

**Міністерство освіти і науки України**

**Луцький національний технічний університет**

(повне найменування закладу вищої освіти)

**Факультет комп'ютерних та інформаційних технологій**

(повне найменування факультету)

**Кафедра комп'ютерної інженерії та кібербезпеки**

(повне найменування кафедри)

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА  
ЗА СТУПЕНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ «БАКАЛАВР»**

**РОЗРОБКА ВНУТРІШНЬОЇ ЛОКАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ ПІДПРИЄМСТВА**

**DEVELOPMENT OF AN INTERNAL LOCAL NETWORK OF THE  
ENTERPRISE**

спеціальність 123 Комп'ютерна інженерія

(шифр і назва спеціальності)

освітня програма Комп'ютерна інженерія

(назва освітньої програми)

Виконав: здобувач вищої освіти  
групи КІс-21

Триндюк Василь Миколайович

(підпис)

Керівник:

к.т.н., доцент

Бортник Катерина Яківна

(підпис)

Кваліфікаційну роботу

допущено до захисту

«\_\_\_\_\_» червня \_\_\_\_\_ 2023 р.

Гарант освітньої програми:

к.т.н., доцент

Лавренчук Світлана Василівна

(підпис)

Луцьк – 2023 року

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет комп'ютерних та інформаційних технологій

Кафедра комп'ютерної інженерії та кібербезпеки

Ступінь вищої освіти: бакалавр

Галузь знань: 12 Інформаційні технології

Спеціальність: 123 Комп'ютерна інженерія

Освітня програма: «Комп'ютерна інженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ проф. Н. Черняшук

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 р.

ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

*Триндюку Василю Миколайовичу*

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи Розробка внутрішньої локальної мережі підприємства.

Керівник роботи: Бортник Катерина Яківна, к.т.н., доцент

затверджені наказом закладу вищої освіти від «28» грудня 2022 р. №982/01-02

2. Строк подання здобувачем вищої освіти кваліфікаційної роботи 01.06.2023 р.

3. Вихідні дані до роботи Джерелом розробки є науково-технічна література, інтернет та медіа-ресурси технічного спрямування, іноземні та вітчизняні роботи в даній області

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, що потрібно розробити):

Вступ

Загальні відомості про комп'ютерні мережі

Проектування комп'ютерної мережі підприємства

Вибір мережевого обладнання

Висновки

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу:

Використані технології: локальна мережа, марирутизатор, комутатор, обладнання.

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Загальні відомості про комп'ютерні мережі</i>	<i>Бортник К.Я.</i>		
<i>Проектування комп'ютерної мережі підприємства</i>	<i>Бортник К.Я.</i>		
<i>Вибір мережевого обладнання</i>	<i>Бортник К.Я.</i>		
<i>Висновки</i>	<i>Бортник К.Я.</i>		

7. Дата видачі завдання 01.11.2022 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи бакалавра	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	<i>Обґрунтування теми</i>	10.11.2022	Виконано
2.	<i>Дослідження літератури</i>	20.11.2022	Виконано
3.	<i>Аналіз предметної області</i>	14.01.2023	Виконано
4.	<i>Вибір топології мережі</i>	02.02.2023	Виконано
5.	<i>Проектування комп'ютерної мережі</i>	25.02.2023	Виконано
6.	<i>Вибір мережевого обладнання</i>	24.03.2023	Виконано
7.	<i>Оформлення матеріалів роботи</i>	15.05.2023	Виконано
8.	<i>Нормоконтроль</i>	25.05.2023	Виконано
9.	<i>Інструментальна перевірка на академічний плагіат</i>	01.06.2023	Виконано
10.	<i>Представлення кваліфікаційної роботи бакалавра до захисту</i>	07.06.2023	Виконано

Здобувач вищої освіти

\_\_\_\_\_

(підпис)

(Триндюк В. М..)

\_\_\_\_\_

(прізвище, ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

\_\_\_\_\_

(підпис)

(Бортник К. Я.)

\_\_\_\_\_

(прізвище, ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Триндюк В. М. Розробка внутрішньої локальної мережі підприємства.  
Рукопис.

Кваліфікаційна робота бакалавра ОП «Комп'ютерна інженерія» спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія. Луцький національний технічний університет. Луцьк, 2023.

Кваліфікаційна робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел.

У першому розділі здійснено огляд предметної області, розглядаються загальні відомості про комп'ютерні мережі, їх типи. Також в цьому розділі здійснено огляд мереж за їх топологією. Обрано топологію «Зірка».

Другий розділ присвячений розробці внутрішньої локальної мережі підприємства, проектуванню кабельної системи.

У третьому розділі виконано детальний вибір мережевого обладнання та їх обґрунтування, а також налаштування різних видів комутаторів, маршрутизаторів та вибір кабелів для підключення.

Об'єкт дослідження – локальні комп'ютерні мережі.

Предмет дослідження – внутрішня локальна мережа підприємства.

Метою роботи є розробка внутрішньої локальної мережі підприємства та ґрунтовний вибір мережевого обладнання.

Ключові слова: локальна мережа, обладнання, маршрутизатор, комутатор, проектування.

## ANNOTATION

Trindyuk V.M. Development of an internal local area network of an enterprise. Manuscript.

Qualification work for bachelor's degree in Computer Engineering, specialty 123 Computer Engineering. Lutsk National Technical University. Lutsk, 2023.

Qualification work consists of an introduction, three sections, conclusions, a list of sources used.

The first section reviews the subject area, considers general information about computer networks, their types. Also in this section, a review of networks by their topology is carried out. The "Star" topology was chosen.

The second section is devoted to the development of an internal local area network of an enterprise, the design of a cable system.

In the third section, a detailed selection of network equipment and their justification is made, as well as the configuration of various types of switches, routers and the selection of cables for connection.

The object of the study is local computer networks.

The subject of the study is the internal local area network of an enterprise.

The purpose of the work is to develop an internal local area network of the enterprise and a thorough selection of network equipment.

Keywords: local area network, equipment, router, switch, design.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	9
РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО КОМП'ЮТЕРНІ МЕРЕЖІ .....	10
1.1 Класифікація комп'ютерних мереж .....	10
1.2 Топологія мереж.....	12
РОЗДІЛ 2 ПРОЕКТУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ МЕРЕЖІ ПІДПРИЄМСТВА	16
2.1 Обґрунтування технологій і засобів вирішення поставленого завдання .....	16
2.2 Функціонально-структурна схема топології локальної мережі .....	19
2.3 Логічна сегментація: VLAN та IP-адресація .....	24
РОЗДІЛ 3 ВИБІР МЕРЕЖЕВОГО ОБЛАДНАННЯ .....	30
3.1 Види комутаторів .....	30
3.2 Види маршрутизаторів .....	35
3.3 Кабельна система .....	41
ВИСНОВКИ.....	45
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	46

## ВСТУП

Актуальність теми. У сучасних умовах цифрової трансформації ефективність діяльності будь-якої структури, чи це державний, чи приватний сектор, значною мірою залежить від надійності та продуктивності його внутрішньої інформаційної інфраструктури. Локальна мережа відіграє важливу роль у забезпеченні швидкого обміну даними, доступу до корпоративних ресурсів, координації роботи співробітників, філій та захисту інформації.

*Метою роботи* є розробка внутрішньої локальної мережі підприємства, що відповідатиме вимогам надійності, масштабованості та ефективної взаємодії між усіма елементами системи.

Об'єкт дослідження – локальні комп'ютерні мережі.

Предмет дослідження – локальна комп'ютерна мережа підприємства.

Завдання, які необхідно виконати:

– виконати узагальнений огляд комп'ютерних мереж, типи та топології мереж;

– спроектувати локальну комп'ютерну мережу підприємства;

– здійснити вибір мережевого обладнання.

Розробка внутрішньої локальної мережі передбачає визначення її структури, вибір оптимального обладнання, мережевих технологій.

## РОЗДІЛ 1

### ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО КОМП'ЮТЕРНІ МЕРЕЖІ

#### 1.1 Класифікація комп'ютерних мереж

Комп'ютерна мережа – система зв'язку між двома чи більше комп'ютерами [1]. У ширшому розумінні комп'ютерна мережа – це система зв'язку через кабельне чи бездротове середовище, самі комп'ютери різного функціонального призначення і мережеве обладнання.

Комп'ютерні мережі є фундаментальною складовою інформаційних систем підприємств, оскільки забезпечують обмін даними, спільний доступ до ресурсів та інтеграцію різних інформаційних сервісів.

Мережі класифікують за певними ознаками. Так, якщо брати за розміром і географічним охопленням, то мережі розрізняються на глобальні (WAN (Wide Area Network)), мережі міського масштабу, які об'єднують кілька будівель або філій у межах одного міста (MAN (Metropolitan Area Network)), локальні мережі, що охоплюють незначну територію: офіс, будівлю або невелике підприємство (LAN (Local Area Network)) та персональні мережі, призначені для з'єднання пристроїв однієї особи в межах декількох метрів (PAN (Personal Area Network)).

За способом передавання даних є мережі, які забезпечують постійний фізичний канал між вузлами, тобто інформація може передаватися в будь-який час. Водночас, дані можна передавати у вигляді окремих пакетів, які можуть рухатися різними маршрутами і ще один спосіб – це передача здійснюється блоками інформації без розбиття на пакети. Кожен із цих методів має власні переваги, недоліки та сфери застосування (Табл. 1.1).

Мережі також поділяються за фізичним способом передачі даних: бездротові мережі, провідні та гібридні. В таблиці 1.2 можна побачити відмінності між бездротовими та дротовими локальними мережами.

