпеченням та протоколами передачі даних, такими як Ethernet, Token Ring, АТМ тощо [6].

Основною перевагою цієї системи є можливість масштабування мережі без переривання роботи вже існуючої інфраструктури. Архітектура системи повинна мати ієрархічну структуру, що забезпечує стійкість до відмов – у разі пошкодження окремої лінії робота мережі в цілому не порушується.

Модульність універсальної кабельної системи дозволяє гнучко змінювати розташування робочих місць і пристроїв відповідно до організаційних змін у компанії без значних витрат часу і ресурсів.

До основних вимог також належить довговічність системи – вона повинна мати фізичний термін служби не менше 25 років і морально не застарівати щонайменше 15 років, забезпечуючи надійну експлуатацію протягом цього періоду.

2.1 Секції кабельної системи

Універсальна кабельна система поділяється на три основні секції: горизонтальну, робочу та магістральну. Кожна з цих секцій проектується та виконується відповідно до встановлених стандартів [6].

Горизонтальна секція включає кабелі, що з'єднують розетку даних із комутаційною панеллю (перемикачем). Максимальна довжина кабелю між розеткою та розподільним щитком, згідно з нормативами, не повинна перевищувати 90 метрів.

Для металевих кабелів застосовується відповідний провід, а для оптичних ліній використовують багатомодові градієнтні волокна.

Робоча секція охоплює кабельну трасу від роз'єму даних до кінцевого пристрою або від комутаційної панелі до активного мережевого обладнання. Для з'єднання у цій частині використовуються патч-корди з провідних кабелів. Загальна довжина таких кабелів не повинна перевищувати 10 метрів. Весь шлях від кінцевого пристрою до комутатора називається каналом горизонтальної секції.

Магістральна секція складається з двох рівнів: будівельного і зонального. Будівельна магістраль включає кабелі, які з'єднують головний розподільний щит будівлі із розподільними щитами на поверхах. Зональна магістраль відповідає за з'єднання розподільного щита будівлі з розподільним щитом району або кампусу.

2.2 Основні поняття

При проектуванні кабельної системи важливо розуміти основні терміни, такі як лінія, канал, категорія та клас [6].

Лінія – це шлях передачі сигналу між двома кабельними інтерфейсами. На рисунку 2.1 лінія позначена синім контуром і з'єднує розетку даних на робочому місці з комутаційною панеллю в мережевому шафі.

Канал охоплює повний шлях передачі від робочого місця до мережевого пристрою або між двома пристроями. Він складається з лінійної частини кабелю та з'єднувальних кабелів, що з'єднують кінцевий пристрій з робочим місцем.



Рисунок 2.1 – Лінія кабельної системи

Критерієм для класифікації мідних кабелів є їхня пропускна здатність, що вимірюється в мегагерцах (МГц), тоді як для оптичних кабелів основним параметром є питома загасання сигналу, які вимірюються в децибелах (дБ).

Клас А характеризує як канал, так і лінію загалом, враховуючи не лише технічні параметри кабелю, а й особливості монтажу, методи підключення та вплив людського фактора – наскільки якісно виконані роботи.

Для металевих кабелів прийнято використовувати класи від А до F.

Таблиця 2.1 – Огляд класів і категорій металевих кабелів

Клас	Категорія	Частота	використання
A	1	до 100 кГц	аналоговий телефон
B	2	до 1 МГц	ISDN
C	3	до 16 МГц	Ethernet 10 Мбіт/с
-	4	до 20 МГц	Токен-кільце
D	5	до 100 МГц	ATM, FE, GE
E	6	до 250 МГц	ATM 1200
E _A	6A	до 500 МГц	10 GE
F	7	до 600 МГц	10 GE

2.3 Кабельні траси

Кабельні траси можуть прокладатися різними способами залежно від умов будівлі. Їх часто розміщують уздовж стін у парапетних молдингах, а також у стельових софітах або каналах підлоги.

Прокладка кабелів між поверхами зазвичай здійснюється через отвори в стелі з використанням захисних труб. При плануванні маршрутів враховують як техніко-економічні фактори, так і естетичні вимоги замовника. Монтаж кабельної системи повинен виконуватися відповідно до чинних стандартів та рекомендацій виробника. Особливу увагу слід приділяти дотриманню мінімальних радіусів вигину кабелів і уникненню

впливу електромагнітних перешкод від електричних проводів. Недотримання цих вимог призводить до зниження якості передачі сигналу та погіршення експлуатаційних характеристик мережі.

2.4 Елементи кабельної системи

Елементи кабельної системи поділяються на кілька основних груп: сполучні, організаційні, лінійні та маркувальні.

Сполучні елементи призначені для завершення кабельних ліній та їх з'єднання, тобто формування каналів передачі. До них належать, зокрема, патч-панелі та розетки даних. Комутаційна панель є ключовим функціональним елементом, що встановлюється в шафі даних і служить для завершення кабелів.

Вона оснащена певною кількістю роз'ємів, які позначаються у монтажних одиницях «U» (наприклад, 1U або 2U). Існують як інтегровані, так і модульні патч-панелі, які значно полегшують роботу з кабелями та дозволяють використовувати різні типи комунікаційних модулів. Модульні патч-панелі можуть бути двох основних типів: з пластиковими тримачами портів або суцільнометалеві, які переважно застосовуються для екранованих кабелів.

Розетки даних використовуються для завершення кабельної лінії безпосередньо на робочому місці.

