



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 \_\_\_\_\_ Прокидянчику Даніїлу Дмитровичу \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи \_\_\_\_\_ Корпоративна комп'ютерна мережа підприємства «Прогрес» \_\_\_\_\_

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

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

3. Вхідні дані до роботи \_\_\_\_\_

1. Розробка комп'ютерної мережі підприємства \_\_\_\_\_

2. Опис організаційної структури підприємства \_\_\_\_\_

3. Вимоги до швидкості передачі інформації в мережі \_\_\_\_\_

4. Перелік використаних програмних засобів: ОС Windows 10 \_\_\_\_\_

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати у роботі \_\_\_\_\_

1. Аналіз стану проблеми \_\_\_\_\_

2. Огляд сучасних та майбутніх технологій передачі даних \_\_\_\_\_

3. Огляд сучасних та майбутніх тенденцій побудови корпоративних мереж \_\_\_\_\_

4. Розробка загальної структури мережі підприємства \_\_\_\_\_

5. Аналіз та вибір апаратних засобів реалізації \_\_\_\_\_

6. Висновки \_\_\_\_\_

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

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

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

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

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Строк / терміни виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз сучасного стану проблеми та методів її вирішення	26.05.24-30.05.24	
2	Аналіз роботи підприємства	31.05.24-04.06.24	
3	Розробка структури корпоративної мережі підприємства	05.06.24-06.06.24	
4	Вибір апаратних засобів реалізації мережі	07.06.24-09.06.24	
5	Оформлення матеріалів кваліфікаційної роботи	10.06.24-11.08.24	
6	Подання кваліфікаційної роботи керівникові та її попередній захист	12.06.24	
7	Подання кваліфікаційної роботи на рецензування	16.06.24	

Дата видачі завдання “ 26 ” травня 2025 р.

Здобувач \_\_\_\_\_  
(підпис)

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
(підпис)

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

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи: 55 с., 22 рис., 2 табл., 1 дод., 7 джерел.

КОМП'ЮТЕРНА МЕРЕЖА, КОРПОРАТИВНА МЕРЕЖА,  
ТОПОЛОГІЯ, МЕРЕЖНА ТЕХНОЛОГІЯ, КОМУТАТОР,  
МАРШРУТИЗАТОР

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

Результатом кваліфікаційної роботи є готовий проєкт комп'ютерної мережі, що відповідає вимогам, пред'явленим до неї на етапі постановки задачі.

## ABSTRACT

Bachelor's thesis: 55 pages, 22 figures, 2 tables, 1 appendices, 8 sources.

COMPUTER NETWORK, CORPORATE NETWORK, TOPOLOGY,  
NETWORK TECHNOLOGY, SWITCH, ROUTER

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

The result of the qualification work is a ready-made computer network project that meets the requirements set for it at the stage of setting the task.

## ЗМІСТ

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ .....	8
ВСТУП .....	9
1 АНАЛІЗ ПОТОЧНОГО СТАНУ .....	10
1.1 Відомості про підприємство .....	10
1.2 Організаційна структура.....	10
1.3 Опис приміщення та будівлі .....	11
1.4 Поточний стан мережі .....	12
2 ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ.....	14
2.1 Комп'ютерна мережа.....	14
2.1.1 Поділ за обсягом.....	14
2.1.2 Поділ за топологією .....	16
2.2 Мережеві моделі та архітектури.....	18
2.2.1 Модель ISO/OSI.....	19
2.2.2 Архітектура TCP/IP.....	21
2.3 Архітектура Ethernet .....	23
2.4 Середовище передачі .....	24
2.4.1 Металеві кабелі .....	25
2.4.2 Оптичні волокна.....	27
2.4.3 Безпроводна передача.....	29
2.5 Універсальні кабельні системи.....	29
2.5.1 Основні поняття .....	29
2.5.2 Кабельна система .....	30
2.6 Активні елементи .....	32
2.6.1 Фізичний рівень.....	32
2.6.2 Канальний рівень .....	33
2.6.3 Мережевий рівень .....	33
3 ПРОЄКТУВАННЯ МЕРЕЖІ.....	34

3.1	Технологія передачі та топологія мережі .....	34
3.2	Проектування кількості та розташування точок підключення .....	34
3.3	Кабельні траси .....	36
3.3.1	Маршрут 1 .....	37
3.3.2	Маршрут 2 .....	38
3.3.3	Маршрут 3 .....	38
3.3.4	Маршрут 4 .....	39
3.3.5	Маршрут 5 .....	39
3.3.6	Маршрут 6 .....	39
3.3.7	Горизонтальна секція .....	40
3.3.8	Робоча секція .....	40
3.4	Логічна схема мережі .....	40
3.5	Вибір мережевого обладнання .....	41
3.6	Фізична схема мережі .....	44
3.7	Розміщення обладнання в комутаційній шафі .....	45
3.8	Дослідження зони радіочастотного покриття .....	46
	ВИСНОВКИ .....	47
	ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ .....	48
	ДОДАТОК А Графічний матеріал кваліфікаційної роботи .....	49

## СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

IP – міжмережевий протокол (англ., Internet Protocol)

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

IPT – IP-телефонія

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

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

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

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

MAN – регіональна мережа (англ. Metropolitan Area Network)

Mbps – Мбіт/с (англ. Megabit/second)

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

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

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

## ВСТУП

У сучасну епоху модернізації та цифровізації вимоги до швидкої, безпечної та надійної передачі великих обсягів даних постійно зростають. Інформаційно-комунікаційні технології стали невід'ємною складовою як повсякденного, так і професійного життя. У зв'язку з цим ефективна та стабільна комп'ютерна мережа є ключовим елементом функціонування і розвитку будь-якої компанії.

Комп'ютерна мережа забезпечує взаємозв'язок між пристроями в межах організації, дозволяючи обмінюватися даними, використовувати спільні ресурси (наприклад, принтери, файлові сервери тощо) та підтримувати зв'язок із зовнішнім середовищем через Інтернет. У поєднанні з інформаційними системами така мережа сприяє ефективному аналізу, обробці та управлінню даними, що, своєю чергою, оптимізує процеси прийняття рішень і стратегічного планування.

Комплексна мережа складається з двох основних частин – пасивних і активних елементів. Пасивні компоненти (кабелі, розетки, патч-панелі) формують фізичне середовище для передачі сигналу. Активні елементи (комутатори, маршрутизатори, точки доступу) керують передачею даних, регулюють маршрути та забезпечують належну якість з'єднання. Хоча витрати на кабельну систему становлять лише частину від загальних інвестицій у мережеву інфраструктуру, неправильне проектування саме цієї частини часто стає причиною збоїв у роботі мережі, що призводить до зростання експлуатаційних витрат та фінансових втрат.

Тому під час проектування комп'ютерної мережі необхідно дотримуватись системного підходу, з урахуванням чинних стандартів і технічних норм.

## 1 АНАЛІЗ ПОТОЧНОГО СТАНУ

### 1.1 Відомості про підприємство

Підприємство «Прогрес» спеціалізується на виробництві компонентів з листового металу, конструктивних елементів та вузлів, а також металевих конструкцій. Кінцева продукція варіюється від лазерного різання до зварних вузлів, які забезпечуються необхідним захистом поверхні.

Основним об'єктом є завод, де здійснюється більша частина виробництва, а також розташована поруч адміністративна частина підприємства.

### 1.2 Організаційна структура

Керівництво підприємством здійснюється трьома директорами, один із яких є власником компанії, а двоє інших виконують функції виконавчих директорів. Через розгалужену, але водночас функціонально стиснену організаційну структуру окремі співробітники часто поєднують кілька посад. Наприклад, керівник відділу кадрів одночасно виконує обов'язки помічника виконавчого директора з організаційних питань. Власник компанії має право самостійно представляти підприємство без обмежень.

Найбільшим структурним підрозділом є виробництво, де зосереджена основна частина персоналу. Загальна кількість працівників компанії становить близько 70 осіб. Однак з погляду проектування мережевої інфраструктури головну роль відіграють офісні працівники, зокрема представники керівного складу, менеджери з виробництва, фінансів, маркетингу та продажів, оскільки саме вони активно використовують ресурси комп'ютерної мережі у щоденній роботі. Структура управління підприємством наведена на рисунку 1.1.



Рисунок 1.1 – Організаційна структура

### 1.3 Опис приміщення та будівлі

Головна будівля підприємства розташована в місті Полтава. Комплекс складається з однієї будівлі та прилеглих територій. Перед будівлею є місце для транспортних засобів, парковка та відкритий склад для необробленого матеріалу. За будівлею знаходиться ще одна парковка, вільне місце для зберігання та місце для зберігання великоформатних піддонів.

Це двоповерхова будівля, на першому поверсі, який значно менший, розташовані лише два офіси, склад та архів. Найбільшу частину займають чотири виробничі цехи, на які виробничі операції розділені за типом, цехи мають висоту п'ять метрів. Виробничі приміщення розділені товстими цегляними стінами, стіни офісів стандартної ширини.