Таблиця 1.1 – Порівняння методів передавання даних

Метод	Переваги	Недоліки
Мережі з комутацією каналів	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Постійна пропускна здатність каналу.</li> <li>2. Гарантована затримка та передбачуваність маршруту.</li> <li>3. Висока надійність при передачі поточкових даних (голос, відео у старих системах).</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Неefективне використання ресурсу: канал зайнятий навіть тоді, коли дані не передаються.</li> <li>2. Складність масштабування при великій кількості користувачів.</li> <li>3. Повільне становлення з'єднання.</li> </ol>
Мережі з комутацією пакетів	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Висока ефективність використання мережевого ресурсу,</li> <li>2. Гнучкі маршрути, можливість обходу перевантажених або пошкоджених ділянок мережі.</li> <li>3. Масштабованість та стійкість до відмов.</li> <li>4. Підтримка великої кількості одночасних користувачів.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Нестабільні затримки та можливість втрати пакетів.</li> <li>2. Потреба в буферизації та повторній передачі.</li> <li>3. Потребує складних протоколів керування потоком і маршрутизацією.</li> </ol>
Мережі з комутацією повідомлень	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Не потребує встановлення з'єднання між відправником і одержувачем.</li> <li>2. Добре підходить для передавання великих обсягів інформації нерегулярного характеру.</li> <li>3. Повна перевірка повідомлення перед передачею на наступний вузол.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Велика затримка через необхідність повного прийому повідомлення перед пересиланням.</li> <li>2. Високі вимоги до пам'яті проміжних вузлів.</li> <li>3. Низька придатність для інтерактивних або реального часу сервісів.</li> </ol>

Розрізняють також за способом доступу користувачів до мережі: пріоритетні – ті, що мають певні преференції, непріоритетні – всі рівні між собою. За роллю у мережевій інфраструктурі можна виділити корпоративні

Таблиця 1.2 – Порівняння між бездротовими та дротовими локальними мережами

Характеристика	Бездротовий LAN	Дротовий Ethernet LANs
Фізичний рівень	Радіочастота (RF)	Фізичні кабелі
Доступність	Будь-хто з бездротовою мережною картою в зоні дії точки доступу	Потрібне фізичне кабельне під'єднання
Перешкоди сигналу	Так	Мінімальні
Доступ до середовища	Запобігання колізій	Виявлення колізій
Регулювання	Різні правила залежно від країни	Визначається стандартом IEEE

мережі, домашні та провайдерські мережі. Ну і поділяють ще мережі за структурою, на яких я зупинюсь розлогіше.

В своїй роботі я буду розробляти локальну комп'ютерну мережу для офісу компанії з продажу та ремонту офісної техніки.

## 1.2 Топологія мереж

Топологія комп'ютерної мережі визначає фізичне розташування комп'ютерів у мережі та спосіб їх з'єднання. У контексті локальних мереж, топологія описує структуру зв'язків, яку можна легко визначити і простежити. У глобальних мережах, структура зв'язків здебільшого є складною і прихованою від користувачів. Це особливо важливо, оскільки кожен сеанс зв'язку може прокладатися по індивідуальному шляху через різні вузли та мережеві вузли [2].

Таким чином, топологія впливає на спосіб організації та передачі даних у мережі. Від правильної вибору топології залежить ефективність, надійність та масштабованість мережі. Деякі з найпоширеніших типів топологій включають зірку, шину, кільце та дерево, а також вони можуть інтегруватися одна в іншу. Кожен тип топології має свої переваги та обмеження, і вибір залежить від конкретних потреб і вимог мережі:

- топологія «Зірка» (рис. 1.1);



Рисунок 1.1 – Топологія «Зірка»

Переваги: висока надійність: вихід з ладу одного вузла не впливає на роботу інших, простота модернізації та масштабування, зручне виявлення несправностей. Недоліки: центр – критична точка відмови, необхідність у додатковому обладнанні.

- топологія «Кільце» (рис. 1.2);

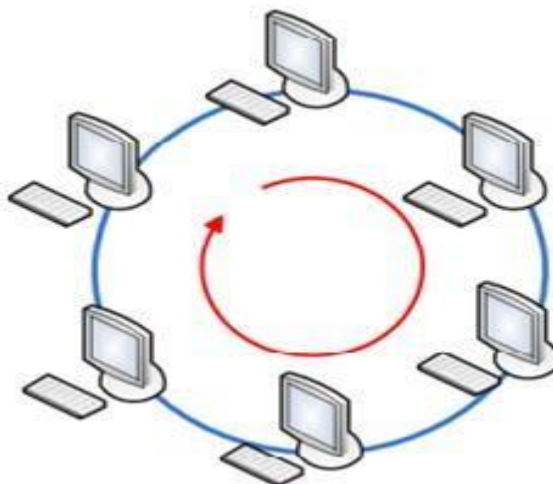


Рисунок 1.2 – Топологія «Кільце»

Дана топологія характеризується передбачуваною затримкою (дані проходять через кожен вузол послідовно), а також можливість організації

механізмів пріоритезації доступу. З іншого боку, вихід з ладу одного вузла може зупинити роботу всієї мережі та має значні складнощі модернізація та перепідключення.

- топологія «Шина» (рис. 1.3);

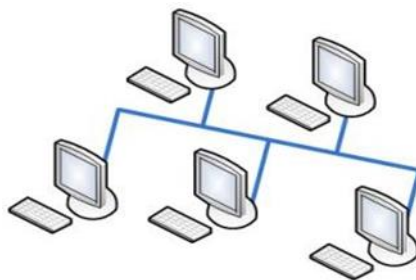


Рисунок 1.3 – Топологія «Шина»

За даною топологією усі пристрої під'єднані до одного спільного каналу, яким передається інформація. Перевагою такої структури є низька вартість побудови, простота реалізації, мінімальна кількість кабелів. З іншої сторони: складне виявлення та усунення несправностей, низька масштабованість, збільшення кількості вузлів знижує продуктивність, один кабель – єдина точка відмови.

Таким чином, топологія мережі задає її характеристики. Зокрема, вибір топології впливає на:

- характеристики мережевих пристроїв;
- склад необхідного мережевого обладнання;
- можливості розширення мережі;
- спосіб управління мережею.

В своїй роботі я буду використовувати топологію «зірка». Базова топологія комп'ютерної мережі, в якій всі вузли мережі приєднані до центрального вузла (зазвичай комутатор), утворюючи фізичний сегмент мережі. Подібний сегмент мережі може функціонувати як окремо, так і в складі складної мережевої топології (як правило, «дерево»). Весь обмін інформацією йде виключно через центральний вузол, на який таким способом покладається дуже велике

навантаження, тому нічим іншим, крім мережі, він займатися не може. Зазвичай, саме центральний вузол є найпотужнішим, і саме на нього покладаються всі функції по управлінню обміном, оптимізацією передавання даних, контролю доступу, сегментації мережі. Ніякі конфлікти в мережі з топологією «зірка» в принципі неможливі, тому що керування повністю централізоване.

Топологія «зірка» є найшвидшою по відношенню до інших топологій обчислювальних мереж, так як передача даних між станціями проходить через центральний вузол на окремих лініях, які використовуються тільки цими робочими станціями. Частота запитів на передачу інформації від однієї станції до іншої порівняно до інших топологій є низька.

У такій мережі збій одного комп'ютера не впливає на продуктивність мережі інших комп'ютерів. Комп'ютер, який вийшов із ладу легко замінити., тобто простота модифікації.

Крім того, дана топологія була обрана ще і з тих міркувань, що вартість такої мережі виправдана та забезпечуються прості рішення в реалізації та експлуатації мережі. Вихід з ладу одного кінцевого пристрою або його кабелю не впливає на роботу інших елементів мережі. Цим забезпечується висока надійність локалізації несправностей. Додавання нового пристрою не потребує змін структури, для цього достатньо підключити його до вільного порту комутатора. Комутатори забезпечують розділення трафіку по сегментах і зменшують колізії, що збільшує пропускну здатність мережі. При цьому, адміністратор може легко контролювати стан портів, фіксувати помилки та проводити моніторинг.

## РОЗДІЛ 2 ПРОЕКТУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ МЕРЕЖІ ПІДПРИЄМСТВА

### 2.1 Обґрунтування технологій і засобів вирішення поставленого завдання

Метою проектування високонавантаженої локальної мережі є створення інфраструктури передачі даних, здатної забезпечити необхідну продуктивність і якість сервісів при пікових навантаженнях, а також гарантувати масштабованість і надійність у довгостроковій перспективі.

Для досягнення цієї мети зазвичай формулюють такі ключові завдання:

1. Збір та аналіз вимог: визначення кількості користувачів, класів пристроїв, типів сервісів, профілів трафіку, пікових навантажень, вимог до затримки та доступності.
2. Вибір архітектури: визначення топології (ієрархічна, spine-leaf, кампусна), підходів до маршрутизації та сегментації, способів резервування.
3. Підбір обладнання і середовища передачі: комутатори доступу/агрегації/ядра, Wi-Fi контролери/точки доступу, оптичні та мідні лінії, SFP-модулі, система живлення та захисту.
4. Проектування QoS: класифікація трафіку, пріоритизація критичних сервісів, політики черг, обмеження «шумного» трафіку.
5. Проектування безпеки: VLAN/VRF сегментація, ACL, NAC/802.1X, мікро сегментація (за потреби), ведення журналу та моніторинг.
6. Забезпечення відмово-стійкості: резервні лінки, дублювання ключових вузлів, протоколи швидкої конвергенції, контроль петлевих ситуацій.

У цій роботі проводиться розробка мережі підприємства, що займається апаратно-програмною розробкою. Фізично підприємство займає два повних поверхи у офісному центрі. І займає двадцять кабінетів, один конференц зал та три підсобних приміщення. Кількість співробітників близько 140 осіб.