Вони можуть бути модульними або інтегрованими та виготовляються з різною щільністю портів. Сучасний ринок пропонує широкий вибір розеток різного дизайну, матеріалів і кольорів, що дозволяє гармонійно вписувати їх у дизайн приміщень. Важливо правильно прорахувати необхідну кількість розеток та їх розташування з урахуванням ергономіки і естетики.

Перевагою модульної системи є простота монтажу та експлуатації: підключення кабелю до патч-панелі чи розетки можна виконати без спеціальних інструментів.

Під час монтажу не відбувається надмірного розкручування проводу, використовуються самонарізні кріплення.

Модульні патч-панелі оснащені швидкознімними затискачами, що дозволяють легко знімати їх зі смуг без застосування гвинтів. Організаційні елементи служать для акуратного упорядкування кабельних трас. До них відносяться шафи для даних з горизонтальними та вертикальними органайзерами, а також додаткові аксесуари – стяжні ремені, кабельні затискачі тощо.

Комунікаційна шафа – це пристрій, у якому розміщуються мережеві пристрої (комутатори, маршрутизатори, сервери, патч-панелі) і де завершується горизонтальна кабельна розводка, що йде від робочих місць. Кабельні лінії укладаються за допомогою кабельних органайзерів. Крім мережевого обладнання, у шафі можуть бути розташовані сховища даних, резервні джерела живлення, вентиляційні системи, пристрої захисту від перенапруг, самозатухаючі капсули тощо. Шафи можуть монтуватися на стіні або стояти окремо на підлозі у вигляді шафи чи рами. Стандартна монтажна ширина становить 19 дюймів, але існують і моделі шириною 10 дюймів.

Висота шафи визначається кількістю монтажних одиниць ($1U = 44,5$ мм). Кабельні органайзери забезпечують зручне управління кабельними трасами, запобігають їх плутанині та полегшують підключення. Вони бувають відкритими (D-ring) або закритими (comb) за конструкцією.

Лінійні елементи призначені для захисту, зберігання та прокладання кабельних пучків. Кабельні траси можна прокладати у парапетних жолобах, металевих рейках, захисних трубах або на дротяних сітках у підвісних стелях, де також застосовуються спеціальні підвісні гаки.

Для маркування кабелів і елементів системи використовують різноманітні ідентифікатори, виготовлені з матеріалів, стійких до впливу температури та ультрафіолетового випромінювання, що спрощує обслуговування і діагностику мережі.

2.5 Маркування

Маркування відіграє ключову роль у точній ідентифікації складових універсальної кабельної системи. Всі елементи повинні мати чіткі та логічні позначення, розташовані у помітних місцях. Відповідно до міжнародного стандарту EIA/TIA 606, встановлені правила маркування окремих компонентів універсальної кабельної системи [7].

Зокрема, обов'язковому маркуванню підлягають такі елементи:

- технічні приміщення;
- комутаційні щити;
- розетки даних і кожен порт на розетках;
- кабельні пучки у місцях їх перетину або розгалуження;
- обидва кінці кабелів даних;
- комутаційні панелі і окремі порти патч-панелей.

2.6 Активні елементи

Активні елементи – це пристрої, які відповідають за передачу даних між різними сегментами мережі або за інтеграцію кількох мереж у єдину систему. Вони класифікуються залежно від рівня моделі ISO-OSI, на якому здійснюють свою роботу.

Концентратор – це типовий пристрій для зіркоподібної топології, що працює на фізичному рівні ISO-OSI. Його основне завдання — приймати сигнал, посилювати його та передавати на всі інші порти одночасно. Оскільки концентратор не аналізує заголовки даних і не ідентифікує адреси одержувачів, він розсилає отримані дані всім підключеним пристроям незалежно від їх адрес.

Комутатор (перемикач) функціонує на каналному рівні ISO-OSI. Він ізолює трафік кожної робочої станції, рівномірно розподіляючи потоки даних по окремих сегментах мережі. Комутатор зменшує домени колізій,

розбиваючи великий домен зіткнень на менші частини. Його шина працює на вищій швидкості, ніж вихідні порти. Комутатор пересилає кадри тільки тим пристроям, для яких вони призначені, на основі MAC-адрес. Якщо адреса отримувача невідома, кадр відправляється на всі порти.

Маршрутизатор забезпечує об'єднання і розподіл окремих мереж, працюючи на мережевому рівні ISO-OSI. Він обробляє пакети, використовуючи IP-адреси, та визначає оптимальний маршрут передачі через проміжні вузли до кінцевої мережі. Маршрутизатори обмінюються інформацією про доступність мереж та формують таблиці маршрутизації. Вони використовують спеціальні протоколи для вибору найкоротшого або найнадійнішого шляху на основі кількості стрибків або якості каналу зв'язку.

Брандмауер – це пристрій, який захищає локальну мережу від зовнішніх загроз, таких як віруси, хробаки чи хакерські атаки з Інтернету. Він контролює вхідний і вихідний трафік, забезпечує спільний доступ до Інтернету, фільтрує небезпечні сервіси та керує роботою портів. Захист здійснюється через фільтрацію пакетів, коли IP-пакети аналізуються та відкидаються або пропускаються відповідно до встановлених правил. Крім того, брандмауер може використовувати шлюз додатків для глибшої перевірки вмісту пакетів.

Точка доступу – це пристрій, що забезпечує зв'язок між безпроводними пристроями та сервером. Вона підвищує безпеку мережі, контролюючи доступ клієнтів, відстежуючи мережевий трафік та виконуючи фільтрацію користувачів. Точка доступу виступає як посередник, керуючи потоками даних між клієнтами мережі.

