



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 \_\_\_\_\_ Коротичу Андрію Юрійовичу \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи \_\_\_\_\_ Комп'ютерна мережа підприємства «Вектор» \_\_\_\_\_

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 11 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. Антон ПОРОШЕНКО

\_\_\_\_\_ (посада, власне ім'я, прізвище)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи: 55 с., 22 рис., 4 табл., 1 дод., 7 джерел.

ETHERNET, КОМУТАТОР, ЛОКАЛЬНА МЕРЕЖА, МАРШРУТИЗАТОР, МЕРЕЖНА ТЕХНОЛОГІЯ, НАДІЙНІСТЬ, ПРОТОКОЛ, ШВИДКІСТЬ ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ.

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.

## ABSTRACT

Bachelor's thesis: 55 pages, 22 figures, 4 tables, 1 appendices, 7 sources.

ETHERNET, SWITCH, LOCAL NETWORK, ROUTER, NETWORK TECHNOLOGY, RELIABILITY, PROTOCOL, INFORMATION TRANSMISSION SPEED.

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.

## ЗМІСТ

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ .....	8
ВСТУП .....	9
1 ОГЛЯД СУЧАСНИХ МЕРЕЖЕВИХ ТЕХНОЛОГІЙ .....	11
1.1 Типи комп'ютерних мереж .....	11
1.2 Топологія комп'ютерних мереж .....	12
1.2.1 Топологія «шина» .....	12
1.2.2 Кільцева топологія .....	13
1.2.3 Зіркоподібна топологія .....	14
1.3 Протоколи комп'ютерної мережі .....	15
1.4 Еталонна модель ISO/OSI .....	15
1.4.1 Фізичний рівень .....	16
1.4.2 Канальний рівень .....	17
1.4.3 Мережевий рівень .....	17
1.4.4 Транспортний рівень .....	17
1.4.5 Сеансовий рівень .....	18
1.4.6 Рівень презентації .....	18
1.4.7 Прикладний рівень .....	18
1.5 Архітектура TCP/IP .....	19
1.5.1 Рівень мережевого інтерфейсу .....	20
1.5.2 Мережевий рівень .....	20
1.5.3 Транспортний рівень .....	21
1.5.4 Прикладний рівень .....	22
1.6 Комунікаційні технології, що працюють на фізичному рівні .....	22
1.6.1 Ethernet .....	23
1.6.2 Безпроводна локальна мережа .....	23
2 СЕРЕДОВИЩЕ ПЕРЕДАЧІ .....	24
2.1 Парні симетричні кабелі .....	25

2.2 Структурована кабельна система .....	26
2.3 Основні поняття .....	27
2.4 Розділ структурованого кабелю.....	28
3 АНАЛІЗ ОБ'ЄКТУ ПРОЄКТУВАННЯ .....	29
4 ПРОЕКТ МЕРЕЖІ.....	33
4.2 Планування точок підключення .....	35
4.2 Вибір обладнання .....	35
4.2.1 Комутатори .....	36
4.2.2 Мережеве сховище.....	38
4.2.3 Точка доступу.....	39
4.2.4 Камери спостереження .....	40
4.2.5 Сервер.....	40
4.2.6 Маршрутизатор .....	41
5 МЕРЕЖЕВІ ТРАСИ ТА РОЗМІЩЕННЯ ОБЛАДНАННЯ.....	43
ВИСНОВКИ.....	47
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ .....	48
ДОДАТОК А Графічний матеріал кваліфікаційної роботи.....	49

## СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

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

HTTP – протокол передачі гіпертекстової інформації, Hypertext Transfer Protocol)

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

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

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

LAC – концентратор доступу (англ., L2TP Access Concentrator)

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)

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

WAN – глобальна мережа (Wide Area Network)

## ВСТУП

На сьогоднішній день існує велика кількість різноманітних методів об'єднання окремих комп'ютерів у мережу. Асортимент апаратних та програмних засобів для їхнього управління досить широкий, що іноді ускладнює правильний вибір типу мережі та відповідного програмного забезпечення.

Неправильний підхід на початковому етапі може у подальшому призвести до неможливості ефективного функціонування мережі у разі збільшення кількості користувачів або зростання вимог до пропускну здатності та обсягу передаваних даних.

Тому для успішного проектування локальної обчислювальної мережі важливо глибоко розуміти принципи її побудови та обґрунтовано обирати апаратні і програмні компоненти.

Метою даної кваліфікаційної роботи є розробка проекту локальної обчислювальної мережі для торговельного підприємства.

Для досягнення поставленої мети у роботі вирішуються такі завдання:

- проведення аналізу існуючої мережевої архітектури підприємства з виявленням недоліків та проблемних аспектів, що потребують удосконалення;
- обґрунтування вибору мережевої архітектури, методів доступу, топології, типу кабельної системи, операційної системи, прикладного програмного забезпечення та мережевих протоколів;
- визначення оптимального способу управління мережею;
- вибір та обґрунтування необхідного проміжного мережевого обладнання;
- розробка основної технічної документації, що включає схеми мережі на фізичному, каналному та мережевому рівнях, план IP-адресації, а також перелік використовуваних пристроїв.

Впровадження розробленого проекту сприятиме підвищенню продуктивності праці, зменшенню часу на отримання та обробку інформації, забезпеченню точного і повного аналізу даних, а також формуванню звітності різних форматів за результатами діяльності підприємства. У підсумку це створить додаткові часові ресурси для розробки та реалізації нових проектів.

## 1 ОГЛЯД СУЧАСНИХ МЕРЕЖЕВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Комп'ютерна мережа представляє собою об'єднання кількох пристроїв, які через це з'єднання можуть взаємодіяти між собою, спільно використовувати обчислювальні ресурси або забезпечувати доступ до спільних периферійних пристроїв, таких як принтери, сканери тощо. Використання мережевих технологій надає користувачам низку суттєвих переваг, серед яких підвищення продуктивності праці, зниження витрат на апаратне забезпечення, а також зручний і швидкий доступ до необхідної інформації [1].

Функціонування будь-якої комп'ютерної мережі базується на застосуванні певних технологій і протоколів, яких повинні дотримуватися всі підключені пристрої для забезпечення коректної взаємодії та обміну даними в межах мережі.

### 1.1 Типи комп'ютерних мереж

WAN (Wide Area Network) – це великі мережі, які об'єднують менші локальні мережі (LAN) та формують національні, міждержавні або глобальні мережеві структури, як-от Інтернет.

Для організації підключення WAN сьогодні широко застосовуються технології оптоволоконного зв'язку та бездротові канали передачі даних. Підключення локальної мережі користувача до WAN зазвичай забезпечується провайдерами послуг зв'язку.

MAN (Metropolitan Area Network) – мережа середнього масштабу, що охоплює географічну територію міста або його околиць із радіусом дії від кількох до десятків кілометрів.

Такі мережі, як правило, належать місцевим провайдерам, які працюють у межах конкретного міста або регіону.

LAN (Local Area Network) – локальна мережа, з якою найчастіше стикається звичайний користувач. Вона забезпечує з'єднання комп'ютерів та інших пристроїв у межах приміщень, будівель або навчальних кампусів. Відповідальність за підтримку працездатності та адміністрування LAN покладається на мережевого адміністратора.

PAN (Personal Area Network) – мережа з невеликим радіусом дії, зазвичай кілька метрів. Прикладом є безпосереднє з'єднання двох пристроїв за стандартом Bluetooth, яке можна розглядати як персональну мережу.

## 1.2 Топологія комп'ютерних мереж

### 1.2.1 Топологія «шина»

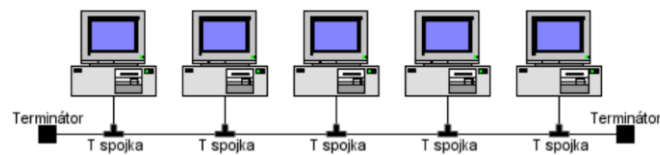


Рисунок 1.1 – Топологія «шина»

Топологія «шина» (рисунок 1.1) була поширена раніше і вважається найпростішим та найекономнішим способом об'єднання кількох пристроїв у мережу. Вся мережа базується на одному коаксіальному кабелі, який виконує роль магістрального сегмента (шини), до якого підключаються окремі пристрої за допомогою спеціальних роз'ємів типу BNC [1].

У такій конфігурації мережі одночасно може передавати дані лише один вузол, тоді як інші пристрої мають очікувати, доки лінія звільниться, щоб розпочати передачу.