Організаційно підприємство складається з трьох підрозділів, а саме програмної розробки, апаратної розробки та адміністративно-господарського.

У процесі діяльності використовуються високо навантажені сервери, а саме сервер баз даних, сервер додатків (WEB) та файловий сервер.

До офісу підприємства підведений окремий оптичний канал для підключення до Інтернету.

Вхідні параметри (завдання):

- будівля: 2 поверхи;
- користувачі: 140;
- сегменти/відділи:
  - програмна розробка – 60;
  - адміністрація/допоміжний персонал – 35;
  - апаратна розробка – 45;
- сервери: БД, WEB/додатків, файловий;
- Інтернет: оптика 100 Мбіт/с (1 провайдер).

Допущення для проєкту:

- 1 робоче місце = 1 дротовий порт (із резервом 20–30%);
  - корпоративний Wi-Fi (гостьовий + співробітники);
  - серверна/комунікаційна (MDF) на 1-му поверсі, на 2-му – поверхова розподільча шафа (IDF);
    - основні сервіси – внутрішні (інтенсивний LAN-трафік), інтернет 100 Мбіт/с;
- потенційне «вузьке місце», потрібен контроль і пріоритизація.

Мною були обрані наступні технології:

- VLAN – віртуальна локальна мережа. Технологія логічної сегментації мережі на ізольовані домени в межах однієї фізичної інфраструктури. Використовується для розділення відділів (програмна розробка, адміністрація, апаратна розробка), серверів та Wi-Fi сегментів;
  - L2 / L3 – другий та третій рівні моделі OSI. L2 (канальний рівень) комутація кадрів Ethernet у межах VLAN, L3 (мережевий рівень) – маршрутизація IP-пакетів між VLAN та підмережами. У проєкті L3-функції зосереджені на рівні ядра мережі;

- NGFW – міжмережевий екран нового покоління. Пристрій периметрального захисту, який поєднує функції маршрутизатора, фаєрвола, NAT, VPN, фільтрації трафіку та, за потреби, IDS/IPS. Забезпечує захист і контроль доступу до мережі з інтернету;

- NAT – трансляція мережевих адрес. Механізм перетворення внутрішніх приватних IP-адрес у публічну адресу провайдера. Дозволяє багатьом внутрішнім хостам використовувати один інтернет-канал;

- VPN – віртуальна приватна мережа. Технологія захищеного віддаленого доступу до корпоративної мережі через зашифрований тунель. У проєкті може використовуватись для віддаленої роботи співробітників або адміністрування;

- PoE / PoE+ – живлення через Ethernet. Технологія подачі електроживлення на пристрої (Wi-Fi AP, IP-телефони) через мережевий кабель. PoE+ забезпечує підвищену потужність у порівнянні зі стандартним PoE;

- ACL – списки контролю доступу. Набір правил, що визначають, який трафік дозволено або заборонено між VLAN, серверами та користувачами. Застосовується для підвищення безпеки та ізоляції сегментів;

- QoS – якість обслуговування. Механізм керування трафіком, який дозволяє надавати пріоритет критичним сервісам (VPN, відеоконференції, корпоративні застосунки) та обмежувати другорядний трафік, особливо з огляду на інтернет-канал 100 Мбіт/с;

- LACP – протокол агрегації каналів. Дозволяє об'єднувати кілька фізичних лінків у один логічний канал для збільшення пропускної здатності та підвищення відмовостійкості між комутаторами;

- STP / RSTP – протоколи запобігання петлям у мережі. Забезпечують безпетлеву топологію на каналному рівні. RSTP є прискореною версією STP з швидшим відновленням після відмов.

## 2.2 Функціонально-структурна схема топології локальної мережі

Для заданого об'єкта обрано ієрархічну модель кампусної LAN з виділенням трьох логічних рівнів (рис. 2.1).

Периметр (Edge) – вузол підключення до провайдера через оптичний канал 100 Мбіт/с із функціями маршрутизації в інтернет, NAT, між мережевого екрану та VPN-доступу. На цьому рівні реалізуються політики безпеки, фільтрація та обмеження трафіку, оскільки інтернет-канал має обмежену пропускну здатність і при великій кількості користувачів може швидко стати вузьким місцем.

Ядро/агрегація (Core/Distribution) – центральний вузол комутації та між сегментної маршрутизації. Тут виконуються: термінація VLAN (SVI), маршрутизація між сегментами, застосування ACL між підмережами, збирання статистики, та підтримка відмово-стійких схем підключення access-комутаторів.

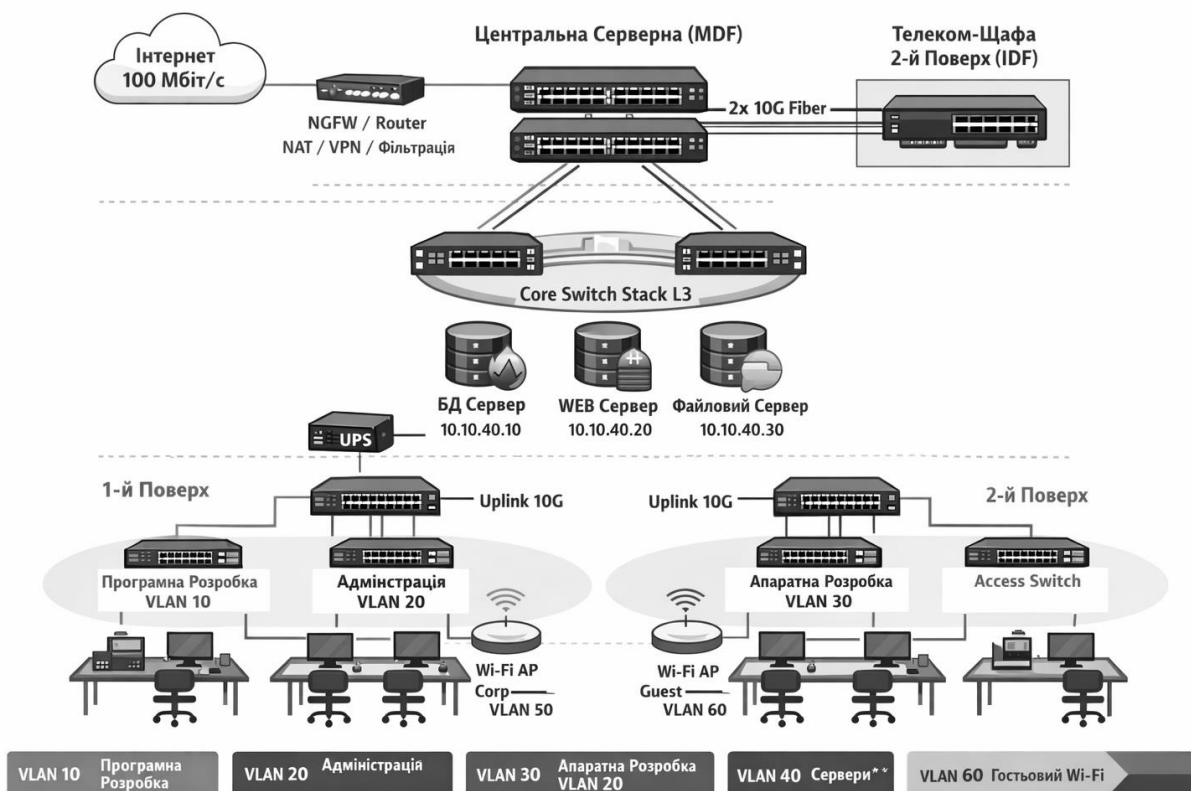


Рисунок 2.1 – Функціонально-структурна схема топології локальної мережі

Рівень доступу (Access) – комутатори доступу на поверхах, які надають кінцеві порти для робочих місць, периферії та Wi-Fi точок доступу, а також реалізують політики на портах (port-security/802.1X за можливості), захист від петель та базові QoS-механізми.

Таке рішення забезпечує баланс між вартістю, складністю супроводу та надійністю, а також є типовим для офісних будівель з двома поверхами та кількома десятками робочих місць на кожному поверсі.

Для забезпечення ізоляції відділів, керованості та безпеки мережа розділяється на VLAN, кожен з яких відповідає окремій підмережі IPv4. Рекомендовано використовувати /24 для простоти адміністрування і запасу адрес.

Фізична структура: MDF та IDF (рис. 2.2). Для зручності експлуатації мережа проектується за принципом «центральна комунікаційна + поверхові вузли».

MDF (Main Distribution Frame) – центральна серверна/комунікаційна кімната (доцільно на 1-му поверсі). У MDF розміщується: периметральний пристрій (NGFW/маршрутизатор), пара core-комутаторів (stack/MLAG), сервери, патч-панелі, UPS, а також введення оптики провайдера.

IDF (Intermediate Distribution Frame) – телекомунікаційна шафа на 2-му поверсі. У IDF розміщуються access-комутатори, патч-панелі, UPS. Від IDF прокладено горизонтальну кабельну систему до робочих місць 2-го поверху та до Wi-Fi точок доступу.

Зв'язок MDF↔IDF виконується оптичними лініями із резервуванням (дві незалежні траси або принаймні два незалежні кабелі), що забезпечує як високу пропускну здатність, так і надійність при пошкодженні однієї лінії.

Загальна кількість портів. Враховуючи 140 користувачів, а також необхідний резерв для розширення, периферії (принтери, МФУ, сканери), IP-телефонів та додаткових робочих місць, доцільно закладати запас 20–30%.

Оцінимо:

- 140 користувачів × 1 порт = 140 портів;
- резерв 20% ≈ 28 портів;

- Wi-Fi точки доступу (6 – 10 шт.) = 6 – 10 портів;
- принтери/службові пристрої  $\approx$  6–12 портів (орієнтовно).