В офісах, кімнати для переговорів та соціальних приміщеннях на першому поверсі залу № 3 підвісні стелі придатні для прокладання кабелів. Будівлю можна розділити відповідно до вищезгаданих залів, і нумерація кімнат розроблена відповідно. Нумерація двозначна, перша цифра позначає частину будівлі, а наступна цифра – номер кімнати (наприклад, 3х позначає диспетчерську залу та суміжні кімнати). Конкретні номери кімнат показано на рисунку 1.2.



Поточна кабельна розводка розташована у важкодоступних місцях (наприклад, під штукатуркою), а стара кабельна розводка прокладена «вільно» вздовж конструкції невикористовуваного крана, закріплена лише кабельними стяжками. Якщо в минулому було необхідно впроваджувати нові точки підключення або додавати інші кінцеві точки, то через недоступність кабельних трас було введено новий маршрут.

Через поступову цифровізацію, вимоги до кількості кінцевих пристроїв та якості з'єднання зростають. Враховуючи неорганізованість та недоступність поточної кабельної розводки, її розширення буде проблематичним.

Таким чином, є такі вимоги до впровадження нової мережевої інфраструктури:

- впровадження мережевої інфраструктури з достатніми параметрами передачі.
- достатня кількість точок підключення з резервом для можливого майбутнього розширення.
- відповідне розташування розеток для передачі даних.
- відповідна кабельна розводка та траси.

## 2 ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

### 2.1 Комп'ютерна мережа

Комп'ютерна мережа не обов'язково має бути взаємним з'єднанням лише комп'ютерів. Кінцевими вузлами можуть бути камери, принтери, мобільні телефони та інші часто підключені пристрої.

У сучасному Інтернеті речей ми також можемо знайти холодильники, пральні машини та інші прилади, підключені до мережі в домогосподарствах. Точнішою назвою було б комунікаційні мережі. Окрім класичного обміну та передачі даних між кінцевими вузлами, мережі дозволяють нам також спільно використовувати апаратні ресурси (лише один принтер може використовуватися для кількох комп'ютерів або можна використовувати спільне сховище даних). Основний поділ мережі полягає в тому, щоб розділити мережі на кінцеві вузли, що представляють підключені пристрої, та мережеву інфраструктуру, яка відповідає за передачу.

#### 2.1.1 Поділ за обсягом

Хоча поділ за розміром є інтуїтивно зрозумілим, фізичні відстані в наші дні відіграють дедалі меншу роль. Окрім основних мереж LAN та WAN, ми також можемо визначити інші категорії. Наступні мережі перелічені від найменшої до найбільшої:

PAN (Персональна мережа) – це персональна мережа. Зазвичай вона використовується однією людиною або сім'єю. Діапазон зазвичай вимірюється в метрах. Це може бути з'єднання між комп'ютером та аксесуарами, з'єднання між персональними пристроями або з'єднання між побутовою технікою. USB часто використовується для провідного зв'язку, але зазвичай використовуються бездротові технології, такі як WiFi та IrDa.

LAN (Локальна мережа) – це локальна мережа, обмежена одним місцем розташування, наприклад, однією кімнатою, одним поверхом або цілою будівлею.

Зазвичай це приватна мережа, підключена до Інтернету, хоча вона також може працювати самостійно. Її типове використання – спільний доступ до ресурсів (принтерів, сховищ, файлів). Використовувані технології включають WiFi та Ethernet.

Мережу, запропоновану в цій роботі, можна класифікувати до цієї категорії.

MAN (Столична мережа). Як випливає з назви, це мережа розміром з місто (розмір надається до 75 км). Це взаємозв'язок менших локальних мереж (LAN), які можна використовувати для кабельних ліній та бездротових з'єднань.

WAN (Wide Area Network) вільно перекладається як мережі широких (екстенсивних) областей, що охоплюють великі території, такі як країни або континенти.

Знову ж таки, це з'єднання кількох локальних мереж, які можуть бути бездротовими, але через великі відстані зазвичай використовуються оптичні кабелі.

Така мережа може використовуватися, наприклад, компанією, яка має філії в кількох містах або по всьому світу. Найвідомішим прикладом глобальної мережі (WAN) є Інтернет.

Цей поділ не дуже практичний. З розвитком технологій та відходом на другий план ролі відстані відмінності поступово розмиваються. Крім того, через нечіткий поділ важко, наприклад, вирішити, де закінчується локальна мережа (LAN) і починається мережа MAN, або визначити різницю між мережею MAN та глобальною мережею (WAN). Якщо можливі інші комбінації попередніх категорій, такі як CAN (CampusAreaNetwork) та GAN (GlobalAreaNetwork), може бути проблематично класифікувати конкретну мережу до певної категорії.

### 2.1.2 Поділ за топологією

У випадку комп'ютерної мережі топологія вказує на спосіб взаємоз'єднання та розташування окремих вузлів зв'язку. Таким чином, вона створює своєрідну карту мережі. Ми розрізняємо фізичну топологію (фактичне розташування вузлів та кабелів) та логічну топологію (спосіб взаємоз'єднання на підключених кабелях, який може не збігатися з фізичною топологією).

BUS («шина») – відкрита лінійна топологія. Використовується безперервна лінія, до якої підключаються окремі вузли за допомогою T-подібного роз'єму, всі з яких таким чином підключені до одного середовища. Центральний вузол розташований між іншими вузлами (рисунок 2.1). Перевагою є проста реалізація мережі та низькі витрати (низьке споживання кабелю через використання лише одного). Недоліком є неможливість фізичної адресації конкретного вузла, тобто дані надсилаються всім іншим вузлам, що може призвести до колізій та затримок. Основна проблема полягає в тому, що якщо зв'язок переривається в одному місці, вся мережа виходить з ладу. На фізичному рівні це було реалізовано за допомогою коаксіальних кабелів і більше не використовується. На логічному рівні, наприклад, мережа WiFi працює аналогічно.

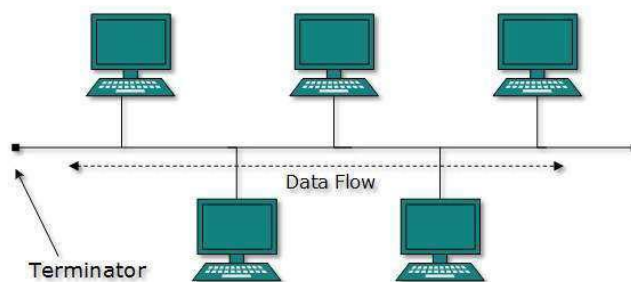


Рисунок 2.1 – Топологія «шина»

RING («кільце») – замкнута лінійна топологія. Вузли з'єднані один з одним, доки останній пристрій не підключиться до першого, утворюючи кільце (рисунок 2.2).

Дані передаються від вузла-джерела через усі інші до приймача. Кожен вузол функціонує як ретранслятор, тобто він підсилює сигнал і передає його далі. Технологія з'єднання окремих вузлів та основні переваги і недоліки аналогічні до шинної топології. Вона також не використовується на фізичному рівні.

Прикладом логічної топології може бути Token Ring, де спеціальний пакет (токен) циркулює в мережі, і лише вузол, якому він наразі належить, може передавати.

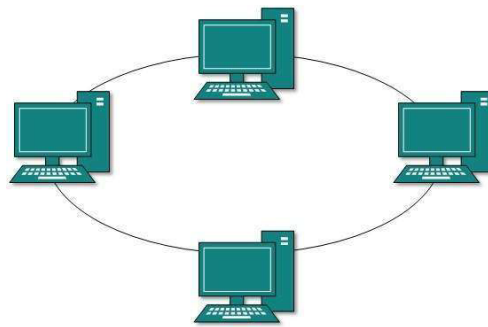


Рисунок 2.2 – Топологія «кільце»

STAR («зірка») – топологія з'єднання «точка-точка». Усі вузли з'єднані з однією центральною точкою за допомогою власного кабелю. Це реалізується активним елементом, таким як концентратор, але зазвичай комутатором (рисунок 2.3).

Стандартно для з'єднання використовується вита пара. Перевагою є низька вразливість – якщо один кінцевий вузол або з'єднання виходить з ладу, вся мережа не постраждає. При використанні комутатора можна звернутися до певного вузла, тому надіслані дані не повинні проходити через усі інші вузли в мережі.

Домен колізій обмежений портом активного елемента та даним вузлом. Недоліки включають вищі витрати через необхідність придбання активного елемента та високе споживання кабелю. Крім того, існує вузьке місце в центральному вузлі, можливий вихід з ладу або відмова якого паралізує всю мережу. На фізичному рівні це найпоширеніша топологія.

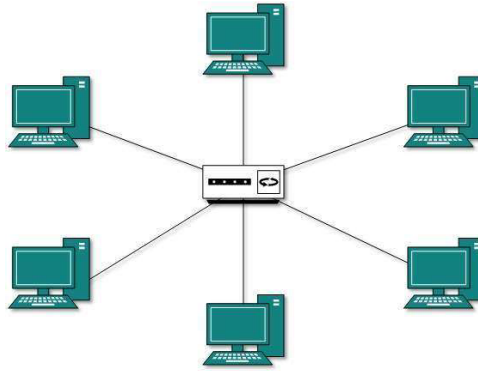


Рисунок 2.3 – Топологія «зірка»

У реальному світі зазвичай використовуються комбінації та модифікації окремих топологій.