3 АНАЛІЗ ПОТОЧНОГО СТАНУ

Предметом діяльності підприємства є виробництво, торгівля та надання послуг, пов'язаних з меблевою промисловістю. Головний офіс компанії розташований у місті Полтава.

Компанія спеціалізується на виготовленні та реалізації фасадних панелей для меблів. Основну частку асортименту складають дверцята для кухонних гарнітурів, а також елементи меблів для ванних кімнат, віталень та передпокоїв.

3.1 Організаційна структура підприємства

На етапі розвитку підприємство планує будівництво нового виробничого цеху, що дозволить централізувати виробничі процеси під одним дахом, а також оптимізувати витрати на логістику та комунікації.

Управління компанією здійснюють два співзасновники, які мають рівні частки у володінні (по 50%) та одночасно виконують функції керівників. Кожен із них має право одноосібного представництва, проте укладення угод або контрактів на суму понад 10 мільйонів гривень можливе лише за спільного погодження обох керуючих осіб.

Організаційно підприємство поділено на чотири ключові відділи (рисунок 3.1):

- виробничий відділ (найчисельніший),
- IT-відділ,
- відділ продажів,
- бухгалтерія.

Виробничий відділ структурно поділено на два підрозділи: матеріально-технічний та виробничий, який включає: фрезерну та пресову дільниці,

Усі виробничі процеси на поточному етапі зосереджені в одному виробничому приміщенні. Робота організована у двозмінному режимі, за кожною зміною закріплений бригадир, який відповідає за контроль та облік діяльності працівників.

Загальна чисельність персоналу становить 42 особи. Проте не всі співробітники потребують доступу до комп'ютерної мережі чи периферійного обладнання. До числа пристроїв, які можуть бути підключені до мережевої інфраструктури, належать персональні комп'ютери, ноутбуки, IP-телефони та мережеві принтери.

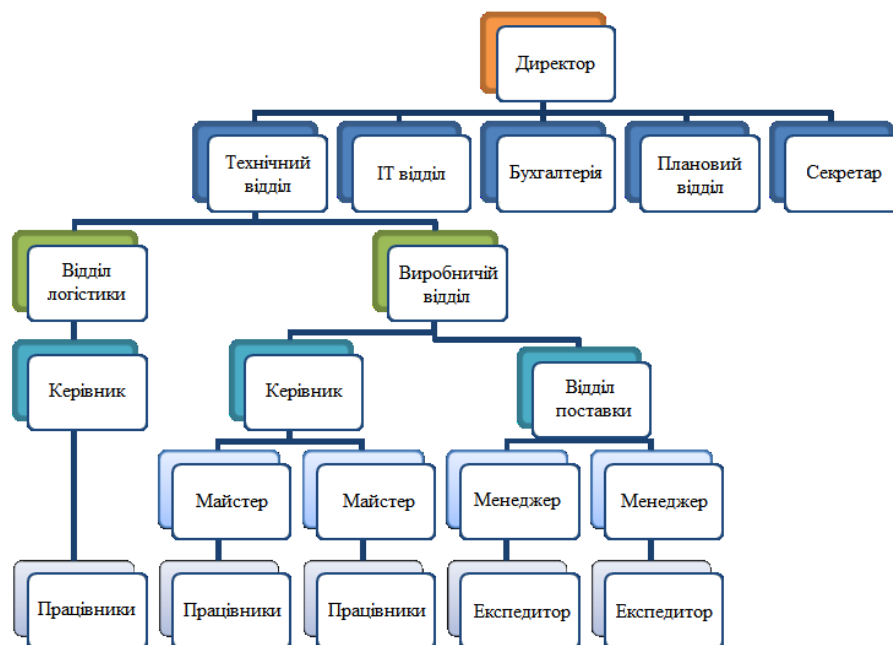


Рисунок 3.1 – Організаційна структура підприємства

3.2 Аналіз приміщень підприємства

Передбачено монтаж структурованої кабельної системи у виробничому цеху підприємства. Окрім безпосередньо виробничих площ, до складу цеху входять технічні приміщення, адміністративно-соціальні зони та комунікаційні простори. Дана будівля призначена для виготовлення МДФ-плит, які використовуються у меблевій промисловості.

Основна виробнича частина має розміри 60×26 метрів при висоті 4,5 метра під фермами. Уздовж одного з поздовжніх фасадів розташована адміністративно-соціальна прибудова, а з протилежного боку передбачене приміщення для автотехніки. Навколо будівлі передбачені заасфальтовані площі, які організують прилеглу територію. Територія буде огорожена новою частковою огорожею. Для вирівнювання перепаду рельєфу з північно-східної сторони планується зведення підпірної стіни висотою 1,5 метра.

У перспективі передбачено розширення виробничих площ шляхом зведення складського приміщення на південно-східній стороні будівлі, що додасть ще 12 метрів до загальної площі (рисунок 3.2).