Загалом:  $140 + 28 + 8 + 10 \approx 186$  портів (орієнтовно).

Практично це зручно реалізувати через 4 комутатори доступу по 48 портів (разом 192 порти), що дає структурований запас.

Оскільки будівля двоповерхова, доцільно розподілити комутатори так: 1-й поверх:  $2 \times 48$ -портових access-комутатори (96 портів); 2-й поверх:  $2 \times 48$ -портових access-комутатори (96 портів).

Такий розподіл дає гнучкість: при зміні планування робочих місць можна переносити підключення між комутаторами у межах поверху без дефіциту портів. Для живлення Wi-Fi точок доступу рекомендовано мати PoE+ на частині access-комутаторів. Типове рішення: 2 комутатори доступу з PoE+ (щоб покрити 6–10 AP та, за потреби, IP-телефонію); інші 2 комутатори – без PoE (для оптимізації вартості), якщо PoE не потрібен на кожному сегменті.

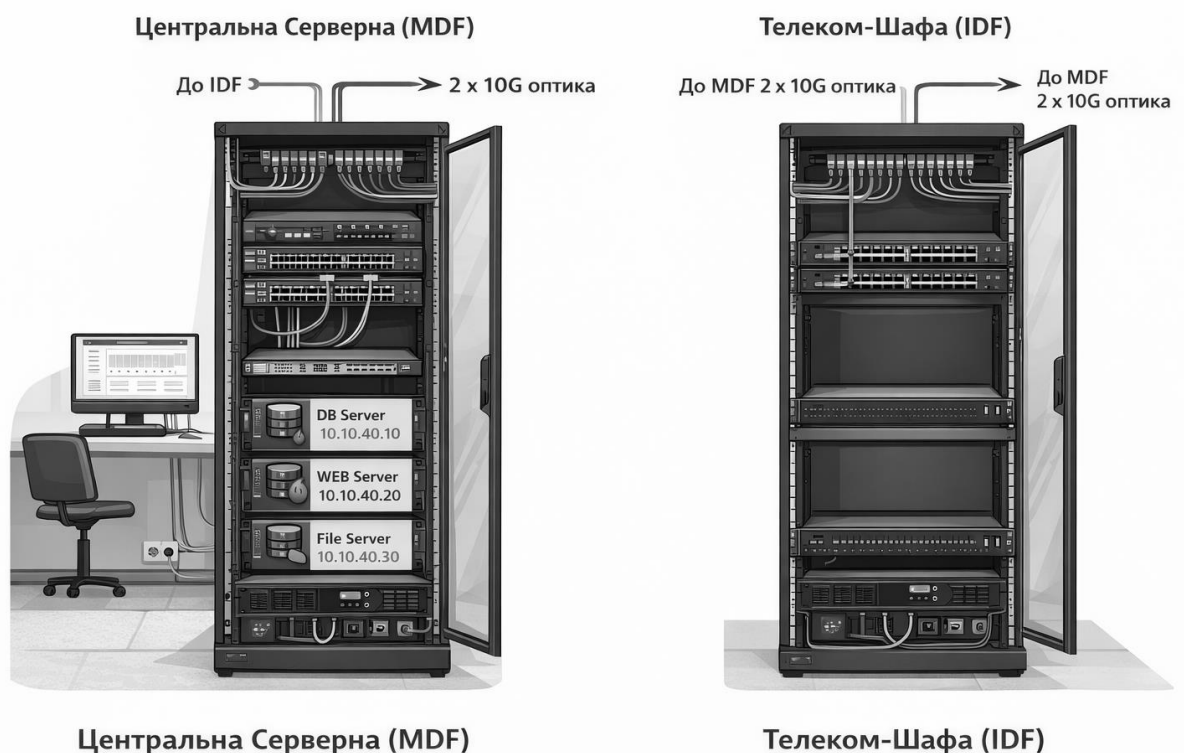


Рисунок 2.2 – Розміщення мережевого обладнання у центральній серверній (MDF) та телекомунікаційній шафі (IDF)

У центральній серверній (MDF) розміщено ключові елементи мережевої інфраструктури підприємства. У верхній частині стійки встановлені патч-панелі для підключення магістральних і горизонтальних кабельних ліній, а також оптичні з'єднання до телекомунікаційної шафи IDF. Нижче розташовано периметральний пристрій (NGFW/маршрутизатор), який забезпечує доступ до мережі Інтернет, виконує функції NAT, VPN та фільтрації трафіку. Під ним встановлена пара комутаторів ядра мережі (Core Switch Stack L3), що виконують міжвланову маршрутизацію, комутацію високошвидкісного трафіку та забезпечують резервування.

У середній частині серверної стійки розміщені сервери корпоративних сервісів: сервер баз даних, WEB/сервер додатків та файловий сервер, які об'єднані в окремий серверний VLAN і підключені до ядра мережі на високій швидкості. У нижній частині стійки встановлено джерело безперебійного живлення (UPS), яке забезпечує стабільну роботу критичного обладнання у разі перебоїв електропостачання.

У телекомунікаційній шафі IDF зосереджено обладнання рівня доступу. У верхній частині шафи розміщені патч-панелі для підключення робочих місць і точок доступу Wi-Fi другого поверху. Нижче встановлені комутатори доступу, які забезпечують підключення користувачів, живлення PoE для бездротових точок доступу та передачу трафіку до ядра мережі. З'єднання між IDF та MDF реалізовано за допомогою двох оптичних ліній 10 Гбіт/с, що дозволяє забезпечити високу пропускну здатність і резервування магістрального каналу. У нижній частині шафи також встановлено UPS для захисту обладнання доступу від збоїв електроживлення.

Таке розміщення обладнання відповідає ієрархічній архітектурі локальної мережі, забезпечує зручність експлуатації, масштабованість та підвищену відмовостійкість мережевої інфраструктури.

Схема прокладки кабелів локальної мережі в офісній будівлі. Запропонована схема прокладки кабельної інфраструктури локальної мережі з

урахуванням архітектури двоповерхової офісної будівлі, кількості користувачів, характеру навантаження та вимог до надійності й масштабованості мережі (рис. 2.3). В основі рішення лежить використання ієрархічної структури з виділенням центральної серверної (MDF) та телекомунікаційної шафи поверху (IDF), що відповідає рекомендаціям стандартів структурованих кабельних систем.

З'єднання між MDF та IDF реалізовано за допомогою двох оптичних магістральних ліній 10Гбіт/с, що обґрунтовано високою інтенсивністю внутрішнього трафіку між користувачами та серверним сегментом. Оптичне середовище передачі забезпечує високу пропускну здатність, електромагнітну завадостійкість та можливість подальшого збільшення швидкості без заміни

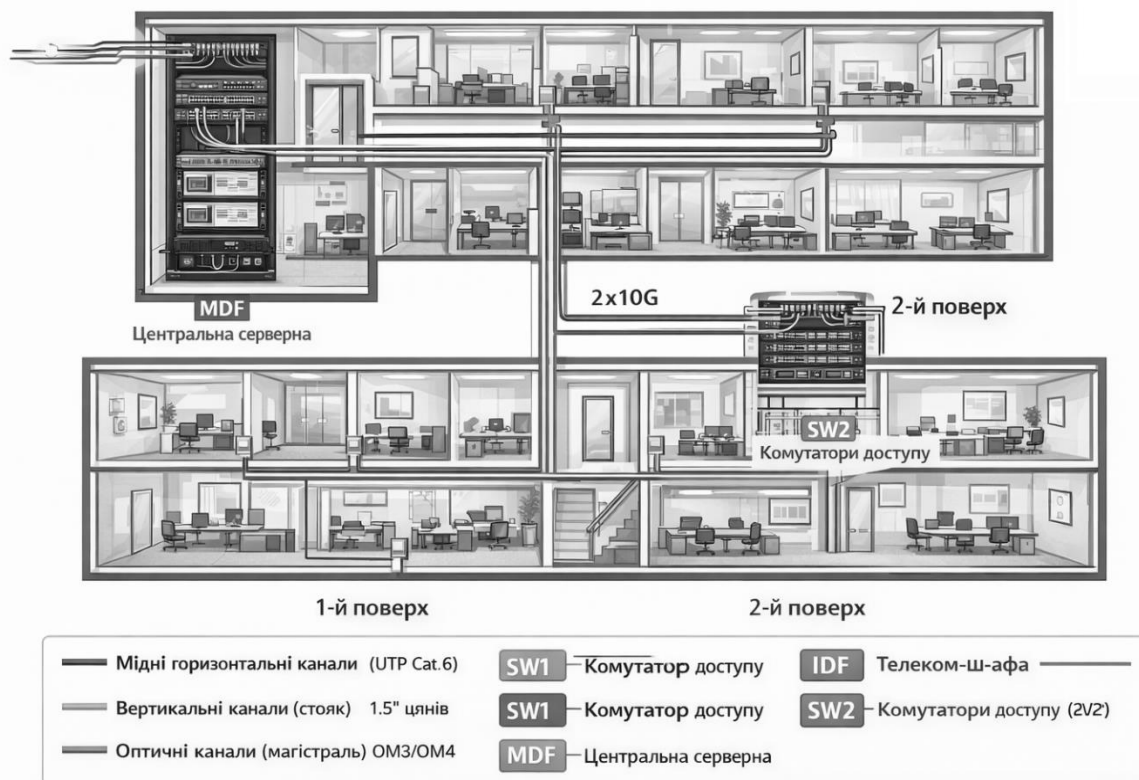


Рисунок 2.3 – Схема прокладки кабелів локальної мережі у двоповерховій офісній будівлі

кабельної інфраструктури. Подвійний магістральний канал створює резервування та підвищує відмово-стійкість мережі у разі пошкодження одного з лінків.