Прикладом модифікації є розгалуження зіркоподібної топології в певну деревоподібну топологію або додавання надлишкових з'єднань до зіркоподібної топології, що, залежно від щільності з'єднань, створює повний або неповний поліном (полігон).

## 2.2 Мережеві моделі та архітектури

Щоб уникнути необхідності створювати спеціальні програми для передачі даних для кожного вузла, для яких потрібно було б окремо реалізовувати та розробляти всі мережеві функції, такі як адресація, налаштування з'єднань, розмір пакетів тощо, було введено концепцію загальних мережевих сервісів.

Ці сервіси включають усі дії, пов'язані з мережевим зв'язком. Програми не повинні мати власні визначені методи передачі, а використовують загальні мережеві сервіси.

Для легшої розробки та об'єднання використовуваних методів ці сервіси розкладаються на шари.

Мережеві моделі визначають кількість цих шарів та завдання кожного шару. Архітектура мережі розширює модель специфікаціями протоколів (правилами горизонтального зв'язку між рівнями на одному рівні).

### 2.2.1 Модель ISO/OSI

Окремі великі компанії спочатку розробляли власні архітектури, які були закритими та несумісними. Комп'ютери різних виробників не могли спілкуватися один з одним.

Міжнародна організація зі стандартизації (ISO) намагалася встановити чіткі та єдині правила передачі даних у мережах та між ними. Спочатку вона хотіла створити стандарт для всієї комунікації між мережами та системами, але зрештою зазнала невдачі.

З цієї причини вона потім створила мережеву модель OSI (Open System Interconnection), яка розділила мережеві служби на сім рівнів та вказала, які завдання вони повинні виконувати. Принцип полягає в розділенні, але взаємній співпраці рівнів, де рівень N надає послуги вищому рівню N+1, але водночас використовує послуги підлеглого рівня N-1.

Зв'язок у моделі поділяється відповідно до рівнів, між якими він відбувається (рисунок 2.4).

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 каналний data link	Фізична адресація
Біти	1 фізичний physical	Робота з середовищем передачі, сигналами і двійковими даними

Рисунок 2.4 – Модель ISO/OSI

Вертикальний зв'язок відбувається між сусідніми шарами одного вузла, вищий шар передає дані підлеглому шару, який додає до даних заголовки і нижній колонтитул, пов'язані з функціями даного шару, і передає всі дані

підлеглому шару. Вертикальний зв'язок не стандартизований і є питанням виробника. Горизонтальний зв'язок відбувається з тими ж шарами іншого вузла. За винятком фізичного шару, де зв'язок є фізичним, інші шари є лише логічним зв'язком. Правила цього зв'язку задаються протоколами.

Три нижні шари моделі орієнтовані на передачу даних, четвертий шар є адаптивним, а верхні три шари служать для підтримки додатків. Перші два шари, фізичний і канальний, мають вирішальне значення для проектування кабельних систем локальної мережі.

Фізичний рівень – найнижчий рівень моделі, єдиний, який здатний фізично зв'язуватися з іншими вузлами, також відповідає за це. Його функція полягає в отриманні та надсиланні бітів. Адресація не виконується, біти надсилаються через середовище передачі будь-якому одержувачу. Він забезпечує, щоб сигнал досягав читабельного та у правильній формі, тобто який сигнал використовувати для представлення одиниці, модуляцію сигналу, як приймальна станція розпізнає початок даних тощо. Використаний протокол залежить від середовища передачі.

Канальний рівень забезпечує передачу блоків даних (кадрів) через фізичне середовище. Рівень піклується про передачу в локальній мережі, тому адресація здійснюється за фізичними адресами мережевих карт навколишніх вузлів. Він перевіряє адреси призначення вхідних кадрів, щоб побачити, чи призначені вони для його вузла, і чи слід їх пересилати на вищий рівень. Він забезпечує надійність; у разі безпомилкової передачі він підтверджує правильність отримання відправнику; інакше потрібна повторна передача. В Ethernet він відповідає за контроль доступу до спільного середовища, тобто за вирішення колізій.

Якщо між одержувачем і відправником немає прямого фізичного з'єднання, а є з'єднання через кілька вузлів, канальний рівень не може правильно маршрутизувати дані. Це завдання мережевого рівня, 27 який шукає правильний маршрут для надсилання даних (пакетів), тобто його завданням є маршрутизація.

Основною діяльністю транспортного рівня є розділення переданих даних та складання пакетів, а також повторне складання даних після отримання. Для транспортного та вищих рівнів передача вже забезпечується нижчими. Відстань між вузлами більше не грає ролі. Він також забезпечує адаптацію характеру передачі та адресацію до портів процесів у вузлі.

Сеансовий рівень встановлює, підтримує, контролює та завершує з'єднання (сеанс). Інші функції включають автентифікацію користувачів та захист доступу до пристроїв.

Рівень представлення відповідає за перетворення переданих даних таким чином, щоб їх міг зрозуміти прикладний рівень, та забезпечує будь-яке шифрування або стиснення даних.

На прикладному рівні додатки часто використовують загальні функції, такі як передача файлів, перетворення адрес тощо. Ці функції стандартизовані та включені до прикладного рівня для використання різними додатками.

### 2.2.2 Архітектура TCP/IP

Назва архітектура TCP/IP походить від скорочень двох протоколів: Transmission Control Protocol (Протокол керування передачею) та Internet Protocol (Протокол Інтернету). Однак TCP/IP також включає інші протоколи та стандарти. Сьогодні вона вважається комунікаційним стандартом і є найпоширенішою (рисунок 2.5). Вона відрізняється від моделі ISO/OSI включенням протоколів та кількістю рівнів.

Рівень мережевого інтерфейсу – цей рівень поєднує фізичний та каналний рівні моделі ISO/OSI в один. Як найнижчий рівень, він відповідає за все, що пов'язано з передачею даних. Це не детально описано в архітектурі, оскільки протоколи цього рівня залежать від конкретної технології передачі, а протоколи вищих рівнів можуть працювати з будь-чим, що може передавати дані (IP через усе).

Мережевий рівень також називається Інтернет-рівнем або IP-рівнем, відповідно до використання IP-протоколу. Його функція подібна до функції мережевого рівня в еталонній моделі ISO/OSI. Він пропонує передачу без встановлення з'єднання та ненадійну передачу.

Транспортний рівень, як і мережевий рівень, цей рівень відповідає однойменному рівню в моделі ISO/OSI. Також називається рівнем TCP, на честь протоколу TCP. Другим основним протоколом цього рівня є UDP.

На рівні додатків додатки взаємодіють безпосередньо з транспортним рівнем. Архітектура не включає рівні представлення та сеансу моделі ISO/OSI. Якщо додатку потрібні функції цього рівня, він повинен реалізувати їх самостійно.

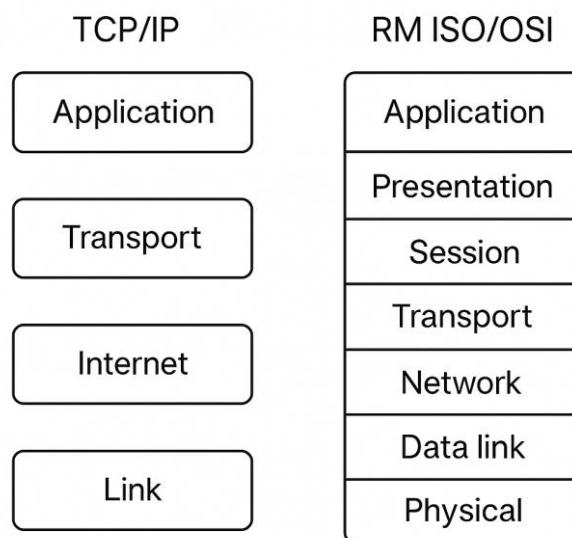


Рисунок 2.5 – Порівняння архітектури TCP/IP та ISO/OSI

Серед найважливіших протоколів TCP/IP є IP-протокол. Це протокол мережевого рівня, що означає, що він передає дані між будь-якими вузлами у світі. IP-протокол отримує дєйтаграму з транспортного рівня, до якої додає заголовок, створюючи таким чином IP-пакет.

Заголовок містить багато інформації, в першу чергу IP-адреси джерела та призначення. У версії IPv4 адреса – це 32-бітове число, яке ідентифікує унікальний мережевий інтерфейс системи. Найпоширенішим позначенням є

чотири десяткових числа по вісім бітів кожне, розділених крапками, наприклад: 170.85.255.248. Потім IP-пакет транспортується (маршрутизується) до призначення маршрутизаторами, які визначають оптимальний напрямок відправлення та надсилають дані до наступного маршрутизатора. Це ненадійний зв'язок без встановлення з'єднання.