Через це продуктивність мережі знижується зі збільшенням кількості підключених пристроїв. Крім того, будь-яка несправність кабелю призводить до припинення роботи всієї мережі.

### 1.2.2 Кільцева топологія

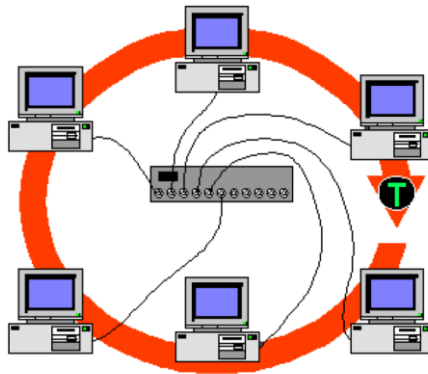


Рисунок 1.2 – Кільцева топологія

У цій топології всі пристрої з'єднані послідовно, утворюючи замкнене кільце. Це означає, що сигнал, який передає один вузол, проходить через усі інші пристрої мережі (рисунок 1.2).

Найпоширенішим способом організації передачі даних у такій структурі є протокол маркованого кільця. Маркер – спеціальний сигнал – безперервно циркулює по кільцю майже зі швидкістю світла, доки не досягне вузла, що бажає відправити дані [1].

Тоді цей вузол записує у маркер адресу одержувача і починає передачу інформації.

Коли дані досягають цільового вузла, він підтверджує їх отримання, відправляючи відповідне повідомлення назад маркеру. Маркер продовжує рух по колу, допоки не потрапить до вузла широкомовлення, який розповсюджує повідомлення про успішну доставку. Після цього старий маркер втрачає чинність, і відповідний вузол генерує новий маркер для подальшої роботи мережі.

Ця топологія є більш стійкою до збоїв, порівняно з технологією HUB, проте розрив у кільці все одно призведе до припинення роботи всієї мережі. Важливо зазначити, що кільцева топологія існує на логічному рівні, тоді як фізично мережа реалізується у вигляді зіркоподібної структури.

### 1.2.3 Зіркоподібна топологія

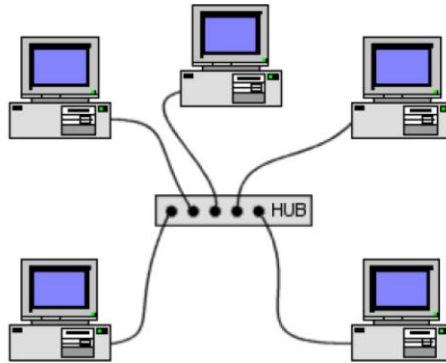


Рисунок 1.3 – Зіркоподібна топологія

На сьогодні зіркоподібна топологія є найпоширенішою в комп'ютерних мережах. В усій мережі пристрої підключені до центрального концентратора, який здійснює управління та контроль передачі даних між ними. Основним елементом у цій топології виступає активний пристрій, наприклад, HUB або комутатор (рисунок 1.3). Головною перевагою зіркової топології є те, що вихід з ладу одного з вузлів не впливає на роботу інших пристроїв мережі. Водночас мережа повністю припиняє функціонування лише у випадку несправності центрального концентратора [1].

### 1.3.4 Подальший поділ мереж за принципом зв'язку

Комутація каналів (ланцюгів) – це більш традиційна технологія, яка все ще широко застосовується у сфері телекомунікацій. Її суть полягає в тому, що перед початком передачі даних між двома пристроями встановлюється безперервне з'єднання. Лише після успішного встановлення такого з'єднання розпочинається обмін інформацією [2].

Комутація пакетів – це сучасніша технологія, що використовується переважно в сучасних комп'ютерних мережах. Принцип її роботи полягає у передачі невеликих фрагментів даних – пакетів, які містять не лише корисну

інформацію (payload), а й службові дані – метадані. На основі цих метаданих мережеві пристрої здійснюють маршрутизацію пакету до заданої адреси призначення. Відправник передає пакети без гарантії того, що вони обов'язково досягнуть цілі.

Пакети рухаються мережею, переходячи від одного комутатора до іншого, доки не досягнуть визначеної адреси отримувача або доки не вичерпається їхній час життя (TTL – Time To Live). У разі завершення TTL пакет відкидається мережею.

### 1.3 Протоколи комп'ютерної мережі

На ранніх етапах розвитку мережевих технологій великою проблемою було погодження єдиних правил (протоколів) взаємодії між пристроями мережі.

Наслідком цього стало те, що кожен виробник електронного обладнання впроваджував власні стандарти комунікації, внаслідок чого пристрої могли обмінюватися даними лише з обладнанням того ж виробника.

Важливим кроком на шляху до уніфікації та сумісності мережевих технологій стало створення в 1983 році Міжнародною організацією зі стандартизації (ISO) еталонної моделі взаємодії відкритих систем – ISO/OSI, яка визначила загальну структуру і правила організації мережевого обміну.

### 1.4 Еталонна модель ISO/OSI

Модель ISO/OSI не визначає конкретну реалізацію окремих компонентів або модулів мережі, а має на меті теоретично описати основні принципи багаторівневої архітектури [3].

Вона складається з семи взаємопов'язаних рівнів, кожен із яких виконує певні визначені функції і надає послуги рівню, що знаходиться вище.

У процесі мережевої взаємодії логічна комунікація відбувається між рівнями одного рівня на різних пристроях (горизонтальна взаємодія), тоді як фізична взаємодія здійснюється лише на найнижчому рівні – фізичному рівні. Модель ISO/OSI умовно поділяється на дві частини: верхню, орієнтовану на програмне забезпечення, та нижню, яка відповідає за апаратні засоби (рисунок 1.4). У наступних розділах буде детально розглянуто функціональне призначення кожного з рівнів цієї моделі.

**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 1.4 – Еталонна модель ISO/OSI

#### 1.4.1 Фізичний рівень

Найнижчий рівень моделі ISO/OSI відповідає за фізичне подання інформації у вигляді двійкових сигналів (0 і 1) та методи їх передачі через мережу. На цьому рівні передача даних може здійснюватися за допомогою різних типів сигналів: оптичних, електричних або радіохвиль. Основними завданнями фізичного рівня є формування, модуляція, посилення та передача сигналу. До пристроїв, що функціонують на цьому рівні, належать кабелі, повторювачі, конвертери (модеми) та концентратори.

### 1.4.2 Канальний рівень

Основною одиницею передачі на каналному рівні є кадр даних, який складається з трьох основних частин: заголовка, корисного навантаження (даних) та трейлера (нижнього колонтитула). Заголовок кадру містить адреси відправника та одержувача, а також іншу службову інформацію. Трейлер, у свою чергу, включає контрольну суму, за допомогою якої кінцевий вузол перевіряє цілісність отриманих даних. На цьому рівні обмін інформацією можливий лише між пристроями, що знаходяться в межах однієї локальної мережі. До активних мережевих пристроїв, які функціонують на каналному рівні, належать мости та комутатори.

### 1.4.3 Мережевий рівень

Мережевий рівень відповідає за передачу даних між кінцевими вузлами глобальної мережі. Основною одиницею передачі на цьому рівні є мережевий пакет, який складається із заголовків та корисної інформації.

Головним завданням мережевого рівня є адресація пакету за допомогою відповідної мережевої адреси. Однією з важливих функцій також є трансляція мережевих адрес у фізичні адреси для подальшої передачі. Крім того, цей рівень здійснює пошук оптимального маршруту для доставки пакету до кінцевого вузла, що називається маршрутизацією.

До активних мережевих пристроїв, які функціонують на цьому рівні, належать маршрутизатори.

### 1.4.4 Транспортний рівень

Транспортний рівень відповідає за доставку даних до відповідного додатку на кінцевому вузлі. Оскільки на цей рівень звертаються різні додатки, він забезпечує одночасну підтримку кількох з'єднань між вузлами.

Крім того, транспортний рівень виконує функції підвищення якості передачі, відповідаючи вимогам вищих рівнів моделі. Він контролює коректність прийому пакетів, їх повторне збирання та перевірку цілісності.

#### 1.4.5 Сеансовий рівень

Сеансовий рівень відповідає за встановлення, підтримку та завершення сеансів зв'язку між двома вузлами мережі. Крім того, він реалізує низку функцій, пов'язаних із забезпеченням безпеки, таких як автентифікація користувачів та контроль доступу.

#### 1.4.6 Рівень презентації

Рівень презентації відповідає за шифрування та розшифрування даних під час їх передачі. Крім того, він забезпечує узгодження формату подання інформації, адже представлення даних може відрізнитися залежно від операційної системи чи додатків. На практиці цей рівень часто поєднують із сеансовим рівнем для спрощення взаємодії.