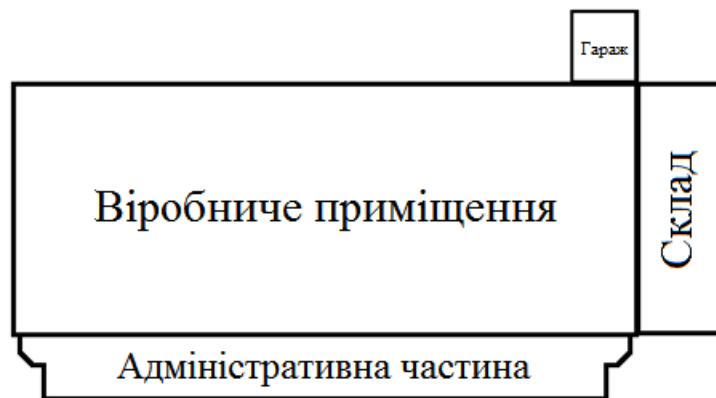


Рисунок 3.2 – Попередній огляд будівлі підприємства

Основні дані (рисунок 3.3):

- виробниче приміщення – 1620,3 м²;
- адміністративна прибудова – 348,2 м²;
- гараж – 37,8 м²;
- загальна площа забудови – 2006,3 м².

У виробничому цеху передбачено встановлення підлогових каналів та водостоків для прокладання кабелів до окремих одиниць технологічного обладнання.

В адміністративному секторі будівлі прокладання кабелів повинно відбуватися в перекриттях і кабельних каналах згідно з вимогами інвестора.

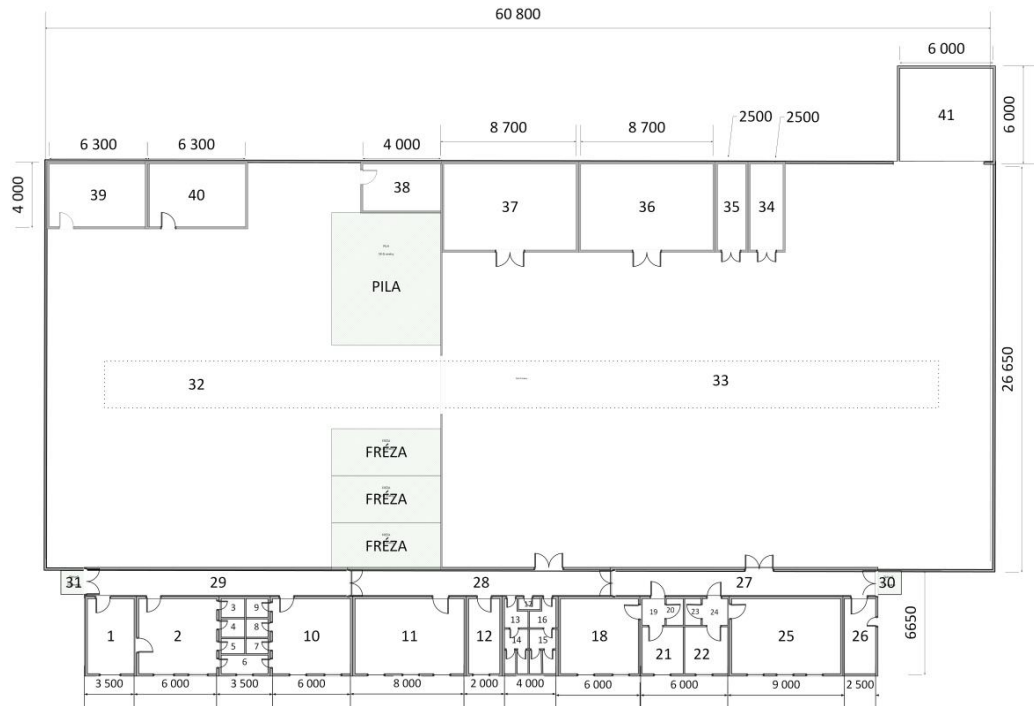


Рисунок 3.3 – План приміщень підприємства

При плануванні можливого розширення робочих місць враховано гігієнічний норматив, що встановлює мінімальну площу вільного робочого простору в 2 м^2 на одного працівника.

Переговорна кімната, розміром $3,5 \times 4,8 \text{ м}$, використовується для прийому гостей та проведення внутрішніх нарад керівництва з працівниками. Приміщення розраховане на 10 осіб за столом для переговорів. Інвестор вимагає оснащення кімнати розетками для передачі даних та бездротовим підключенням до мережі для ноутбуків і портативних пристроїв.

У кабінеті керівництва, площею $28,8 \text{ м}^2$, працюють керівники та їх помічник, який обслуговує обох. Завдяки достатньому простору в офісі можна розмістити до двох додаткових робочих місць. Для кожного працівника необхідно забезпечити по три роз'єми даних для комп'ютера, ноутбука і IP-телефону, а також один роз'єм для мережевого принтера. Кабінет також має бути оснащений бездротовим доступом до мережі.

Відділ збуту та бухгалтерії займатимуть торгові представники, бухгалтери та спеціалісти з нарахування заробітної плати. Офіс цих відділів за площею дорівнює кабінету керівництва ($28,8 \text{ м}^2$) і розрахований на трьох

співробітників із можливістю збільшення до п'яти робочих місць. Для цих приміщень передбачено необхідну кількість роз'ємів даних для комп'ютерів, ноутбуків, IP-телефонів та мережевого принтера.

Технічний кабінет матиме підключення до Інтернету, яке далі поширюватиметься мережею по всій будівлі. У цьому приміщенні розміщено обладнання, необхідне для роботи мережі.

В кожному коридорі заплановано розміщення роз'єму даних для підключення IP-камер відеоспостереження з метою контролю переміщення людей і забезпечення безпеки.