Для підключення робочих місць та точок доступу Wi-Fi використано мідні кабелі витой пари категорії Cat.6, що є оптимальним рішенням з точки зору співвідношення вартості та технічних характеристик. Даний тип кабелю забезпечує підтримку швидкості до 1 Гбіт/с для кожного користувача, а також створює резерв для можливого переходу на швидкості 2,5 Гбіт/с у майбутньому без необхідності повної заміни кабельної системи.

Топологія підключення кінцевих пристроїв за принципом «зірка» дозволяє ізолювати відмови окремих ліній, мінімізувати вплив несправностей на інші сегменти мережі та спростити експлуатацію. У разі пошкодження одного горизонтального кабелю відмова впливає лише на конкретне робоче місце, не порушуючи роботу інших користувачів.

Горизонтальні кабельні траси прокладені у кабель-каналах уздовж коридорів та між кабінетних перегородок з відгалуженням до телекомунікаційних розеток у кожному кабінеті. Кожне робоче місце підключається до найближчого комутатора доступу за топологією «зірка», що спрощує експлуатацію та локалізацію несправностей.

Схема також передбачає підключення точок доступу Wi-Fi, які живляться від комутаторів доступу з підтримкою PoE та підключаються до відповідних VLAN корпоративної та гостьової бездротової мережі.

Запропонована схема прокладки кабелів відповідає принципам структурованої кабельної системи (СКС), забезпечує логічну та фізичну впорядкованість мережі, зручність обслуговування, а також можливість подальшого масштабування без суттєвих змін у кабельній інфраструктурі.

### **2.3 Логічна сегментація: VLAN та IP-адресація**

Логічна сегментація локальної обчислювальної мережі виконується з метою підвищення рівня інформаційної безпеки, зменшення ширококомовного трафіку, оптимізації використання мережевих ресурсів та спрощення адміністрування (Табл. 2.1). Сегментація реалізується із застосуванням технології віртуальних

локальних мереж (VLAN) з подальшою між сегментною маршрутизацією на рівні ядра мережі [3].

При проєктуванні логічної структури враховано організаційну структуру підприємства, кількість користувачів у кожному відділі, наявність серверного сегмента, а також потребу у виділенні окремих мереж для бездротового доступу та керування мережевим обладнанням. Кожен функціональний підрозділ підприємства виділяється в окремий логічний сегмент (VLAN), що дозволяє ізолювати трафік відділів між собою та централізовано контролювати доступ до серверних ресурсів.

Таблиця 2.1 – Логічна сегментація мережі (VLAN, підмережі, шлюзи)

№	Сегмент	VLAN ID	IPv4 підмережа (CIDR)	Маска	Шлюз (SVI)	Призначення
1	Програмна розробка	10	10.10.10.0/24	255.255.255.0	10.10.10.1	Робочі станції відділу (60 користувачів + резерв)
2	Адміністрація та допоміжний персонал	20	10.10.20.0/24	255.255.255.0	10.10.20.1	Робочі станції адміністрації (35 + резерв)
3	Апаратна розробка	30	10.10.30.0/24	255.255.255.0	10.10.30.1	Робочі станції відділу (45 + резерв)
4	Серверний сегмент	40	10.10.40.0/24	255.255.255.0	10.10.40.1	DB/WEB/File та інфраструктурні служби
5	Корпоративний Wi-Fi	50	10.10.50.0/24	255.255.255.0	10.10.50.1	Пристрої співробітників у Wi-Fi (BYOD)
6	Гостьовий Wi-Fi	60	10.10.60.0/24	255.255.255.0	10.10.60.1	Відвідувачі (лише інтернет, ізоляція)
7	Керування	99	10.10.99.0/24	255.255.255.0	10.10.99.1	IP-керування комутаторами, AP, контролерами, UPS

Маршрутизація між сегментами виконується на комутаторах рівня ядра (L3). Доступ між VLAN обмежується за допомогою списків контролю доступу відповідно до політики безпеки мережі.

Для серверів і мережевого обладнання використовується статична IP-адресація, що забезпечує стабільність доступу до критичних ресурсів та спрощує адміністрування і моніторинг мережі (Табл. 2.2).

Таблиця 2.2 – План IP-адресації серверів та мережевого обладнання

Номер з/п	Найменування пристрою	VLAN	IP-адреса	Призначення
1	Сервер баз даних	40	10.10.40.10	Зберігання та обробка даних
2	WEB-сервер (сервер додатків)	40	10.10.40.20	Надання прикладних сервісів
3	Файловий сервер	40	10.10.40.30	Централізоване файлове сховище
4	Між мережевий екран (NGFW)	99	10.10.99.254	Захист та доступ до Інтернет
5	Комутатор ядра №1	99	10.10.99.11	Керування мережею
6	Комутатор ядра №2	99	10.10.99.12	Резервування ядра
7	Комутатор доступу (IDF) №1	99	10.10.99.21	Підключення робочих місць
8	Комутатор доступу (IDF) №2	99	10.10.99.22	Підключення робочих місць
9	Точки доступу Wi-Fi	99	10.10.99.101–108	Бездротовий доступ
10	Джерело безперебійного живлення	99	10.10.99.201	Моніторинг електроживлення

Для кінцевих користувачьких пристроїв використовується протокол DHCP, що дозволяє автоматизувати налаштування мережевих параметрів та зменшити навантаження на адміністратора мережі (Табл. 2.3).

Доступ між логічними сегментами мережі організовано відповідно до принципу мінімально необхідних повноважень:

- користувачькі VLAN мають доступ до серверного сегмента лише за необхідними мережевими сервісами;
- гостьова бездротова мережа ізолювана від внутрішніх сегментів і має доступ виключно до мережі Інтернет;
- мережа керування доступна лише адміністраторам мережі.

Контроль доступу реалізується за допомогою списків контролю доступу (ACL) на рівні ядра мережі та політик безпеки міжмережевого екрану [3].

Таблиця 2.3 – Діапазони динамічної IP-адресації (DHCP)

Номер з/п	VLAN	Підмережа	Діапазон DHCP	Призначення
1	10	10.10.10.0/24	10.10.10.50 – 10.10.10.199	ПК програмної розробки
2	20	10.10.20.0/24	10.10.20.50 – 10.10.20.199	ПК адміністрації
3	30	10.10.30.0/24	10.10.30.50 – 10.10.30.199	ПК апаратної розробки
4	50	10.10.50.0/24	10.10.50.50 – 10.10.50.230	Корпоративний Wi-Fi
5	60	10.10.60.0/24	10.10.60.50 – 10.10.60.230	Гостьовий Wi-Fi

Запропонована логічна сегментація та схема IP-адресації забезпечують структурованість, безпеку та масштабованість локальної мережі підприємства. Обраний адресний план має резерв для подальшого розширення мережі без зміни її базової архітектури та повністю відповідає вимогам до високонавантажених офісних локальних мереж.

Для забезпечення інформаційної безпеки та контролю мережевої взаємодії між логічними сегментами локальної мережі застосовується механізм списків контролю доступу (Access Control List, ACL) (Табл. 2.4). Політика доступу побудована відповідно до принципу мінімально необхідних повноважень, за якого кожному сегменту дозволяється лише той мережевий трафік, який є необхідним для виконання його функціональних завдань.

Списки контролю доступу реалізуються на рівні ядра мережі (L3-комутатори) та, частково, на периметральному міжмережевому екрані. Основна мета ACL – запобігання несанкціонованому доступу до серверного сегмента та ізоляція користувацьких і гостьових мереж.

Користувацькі сегменти (VLAN 10, 20, 30) не мають прямого доступу між собою, що унеможливорює несанкціоноване поширення даних між відділами та знижує ризик внутрішніх мережевих атак. Доступ до серверного сегмента дозволяється лише за визначеними мережевими сервісами, необхідними для роботи користувачів.

Таблиця 2.4 – Матриця між сегментного доступу (ACL)

Номер з/п	Джерело (VLAN)	Призначення (VLAN)	Дозволені сервіси	Рішення
1	10 (Програмна розробка)	40 (Сервери)	HTTP, HTTPS, SMB	Дозволити
2	20 (Адміністрація)	40 (Сервери)	HTTP, HTTPS, SMB	Дозволити
3	30 (Апаратна розробка)	40 (Сервери)	HTTP, HTTPS, SMB	Дозволити
4	10, 20, 30	40 (База даних)	TCP-порт СУБД	Дозволити тільки з WEB-сервера
5	10, 20, 30	10, 20, 30	—	Заборонити
6	50 (Корпоративний Wi-Fi)	40 (Сервери)	HTTP, HTTPS	Дозволити обмежено
7	60 (Гостьовий Wi-Fi)	10–50	—	Заборонити
8	60 (Гостьовий Wi-Fi)	Інтернет	HTTP, HTTPS, DNS	Дозволити
9	99 (Керування)	Усі VLAN	SSH, HTTPS, SNMP	Дозволити
10	Будь-який	VLAN 99	—	Заборонити

Доступ до сервера баз даних обмежується виключно WEB-сервером, що відповідає типовій три-рівневій моделі «клієнт – застосунок – база даних» та підвищує рівень захисту критичних даних. Гостьова бездротова мережа повністю ізольована від внутрішніх сегментів і має доступ лише до мережі Інтернет.

З огляду на обмежену пропускну здатність вхідного інтернет-каналу (100 Мбіт/с) та високу кількість користувачів, у мережі передбачено впровадження механізмів забезпечення якості обслуговування (Quality of Service, QoS). Основною метою QoS є гарантування стабільної роботи критичних сервісів за умов пікового навантаження.

У межах проєкту передбачено такі принципи реалізації QoS:

- класифікація трафіку за типами сервісів;
- пріоритизація службового та критичного трафіку;
- обмеження другорядного та фонових трафіку.