#### 1.4.7 Прикладний рівень

Прикладний рівень є верхнім рівнем моделі ISO/OSI і відповідає за надання мережевих сервісів безпосередньо додаткам, забезпечуючи їхню взаємодію.

Цей рівень також встановлює стандартизовані правила для програм у тих випадках, коли це необхідно для коректної реалізації функцій, наприклад, протоколи передачі електронної пошти. Водночас, дизайн користувацьких інтерфейсів та додаткових функціональних можливостей поштових клієнтів залишається на розсуд розробників і не регламентується стандартами.

## 1.5 Архітектура TCP/IP

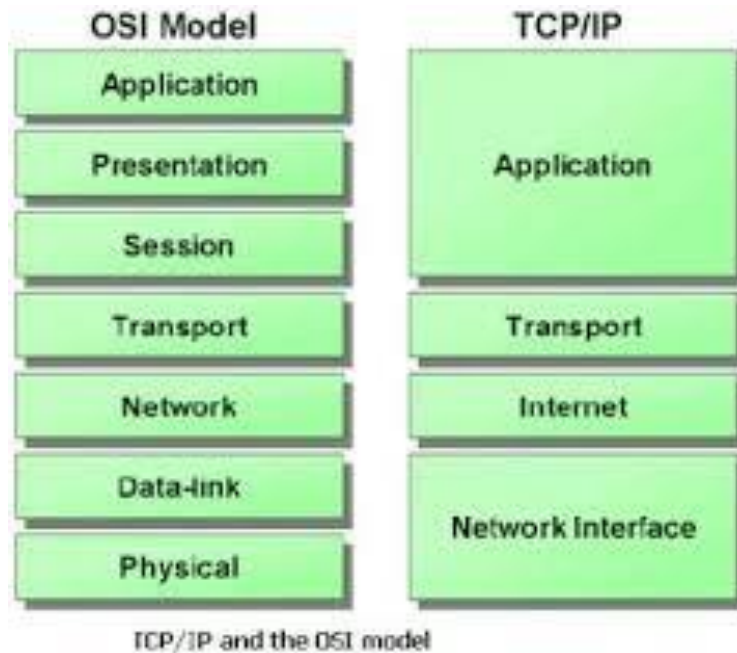


Рисунок 1.5 – Архітектура TCP/IP

Семирівнева модель OSI має низку недоліків [3]. Для її реалізації необхідно було б визначити занадто багато протоколів, що обмежувало б гнучкість впровадження і суттєво зменшувало можливості практичного використання.

У зв'язку з цим Агентство оборонних досліджень США (DARPA) розробило власну архітектуру TCP/IP – чотирирівневу модель мережевого зв'язку, яка включає набір протоколів передачі даних (рисунок 1.5). Ця архітектура частково спирається на модель OSI, але об'єднує три верхні рівні в один прикладний рівень [4].

На сьогоднішній день саме сімейство протоколів TCP/IP лежить в основі роботи всього Інтернету. З теоретичної точки зору, рівні архітектури TCP/IP виконують аналогічні функції, що і рівні моделі ISO/OSI, і дотримуються подібних принципів. Тому в наступних розділах основна увага буде приділена опису протоколів, які застосовуються на відповідних рівнях цієї архітектури.

### 1.5.1 Рівень мережевого інтерфейсу

Даний рівень не визначає власні протоколи, а забезпечує доступ до фізичного середовища передачі даних. Він виступає як комунікаційний інтерфейс для різних технологій передачі, таких як Ethernet або бездротові локальні мережі (Wireless LAN), які використовуються конкретним пристроєм. Обмін інформацією відбувається між безпосередньо сусідніми вузлами мережі.

### 1.5.2 Мережевий рівень

Як і в моделі OSI, мережевий рівень в архітектурі TCP/IP відповідає за адресацію кінцевого вузла в межах широкомасштабної мережі (WAN) та вибір оптимального маршруту доставки даних. У цій архітектурі продуктивність і швидкість передачі мають пріоритет над надійністю та безпекою, тому на мережевому рівні застосовується ненадійна передача без встановлення з'єднання.

Основним протоколом цього рівня є IP (Internet Protocol). Також використовуються додаткові протоколи, такі як ICMP (для передачі повідомлень про помилки) та ARP (для трансляції мережевих адрес у фізичні MAC-адреси). IP-протокол забезпечує уніфіковану адресацію вузлів у глобальній мережі Інтернет. На даний момент найбільш поширеною є версія IPv4, яка використовує 32-бітні адреси у форматі xxxx.xxxx.xxxx.xxxx. Проте обмежена кількість доступних публічних IPv4-адрес (приблизно 4,3 мільярда) створює проблеми масштабування, які частково вирішуються шляхом поділу мережі на підмережі за допомогою масок мережі.

Динамічні IP-адреси призначаються пристроям у локальній мережі на основі маски підмережі з використанням протоколу DHCP, що працює на прикладному рівні TCP/IP. При цьому центральний вузол мережі зазвичай має єдину публічну IP-адресу.

Процес вибору маршруту для доставки пакетів до конкретного пристрою називається маршрутизацією і виконується маршрутизатором на основі таблиці маршрутизації, що містить адреси вузлів та маски підмереж. Ця таблиця формується автоматично відповідно до обраних протоколів маршрутизації.

Одним із рішень проблеми обмеженого адресного простору IPv4 є впровадження протоколу IPv6, який використовує 128-бітні адреси, що значно розширює можливості адресації.

### 1.5.3 Транспортний рівень

На транспортному рівні працюють два основні протоколи – TCP та UDP, які взаємодіють із певними портами пристроїв у мережі.

Протокол TCP (Transmission Control Protocol) забезпечує орієнтоване на з'єднання передавання даних, що передбачає підтвердження отримання інформації від одержувача. Встановлення з'єднання відбувається за допомогою процедури, відомої як трестороннє рукоштовкання: відправник надсилає запит на підключення (прапор SYN), отримувач підтверджує цей запит (прапор ACK), після чого відправник починає передавати сегменти даних. Аналогічний процес застосовується для завершення з'єднання. Якщо якийсь сегмент не доставлено, він передається повторно. TCP використовують сервіси, що орієнтуються на високу якість зв'язку, наприклад, передача файлів, електронна пошта, віддалений доступ.

Протокол UDP (User Datagram Protocol) забезпечує передачу даних у вигляді дейтаграм без встановлення з'єднання і без гарантій доставки. Цілісність переданих даних перевіряється за допомогою контрольної суми, що передається разом із дейтаграмою, але контроль і виправлення помилок покладається на додаток. UDP використовується в сервісах, де пріоритетом є швидкість і ефективність передачі, таких як голосовий зв'язок у режимі реального часу, онлайн-ігри, потокове відео тощо.

#### 1.5.4 Прикладний рівень

Цей рівень об'єднує функції трьох верхніх рівнів моделі ISO/OSI – прикладного, презентаційного та сеансового – в один рівень. Внаслідок цього на прикладному рівні функціонує велика кількість різноманітних протоколів, які умовно поділяють на дві групи: користувацькі та сервісні.

Користувацькі протоколи безпосередньо використовуються програмами для обслуговування кінцевих користувачів. Прикладами таких протоколів є HTTP (для передачі гіпертекстових документів), FTP (для обміну файлами) та POP3 (для завантаження електронної пошти з поштового сервера).

Сервісні протоколи не призначені для безпосереднього використання кінцевими користувачами, а виконують допоміжні мережеві функції. До них належать, зокрема, протоколи маршрутизації і управління мережею: DHCP (динамічний розподіл IP-адрес), DNS (перетворення доменних імен у IP-адреси), SNMP (керування мережевими пристроями) та інші.

#### 1.6 Комунікаційні технології, що працюють на фізичному рівні

Ці технології визначають вимоги до всієї мережевої інфраструктури, включаючи структуровану кабельну систему та активні мережеві пристрої.

Дотримання відповідного стандарту під час проектування комп'ютерної мережі забезпечує досягнення необхідних характеристик, таких як швидкість передачі даних, надійність та безпека, які передбачені в цьому стандарті.

Недотримання стандарту на будь-якому етапі – у виборі кабелів, активних пристроїв або точок з'єднання – не обов'язково призведе до повної непрацездатності мережі.

Проте в такому разі властивості мережі будуть обмежені найнижчим рівнем стандарту, який підтримують усі її компоненти.