Виробничий цех – найбільша зона підприємства, де здійснюється основна виробнича діяльність. До нього висуваються дві ключові вимоги: наявність роз'ємів даних для підключення технологічного обладнання та можливість підключення IP-камер для контролю роботи і безпеки.

IT-відділ об'єднує технічний та IT-персонал у кількості чотирьох осіб. Для цього відділу необхідні розетки даних та бездротове підключення, особливо для потреб IT-персоналу. Розетки даних використовуватимуться для підключення комп'ютерів, ноутбуків, IP-телефонів і принтерів. Площа приміщення становить 25,2 м², з можливістю додаткового розміщення одного робочого місця.

У виконавчому офісі здійснюється оперативне планування виробничих процесів. Менеджери, що працюють у цьому приміщенні, відповідають за безперервне функціонування виробничих підрозділів.

Для кожного з керівників необхідне забезпечення розетками передачі даних для підключення комп'ютерів, ноутбуків, IP-телефонів та принтерів. В офісі працюють три менеджери. Площа приміщення становить 25,2 м² – аналогічно офісу технічного та IT-відділів.

При проектуванні комп'ютерної мережі необхідно дотриматися наступних вимог:

- забезпечити відсутність перевантажень у майбутньому під час експлуатації мережі;

- передбачити достатню кількість роз'ємів передачі даних для кінцевих користувачів з урахуванням можливого збільшення персоналу;
- включити необхідну кількість роз'ємів для підключення IP-телефонів, IP-камер та мережевих принтерів;
- реалізувати універсальну (структуровану) кабельну систему.

Уся будівля поділяється на дві основні частини — виробничу та адміністративну. До комп'ютерної мережі підключатимуться всі необхідні пристрої: комп'ютери, ноутбуки, IP-телефони, відеокамери, принтери та інше обладнання.

Проектування мережі виконується з урахуванням довгострокової експлуатації: її ресурс та стабільна робота мають бути гарантовані щонайменше протягом 15 років без потреби в істотній модернізації або втручанні в інфраструктуру.

4 ПРОЕКТУВАННЯ МЕРЕЖІ

4.1 Обрана технологія передачі даних

Для побудови локальної мережі підприємства було обрано технології 10 Gigabit Ethernet (10 GbE) та Gigabit Ethernet, які відповідають сучасним вимогам до швидкості, масштабованості та стабільності передачі даних. В якості топології мережі використовується структура типу «дерево».

Для реалізації зазначених технологій необхідне застосування кабелів категорії 5e, що відповідають класу D, а також багатомодових оптичних волокон. Обрана конфігурація повністю задовольняє технічні потреби підприємства, забезпечуючи високу пропускну здатність і можливість подальшого масштабування мережевої інфраструктури.

4.2 Кількість і розміщення розеток

Кількість точок доступу до мережі визначена відповідно до потреб підприємства, виявлених під час аналізу приміщень і робочих процесів.

Передбачено, що на кожному робочому місці буде щонайменше три точки доступу до мережі (для персонального комп'ютера, ноутбука, IP-телефону).

Окрім цього, запроектовано окремі мережеві розетки для підключення спеціалізованого обладнання, зокрема: мережевих принтерів, точок бездротового доступу (Wi-Fi), IP-камер відеоспостереження та інших пристроїв.

Під час проектування враховано потенційне розширення кількості робочих місць, тому до мережі закладено резерв для підключення додаткових пристроїв без потреби в реконструкції кабельної системи (рисунок 4.1).

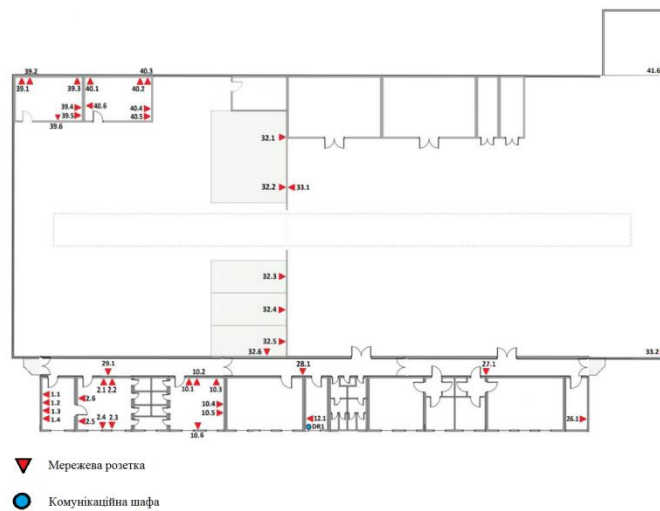


Рисунок 4.1 – Схема розміщення мережевих розеток

Передбачається резервування додаткових точок підключення у визначених приміщеннях, зокрема для під'єднання Wi-Fi обладнання в перспективі.

4.3 Кабельні траси

З метою зручності та наочності горизонтальні сегменти кабельної інфраструктури поділено на чотири окремі кабельні траси. Кожному маршруту присвоєно позначення відповідно до літер українського алфавіту: траса А, Б, В та Г.

Усі прокладені траси відповідають вимогам стандартів щодо довжини – жоден з маршрутів не перевищує гранично допустиму довжину 90 метрів.

Схематичне зображення розташування кабельних трас представлено на рисунку 4.2.

Початковою точкою маршруту А є технічне приміщення, де розташована мережева шафа. Через отвір у стіні, виконаний у межах їдальні, кабель виводиться у кабельному коробі 60×40 мм, після чого пролягає вздовж стіни до кабінету №10. Далі, знову через стіну, кабель входить у приміщення, де виконується перше розгалуження та здійснюється перехід на парпетний короб.