UDP – це протокол дейтаграм користувача – це простий інтерфейс протоколів вищого рівня з IP-протоколом.

Він не встановлює з'єднання та є ненадійним, як і IP-протокол. Він додає до даних, отриманих від прикладного рівня, вже розділених на сегменти, лише простий заголовок з номером порту призначення та джерела, довжиною даних та необов'язковою контрольною сумою.

TCP змінює характер IP-протоколу на орієнтований на з'єднання та надійний. Перед фактичною передачею він встановлює з'єднання з колегою. Він отримує дані від програми як потік бітів, розділяє їх (сегменти) та додає до створених частин заголовки, який містить багато інформації, головним чином номери портів, порядкові номери надісланих та отриманих байтів та контрольну суму. Потім колега підтверджує правильність отримання даних.

### 2.3 Архітектура Ethernet

Це найпоширеніший стандарт локальних мереж. Його успіх зумовлений його простотою. Він визначає передачу даних (кадрів) на фізичному рівні, тобто метод синхронізації, кодування, модуляції тощо, який може відрізнятися залежно від типу Ethernet.

Канальний рівень поділяється на два підрівні: MAC (Media Access Control – керування доступом до середовища) та LLC (Logical Link Control – керування логічним каналом).

Підрівень MAC – послуги та функції для заданого середовища передачі. Його завданням є управління колізіями, для чого використовується метод CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection), що є

методом прослуховування сигналу несучої з множинним доступом та виявленням колізій. Підрівень LLC контролює передачу каналу, тобто адресацію, автозаповнення кадру, надійність, виявлення помилок тощо. Кадр Ethernet простий, він формується шляхом приєднання заголовка та нижнього колонтитула до даних з вищого рівня (паketу з мережі).

Заголовок містить преамбулу, яка служить попередженням про початок передачі, MAC-адреси призначення та джерела, а також довжину або тип кадру.

З часом з'явилося багато версій Ethernet. Назви складаються зі швидкості передачі, слів BASE/BROAD (базова смуга/широкосмуговий) та позначення середовища передачі. Усі версії включені до стандартів IEEE 802.3, кожна категорія охоплює найважливіші типи Ethernet:

- 10BASE – 10 Мбіт/с (1,25 Мбіт/с), одна з перших версій Ethernet, 10BASE5 та 10BASE2 через коаксіальний кабель, 10BASE-T через виту пару та 10BASE-F через оптичне волокно;

- 100BASE – 100 Мбіт/с (12,5 Мбіт/с), відомий як Fast Ethernet, 100BASE-TX, T4 та T2 через кабелі TP, FX через оптичне волокно;

- 1000BASE – 1 Гбіт/с (125 Мбіт/с), гігабітний Ethernet, 1000BASE-(LX/SX)X через одномодові/багатомодові оптичні волокна, T через виту пару;

- 10GBASE – 10 Гбіт/с (1250 Мбіт/с), 10GBASE-(SR/LR/ER/SW/LW/EW) по оптичних волокнах, CX4 по твінаксіальному кабелю, T по витій парі.

## 2.4 Середовище передачі

Середовище передачі – це фізичне середовище, через яке поширюється сигнал від джерела до приймача. Воно визначає спосіб передавання даних, впливає на швидкість, надійність і вартість побудови мережі. Залежно від типу середовища обирається фізична величина, що представляє одиницю

інформації – біт. Це може бути електричний струм, світловий імпульс або радіохвиля. Вибір середовища передачі залежить від специфіки мережі, необхідної пропускної здатності, довжини лінії зв'язку, наявних перешкод та фінансових обмежень. У сучасних мережах зазвичай комбінуються кілька типів середовищ для досягнення оптимального результату.

#### 2.4.1 Металеві кабелі

Класичні мідні кабелі є найвідомішою формою передачі. Середовищем передачі є електричний струм, а біти позначаються змінами напруги.

Коаксіальні – перші кабелі, на яких працював Ethernet. Вони не використовуються для сучасного швидшого Ethernet. Він складається з центрального провідника, оточеного діелектричною ізоляцією, навколо якого знаходиться скручений дріт, що служить екраном. Наразі використовується для передачі телевізійних сигналів. Спеціальним варіантом є твінаксіальний кабель, який має два центральні провідники.

Вита пара – це найпоширеніший тип кабелю, що використовується для побудови локальних обчислювальних мереж. Кабель складається з кількох пар скручених між собою провідників (зазвичай чотири пари), що забезпечує ефективно зменшення електромагнітних перешкод завдяки компенсації наведень (рисунок 2.6).

Скручування провідників значно знижує вплив зовнішніх електричних і магнітних полів, а також перешкоди між сусідніми парами.

Провідники можуть бути як суцільними (одножильними), так і багатожильними. Для підключення витої пари зазвичай використовується роз'єм типу RJ-45.

Екранування – це засіб обмеження впливу навколишнього середовища, що використовує обплетення провідником (STP) або фольгою (FTP). Екранованим може бути весь кабель, окремі пари провідників, або обидва. У разі екранування окремих пар спочатку маркується екранування кабелю, а

після косої риски – екранування провідника, наприклад, S/FTP: загальне екранування кабелю з обплетенням та пари, екрановані фольгою. Екранування має бути заземленим.

Існують два основні типи кабелю витोї пари:

- UTP (Unshielded Twisted Pair) – неекранований кабель, який застосовується у більшості офісних і домашніх мереж. Має низьку вартість і простий в установці;

- STP/FTP (Shielded/Foiled Twisted Pair) – екрановані кабелі, в яких окремі пари або весь кабель мають екран для захисту від електромагнітних завад. Використовуються в умовах підвищеного рівня перешкод.

Класифікація витої пари здійснюється за категоріями (Cat 5e, Cat 6, Cat 6a, Cat 7 тощо), які визначають максимальну швидкість передавання даних та допустиму довжину сегмента.

Наприклад, кабель Cat 6 підтримує швидкість до 1 Гбіт/с на відстані до 100 метрів.



Рисунок 2.6 – Кабель UTP категорії 6 з розділювальною перехресною прокладкою

Кабелі UTP використовують елементи для збільшення відстані, щоб зменшити перехресні перешкоди в кабелі та вплив навколишніх кабелів. Між парами це розділювальні перехресні прокладки (X та E-шліци) або стрічки. Між кабелями – сегмент-розпірка, H-шліци (велика роздільна перехресна прокладка) або форма та товщина оболонки (рисунок 2.7).

Зі збільшенням категорії кабелю до кабелю пред'являються вищі вимоги для забезпечення безперебійної передачі.



Рисунок 2.7 – Кабель S/FTP категорії 7

#### 2.4.2 Оптичні волокна

Дані передаються у вигляді електромагнітних хвиль, переважно ІЧ (інфрачервоного випромінювання), але також видимого світла, біти позначені як імпульси. Оптичні волокна складаються з двох частин. Волокна можуть бути скляними або пластиковими, в центрі волокна знаходиться серцевина, навколо серцевини - оболонка, яка виконує функцію відбиваючого шару.

У скляних волокнах серцевина виготовлена з легованого германієм кварцового скла, а оболонка – з чистого скла. Оптичні волокна дозволяють передавати високі швидкості та пропускну здатність (десятки трильйонів біт/с) на великі відстані (сотні км) і не залежать від проблем металевих кабелів (перешкоди від навколишнього середовища, індукція, заземлення тощо).



Рисунок 2.8 – Оптичний кабель

Оптичні волокна поділяються за типом передачі на одномодові та багатомодові.

Одномодові (SM) волокна: одномодові волокна, використовується така довжина хвилі світла, що у волокно може поміститися лише одна мода, тобто передається лише один промінь. Він поширюється уздовж осі серцевини та відбивається лише при згинанні кабелю. Діаметр серцевини становить 8 або 9 мкм. Порівняно з MM волокнами, воно має кращі властивості передачі. Потрібне використання когерентних хвиль (однакова фаза та довжина хвилі), джерелом є лазер. Використовувані довжини хвиль зазвичай становлять 1310 та 1550 нм.

Багатомодові (MM) волокна: багатомодові волокна, мають більший діаметр серцевини, ніж SM, тому вони можуть передавати більше променів, які відбиваються від межі серцевина-оболонка. Вони можуть мати ступінчасту зміну показника заломлення (ступінчастий показник), де відбувається лише відбиття, або плавну зміну (градієнтний показник), де промені також згинаються на додаток до відбиття. Через різну довжину шляху окремих променів імпульс розподіляється з часом. Тому MM-волокна мають гірші властивості передачі на великі відстані.

Порівняння шляхів променів між MM-волокнами зі ступінчастим (a) та градієнтним (b) індексом та SM-волокнами (c) показано на рисунку 2.9.