### 1.6.1 Ethernet

Ethernet – це комплекс технологій, що забезпечують фактичну передачу даних між мережевими вузлами через середовище передачі. В архітектурі TCP/IP Ethernet функціонує на рівні мережевого інтерфейсу. Для передачі даних можуть використовуватись різні типи середовищ, такі як коаксіальний кабель, вита пара або оптичне волокно.

У технології Ethernet застосовується протокол CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection), який регулює доступ до середовища передачі та виявляє колізії – ситуації, коли два пристрої одночасно починають передачу. При виявленні колізії передача припиняється, після чого пристрій очікує випадковий проміжок часу і повторює спробу передачі.

Для ідентифікації вузлів у мережі Ethernet використовується унікальна фізична адреса – MAC-адреса, що має довжину 48 біт і подається у шістнадцятковому форматі. Половина цієї адреси визначається виробником для власних потреб.

Першим стандартом Ethernet став IEEE 802.3, затверджений у 1980 році, який описував мережу на основі коаксіального кабелю зі швидкістю передачі до 10 Мбіт/с. З часом були розроблені численні нові стандарти.

### 1.6.2 Безпроводна локальна мережа

Подібно до Ethernet, безпроводна локальна мережа (WLAN) являє собою набір технологій, які функціонують на рівні мережевого інтерфейсу. Середовищем передачі в даному випадку є електромагнітні хвилі. Основним стандартом для WLAN є IEEE 802.11, який описує методи модуляції сигналу та організацію безпроводного зв'язку в діапазоні частот 2,4 ГГц. Додаткові протоколи розширюють функціональність стандарту, впроваджуючи засоби безпеки, підвищуючи швидкість передачі даних і підтримуючи роботу у діапазоні частот 5 ГГц.

## 2 СЕРЕДОВИЩЕ ПЕРЕДАЧІ

Середовище передачі – це фізичний носій сигналу в комп'ютерній мережі, який забезпечує з'єднання між активними мережевими елементами і дозволяє їм обмінюватися інформацією [4].

За типом сигналу середовища передачі поділяються на металеві, оптичні та безпроводні. У металевих кабелях інформація передається у вигляді електричних сигналів.

Основними перевагами такого середовища є відносно висока швидкість передачі, низька вартість, довговічність та простота монтажу. Однак до недоліків належать обмежений радіус дії сигналу, висока чутливість до електромагнітних перешкод і порівняно низька швидкість, що не завжди відповідає сучасним вимогам.

Оптичні кабелі передають інформацію у вигляді електромагнітних хвиль видимого спектру – світлових імпульсів. Перевагами волоконно-оптичних ліній є висока пропускна здатність і практично відсутня схильність сигналу до перешкод.

Недоліками є висока крихкість кабелю, складність монтажу та необхідність використання спеціалізованого, часто дорогого, обладнання для зрощування волокон.

У безпроводних технологіях сигнал передається також електромагнітними хвилями, проте в інших діапазонах частот, зазвичай радіо- або мікрохвильовими сигналами.

Головна перевага бездротових мереж – відсутність необхідності прокладання кабелів для підключення пристроїв. Проте вони мають обмежену швидкість передачі даних, нижчу надійність і відносно невеликий радіус покриття. Найбільш поширеною технологією бездротового зв'язку є Wi-Fi [5].

## 2.1 Парні симетричні кабелі

Парні симетричні кабелі призначені для передачі інформації за допомогою електричних сигналів. Вони складаються з чотирьох пар мідних жил, які скручені між собою. Потім ці чотири пари додатково скручуються у спіральний кабель (рисунок 2.1). Скручування пар здійснюється з метою покращення електричних характеристик кабелю та зменшення перехресних електромагнітних завад між проводами [5].

Для підвищення якості передачі сигналу, особливо у кабелях вищих категорій, застосовують два типи екранування – внутрішнє та зовнішнє. Максимальна швидкість передачі даних у кабелях категорії 6а та вище досягає 10 Гбіт/с, при цьому максимальна довжина кабелю без підсилення сигналу становить 100 метрів.

Завдяки розвитку технології Ethernet, цей тип кабелю дозволяє одночасно передавати дані по чотирьох провідниках та живити підключені пристрої через інші чотири провідники (технологія PoE – Power over Ethernet). Такий спосіб використовується, наприклад, для живлення IP-камер спостереження або деяких активних мережевих пристроїв.



Рисунок 2.1 – U/UTP

Цей тип кабелю є базовим варіантом збалансованої пари і зазвичай застосовується для організації горизонтальних мереж у середовищах з низьким рівнем електромагнітних завад.

На рисунку 2.2 наведено різні варіанти екранування кабелю та окремих пар, які забезпечують додатковий захист від перешкод.

## 2.2 Структурована кабельна система

Структурована кабельна система складається з пасивних мережевих елементів. Пасивні елементи – це компоненти, які забезпечують передачу сигналу в мережі без потреби у зовнішньому електроживленні. До таких елементів належать кабелі, з'єднувачі, розетки, компоненти кабельної розводки та комутатори даних.

За призначенням структуровані кабельні системи поділяються на дві основні категорії. Одноцільові системи розроблені для конкретних застосувань і мають обмежену функціональність. Універсальні кабельні системи підтримують широкий спектр застосувань і саме такі системи зазвичай використовуються при побудові комп'ютерних мереж.






	ISO/IEC 11801	Cable Shielding	Pair Shielding
	U/UTP	None	None
	U/FTP	None	Foil
	F/UTP	Foil	None
	F/FTP	Foil	Foil
	S/FTP	Braiding	Foil

Рисунок 2.2 – Варіанти екранування ТП

Проектування та впровадження універсальної кабельної системи здійснюється відповідно до чинних стандартів, дотримання яких є обов'язковим. Структурована кабельна система забезпечує можливість гнучкої зміни стандарту передачі даних у будь-який момент шляхом заміни активних мережевих компонентів без необхідності перебудови всієї інфраструктури [5].

### 2.3 Основні поняття

Для успішного проектування кабельної системи необхідно чітко розуміти основні терміни, що стосуються окремих ділянок комунікаційних маршрутів. Знання цих понять є важливим для забезпечення відповідності вимогам стандартів передачі даних.

Лінія (постійне з'єднання) – це ділянка між комутаційною панеллю та роз'ємом для підключення мережевого обладнання.

Кабельна волосінь у цій лінії повинна бути цілісною, без розривів або муфт, оскільки наявність з'єднань може негативно вплинути на якість і швидкість передачі даних. Максимально допустима довжина лінії становить 90 метрів.

Канал – це повний шлях від активного мережевого пристрою (наприклад, комутатора) до мережевої карти кінцевого пристрою. Загальна довжина каналу не повинна перевищувати 100 метрів.

Категорія (Cat.) – це класифікація, що визначає фізичні характеристики та якість окремих компонентів каналу (таблиці 2.1 та 2.2). Всі елементи кабельної системи на каналі повинні відповідати встановленій категорії для забезпечення необхідної продуктивності передачі даних [4].

Таблиця 2.1 – Категорія структурованого кабелю

Класифікація	Частота	Підтримувані програми
Категорія 4	вказується до 20 МГц	Token Ring 16 Мб
Категорія 5	вказується до 100 МГц	Швидкий Ethernet (100Base-Tx)
Категорія 5e	вказується до 100 МГц	Gigabit Ethernet (1000Base-T)
Категорія 6	вказано до 250 МГц	Gigabit Ethernet (1000Base-T)
Категорія 6a	вказано до 500 МГц	10G Ethernet (10GBaseT)
Категорія 7	вказано до 600 МГц	10G Ethernet (10GBaseT)

## 2.4 Розділ структурованого кабелю

Інфраструктуру кабельної мережі зазвичай поділяють на три основні секції. Фізична топологія, що застосовується у цих секціях комп'ютерної мережі, здебільшого має зіркоподібну структуру.

Таблиця 2.2 – Класи структурованого кабелю

Класифікація	Зона	Підтримувані програми
клас А	вказується до 100 кГц	аналоговий телефон
клас В	вказується на 1 МГц	телефон, ISDN, Ethernet 10Base-T, Token Ring 4 Мб
Клас С	вказується до 16 МГц	Token Ring 16 Мб
клас D	вказується до 100 МГц	Швидкий Ethernet (100Base-Tx), Gigabit Ethernet (1000Base-T)
Клас Е	вказано до 250 МГц	Gigabit Ethernet (1000Base-T)
Клас Еа	вказано до 500 МГц	10G Ethernet (10GBaseT)
Клас F	вказано до 600 МГц	10G Ethernet (10GBaseT)

Магістральний розділ – забезпечує з'єднання центральних вузлів мережі. На сучасному етапі для побудови магістральних ліній переважно застосовуються оптичні кабелі.