Одна з гілок веде до розеток 10.1 і 10.2, інша – до розетки 10.5, після чого кабель прокладається через кімнату 7 до кабінету №2. У цій точці прокладання кабелю здійснюється через цегляну кладку.

У кабінеті №2 відбувається друге розгалуження: одна гілка підключає розетки 2.1 і 2.2, інша – веде до розетки 29.1 для підключення ІР-камери в коридорі.

Завершується траса А в переговорній кімнаті, де передбачено чотири розетки даних (1.1–1.4).

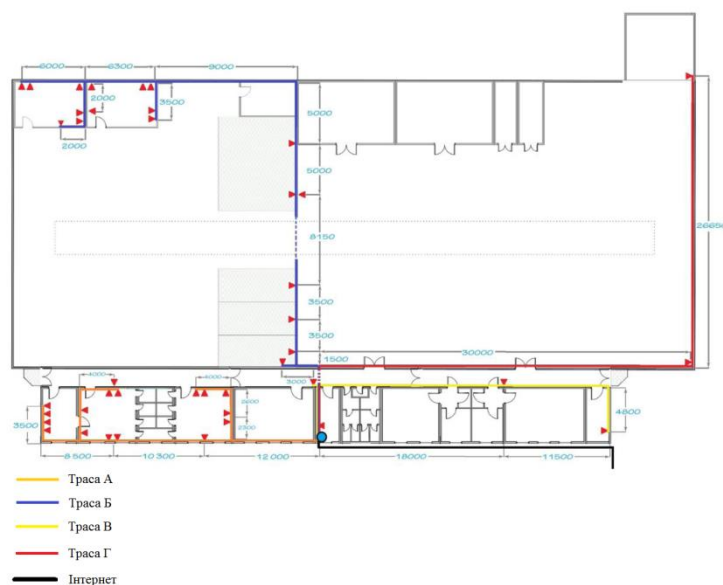


Рисунок 4.2 – Кабельні траси

Траса Б також стартує в технічному приміщенні від мережевої шафи. На відміну від траси А, кабель пролягає вздовж стіни технічного приміщення у напрямку до виробничого цеху, розміщуючись у кабельному коробі 60×40 мм.

Після цього кабель прокладається через коридор у стельовому просторі, далі проходить через отвір у стіні та потрапляє до виробничого приміщення, де повертає ліворуч. Далі кабель продовжує маршрут стелею, пролягаючи до другої частини виробничого цеху, де також встановлюється розетка для ІР-камери.

Основна гілка пролягає вздовж стіни у стелі, досягаючи протилежного краю цеху, після чого знову повертає ліворуч і доходить до кабінету №40. У цьому приміщенні мережеві розетки встановлюються по стіні, а кабель виводиться зі стелі.

Траса В

Маршрут В аналогічно трасі Б проходить від мережевої шафи через отвір у коридор, однак замість продовження коридором він повертає праворуч і пролягає вздовж стіни.

Відгалуження на ліву сторону веде до розетки для ІР-камери, після чого основний кабель продовжується у стельовому просторі. Через стіну кабель потрапляє до коридору (кімната 29), де в середній частині встановлюється ще одна розетка для відеоспостереження.

Звідси кабель продовжується до кінця коридору та через отвір потрапляє до котельні, де траса вже прокладається у кабельному коробі 40×20 мм. У котельні кабель монтується вздовж стіни до розетки для підключення водогрійних котлів.

Траса Г

Початковий відрізок маршруту Г збігається з початками трас Б і В – кабель прокладається від мережевої шафи у технічному приміщенні через кабельний короб 40×20 мм у напрямку до коридору. Далі маршрут пролягає у стелі до виробничого приміщення.

На відміну від маршруту Б, траса Г повертає праворуч та йде у стельовому просторі вздовж стіни до її кінця. У певній точці встановлюється розетка 32.2 для підключення ІР-камери.

Після цього кабель повертає ліворуч та пролягає до торцевої частини стіни, де через невеликий отвір заводиться у диспетчерську кімнату. Завершується траса встановленням мережевої розетки для камери спостереження.

Інтернет-підключення здійснюється з боку будівлі, звідки провайдер проводить оптичний кабель вздовж адміністративної частини.

4.4 Кабельна система

Для підключення робочих місць використовується гнучкий монтажний кабель, який забезпечує зручність інсталяції та обслуговування.

У горизонтальній секції кабельної системи використовується екранований металевий кабель категорії 5е, який задовольняє вимоги щодо пропускної здатності комп'ютерної мережі та має оптимальне співвідношення ціни і якості.

Через наявність численних джерел електромагнітних завад у будівлі (наприклад, електрообладнання або силові кабелі) було обрано кабель типу КППЭО-ВП (100) 4×2×0,51 (SF/UTP-cat.5E).

Для внутрішньої розводки кабелів у приміщеннях застосовуються парпетні коробки виробництва КОПОС. Ці вироби відповідають сучасним стандартам якості, мають високий рівень надійності та зручності монтажу.

Пропускна здатність одного парпетного каналу становить до 33 кабелів, тому для забезпечення необхідного резерву було обрано тип РК розміром 140×70 мм, що повністю задовольняє потреби проектованої мережі.

У приміщеннях, де відсутня потреба в застосуванні парпетних жолобів, для прокладання кабелів доцільно використовувати монтажні планки, що є більш економічним рішенням.