Критичними вважаються: трафік корпоративних WEB-застосунків; VPN-з'єднання; службовий трафік керування мережею.

Для гостьового Wi-Fi застосовується обмеження пропускної здатності, що дозволяє запобігти перевантаженню інтернет-каналу користувачами, які не беруть участі у виробничих процесах.

Забезпечення інформаційної безпеки локальної мережі досягається шляхом поєднання організаційних та технічних заходів. Основними технічними заходами захисту є:

- логічна сегментація мережі з використанням VLAN;
- застосування списків контролю доступу між сегментами;
- використання міжмережевого екрану нового покоління (NGFW);
- ізоляція гостьової бездротової мережі;
- виділення окремого сегмента для керування мережевими обладнаннями;
- обмеження доступу до інтерфейсів керування мережевими пристроями.

Для бездротового доступу співробітників передбачається використання сучасних механізмів шифрування (WPA2/WPA3), а для гостьового доступу — обмеження сесій за часом та швидкістю. Керування мережею дозволяється виключно з адміністративних робочих станцій, що знаходяться у відповідному логічному сегменті.

Запропонована матриця ACL та комплекс заходів із забезпечення якості обслуговування і інформаційної безпеки дозволяють гарантувати стабільну роботу корпоративних сервісів, захист інформаційних ресурсів підприємства та ефективне використання мережевих ресурсів. Реалізовані рішення відповідають сучасним вимогам до високонавантажених локальних мереж офісного типу.

## РОЗДІЛ 3 ВИБІР МЕРЕЖЕВОГО ОБЛАДНАННЯ

Мережевий комутатор або свіч (жарг. від англ. switch - перемикач) - пристрій, призначений для з'єднання кількох вузлів комп'ютерної мережі в межах одного сегмента мережі [4].

Маршрутизатор або роутер, рутер (від англ. router), - мережевий пристрій, на підставі інформації про топологію мережі та певних правил приймає рішення про пересилання пакетів мережевого рівня (рівень 3 моделі OSI) між різними сегментами мережі [5].

### 3.1 Види комутаторів

В цьому розділі я розгляну 3 види комутаторів, від провідних компаній.

Це комутатори:

- Edge-core SMCFS802-USB 8x10/100Base-TX (рис. 3.1).
- Tp-link TL-SG3428 L2, 24x10/100/1000Base-T (рис. 3.3).
- RCI RS33016PFB (рис. 3.6).



Рисунок 3.1 – Комутатор Edge-core SMCFS802-USB 8x10/100Base-TX [6]

Комутатор Edge-core SMCFS802-USB 8x10/100Base-TX

Він зображений на рисунку 3.1. Ось його характеристики (рис. 3.2).

- 8 портів 10/100BASE-T RJ-45
- Роз'єм Mini USB
- Роз'єм Micro USB
- 1К записів MAC-адрес
- Буферна пам'ять: 768 кб
- Контроль потоку IEEE 802.3x
- Авто-MDI/MDIX
- IEEE 802.3az
- Споживання: Full links with traffic: 2.2W; Full links but no traffic: 0.52W
- Комутаційна здатність: 1.6 Gbps
- Пропускна здатність: 1.19 Mbps
- Розміри: 116 x 77 x 18 мм
- Вага: 79 г
- Блок живлення: USB-A to Micro-USB

Рисунок 3.2 – Характеристики комутатора Edge-core SMCFS802-USB 8x10/100Base-TX [6]

Edge Core SMCFS802-USB є хорошим вибором для домашньої мережі чи невеликої офісної, яка не потребує великої пропускну здатності. Він доступний, простий в установці, надійний і має компактний дизайн.

Однак, якщо потрібна більша пропускна здатність або додаткові функції, слід розглянути інші комутатори.

Комутатор Tp-link TL-SG3428 L2, 24x10/100/1000Base-T. Він зображений на рисунку 3.3. Ось його характеристики (рис.3.4, рис. 3.5).



Рисунок 3.3 – Комутатор Tp-link TL-SG3428 L2 Base-T [7]

### Основні характеристики

- Інтерфейс: 24 порта 10/100/1000 Мбіт/с RJ45
- 4 гігабитних SFP-слоти
- 1 консольний порт RJ45
- 1 консольний порт Micro-USB
- Кількість вентиляторів: Немає
- Живлення: 100–240 В змінного струму, 50/60 Гц
- Розмір ( Ш x Д x В ): 440 × 180 × 44 мм
- Установлення: Монтується в стійку
- Максимальне споживання енергії: 19,22 Вт
- Максимальне тепловіддача: 65,58 БТЕ/год
- Сертифікат: CE, FCC, RoHS

Рисунок 3.4 – Основні характеристики комутатора Tr-link TL-SG3428 L2 Base-T [7]

### Комплектація

- TL-SG3428
- Кабель живлення
- Посібник по швидкому налаштуванню
- Набір для монтажу в стійку
- Гумові ніжки

### Довкілля

- Робоча температура: 0 ... + 45 °C
- Температура зберігання: -40 ... + 70 °C
- Вологість повітря при експлуатації: 10-90% без утворення конденсату
- Вологість повітря при зберіганні: 5-90% без утворення конденсату

Рисунок 3.5 – Комплектація і довкілля, яке потрібно для роботи комутатора Tr-link TL-SG3428 L2 Base-T [7]

Комутатор RCI RS33016PFB . Він зображений на рис. 3.6.



Рисунок 3.6 – Комутатор RCI RS33016PFB [8]

Ось його характеристики (рис. 3.7, рис. 3.8, рис. 3.9, рис. 3.10).

- Фіксований Р порт: 16\*10/100/1000Base-T PoE портів (дані/живлення); 2\*1000Base-X SFP порти (дані)
- Порт Ethernet: Порт 1-16 може підтримувати 10/100/1000Base-T, автоматичне визначення, повний/напівдуплексний MDI/MDI-X
- Передача по витій парі: 10BASE-T: Cat3,4,5 UTP ( $\leq 100$  метрів); 100BASE-TX: UTP Cat5 або пізніша ( $\leq 100$  метрів); 1000BASE-T: UTP Cat5e або пізніша ( $\leq 100$  метрів)
- Порт слота SFP: Гігабітний волоконно-оптичний інтерфейс SFP, відповідні оптичні модулі за замовчуванням (додаткове замовлення одномодовий / багатомодовий, одноволоконний / двоволоконний оптичний модуль LC)
- Оптичний кабель: Багаторежимний режим: 850 нм 0 ~ 550 М, один режим: 1310 нм 0 ~ 40 км, 1550 нм 0 ~ 120 км.

Рисунок 3.7 – Основні характеристики комутатора RCI RS33016PFB [8]

- Мережевий протокол: IEEE802.3 10BASE-T; IEEE802.3i 10Base-T; IEEE802.3u 100Base-TX; IEEE802.3ab 1000Base-T; IEEE802.3z 1000Base-X; IEEE802.3x
- Режим пересилання: Зберігання та передача (повна швидкість проводу)
- Комутаційна здатність: 48 Гбіт/с (без блокування)
- Пересилання, Rate@64byte: 26,78 Мпікс
- МАК: 8К
- Буферна пам'ять: 4М
- Рама Jumbo F: 9,6 тис
- Світлодіодний індикатор: Живлення: PWR (зелений), мережа 1-16(24)/ G1-2 (зелений), POE: PoE (зелений)
- Перемикач скидання: Так, відновлення заводських налаштувань однією кнопкою

Рисунок 3.8 – Параметри мікросхеми комутатора RCI RS33016PFB [8]

- Порт PoE: Порт від 1 до 16
- Штифт джерела живлення: Завдання 1/2 (+), 3/6 (-)
- Максимальна потужність на порт: 30 Вт; IEEE802.3af/at
- Загальна PWR / вхідна напруга: 250 Вт (AC100-240 В)
- Споживання енергії: Очікування <18 Вт, повне навантаження <240 Вт
- Джерело живлення: Вбудований блок живлення, AC100~240V 50-60Hz 4.1A Коротке замикання, перевантаження по струму, захист від перевантаження.

Рисунок 3.9 – Порти та джерело живлення комутатора RCI RS33016PFB [8]

#### Фізичний параметри

- Робоча Температура/Вологість: -20~+55°C; 5%~90% RH Без конденсації
- Температура/Вологість зберігання: -40~+75°C; 5%~95% RH Без конденсації
- Розмір (Д\*Ш\*В): 270,5\*181\*44,5 мм
- Вага нетто/брутто: <1,7 кг / <2,2 кг
- Монтаж: Настільна, настінна шафа 19 дюймів 1U

#### Сертифікація та гарантія

- Блискавкозахист: 4KV 8/20us; Рівень захисту: IP30
- Атестація: CCC; знак CE, комерційний; CE/LVD EN60950; FCC, частина 15, клас B; R o HS
- Гарантія: 3 роки, довічне утримання.

Рисунок 3.10 – Фізичні параметри та сертифікація комутатора RCI RS33016PFB [8]

RCI RS33016PFB – це повний гігабітний комутатор PoE з оптоволоконними портами, розроблений компанією RCI. Таким чином, RCI RS33016PFB є чудовим комутатором, який можна використовувати в багатьох комунікаційних середовищах, таких як підключення мережевих пристроїв, живлення пристроїв PoE і розширення зони вашої мережі.

Після проведеного порівняльного аналізу обладнання, що доступне на ринку, в своїй кваліфікаційній роботі використовую комутатор моделі Tr-link TL-SG3428 L2 Base-T.