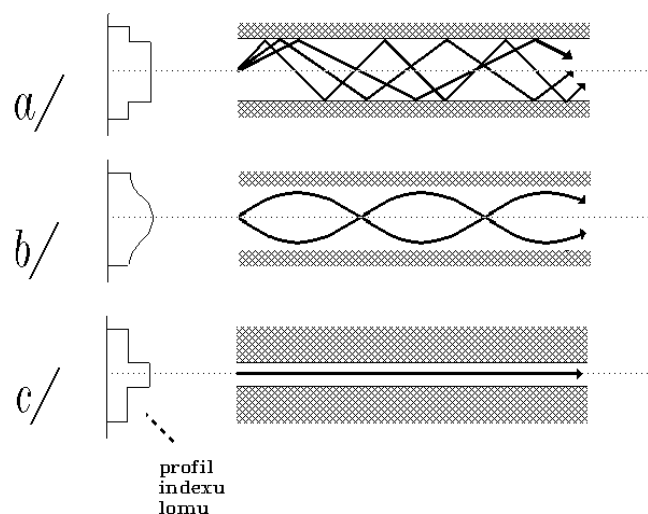


Рисунок 2.9 – Розподіл показника заломлення в оптичних волокнах

Оптичні кабелі мають різноманітні конструкції, що відрізняються кількістю та розташуванням волокон, типом захисту та багатьма іншими параметрами. Найпростіші конструкції – симплексні (одне волокно) та дуплексні (два волокна).

#### 2.4.3 Безпроводна передача

Дані поширюються через вільний простір без потреби в кабелях за допомогою електромагнітних хвиль, які широко використовуються для телевізійних, радіо- та телекомунікаційних каналів. Окремим службам призначені частоти, які вони використовують. Бездротові мережі працюють на частотах 2,4 ГГц та 5 ГГц. Переваги – легке встановлення, мобільність користувачів та ширший радіус дії. Недоліки – нижча швидкість, ніж при використанні кабелів, блокування сигналу фізичними перешкодами, безпека (дані передаються в усіх напрямках і їх можна прослуховувати) та ціна.

#### 2.5 Універсальні кабельні системи

Це багатоцільові мережі, які можуть підтримувати більший набір застосувань. Вони не орієнтовані на певний тип використання, що є перевагою при проектуванні, встановленні та експлуатації мережі.

Зазвичай у будівлі є лише одна універсальна система, яка відповідає потребам усіх користувачів. Вони складаються зі структурованої кабельної системи, де вся мережа ієрархічно поділена на менші частини.

##### 2.5.1 Основні поняття

Лінія – це кабель горизонтального перерізу, який з'єднує роз'єм у патч-панелі в розподільному щиті з роз'ємом у розетці даних на робочому місці. Він не включає робочу секцію.

У металевому виконанні використовується дротяний провідник. Максимальна довжина становить 90 м.

Складається з лінії та робочої лінії, тобто з'єднувального кабелю в розподільному щиті та з'єднувального кабелю на робочому місці. Таким чином, це з'єднання між комутатором та кінцевим пристроєм. Максимальна довжина становить 100 м.



Рисунок 2.10 – Лінія, канал та робоча ділянка

На рисунку 2.10 показано окремі частини кабельної системи:

- А: лінія – макс. 90 м;
- В+С: робоча ділянка – макс. 10 м;
- А+В+С: Канал – макс. 100 м.

Категорія класифікує матеріал лінії та каналу відповідно до діапазону частот (МГц). Категорії нумеровані у порядку зростання від Cat.1 до Cat.7А, перші чотири категорії вже незначні на сьогодні.

Клас, як і у випадку з категорією, основним критерієм розрізнення є частота. Вона оцінює канал в цілому, тобто включаючи спосіб та точність монтажу. Вона позначається від А до FA.

### 2.5.2 Кабельна система

Кабельна система поділяється на різні секції.

Магістральна секція – кабель, що з'єднує окремі шафи даних. Базова топологія – «зірка» з головною шафою в центрі. Для забезпечення функціональності мережі додаються резервні (резервні) маршрути. Резервні

маршрути можуть бути прямими або непрямыми, використання непрямих маршрутів створює поліном від неповного до повного від зірки. В універсальній кабелізації вона реалізується за допомогою оптичних кабелів.

Таблиця 2.1 – Класи мереж та категорії компонентів кабельної системи

Клас мережі	Категорія компонентів	Швидкість передачі даних	Смуга пропускання (МГц)	Звичайне використання
A	Категорія 1	До 1 Мбіт/с	До 100 кГц	Аналоговий телефон
B	Категорія 2	До 4 Мбіт/с	До 1 МГц	ISDN
C	Категорія 3	До 10 Мбіт/с	16 МГц	Ethernet
D	Категорія 5e	До 100 Мбіт/с – 1 Гбіт/с	100 МГц	FE, ATM155, GE
E	Категорія 6	До 1 Гбіт/с	250 МГц	ATM1200
Клас Ea	Категорія 6a	До 10 Гбіт/с	500 МГц	10GE
Клас F	Категорія 7	До 10 Гбіт/с	600 МГц	10GE
Клас Fa	Категорія 7a	До 10 Гбіт/с	1000 МГц	10GE

Горизонтальна секція з'єднує шафу даних з розеткою на робочому місці, це фактично лінії. Незважаючи на назву, вона також може бути прокладена між поверхами, а не лише в одній площині. Фізична топологія завжди є зіркою зі шафою в центрі. Вона може бути виготовлена з металевих та оптичних кабелів (Fiber to Desk).

Робоча секція – з'єднувальні кабелі в розподільних щитах та з'єднувальні кабелі на робочому місці. Не має власної топології – вона продовжує горизонтальну або магістральну секцію та адаптується до топології даної секції. Робоча ділянка в розподільному щиті не повинна перевищувати 5 м, максимум – 6 м.

Через часте використання кабелі повинні бути гнучкими, тому металеві кабелі виготовляються з багатожильними провідниками. Оптичні з'єднувальні кабелі з роз'єсами на обох кінцях називаються перемичками і найчастіше виготовляються з симплексних або дуплексних кабелів. Тип волокна робочого кабелю повинен бути ідентичним типу траси.

## 2.6 Активні елементи

Активні елементи з'єднують сегменти мережі, активно впливають на мережеву активність та контролюють потік даних. Оскільки це горизонтальний зв'язок, вони регулюються протоколами передачі. Найважливішими елементами для проектування мережі є ті, що працюють на нижчих рівнях.

### 2.6.1 Фізичний рівень

Ретранслятор – найпростіший активний елемент. Він підсилює (повторює) та регенерує (модифікує) сигнал, отриманий від одного сегмента, у форму, задану певними протоколами, та надсилає його далі.

Таким чином, він розширює охоплення кабелів. Він працює в режимі реального часу, без внутрішньої пам'яті та не зчитує передані біти (не забезпечує перевірку та корекцію). Більше не використовується.

Концентратор – ретранслятор з кількома портами. Оскільки він не контролює потік даних, він надсилає отримані дані до всіх сегментів.

Він не розрізняє порти на входи та виходи. Він створює фізичну топологію «зірка», але логічна топологія є шиною, тому він не розділяє домени колізій.

Медіаконвертер подібний до ретранслятора. Окрім посилення даних, він може змінювати тип передачі між різними середовищами передачі (наприклад, між металевим та оптичним кабелем).

### 2.6.2 Канальний рівень

Міст з'єднує різні сегменти мережі. Після отримання кадру канального рівня він виконує перевірку (CRC) та визначає адресацію кадру на основі MAC-адреси та надсилає кадр лише до сегмента, де знаходиться цільова адреса. Таким чином, він не допускає колізій та розширює домен ширококомовлення. Він має внутрішню пам'ять, щоб він міг вирішити, куди надсилати кадр на основі адреси. Тому він не відповідає в режимі реального часу та спричиняє затримки, але завдяки цьому він також може з'єднувати сегменти з різними протоколами (наприклад, Ethernet - Fast Ethernet). Він не має власної MAC-адреси, не видно канальному рівню та не може бути адресований.

Комутатор – міст з кількома портами. Кілька пар вузлів можуть одночасно взаємодіяти, не заважаючи один одному. У наш час у мережах замість концентраторів використовуються комутатори.

### 2.6.3 Мережевий рівень

Маршрутизатор з'єднує дві або більше мереж, зазвичай використовується для підключення до Інтернету. Він працює з IP-протоколом і на основі його адрес вибирає найбільш підходящий шлях для надсилання пакета (маршрутизація). Для маршрутизації він використовує таблицю маршрутизації з інформацією про мережу призначення, оцінку маршруту та напрямок надсилання. Він надсилає пакет у відповідному напрямку (пересилання).

## 3 ПРОЄКТУВАННЯ МЕРЕЖІ

### 3.1 Технологія передачі та топологія мережі

Для комп'ютерної мережі було прийнято рішення про використання технології Gigabit Ethernet (1000BASE – T). Ця технологія відповідає класу D, тобто кабельній продукції категорії 5e. Враховуючи вимоги та аналіз поточної ситуації, цієї технології достатньо для потреб підприємства.

Жодна з ліній не перевищуватиме 90 м у довжину, тому проєкт включає лише один комутатор та одну горизонтальну ділянку, тому кабельна розводка буде без магістральної ділянки. Горизонтальна секція спроектована за зірчастою топологією відповідно до стандарту.