З метою підвищення надійності мережі топологія магістралі може доповнюватися резервними (надлишковими) маршрутами, що реалізує принцип кільцевої структури (полінома).

Горизонтальна ділянка – забезпечує зв'язок між точкою з'єднання та центральним вузлом мережі. Для цієї ділянки використовуються кабелі дрогового типу (виті пари).

Робоча частина – відповідає за підключення кінцевого обладнання до точки доступу мережі. Для цього застосовуються кабелі з дрогованими жилами.

### 3 АНАЛІЗ ОБ'ЄКТУ ПРОЄКТУВАННЯ

Підприємство, яке було засноване у 2006 році, здійснює свою діяльність у сфері постачання обладнання.

Основні напрямки роботи включають поставку комплектуючих, виконання монтажних і сервісних робіт, а також проектування технічних рішень.

Головний офіс компанії розміщений в одноповерховій будівлі, що знаходиться на околиці міста. Архітектурні параметри будівлі становлять: довжина – 17,88 м, ширина – 14,88 м, висота – 13,84 м. Функціональне зонування приміщень забезпечує ефективну організацію внутрішніх процесів (рисунок 3.1).

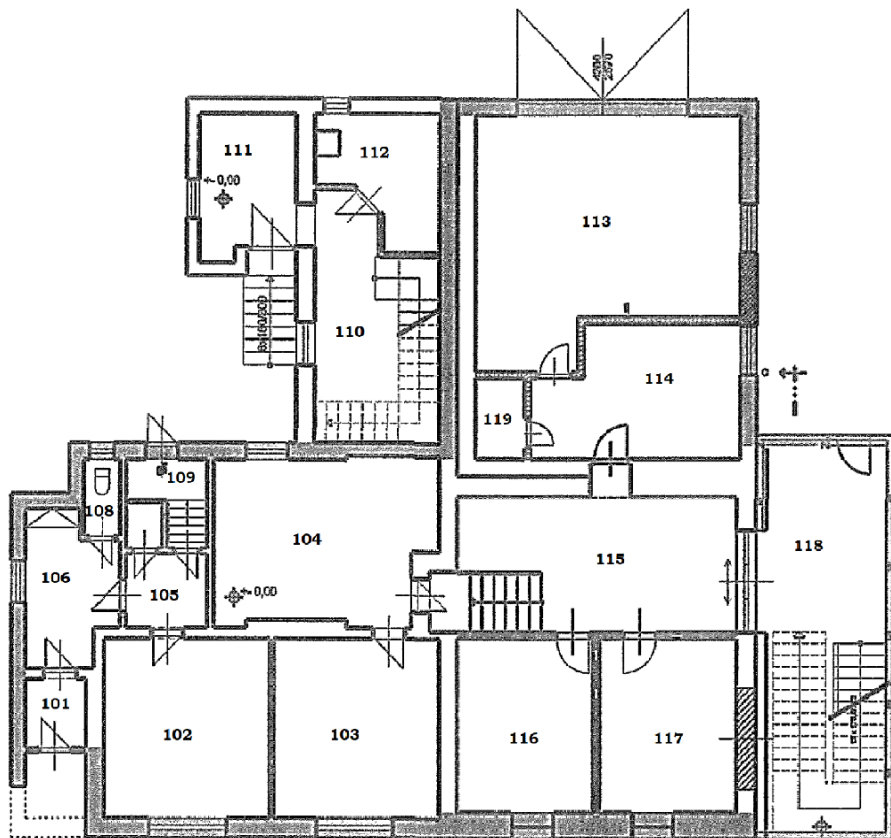


Рисунок 3.1 – План першого поверху

На першому поверсі розміщені кабінети технічних спеціалістів, матеріальний склад, серверна кімната, кухня, гараж і вхідна група (таблиця 3.1). Тут також знаходяться адміністративні приміщення, зокрема кабінети керівництва, господарсько-бухгалтерський відділ, зона ресепшн і переговорна кімната.

Таблиця 3.1 – Опис приміщень першого поверху

Номер кімнати	Призначення приміщення	Площа м <sup>2</sup>
101	Вхід	2,4
102	Офіс	17,21
103	Офіс	17,21
104	Офіс	21,61
105	Коридор	3,5
106	Кухня	7,37
107	Запас	1,54
108	Туалет	1,62
109	Коридор	0,84
110	Коридор	10,75
111	Серверна кімната	7,83
112	Серверна кімната	8,67
113	Склад + Гараж	34,08
114	Запас	14,71
115	Коридор	23,02
116	Офіс	13,59
117	Офіс	13,78
118	Офіс	13,78
119	Туалет	2,29

Компанія здійснила переїзд до цієї будівлі у 2008 році. З моменту заселення інфраструктура об'єкта зазнала незначних змін, що зумовлює актуальність модернізації інформаційно-комунікаційної інфраструктури в рамках даного проекту.

Будівля має капітальні стіни, виконані з цегли, що забезпечує надійну тепло- та звукоізоляцію (рисунок 3.2).

Стеля облаштована з використанням підвісної конструкції з гіпсокартону, що спрощує прокладання комунікацій та забезпечує зручний доступ до інженерних мереж.

Покриття підлоги виконано з урахуванням функціонального призначення приміщень: на першому поверсі укладена керамічна плитка, на другому – паркет, а в офісних приміщеннях використано ламінатне покриття.

Для зручності навігації всі приміщення мають уніфіковане маркування. Нумерація кімнат першого поверху починається з цифри 1, другого – з цифри 2.

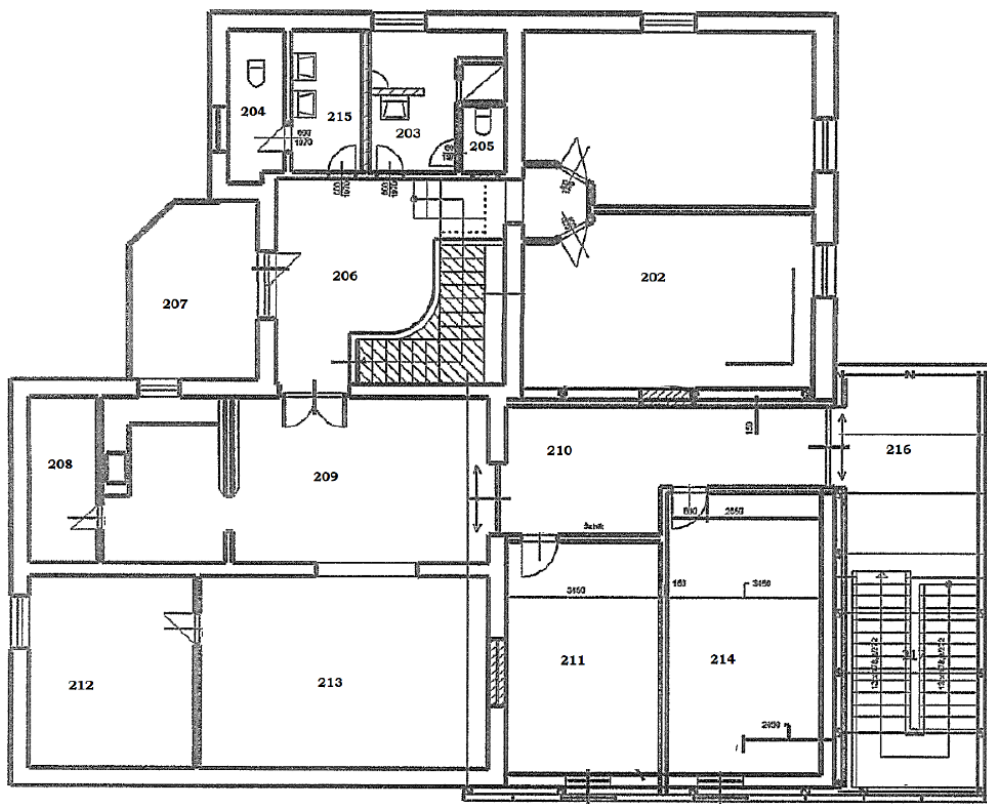


Рисунок 3.2 – План другого поверху

Номер, призначення та площу кожного приміщення наведено в таблиці

3.2.