### 3.2 Види маршрутизаторів

В цьому розділі я розгляну маршрутизатори, від провідних компаній. Це маршрутизатори:

- Wi-Fi-роутер TP-Link Archer C64 (рис. 3.11).
- TP-Link Archer AX11000 (рис. 3.13).
- Wi-Fi-роутер Xiaomi Mi WiFi Router 4A Global (рис. 3.14).
- Wi-Fi-роутер Mercusys AC12G (рис. 3.16)

Маршрутизатор (роутер) TP-Link Archer C64. Він зображений на рисунку 3.11.



Рисунок 3.11 – Маршрутизатор TP-Link Archer C64 [9]

Ось його характеристики (рис. 3.12).

Якщо ви шукаєте недорогий і надійний маршрутизатор (роутер) Wi-Fi для дому, TP-Link Archer C64 стане хорошим вибором. Він простий у налаштуванні та використанні та пропонує чудову продуктивність для більшості домашніх користувачів.

### Основні характеристики Wi-Fi-роутер TP-Link Archer C64

Ціна: .....	1 399 ₴/шт.
Бренд: .....	TP-Link
Вхідний порт (WAN): .....	Ethernet
Частотний діапазон: .....	2.4 та 5 ГГц
Інтерфейси: .....	1 x 10/100/1000 Мбіт/с WAN, 4 x 10/100/1000 Мбіт/с LAN
Функції брандмауера: .....	SPI, фільтрація URL-адрес/ключових слів/мережевих служб
Стандарти бездротової мережі: .....	WiFi 5 (802.11 g/n/ac)
Швидкість WAN: .....	1000 Мбіт/с
Модель: .....	Archer C64
Підтримувані протоколи: .....	PPPoE, L2TP, PPTP, IPv6, IPv4
Швидкість LAN: .....	1000 Мбіт/с
Кількість антен: .....	4
Тип антен: .....	незнімна
Кількість LAN портів: .....	4

Рисунок 3.12 – Характеристики маршрутизатора (роутера) TP-Link Archer C64 [9]



Рисунок 3.13 – Маршрутизатор TP-Link Archer AX11000 [9]

Основні характеристики наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Характеристики маршрутизатора TP-Link Archer AX11000

Швидкість Wi-Fi AX11000	5 ГГц: 4804 Мбіт/с (802.11ax) 2.4 ГГц: 1148 Мбіт/с (802.11ax)
Тип антени	Зовнішня / Незнімна
Кількість антен	8
Захист інформації	WPA, WEP, EAP
Характеристики провідної мережі	
Вхідний інтерфейс (WAN)	10 100/ 1000BASE-T Ethernet (MDI / MDIX)
Процесор	Чотирьохядерний 64-розрядний процесор 1.8 ГГц
Кількість WAN портів	1 шт.
Кількість LAN портів	8 шт.
Дод. порти і роз'єми	2 порта USB 3.0
Підтримувані файлові системи	NTFS, exFAT, HFS+, FAT32
Підтримувані функції	Apple Time Machine FTP-сервер Медіа сервер Сервер Samba
Безпека	
Шифрування Wi-Fi	WPA WPA2 WPA3 WPA/WPA2-Enterprise (802.1x)
Мережева безпека	SPI Брандмауер Контроль доступу Прив'язка IP та MAC-адрес Шлюз прикладного рівня
Антивірус HomeCare	Перевірка шкідливих сайтів шкідливих сайтів Запобігання вторгненням через порт Ізоляція заражених пристроїв Повідомлення та логи

## Продовження таблиці

VPN-сервер	OpenVPN L2TP PPTP
Програмні характеристики	
Протоколи	IPv4 IPv6
Батьківський контроль HomeCare	Профілі, що настраюються Фільтрування контенту Блокування програм Фільтрування URL-адрес Обмеження часу, що проводиться у мережі Робота з розкладом (час сну) Детальна статистика
Типи WAN	Динамічний IP Статичний IP PPPoE PPTP L2TP
Хмарний сервіс	Автооновлення прошивки Оновлення прошивки OTA TP-Link ID DDNS
Прокидання NAT	Перекидання портів Port Triggering DMZ UPnP
IPTV	IGMP Proxy, IGMP Snooping Bridge

Archer AX11000 має 4-ядерний процесор 1,8 ГГц та 1 ГБ оперативної пам'яті, що забезпечує величезну пропускну здатність.

Маршрутизатор (роутер) Xiaomi Mi WiFi Router 4A Global. Він зображений на рис. 3.14. Ось його характеристики (рис. 3.15).



Рисунок 3.14 – Маршрутизатор Xiaomi Mi WiFi Router 4A Global [10]

Основні характеристики Wi-Fi-роутер Xiaomi Mi WiFi Router 4A Global

Ціна:	799 ₴/шт.
Бренд:	Xiaomi
Вхідний порт (WAN):	Ethernet
Частотний діапазон:	2.4 та 5 ГГц
Інтерфейси:	2 x 10/100 Мбіт/с LAN, 1 x 10/100 Мбіт/с WAN
Стандарти бездротової мережі:	WiFi 5 (802.11 g/n/ac)
Швидкість WAN:	100 Мбіт/с
Модель:	Mi WiFi Router 4A Global
Підтримувані протоколи:	PPPoE, IPv6, DHCP, NAT
Швидкість LAN:	100 Мбіт/с
Кількість антен:	4
Тип антен:	незнімна
Кількість LAN портів:	2

Рисунок 3.15 – Характеристики маршрутизатора (роутера) Xiaomi Mi WiFi Router 4A Global [10]

В цілому, Xiaomi Mi WiFi Router 4A Global є хорошим вибором для більшості домашніх користувачів, які шукають недорогий маршрутизатор із високою швидкістю та широким спектром дії.

Маршрутизатор (роутер) Mercusys AC12G. Він зображений на рис. 3.16.

Ось його характеристики (рис. 3.17).



Рисунок 3.16 – Маршрутизатор Mercusys AC12G [11]

**Основні характеристики Wi-Fi-роутер Mercusys AC12G**

Ціна: .....	1 099 ₴/шт.
Бренд: .....	Mercusys
Вхідний порт (WAN): .....	Ethernet
Частотний діапазон: .....	2.4 та 5 ГГц
Інтерфейси: .....	1 x 10/100/1000 Мбіт/с WAN, 3x10/100/1000 Мбіт/с LAN
Функції брандмауера: .....	DHCP-сервер, DMZ (демільтаризована зона)
Стандарти бездротової мережі: .....	WiFi 5 (802.11 g/n/ac)
Швидкість WAN: .....	1000 Мбіт/с
Модель: .....	AC12G
Підтримувані протоколи: .....	PPPoE, L2TP, PPTP
Швидкість LAN: .....	1000 Мбіт/с
Кількість антен: .....	4
Тип антен: .....	незнімна
Кількість LAN портів: .....	3

Рисунок 3.17 – Характеристики маршрутизатора (роутера) Mercusys AC12G [11]

Після проведеного порівняльного аналізу обладнання, що доступне на ринку, в своїй кваліфікаційній роботі використовую маршрутизатор моделі Маршрутизатор TP-Link Archer AX11000

### 3.3 Кабельна система

Для зв'язку в мережі використовуються кабелі або бездротовий тип зв'язку. Кабелі є більш поширеними, а деякі з видів кабелів, навіть, надійніші ніж бездротові системи зв'язку.

Існує 3 види кабелів, які використовують у мережах:

- мідні кабелі;
- коаксіальні кабелі;
- оптоволоконні кабелі.

Розглянемо мідні кабелі. Вони поділяються на два види:

- неекранова вита пара, UTP (рис. 3.18);
- екранова вита пара, STP (рис. 3.19).

Мідні кабелі є найпоширенішими. але вони не дуже надійні. Серед недоліків це ЕМЗ , РЧЗ і crosstalk.

Електромагнітні завади (ЕМЗ) або радіочастотні завади (РЧЗ) – сигнали ЕМЗ і РЧЗ можуть спотворювати і погіршувати сигнали даних, що передаються по мідних кабелях. Джерела ЕМЗ і РЧІ включають радіохвилі і електромагнітні пристрої, наприклад електричні двигуни.

Перехресні завади (crosstalk) – це перешкоди, при яких електричні або магнітні поля сигналу на одному дроті, впливають на сигнал у сусідніх дротах. У телефонних каналах перехресні завади можуть призводити до часткового прослуховування іншої голосової розмови з сусіднього каналу.

Уникнути таких проблем можна хорошим укладанням кабелів і належним заземленням. Також недоліком мідних дротів є відстань передавання сигналів. Чим більша відстань, тим слабший сигнал.

Неекранована вита пара (UTP) є найпоширенішим засобом під'єднання до мережі. Кабелі UTP з роз'ємами RJ-45 використовуються для з'єднання комп'ютерів мережі з проміжними мережними пристроями, наприклад, комутатор або (і) маршрутизатор.

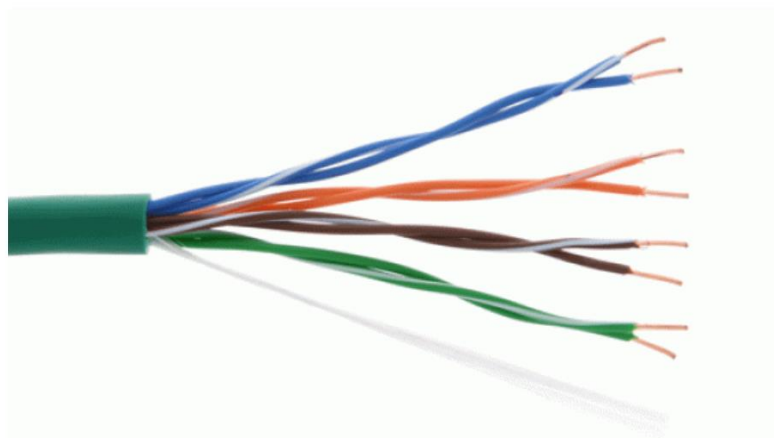


Рисунок 3.18 – Неекранована вита пара (UTP) [12]

Кабель UTP для локальних мереж складається з чотирьох пар кольорових дротів, скручених між собою і укладених у пластикову оболонку, що захищає від незначних фізичних пошкоджень. Скручування дротів захищає від перехресних завад.