### 3.2 Проєктування кількості та розташування точок підключення

Відповідно до вимог завдання, кількість портів обрана так, щоб вона становила три одиниці на кожне робоче місце в офісі, навіть якщо більшість співробітників у довгостроковій перспективі будуть використовувати лише один порт.

Причина полягає в тому, щоб передбачити резерв для підключення ноутбука або іншого пристрою та резерв на випадок, що підприємство почне використовувати IP-телефонію або іншу технологію, де необхідно буде підключити більшу кількість пристроїв. Додаткові точки підключення використовуються для інших пристроїв, таких як принтери, термінали, машини та камери.

Розетки для передачі даних в офісах розташовані на висоті 30 см над підлогою. У залах для підключення машин та терміналів вони знаходяться на висоті 1 м, де менший ризик пошкодження. Розетки для підключення IP-камер та точок доступу знаходяться на висоті 2,8 м, тобто на 20 см нижче

кабельних трас. Розташування розеток передачі даних спроектовано якомога ближче до поточного розташування робочих місць. Розташування запропонованих точок підключення показано на рисунку 3.1.

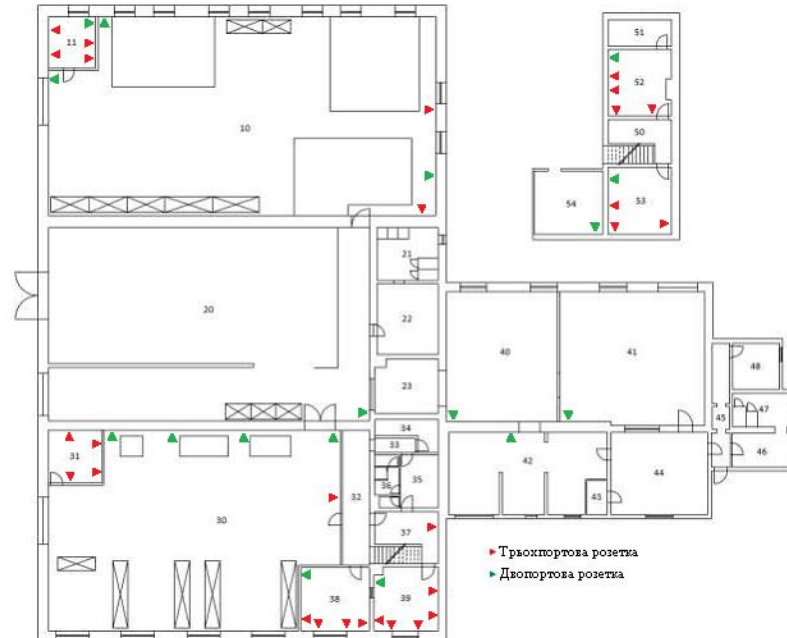


Рисунок 3.1 – Розміщення точок підключення

Таблиця 3.1 – Огляд точок підключення

Кімната	Опис	Кількість точок підключення					Розеток
		Користувач	Принтери	Інше	Резерв	Всього	
1	2	3	4	5	6	7	8
10	Лазерний зал	-	-	8	4	12	5
11	Кабінет програміста	4	1	-	9	14	5
20	Зварювальний зал	-	-	1	1	2	1
30	Диспетчерський зал	-	-	6	5	11	5
31	Диспетчерський зал	3	2	-	6	11	4
37	Кімната для переговорів	-	-	1	2	3	1
38	Кабінет майстра	4	1	-	9	14	5
39	Офіс	5	1	-	11	17	6

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8
40	Кімната для підготовки	-	-	1	1	2	1
41	Фарбувальний цех	-	-	1	1	2	1
42	Слюсарна майстерня	-	-	1	1	2	1
52	Офіс	4	1	-	9	14	5
53	Адміністративний офіс	3	1	-	7	11	4
54	Архів	-	-	1	1	2	1
Загальна кількість		23	7	20	68	118	45

### 3.3 Кабельні траси

Через розміри будівлі, кабельну розводку можна реалізувати за допомогою одного розподільного щита даних. Було прийнято рішення залишити розташування розподільного щита даних у кімнаті 37, яка має вільний доступ, але кондиціонована та обладнана підвісними стелями. Було запропоновано залишити ці підвісні стелі з використанням кабельних лотків для розподілу до сусідніх офісів.

Кабельні траси завжди починаються в розподільному щиті та закінчуються на робочих місцях у розетках даних АВВ Tango. Ці розетки встановлюються в електромонтажних коробках, які розташовані відповідно до типів елементів проводки на робочому місці. Якщо над місцем розташування розетки встановлено кабельний лоток, кабель протягується через втулку та електромонтажну стрічку 17x17 на штукатурці до коробки, розміщеної на штукатурці. Якщо це приміщення без доступу до лотків, кабелі прокладаються в електромонтажних каналах, в яких також розташовані розеткові коробки. Щоб обмежити будівельні втручання, розетки встановлюються не під штукатуркою, а в коробці, розміщеній над нею.

Використовується лише один тип смуг та каналів, тоді як лотків – два типи. Від розподільного щита кабелі фізично прокладатимуться двома маршрутами, які поступово розгалужуватимуться. Для наочності конструкція кабелів поділена на 6 маршрутів, розділених відповідно до частин будівлі, до яких вони прокладатимуться. Вони позначені цифрами від 1 до 6.

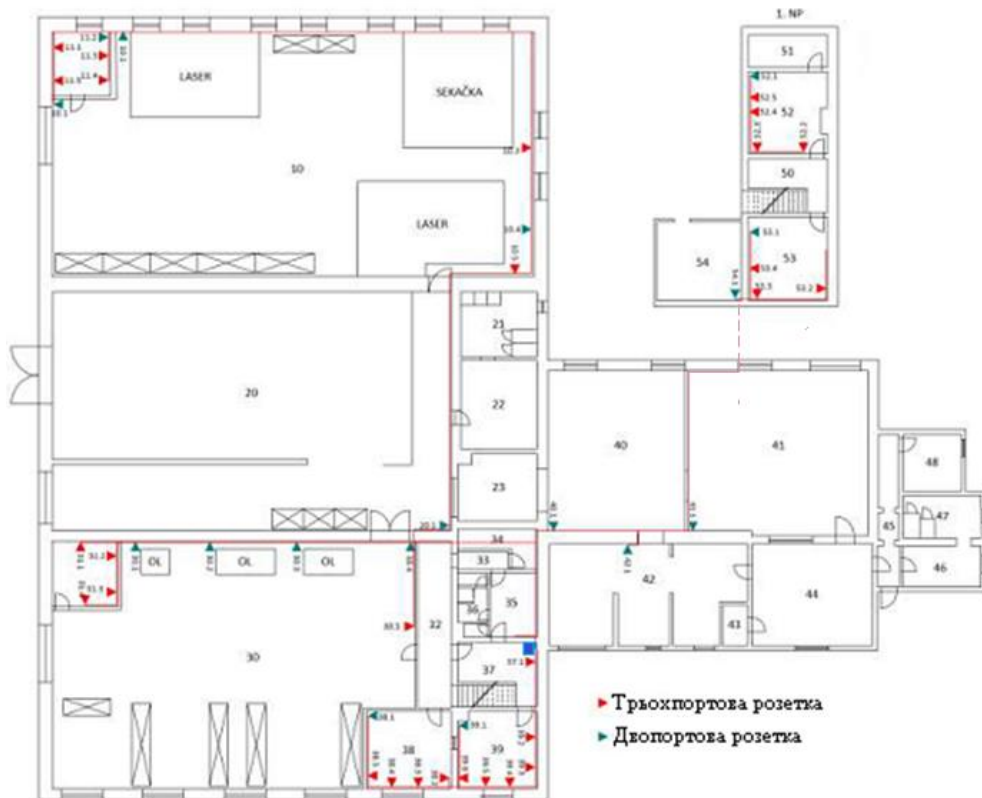


Рисунок 3.1 – Схема проходження кабельних трас

### 3.3.1 Маршрут 1

Маршрут 1 є найдовшим у всьому проекті, а його кінцеві точки знаходяться у зварювальному приміщенні та лазерному залі з прилеглим кабінетом програмістів. Він починається з 28 кабелів, від розподільного щита даних він підводиться до стелі разом з іншими кабелями, а маршрутами 3 та 4 прокладається в кабельних лотках над кімнатами 35 та 34. Далі він прокладається через стіну до диспетчерського залу. У виробничих зонах проводка реалізується на висоті 3 м, де мінімальний ризик механічних

пошкоджень. Тут маршрут розділяється і веде через стіну до зварювального приміщення (20), де два кабелі прокладаються в електромонтажному листі до розетки даних для підключення камери.