Таблиця 3.2 – Опис приміщень першого поверху

Номер кімнати	Призначення приміщення	Площа м <sup>2</sup>
201	Офіс	25,57
202	Офіс	25,57
203	Туалет	7,95
204	Туалет	4,19
205	Туалет	1,50
206	Передпокій	15,70
207	Балкон	10,90
208	кухня	5,58
209	Кімната денна	31,88
210	Коридор	16,61
211	Офіс	18,04
212	Офіс	15,71
213	Офіс	27,88
214	Кімната для зустрічей	21,77
215	Туалет	5,07
216	Передпокій	13,45
217	Сходи	14,52

## 4 ПРОЕКТ МЕРЕЖІ

### 4.1 Розробка структурної схеми мережі

У межах проектування корпоративної мережі підприємства передбачається використання структурованої кабельної системи на основі кабелів категорії 5e (клас D), що підтримують технологію Gigabit Ethernet зі швидкістю передачі даних до 1000 Мбіт/с. Такий підхід забезпечить високий рівень продуктивності та надійності для сучасних і майбутніх потреб компанії.

Монтаж кабельної інфраструктури передбачається наступним чином:

На першому поверсі кабелі прокладаються через дротові канали, розміщені в підвісній стелі, після чого за допомогою ПВХ-смуг виводяться до парапетного кабельного каналу, який тягнеться вздовж робочих приміщень.

Кожна розетка матиме два інформаційних порти (RJ-45).

Кабелі, призначені для другого поверху, виводяться через технічний отвір у стелі, далі проходять по ПВХ-смугах на висоті 2,5 м, після чого опускаються до кімнат 202 та 211. Там вони опускаються на висоту 1 м і входять у парапетний жолоб, з якого прокладаються до кінцевих розеток.

Центральним вузлом мережі є серверна кімната, розташована на першому поверсі, де монтується головний комутатор. Вся мережа організована за принципом горизонтальної секції, яка об'єднує обидва поверхи та централізовано виходить із комутаційного щита.

У структурі активного обладнання використовуються такі пристрої:

- Комутатор D-Link DGS-1100-26MPPV2 – основний комутатор даних, до якого підключено сервери та систему зберігання даних.

- Комутатори D-Link DGS-1210-28P/FL – обслуговують робочі станції співробітників у групових офісах.

- Комутатор D-Link DGS-1026MP – відповідає за підключення камер відеоспостереження та забезпечує їхнє живлення за технологією PoE (Power over Ethernet).

Для забезпечення мобільності та зручного доступу до ресурсів мережі впроваджується бездротове покриття за стандартом IEEE 802.11ac (Wi-Fi 5). У межах підприємства функціонують дві окремі Wi-Fi мережі:

- гостьова мережа – забезпечує лише доступ до Інтернету, ізольована від локальних ресурсів;

- корпоративна мережа – доступна для співробітників і адміністраторів, забезпечує повноцінний доступ до внутрішньої мережі підприємства.

Планова швидкість бездротової передачі даних становить до 1 Гбіт/с як для завантаження, так і для вивантаження, що цілком відповідає вимогам сучасного офісного середовища.

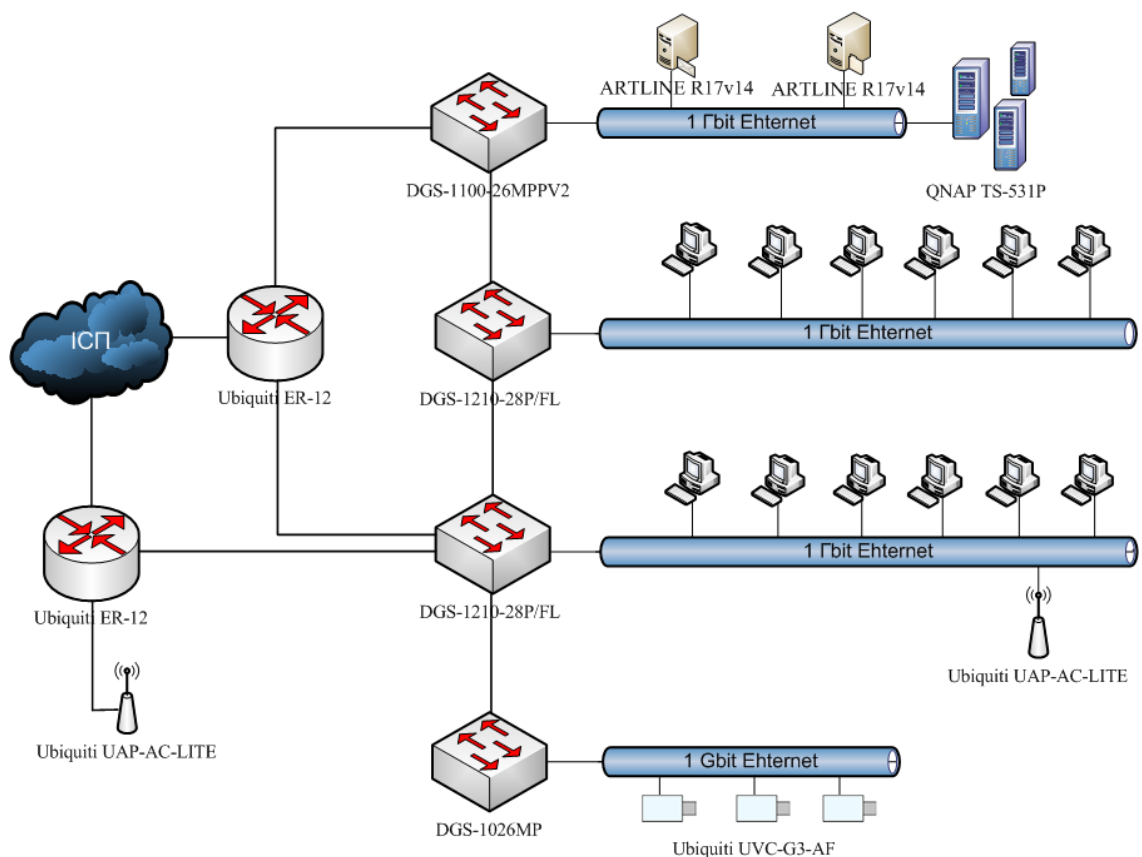


Рисунок 4.1 – Структурна схема підключення елементів мережі

## 4.2 Планування точок підключення

У процесі проектування мережевої інфраструктури враховано потребу в її масштабованості, що дозволить підприємству адаптувати мережу до зростаючих вимог у найближчі роки. Кількість передбачених точок підключення відповідає поточному навантаженню, водночас залишаючи резерв для майбутнього розширення.

На кожному робочому місці передбачено чотири мережеві порти, що забезпечує як базову функціональність, так і наявність резерву. Один порт використовується для підключення робочої станції, інший – для телефону з підтримкою VoIP, а два залишаються вільними для можливих змін конфігурації або додаткових пристроїв.

IP-камери відеоспостереження та точки доступу Wi-Fi підключаються окремими лініями, що також враховано в загальній структурі кабельної системи. Усього проектом передбачено 108 мережевих портів, з яких 98 призначені для забезпечення робочих місць співробітників, а решта 10 – для підключення пристроїв інфраструктури, зокрема камер спостереження та точок бездротового доступу.

Передбачена структура дозволяє реалізувати надійну та гнучку локальну мережу з урахуванням перспектив розвитку підприємства.

## 4.2 Вибір обладнання

Вибір відповідних активних елементів є ключовим етапом проектування комп'ютерної мережі, оскільки саме від їхньої продуктивності, надійності та функціональності залежить ефективність усієї інфраструктури.

Було обрано комутаційне обладнання, яке забезпечує підтримку технології Gigabit Ethernet, функції керованості, резервування каналів та, за потреби PoE. Це дозволяє об'єднати всі пристрої в єдину систему з централізованим управлінням і можливістю гнучкої конфігурації.

### 4.2.1 Комутатори

Для побудови мережі було обрано керовані комутатори відомої компанії D-Link. Кожен комутатор оснащений 28 портами, з яких 24 порти типу RJ45 підтримують передачу даних зі швидкістю Gigabit Ethernet (GE). Також у їхній конфігурації передбачені оптичні порти, що забезпечують можливість підключення оптоволоконних каналів для створення високошвидкісних магістралей (рисунок 4.2).



Рисунок 4.2 – Комутатор D-Link DGS-1100-26MPPV2

Однією з ключових моделей є комутатор серії EasySmart DGS-1100-26MPPV2, який має 24 порти 10/100/1000Base-T з підтримкою PoE і 2 комбо-порти 1000Base-T/SFP. Цей пристрій призначений для використання в корпоративних мережах і є оптимальним рішенням для організації систем відеоспостереження завдяки підтримці різних стандартів PoE та високому бюджету потужності.