У якості таких елементів обрано квадратні кабельні рейки типу КОПОС LHD, які відповідають чинним стандартам і забезпечують надійне укладання кабелю. Залежно від кількості ліній передбачається використання рейок різних розмірів та несучої здатності:

- рейки 60×40 мм призначені для ділянок, де прокладається понад 20 кабелів;
- рейки 40×20 мм застосовуються у випадках меншого навантаження.

З урахуванням того, що зовнішній діаметр одного кабелю становить 6 мм, розміри кабельних рейок підібрані відповідно до максимальної місткості та кількості прокладених кабелів для кожної окремої ділянки.

4.5 Мережеві розетки

Одним із ключових критеріїв при виборі мережевих розеток є їх конструктивні особливості та естетичний вигляд, які повинні гармонійно вписуватися в інтер'єр приміщень, де вони встановлюються.

Для реалізації проекту обрано продукцію компанії ABB, а саме розетки серії TIME, призначені для офісних приміщень, та серії TANGO, які рекомендовані для використання у виробничих цехах.

Розетки мають привабливе та відповідне колірне оформлення, що забезпечує їх органічне поєднання з дизайном інтер'єрів. Особливістю даних розеток є їх висока якість і можливість встановлення до трьох модулів у одному корпусі, що забезпечує гнучкість при підключенні різноманітних пристроїв. Водночас не є обов'язковим одночасне використання всіх трьох роз'ємів.

4.6 Патч-панелі

Патч-панелі мають модульну конструкцію, що дозволяє встановлювати різні типи комунікаційних модулів відповідно до потреб мережі. Для підвищення зручності і впорядкування ідентифікації було прийнято рішення застосовувати колірне кодування модулів патч-панелей, узгоджене з колірною гамою роз'ємів.

У проекті передбачено використання патч-панелей виробництва PANDUIT типу CP24WSBLY – це суцільнометалеві панелі з опорною монтажною рейкою. Кожна панель має 24 порти і займає висоту 1U в серверній стійці. Для побудови мережі необхідно встановити п'ять таких патч-панелей.

Для забезпечення акуратного та зручного прокладання кабелів у шафі даних передбачено використання як горизонтальних, так і вертикальних швартовних панелей.

Для горизонтального управління кабелями рекомендовано застосовувати відкриті односторонні органайзери висотою 1U та 2U, довжина сегментів кільця яких становить близько 12 см. Це дозволить оптимально розподілити кабелі, уникнути їх заплутування та забезпечити легкий доступ для обслуговування.

4.7 Комунікаційна шафа

Комунікаційна шафа буде розміщена в кімнаті №12 технічного приміщення та виступатиме основним центральним елементом організації мережі. У ній будуть змонтовані:

- кабельні органайзери,
- патч-панелі,
- активне мережеве обладнання,
- джерела живлення,
- а також заземлювальний розподільний щит із підключеним заземлювальним кабелем.

Обрано розподільний щит стійкового типу Kassex KR110 68-42RACK розміром 42U при глибині 80 см, що повністю відповідає поточним потребам мережі і забезпечує резерв для майбутнього розширення (рисунок 4.3).



Рисунок 4.3 – Шафа даних Kassex Rack 42U

Через відсутність системи кондиціонування в приміщенні шафа оснащена вентиляційними блоками, розташованими у верхній та нижній частинах, які забезпечують належне охолодження обладнання (рисунок 4.4).

Окрім того, для підвищення безпеки й запобігання несанкціонованому доступу, шафа обладнана замкненим корпусом, що є важливим з огляду на те, що доступ до кімнати матимуть особи, окрім уповноваженого ІТ-персоналу.

UNIT	Елемент
U1	KMR-019-VUT-3FS
U2	
U3	Патч-панель 1
U4	Патч-панель 2
U5 U6	Органайзер
U7	<u>TP-LINK TL-SG2452</u>
U8	
U9	Патч-панель 3
U10	Патч-панель 4
U11 U12	Органайзер
U13	<u>TP-LINK TL-SG2452</u>
U14	Патч-панель 5
U15	
U16	<u>TP-LINK TL-SG5428</u>
U17 U18	Органайзер
U19	<u>UniFi Security Gateway XG (USG-XG-8)</u>
U20 « « « U39	Резерв
U40 U41	Панель живлення
U42	UPS

Рисунок 4.4 – Розміщення елементів у комунікаційній шафі

4.8 Логічна схема мережі

Інтернет-сигнал надходить від провайдера по оптичному волокну та підключається безпосередньо до роутера (рисунок 4.5).

Далі від роутера за допомогою оптичних кабелів здійснюється підключення комутаторів мережі.

До комутаторів через патч-панелі та мережеві розетки підключаються кінцеві пристрої – комп’ютери, принтери, IP-камери та інше обладнання.

Крім того, до комутаторів підключаються Wi-Fi антени, які забезпечують бездротове з’єднання для мобільних пристроїв і ноутбуків.