Решта кабелів прокладаються вздовж стіни та через протилежну стіну до лазерного залу (10), де вони проходять по його периметру. Поступово розділяються 10 кабелів, які прокладаються в рейках до двох трипортових та двох двопортових розеток у залі. З решти 16 кабелів, 14 поступово проходять через рейки через стелю до офісу 11, де вони закінчуються чотирма трипортовими та однією двопортовою розеткою. Останні два кабелі закінчуються в коробі біля рейки до розетки біля дверей.

### 3.3.2 Маршрут 2

Це пучок з 14 кабелів, що закінчується в кімнаті 52 на другому поверсі. У стелі, разом з трасами 1, 3 та 4, він веде до кімнати 35, звідки проходить до кімнати 52. Тут 45 продовжується в парапетному лотку по його периметру. Він поступово закінчується чотирма трипортовими та однією двопортовою розеткою, розташованими безпосередньо в лотку.

### 3.3.3 Маршрут 3

Маршрут, що закінчується в залі відправки (30) та в офісі відправки (31). Пучок з 23 кабелів проходить з трасою 1 над кімнатами 35 та 34 до залу відправки, де 2 кабелі підводяться в смузі до розетки для терміналу даних. Ще 3 кабелі підведені смугою до розетки для підключення камери та точки доступу. Решта 19 кабелів продовжуються в кутку під опущеною стелею до офісу 31, по ходу три пари кабелів підведені смугами до розеток за допомогою листозгинальних пресів. Кінець коробка знаходиться в офісі, до якого веде пучок з 12 кабелів, який прокладається через офіс в електромонтажному каналі до чотирьох трипортових розеток.

### 3.3.4 Маршрут 4

З пучком із шести кабелів це найменший маршрут, який закінчується в кімнаті підготовки, фарбувальній майстерні та слюсарній майстерні. Він знову прокладається над кімнатами 35 та 34, де розділяється та веде через стіну до кімнати підготовки. Він прокладається в жолобі та поступово розділяється на пари кабелів, підведених в електромонтажних смугах до окремих розеток.

### 3.3.5 Маршрут 5

В офісах на першому поверсі прокладено 34 кабелі. Кабелі прокладаються в підвісних стелях над кімнатою 37, де тріо розділене в смузі та закінчується в розетці даних.

Решта спільно прокладається над кімнатою 39, де вона розділена на 17 та 14 кабелів. У кімнаті 39 прокладено 17 кабелів, поступово розділених на смуги та закінчуються в п'яти трипортових розетках та одній двопортовій розетці. Решта 14 кабелів ведуть до кімнати 38, де вони знову прокладаються через рейки та закінчуються чотирма трипортовими та однією двопортовою розеткою.

### 3.3.6 Маршрут 6

Пакет з 13 кабелів, прокладених разом з маршрутом 5, над офісом 39, підводиться до кабінету керівників (53).

Тут кабелі продовжуються в електромонтажному каналі та закінчуються трьома трипортовими та однією двопортовою розеткою, встановленими в коробках для приладів у каналі. Решта два кабелі ведуть через стіну до кімнати 54, де після короткого маршруту в рейці вони закінчуються однією розеткою.

### 3.3.7 Горизонтальна секція

Через запропоновану технологію GE (1000BASE – T), яка вимагає використання елементів категорії 5e, було запропоновано використати кабель UTP.

Оскільки в будівлі немає значних електромагнітних перешкод, немає потреби використовувати дорожчі екрановані кабельні варіанти.

Це чотирипарний кабель з дротяним провідником діаметром AWG 24, що підтримує технологію PoE. Пари зварюються, що значно покращує їх симетрію та зберігає її під час вигинів або інших механічних навантажень. До необхідної довжини кабелю додається 10% як резерв для різання та з'єднання.

### 3.3.8 Робоча секція

Було запропоновано використати чотирипарний металевий патч-корд UTP категорії 5e з багатожильним провідником AWG 24 від виробника Panduit. Зокрема, для робочої секції в розподільному щиті використовуються кабелі довжиною 1 м, моделі NK5EPC1MBLY чорного кольору для підключення патч-панелей та комутаторів.

## 3.4 Логічна схема мережі

Через використання комутаторів та відсутність магістралі, запропоновану мережу можна представити простою блок-схемою. Інтернет подається на маршрутизатор, до якого підключено три комутатори. Кінцеві пристрої підключаються до комутаторів через розетки та патч-панелі. У випадку бездротового підключення пристрої підключаються до точок доступу, які підключаються до комутаторів через розетки та патч-панелі, як і інші.

Логічна схема мережі показана на рисунку 3.2. Кількість кінцевих пристроїв та точок доступу показана лише для ілюстрації та не відповідає фактичному проекту.



Рисунок 3.2 – Логічна схема мережі

### 3.5 Вибір мережевого обладнання

Було прийнято рішення використовувати три комутатори, два з яких мають 48 портів, а один - 24 порти. Конструкція кабельної розводки включає 118 точок підключення, що включає достатній резерв, тому немає потреби вибирати комутатори з великим резервом вільних портів.

Важливо, щоб комутатори підтримували запропоновану швидкість передачі GE (1 Гбіт/с) та технологію PoE для живлення точок доступу. За необхідності розширення мережі також можна буде підключати IP-телефони. Комутатори, що відповідають цим вимогам, це, наприклад, UniFi Switch 48 PoE та UniFi Switch 24 PoE від UBIQUITI. Комутатори відповідають вищезазначеним вимогам, обидва також мають порти SFP та можуть бути встановлені в 19-дюймову стійку.



Рисунок 3.3 – UniFi Switch USW-48 PoE

Керований комутатор Ubiquiti UniFi Switch 48 Gen2 (USW-48) є високопродуктивним мережевим пристроєм, призначеним для реалізації масштабованих рішень у корпоративних мережах. Цей пристрій має 48 гігабітних Ethernet-портів, що забезпечує надійне підключення великої кількості клієнтів або пристроїв, і тому чудово підходить для середовищ з інтенсивним трафіком. Додатково, наявність чотирьох SFP-портів дозволяє інтегрувати пристрій у оптоволоконну інфраструктуру, забезпечуючи стабільну передачу даних на швидкості до 1,25 Гбіт/с.

Комутатор підтримує живлення від стандартної електромережі змінного струму з напругою в межах 100–240 В, що робить його сумісним з більшістю енергосистем. Завдяки форм-фактору 1U він легко монтується в серверну стійку, що полегшує організацію обладнання в дата-центрі чи серверній кімнаті. При цьому модель поєднує доступність і функціональність, залишаючись ефективним інструментом для побудови централізованої, керованої мережевої інфраструктури.



Рисунок 3.4 – UniFi Switch USW-24 PoE

Керований комутатор Ubiquiti UniFi Switch 24 Gen2 (USW-24) призначений для створення гнучкої та надійної мережевої інфраструктури. Він підтримує 24 гігабітні Ethernet-порти для підключення пристроїв, а також має два SFP-слоти для оптичних з'єднань, що забезпечує додаткові можливості масштабування. Завдяки вбудованому 1.3-дюймовому

сенсорному дисплею оператор отримує оперативну інформацію про поточний стан пристрою, включно зі сповіщеннями про помилки, навантаженням на порти та загальну пропускну здатність.

Конструкція комутатора передбачає безвентиляторну систему охолодження, що робить його придатним для використання в умовах, де важлива тиша, наприклад у офісах або приміщеннях з обмеженою вентиляцією.

Установка виконується в стандартну стічну шафу, оскільки пристрій має форм-фактор 1U. Мережевий функціонал дозволяє змінювати режими роботи кожного порту – комутацію, дзеркалювання або об'єднання каналів, що дає змогу гнучко налаштовувати мережу відповідно до потреб підприємства.



Рисунок 3.5 –EdgeRouter 12P

EdgeRouter 12P – це потужний гігабітний маршрутизатор, розроблений для забезпечення стабільної та швидкої роботи в мережах з інтенсивним трафіком. Він підтримує 24V пасивне PoE живлення (2-парне) на кожному з 10 портів Ethernet, що дозволяє жити сумісні пристрої без потреби в окремих адаптерах.

Основні характеристики:

- процесор: чотириядерний на 1 ГГц;
- оперативна пам'ять: 1 ГБ DDR3 RAM;
- флеш-пам'ять: 4 ГБ eMMC;
- продуктивність: до 3,4 млн пакетів/с (для 64-байтових пакетів);
- порти Ethernet: 10 x Gigabit RJ45 (із підтримкою 24V PoE Out);
- порти SFP: 2 x SFP (1 Гбіт/с для оптоволоконного підключення).

Окрім Ethernet-портів, пристрій оснащений двома портами SFP, які дозволяють підключати його до оптоволоконних ліній, що особливо важливо для інфраструктур, де потрібна велика пропускна здатність або велика відстань між вузлами мережі.



Рисунок 3.6 – D-Link DAP-6610

DAP-6610 – це високопродуктивна бездротова точка доступу, що підтримує сучасний стандарт Wi-Fi 802.11ac Wave 2, забезпечуючи стабільне підключення і високу швидкість передачі даних. У діапазоні 2,4 ГГц швидкість становить до 450 Мбіт/с, а в 5 ГГц – до 1300 Мбіт/с, що дозволяє одночасно обслуговувати велику кількість клієнтів без втрати якості сигналу.