Керованість комутатора включає розширені функції управління, діагностики, пошуку та усунення несправностей. Крім того, енергозберігаючі технології сприяють зниженню експлуатаційних витрат. Все це дозволяє використовувати DGS-1100-26MPPV2 для виконання широкого спектру завдань в корпоративній мережі.

Комутатор другого рівня DGS-1210-28P оснащений 24 портами 10/100/1000Base-T з підтримкою PoE та 4 комбо-портами 100/1000Base-T/SFP (рисунок 4.3). Пристрій підтримує технологію D-Link Green, яка забезпечує енергозбереження, а також розширені функції управління і

безпеки, що сприяють високій продуктивності та масштабованості мережі. Управління комутатором реалізовано через протокол SNMP, Web-інтерфейс та командний рядок (CLI) з доступом через Telnet та SSH.



Рисунок 4.3 – Комутатор D-Link DGS-1210-28P/FL

DGS-1210-28P підтримує повний набір функцій другого рівня, серед яких IGMP Snooping, Port Mirroring, Spanning Tree Protocol (STP) та Link Aggregation Control Protocol (LACP). Функція керування потоком відповідно до стандарту IEEE 802.3x оптимізує навантаження на комутатор і підвищує надійність передачі даних. Швидкість передачі на кожному порту досягає 2000 Мбіт/с у повнодуплексному режимі, що забезпечує необхідну пропускну здатність для підключення робочих станцій.

Комутатор також має функції діагностики кабелю, що дозволяє визначити стан крученої пари і тип несправності, а також функцію Loopback Detection, яка автоматично виявляє мережеві петлі та відключає відповідні порти для запобігання порушенням роботи мережі.

Модель DGS-1026MP оснащена 24 портами 10/100/1000Base-T з підтримкою PoE і 2 комбо-портами 100/1000Base-T/SFP (рисунок 4.4). Вона дозволяє подавати живлення через Ethernet-кабелі на PoE-сумісні пристрої, такі як бездротові точки доступу, IP-камери та IP-телефони. Крім того, комутатор підтримує підключення додаткових Ethernet-пристроїв, включно з комп'ютерами, принтерами та мережевими сховищами даних (NAS).



Рисунок 4.4 – Комутатор D-Link DGS-1026MP

Комутатор DGS-1026MP оснащений 24 портами з підтримкою стандарту IEEE 802.3at PoE. Кожен PoE-порт може подавати живлення потужністю до 30 Вт, при цьому загальний бюджет потужності комутатора становить 370 Вт.

Це дозволяє підключати до пристрою обладнання, сумісне зі стандартом 802.3at, що забезпечує гнучкість розміщення мережевого обладнання у важкодоступних місцях, незалежно від розташування електричних розеток, а також зменшує потребу у додатковому прокладанні електромережі.

Для зручності користувачів на передній панелі комутатора розташовані індикатори, які відображають поточний стан використання бюджету PoE. Це дозволяє оперативно контролювати споживання потужності та запобігати перевантаженню PoE-портів, що підвищує надійність і стабільність роботи мережі.

#### 4.2.2 Мережеве сховище



Рисунок 4.5 – Накопичувач QNAP TS-531P

Основою мережевого сховища, призначеного для малого та середнього бізнесу, є пристрій з процесором Annapurna Labs Alpine AL-314, що включає чотири ядра ARM Cortex-A15 з тактовою частотою 1,4 ГГц (рисунок 4.5). Залежно від модифікації, сховище комплектується оперативною пам'яттю DDR3 об'ємом 2 або 8 ГБ, з можливістю подальшого збільшення пам'яті до 8 ГБ у молодшій конфігурації.

Система підтримує до п'яти накопичувачів типорозміру 3,5 або 2,5 дюйми з інтерфейсом SATA. Підтримується гаряча заміна дисків (Hot Swap) та організація RAID-масивів рівнів 0, 1, 5, 6 або 10, що забезпечує високий рівень надійності та продуктивності зберігання даних.

Для підключення до мережі передбачено чотири порти Gigabit Ethernet з можливістю розширення ще двома додатковими портами Gigabit Ethernet або 10GbE, що дає змогу масштабувати пропускну здатність сховища відповідно до потреб підприємства.

Для забезпечення бездротового доступу використано точки доступу UAP-AC-LITE від компанії Ubiquiti, які підтримують живлення через PoE, працюють у діапазонах 2,4 та 5 ГГц і характеризуються необмеженою масштабованістю (рисунок 4.6). Потужність сигналу цих пристроїв достатня для якісного покриття всієї будівлі бездротовою мережею.

#### 4.2.3 Точка доступу



Рисунок 4.6 – Точка доступу Ubiquiti UAP-AC-LITE

Ubiquiti UniFi AC Lite AP (UAP-AC-LITE) – це функціональна точка доступу, виконана в сучасному футуристичному дизайні з широкими можливостями кріплення, що дозволяє гнучко розміщувати пристрій без шкоди для інтер'єру приміщень.

Точка доступу підтримує всі актуальні стандарти бездротової передачі даних, що забезпечує сумісність із великою кількістю різноманітних клієнтських пристроїв. Вона працює в двох частотних діапазонах (2,4 ГГц і 5 ГГц) і забезпечує максимальну швидкість передачі даних до 1167 Мбіт/с.

UAP-AC-LITE здатна одночасно обслуговувати понад 200 паралельних клієнтів, що робить її оптимальним рішенням для організації бездротової мережі в офісах середнього розміру з високою щільністю користувачів.

#### 4.2.4 Камери спостереження

Для зовнішнього відеоспостереження будівлі підприємства використані камери Ubiquiti UVC-G3-AF. Ці пристрої підтримують живлення по технології PoE, що спрощує монтаж та знижує кількість необхідних комунікаційних кабелів (рисунок 4.7).

Камери оснащені об'єктивом із кутом огляду 85°, забезпечують запис відео у форматі Full HD 1080p, що гарантує чіткість та деталізацію зображення. Завдяки вбудованому детектору руху пристрої можуть автоматично реагувати на події в зоні контролю.

Особливу увагу приділено роботі камер в умовах недостатнього освітлення – завдяки покращеній оптиці та алгоритмам обробки зображень забезпечується висока якість відеозапису навіть у темний час доби або при низькому рівні світла.



Рисунок 4.7 – Камера Ubiquiti UVC-G3-AF

#### 4.2.5 Сервер

У якості серверного обладнання використовується HP ProLiant DL360p Gen8 (8×2.5) SFF – двопроцесорна платформа, яка забезпечує високу продуктивність і масштабованість (рисунок 4.8). Сервер підтримує

встановлення до двох процесорів Intel Xeon E5-2600 v2 та роботу з оперативною пам'яттю DDR3, обсяг якої може бути розширено до 768 ГБ за умови використання модулів LRDIMM ємністю 32 ГБ.



Рисунок 4.8 – Сервер HP Proliant DL 360p G8

Це універсальне серверне рішення ідеально підходить для виконання задач загального призначення, обробки динамічних обчислювальних навантажень, впровадження хмарних сервісів та розгортання віртуалізованих середовищ. Порівняно з попереднім поколінням, модель має розширені можливості внутрішнього зберігання даних, покращену продуктивність, ефективні системи охолодження та швидкодійні контролери дискових масивів. Удосконалені дискові відсіки дозволяють реалізувати гнучку політику зберігання з підтримкою RAID-масивів і гарячої заміни накопичувачів.

#### 4.2.6 Маршрутизатор

У якості маршрутизатора для організації доступу до зовнішніх мереж і міжмережевої маршрутизації обрано EdgeRouter 12 – високопродуктивний гігабітний маршрутизатор із підтримкою PoE (рисунок 4.9).



Рисунок 4.9 – Маршрутизатор Ubiquiti ER-12

Пристрій забезпечує пропускну здатність до 3,4 мільйона пакетів за секунду (pps) при передачі 64-байтових пакетів, що значно перевищує характеристики маршрутизаторів попереднього покоління. Десять портів Gigabit Ethernet забезпечують з'єднання по мідній лінії, а два порти SFP – підключення до оптоволоконних магістралей, що дає змогу будувати швидкісні та надійні канали зв'язку.

EdgeRouter 12 підтримує комутацію на другому рівні моделі OSI та може конфігуруватися через зручну операційну систему EdgeOS або централізовану платформу Ubiquiti Network Management System (UNMS), що спрощує адміністрування та моніторинг роботи маршрутизатора.