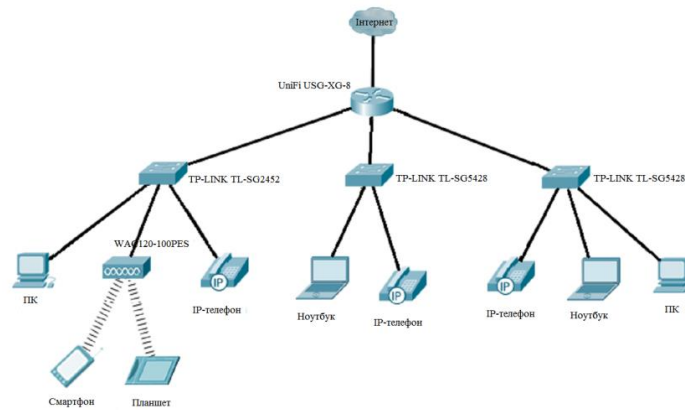


Рисунок 4.5 – Логічна схема мережі

4.9 Активні елементи мережі

4.9.1 Комутатори

Для побудови мережі було обрано комутатори виробника TP-LINK. Відповідно до різних вимог щодо кількості портів використовуються два моделі:

- 48-портовий комутатор TL-SG2452 (рисунок 4.6);
- 24-портовий комутатор TL-SG5428 (рисунок 4.7).

Обидва типи комутаторів оснащені гігабітними портами, які забезпечують максимальну пропускну здатність до 1000 Мбіт/с, що повністю відповідає характеристикам застосованого кабельного обладнання.



Рисунок 4.6 – Комутатор TP-LINK TL-SG2452



Рисунок 4.7 – Комутатор TP-LINK TL-SG5428

4.9.2 Маршрутизатор

Для мережі було обрано маршрутизатор виробництва компанії Ubiquiti – модель UniFi Security Gateway XG (USG-XG-8) (рисунок 4.8).

Цей маршрутизатор оснащений 8 WAN-портами зі швидкістю передачі даних до 1000/10000 Мбіт/с та одним гігабітним LAN-портом зі швидкістю до 1000 Мбіт/с.

Однією з головних переваг цього пристрою є підтримка налаштування до 100 VPN-тунелів, що забезпечує високу гнучкість і безпеку при організації віддаленого доступу.



Рисунок 4.8 – Маршрутизатор UniFi Security Gateway XG (USG-XG-8)



Рисунок 4.9 – SFP модулі Ubiquiti UF-MM-10G

4.9.3 Точки доступу

Для організації безпроводного доступу до мережі було вибрано обладнання компанії Netgear, зокрема модель WAC120 (WAC120-100PES). Ця точка доступу оснащена внутрішньою антеною (рисунок 4.10).

Важливою перевагою пристрою є підтримка одночасної роботи у двох частотних діапазонах – 2,4 ГГц та 5 ГГц, що дозволяє досягати сумарної швидкості передачі даних до 300 + 867 Мбіт/с.

Для підключення до локальної мережі використовується один гігабітний Ethernet-порт.

Точка доступу WAC120, що відповідає стандарту 802.11ac, забезпечує автономну конфігурацію та просте налаштування, що гарантує стабільне, високопродуктивне і доступне бездротове рішення для організації мережі.



Рисунок 4.10 – Точка доступу NETGEAR WAC120-100PES

ВИСНОВКИ

Метою бакалаврської кваліфікаційної роботи було створення проекту комп'ютерної мережі підприємства, який максимально задовольняє потреби його працівників і специфіку діяльності, а також відповідає актуальним стандартам і нормативам.

Розроблена мережа охоплює як адміністративні, так і виробничі приміщення, включаючи створення універсальної структурованої кабельної системи та підбір ключових активних компонентів мережевого обладнання.

Проектована мережа передбачає достатню кількість точок підключення, враховуючи потенційне розширення штату, при цьому забезпечуючи мінімальні експлуатаційні витрати.

Для реалізації мережі обрано технології передачі даних 10 GbE та Gigabit Ethernet, а також топологію «дерево», що гарантує високу пропускну здатність як при існуючих, так і при майбутніх збільшених обсягах трафіку.

У якості кабельної основи використовується кручена пара категорії 5e та багатомодове оптичне волокно. Активне мережеве обладнання представлено виробами відомих світових брендів – NETGEAR, Ubiquiti та TP-LINK, що забезпечує надійність та ефективність мережі.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Болілій В.О., Котьяк В.В. Комп'ютерні мережі. Навчальний посібник [Текст] / - Кіровоград: ЦОП Авангард, 2008. - 146с.
2. Чекмарьов Ю.В. Локальні обчислювальні мережі. 2-ге вид, виправлене та доповнене. /Ю.В. Чекмарьов : ДМК Прес, 2009. – 200 с.
3. Forouzan B. Data Communications and Networking / B. Forouzan. – McGraw-Hill Company Inc., 2017. – 1187 p.
4. Falch, M.; Henten, A. Dimensions of Broadband Policies and Developments. Telecommun. Policy 2018, 42, 715–725.
5. Трахтенгерц Е.А. Сетецентричні методи управління у великомасштабних мережах /Е.А. Трахтенгерц, Ф.Ф. Пащенко //2016р. 193с.
6. Сергєєв А.П. Налаштування мереж Microsoft вдома та в офісі. Навчальний курс /А.П. Сергєєв. 2005. – 352 с.
7. Максимов П.О. Швидко та легко. Мережа для дому та офісу. Створення, налаштування, діагностика та захист: Навчальний посібник /П.О. Максимів. : Кращі книги, 2004. – 400 с.
8. Кисельов С.В. Основи мережевих технологій: навчальний посібник для початкової професійної освіти /С.В. Кисельов, І.Л.// Вид.: Академія, 2016р. 64с.
9. Холмогоров, В.А. Комп'ютерна мережа власноруч. Самовчитель/А.В. Холмогоров, Н.М. Попов. 2009. - 171 с.