Екранована вита пара забезпечує кращий захист від завад, ніж кабель UTP. Однак, в порівнянні з UTP, кабель STP значно дорожчий і складніший в монтажі. Як і для кабелю UTP, з STP використовують роз'єм RJ-45.

В кабелях STP поєднується екранування для захисту від ЕМЗ і РЧЗ та скручування дротів для захисту від перехресних завад. Треба зауважити, що при

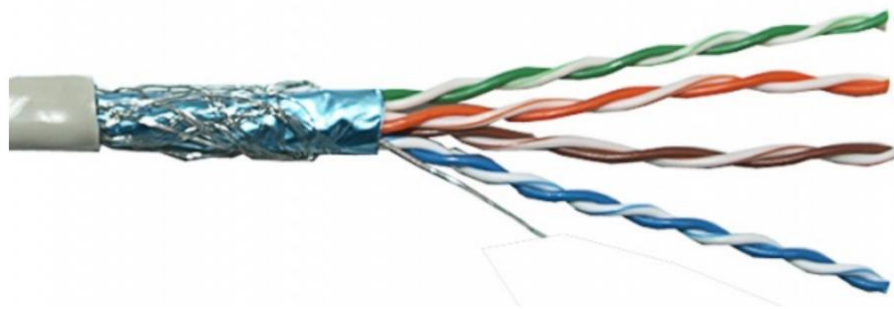


Рисунок 3.19 – Екранована пара (STP) [13]

неправильному заземленні кабелю екран може виступати в ролі антени і приймати небажані сигнали.

Коксіальні кабелі є підвидом мідних кабелів, але порівняно з UTP і STP, основними компонентами коксіального кабелю є центральний провід та металеве обплетення, розділені внутрішньою ізоляцією та розміщені в єдиній оболонці (рис. 3.20).



Рисунок 3.20 – Коксіальний кабель [14]

Розрізняють такі види коаксіальних кабелів:

- «Товстий» коаксіальний кабель розроблений для мереж Ethernet 10Base-5 з хвильовим опором 50 Ом і зовнішнім діаметром близько 12 мм. Однак, цей кабель складно монтувати;
- «Тонкий» коаксіальний кабель призначений для мереж Ethernet 10Base-2. Володіючи зовнішнім діаметром близько 50 мм і тонким внутрішнім провідником 0,89 мм, цей кабель не такий міцний, як «товстий», проте має набагато більшу гнучкість;
- телевізійний кабель з хвильовим опором 75 Ом широко застосовується в кабельному телебаченні.

Оптоволоконні кабелі (рис. 3.21) дуже відрізняються від вище згаданих кабелів, а все через те, що замість електричних імпульсів, інформація передається світловими імпульсами. Основним матеріалом оптоволоконних

кабелів є скловолокно. Це надає деякі переваги таким кабелям, наприклад, на передачу сигналу не впливають електромагнітні хвилі.

Класифікація оптоволоконних кабелів по дальності сигналу:

- магістральний;
- міський;
- об'єктовий.

Також бувають зовнішні і внутрішні оптоволоконні кабелі. Прикладом внутрішні оптоволоконних кабелів є розподільні та абонентські.

Розподільні призначені для формування загальної мережі, тоді як абонентські призначені для безпосереднього підключення абонентів.

Прикладом зовнішніх оптоволоконних кабелів є підвісні, для укладання на високовольтних ЛЕП, для укладання в комунікаційних колодязях, підводні, підземні.

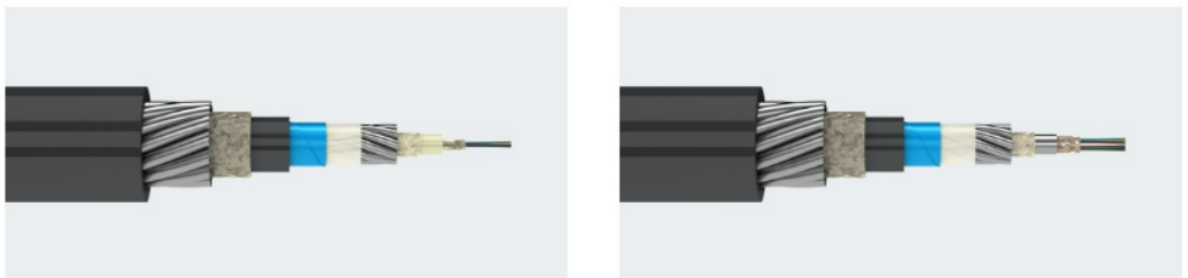


Рисунок 3.21 – Стандартний підводний кабель і підводний із стальним модулем [15]

В цілому, оптоволоконні кабелі це дуже зручний і доволі надійний тип передачі сигналу, разом з тим, вони дуже дорогі і їх проведення також дуже затратне.

У роботі з'єднання між шафами реалізовано за допомогою двох оптичних магістральних ліній 10Гбіт/с.

Для підключення робочих місць та точок доступу Wi-Fi використано мідні кабелі витої пари категорії Cat.6, що є оптимальним рішенням з точки зору співвідношення вартості та технічних характеристик.

## ВИСНОВКИ

У ході виконання даної кваліфікаційної роботи була проведена розробка внутрішньої локальної мережі підприємства. Метою роботи було спроектувати локальну комп'ютерну мережу, здійснити вибір структури та топології мережі.

В ході виконання було розглянуто загальні відомості про комп'ютерні мережі, їх топології.

У процесі реалізації була спроектована внутрішня комп'ютерна мережа відповідно до вибраної структури топології та запропонована кабельна система.

Підібрав необхідне обладнання та налаштував його відповідно до топології мережі, а також послідовності команд для його налаштування. При виборі обладнання перевага надавалася компанії TP-Link, як компанії, що найбільш зарекомендувала себе на ринку, яка виробляє сучасне обладнання і показник ціна-якість відповідно.

У ході розробки вдосконалив фаховий рівень про мережне обладнання, починаючи від комутаторів рівня доступу і до маршрутизаторів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Топологія мереж – Вікіпедія. Сайт Вікіпедія. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Топологія\\_мереж](https://uk.wikipedia.org/wiki/Топологія_мереж) (дата звернення 15.02.2023).
2. Топологія комп'ютерних мереж. Сайт Організація комп'ютерних мереж. URL: <https://kremenetskyu.blogspot.com/2017/10/blog-post.html> (дата звернення 15.02.2023).
3. Буров Є. В., Митник М. М. Комп'ютерні мережі. Підручник. Том другий. URL: <https://surl.li/zsdecr> (дата звернення: 22.02.2023).
4. Комутатор, що це таке. Сайт Network Tools. URL: <https://ntools.com.ua/uk/information/faq/chto-takoe-kommutator-switch/> (дата звернення 05.03.23).
5. Що таке маршрутизатор? Сайт Network Tools. URL: <https://ntools.com.ua/uk/information/faq/chto-takoe-marshrutizator-router/> (дата звернення 05.03.23).
6. Комутатор некерований Edge-core SMCFS802-USB 8x10/100Base-TX, USB живлення. Сайт Romsat. URL: <https://romsat.ua/komutator-nekerovaniy-edge-core-smcfs802-usb-8x10-100base-tx-usb-zhivlennya-/> (дата звернення: 15.03.2023).
7. Комутатор Tp-link TL-SG3428 L2, 24x10/100/1000Base-T, 4x1G SFP. Сайт Romsat. URL: <https://romsat.ua/komutator-tp-link-tl-sg3428-l2-24x10-100-1000base-t-4x1g-sfp/> (дата звернення: 05.03.23).
8. Комутатор RCI RS33016PFB. Сайт Romsat. URL: <https://romsat.ua/komutator-rci-rs33016pfb/> (дата звернення: 05.03.23).
9. Wi-Fi-роутер TP-Link Archer C64. Сайт epicentrk.ua. URL: <https://epicentrk.ua/shop/wi-fi-router-tp-link-archer-c64.html> (дата звернення 05.03.23).
10. Wi-Fi-роутер Xiaomi Mi WiFi Router 4A Global. Сайт epicentrk.ua. URL: <https://epicentrk.ua/shop/xiaomi-xiaomi-31270016.html> (дата звернення 05.03.23).
11. Wi-Fi-роутер Mercusys AC12G. Сайт epicentrk.ua. URL:

<https://epicentrk.ua/shop/marshrutizator-mercusys-ac12g-ac1200-3lan.html> (дата звернення 05.03.23).

12. Неекранована вита пара. Сайт Технологія мереж. URL: <https://nettech.ua/news/neekranirovannaja-vitaja-para> (дата звернення 27.02.2023).

13. Екранована вита пара. Сайт Технологія мереж. URL: <https://nettech.ua/news/ekranirovannaja-vitaja-para> (дата звернення 27.02.2023).

14. Лінії зв'язку, конектори, мережеве обладнання та їх монтаж. Сайт IT Блог Тараса Кучинського. URL: [https://kuchinskiy.blogspot.com/2017/12/blog-post\\_11.html](https://kuchinskiy.blogspot.com/2017/12/blog-post_11.html) (дата звернення 12.03.2023).

15. Види оптичного кабелю: основні типи волоконно-оптичних кабелів. Сайт OmniLink. URL: <https://omnilink.ua/vydy-optychnoho-kabelyu/> (дата звернення 17.03.2023).