## 5 МЕРЕЖЕВІ ТРАСИ ТА РОЗМІЩЕННЯ ОБЛАДНАННЯ

Усі мережеві траси прокладені від інформаційного щита, що розміщений у кімнаті 112 на першому поверсі. Саме в цьому приміщенні зосереджено основне комутаційне обладнання та реалізовано точку концентрації кабельної інфраструктури (рисунок 5.1).

Для реалізації структурованої кабельної системи використовується оригінальна система прокладки, адаптована до архітектурних особливостей будівлі. Кабельні лінії організовано в п'ять окремих маршрутів, позначених літерами А, В, С, D, Е.



Рисунок 5.1 – Поточне розташування точок підключення та системи проводів першого поверху

Маршрути А та Б забезпечують з'єднання від основного комутатора до розподільчої системи, розташованої в софітах стелі першого поверху. Саме через цю інфраструктуру здійснюється горизонтальна розводка до офісних приміщень.

Маршрути С, D та E прокладені через спеціально створений технологічний отвір, який дозволяє провести кабелі з серверної кімнати до стельового простору, а далі — до відповідних зон покриття. Усі кабелі на цих маршрутах також проходять через софіти стелі першого поверху, а далі – вертикально чи горизонтально відповідно до плану приміщень.

При проектуванні маршрутизації кабелів було дотримано вимог стандарту щодо максимальної довжини горизонтального сегмента – жоден із прокладених маршрутів не перевищує 90 метрів, що відповідає вимогам категорії 5e для безперебійної передачі даних на швидкості до 1 Гбіт/с.

Для спрощення прокладання та обслуговування кабельної інфраструктури передбачено встановлення електромонтажних коробок над кожною парою розеток, які закріплені під штукатуркою. Це дозволяє зручно організувати кабельні з'єднання та забезпечити швидкий доступ у разі необхідності технічного обслуговування або модернізації.

Прокладання кабелів здійснюється трьома різними способами, залежно від типу кінцевої точки з'єднання. У випадку, якщо кабель закінчується в розетці даних, вмонтованій у стіну під штукатуркою, він проводиться через кабельний канал або гофровану трубу на висоту приблизно 30 см над рівнем підлоги – саме там розміщується розетка (рисунки 5.2).

Якщо розетка даних прикріплена до підвіконня, кабель подається від стельового софіту вниз через монтажну смугу на висоту 1 м, після чого виводиться через отвір у підвіконні до місця встановлення розетки.

У випадку підключення до IP-камер або точок доступу Wi-Fi кабель виводиться через трубку проводки на висоту 2,5 м, де й монтується відповідна розетка або клемна коробка для живлення і з'єднання з мережею.

Для захисту кабельної інфраструктури використовуються кабельні жолоби, що прокладаються в стельових софітах, а також парапетні коробки, встановлені на висоті 1 м від рівня підлоги. Така система дає змогу організувати кабельні траси максимально акуратно, захищено та відповідно до вимог стандартів електромонтажу та структурованих кабельних систем.

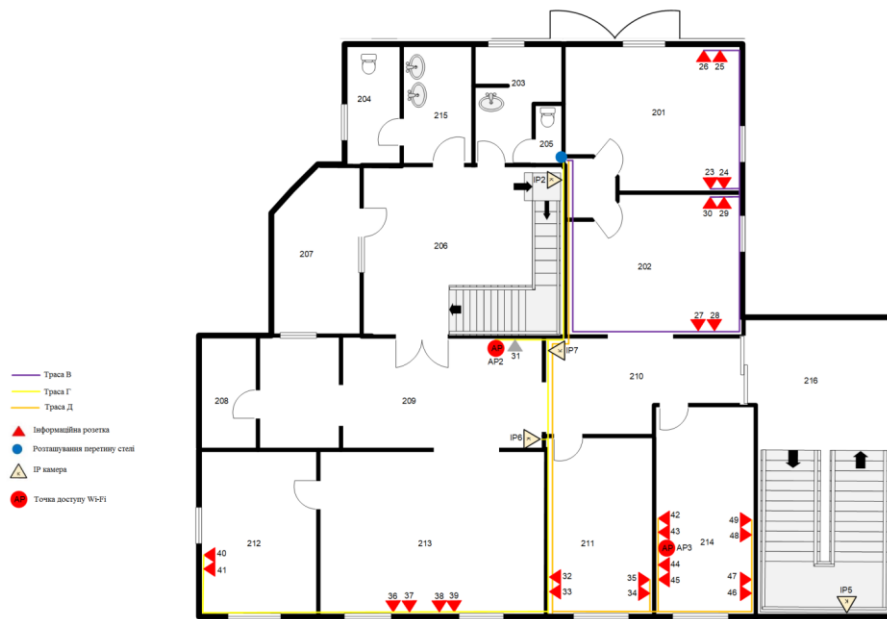


Рисунок 5.2 – Розташування точок підключення та трас прокладки кабелів

Усі IP-камери та інші елементи системи безпеки, які використовуються підприємством для забезпечення охорони майна та контролю доступу, підключаються до мережі через комунікаційну шафу, що є центральним вузлом розміщення відповідного обладнання.

На об'єкті встановлено телекомунікаційну шафу Conteg RI7-42-80/80 типорозміру 42U, яка відповідає стандарту 19". Розміри шафи становлять 1978×800×800 мм, що забезпечує достатній простір для розміщення активного та пасивного обладнання, а також можливість майбутнього розширення системи (рисунок 5.3).



Рисунок 5.3 – Комунікаційна шафа RI7-42-80/80 42

Шафа має скляні дверцята, що забезпечують візуальний контроль за встановленими пристроями, та знімну верхню кришку, яка дозволяє встановити систему кондиціонування або вентиляційні модулі для підтримання оптимального температурного режиму всередині. Це особливо важливо при експлуатації великої кількості активного обладнання з високим тепловиділенням.

Такий підхід до розміщення обладнання забезпечує впорядковану організацію мережевої інфраструктури, зручність технічного обслуговування та відповідність вимогам щодо ергономіки та безпеки.

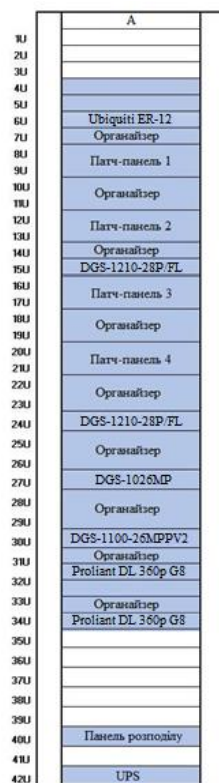


Рисунок 5.4 – Розміщення обладнання в комунікаційній шафі

## ВИСНОВКИ

Метою кваліфікаційної роботи було створення детального та практично орієнтованого проекту комп'ютерної мережі для підприємства.

У ході виконання проекту була розроблена мережна інфраструктура, що відповідає сучасним стандартам побудови корпоративних мереж з точки зору високої пропускну здатності, надійності функціонування та забезпечення конфіденційності переданих даних.

Також у роботі було визначено функціональні вимоги до комп'ютерної мережі, спроектовано структуровану кабельну систему, здійснено вибір активного та пасивного телекомунікаційного обладнання, а також обґрунтовано вибір типів кабельної продукції.

Результати проекту демонструють практичну придатність запропонованого рішення для впровадження на реальному підприємстві та можуть бути використані як основа для подальшої модернізації інформаційної інфраструктури підприємства.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Болілій В.О., Котьяк В.В. Комп'ютерні мережі. Навчальний посібник [Текст] / - Кіровоград: ЦОП Авангард, 2008. - 146с.
2. Костров Б.В., Смирнова Є.В., Козік П.В. Технології сучасних мереж Ethernet. Методи комутації та управління потоками даних / - ВНУ, 2012. - 272 с.
3. 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.
4. Майоров, А.П. Кабельні системи для офісних будівель частина II/О.П. Майоров // Мережі та системи зв'язку. – 2012. – № 8. – С. 17–19.
5. Чекмарьов, Ю.В. Локальні обчислювальні мережі/Ю.В. Чекмарьов, А.А. Калямін. : Вид-во ДМК-Прес, 2009. - 200 с.
6. Оліфер, В. Основи мереж передачі даних: курс лекцій: навчальний посібник/В. Оліфер, Н. Оліфер. : ІНТУІТ «Інтернет-університет Інформаційних Технологій», 2005. - 176 с.
7. Холмогоров, В.А. Комп'ютерна мережа власноруч. Самовчитель/А.В. Холмогоров, Н.М. Попов. 2009. - 171 с.