### 3.6 Фізична схема мережі

На рівні ядра мережі застосовуються технологія GigaBit Ethernet, що гарантує високу пропускну здатність та стабільну роботу мережі. Такий підхід забезпечує ефективну передачу великих обсягів даних між ключовими вузлами, що особливо важливо для корпоративних мереж.

Для підключення робочих станцій до комутаторів рівня доступу використовується кабель типу вита пара FTP категорії 5e, який підтримує технологію Gigabit Ethernet. Такий вибір обумовлений тим, що на рівні доступу передбачена робота з кінцевими користувачами, де цілком достатньо пропускної здатності 1 Гігабіт на секунду, а також економічна ефективність цього типу кабелю.

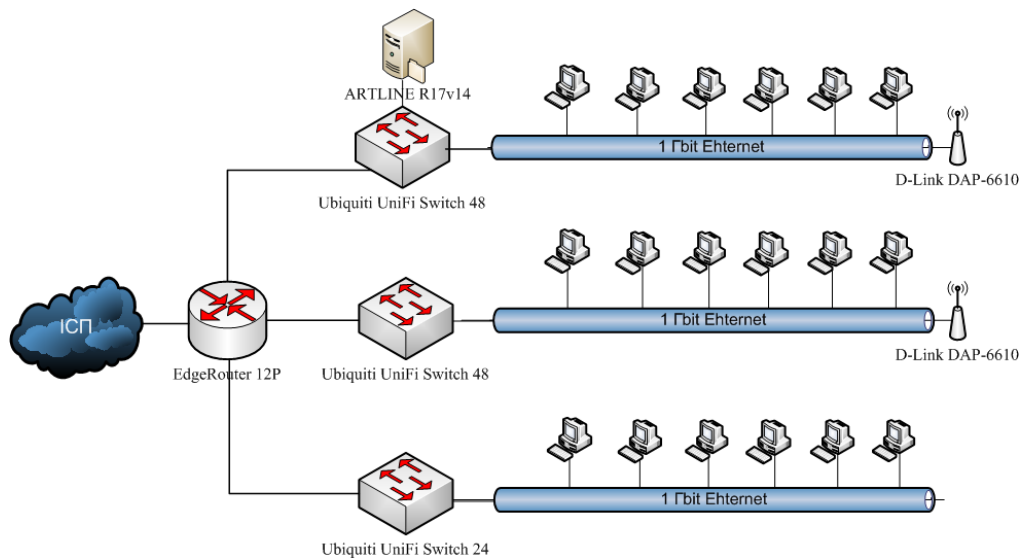


Рисунок 3.7 – Фізична схема мережі

### 3.7 Розміщення обладнання в комутаційній шафі

1U	Резерв
2U	Резерв
3U	Резерв
4U	EdgeRouter 12P
5U	Резерв
6U	Резерв
7U	UniFi Switch USW-48
8U	Органайзер
9U	Органайзер
10U	Патч-панель
11U	UniFi Switch USW-24
12U	Органайзер
13U	Органайзер
14U	Патч-панель
15U	Патч-панель
16U	Органайзер
17U	Органайзер
18U	UniFi Switch USW-48
19U	Органайзер
20U	Органайзер
21U	ARTLINE R17v14
22U	Резерв
.	Резерв
.	Резерв
.	Резерв
41U	Резерв
42U	Панель живлення

Рисунок 3.8 – Обладнання в комунікаційній шафі

### 3.8 Дослідження зони радіочастотного покриття

У рамках виконання кваліфікаційної роботи було проведено моделювання зони покриття безпроводної мережі за допомогою програмного комплексу D-Link Wi-Fi Planner PRO. Основною метою цього етапу було визначення оптимальної кількості та раціонального розміщення точок доступу для забезпечення стабільного та безперервного радіопокриття на необхідних територіях об'єкту.

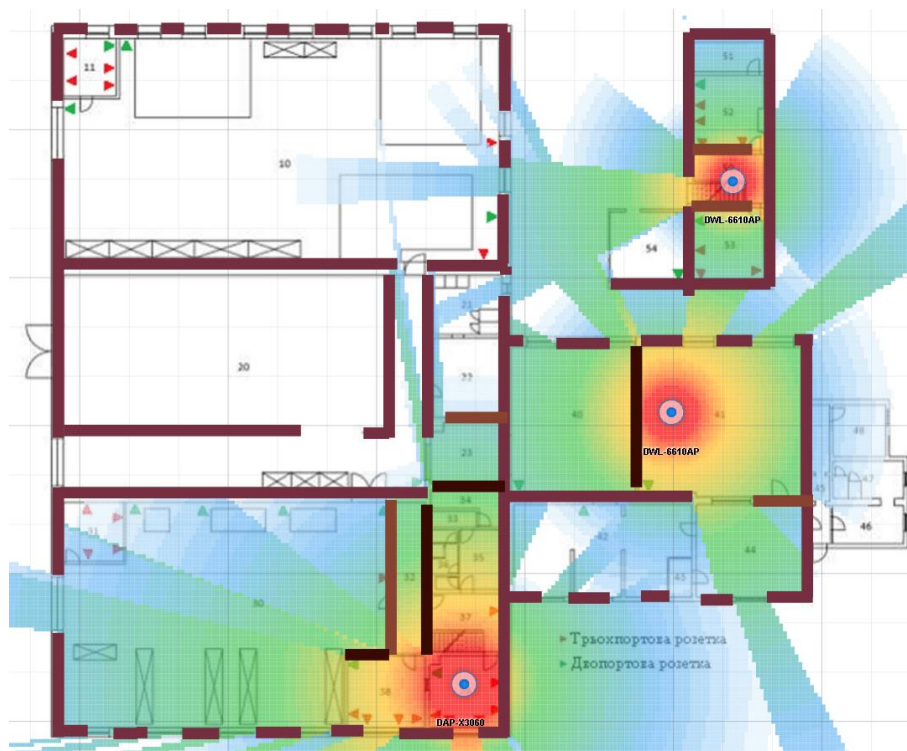


Рисунок 3.9 – Радіочастотне покриття приміщень підприємства з трьома точками доступу

Цей інструмент дозволив змодельовати мережу з урахуванням архітектурного плану будівлі, типів приміщень, матеріалів стін, перешкод, а також інших фізичних параметрів, що можуть впливати на поширення Wi-Fi сигналу.

## ВИСНОВКИ

Метою кваліфікаційної роботи є створення проєкту локальної комп'ютерної мережі для підприємства, що відповідає б сучасним вимогам до надійності, масштабованості та високої продуктивності. Під час реалізації проєкту було проведено ретельний аналіз архітектури будівлі та функціонального призначення її окремих приміщень. Це дало змогу точно визначити необхідну кількість мережевих вузлів, типи підключень і оптимальні місця для розміщення обладнання.

Проєктна модель мережі базується на дворівневій ієрархічній структурі, що забезпечує високу гнучкість і дозволяє легко враховувати майбутні розширення підприємства. Для впровадження рішення було обрано сучасне обладнання провідних виробників, зокрема D-Link та UBIQUITI, що гарантує надійну передачу даних, мінімізацію технічних неполадок і стабільність роботи мережі.

У результаті впровадження розробленої мережі працівники підприємства отримають надійні та зручні засоби доступу до інформації, можливість її централізованого зберігання та обробки даних.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Чекмарьов Ю.В. Локальні обчислювальні мережі. 2-ге вид, виправлене та доповнене. /Ю.В. Чекмарьов : ДМК Прес, 2009. – 200 с.
2. Новаківський І. І. Вплив процесів інформатизації на організаційну структуру підприємств /І. І. Новаківський // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". - 2014. - № 425. - С. 285-286.
3. Козаков С.І. Основи мережевих технологій/С.І. Козаків, С.Р. Харін. Вид-во Мікроінформ, 2005. -162 с.
4. Мардер Н.С., сучасні телекомунікації. [Текст]/Н.С., Мардер. - М. ІРІАС., 2006 - 384 с. Forouzan B. Data Communications and Networking / B. Forouzan. – McGraw-Hill Company Inc., 2017. – 1187 p.
5. Сергєєв А.П. Налаштування мереж Microsoft вдома та в офісі. Навчальний курс /А.П. Сергєєв. 2005. – 352 с.
6. Дібров, М.В. Комп'ютерні мережі та телекомунікації. Маршрутизація в IP-мережах. У 2 год. Ч. 2: Підручник та практикум для СПО / М.В. Дібров. Видавництво Юрайт, 2017 - 351 с.
7. Глушаков, С.М. Комп'ютери, програми, мережі/С.М. Глушаков, А.К. Сурядний. АСТ, 2014. - 512 с.
8. Fan Wang, Suoping Li, Zufang Dou, Duo Peng Markov Modeling Methods for Performance Analysis of IEEE 802.11 Protocol // IEEE 3rd Advanced Information Technology, Electronic and Automation Control Conference (IAEAC 2018). 2018 року.