

Міністерство освіти і науки України

Відокремлений структурний підрозділ «Тернопільський фаховий коледж
Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя»

(повне найменування вищого навчального закладу)

Відділення інформаційних технологій, менеджменту, туризму
та підготовки іноземних громадян

(назва відділення)

Циклова комісія комп'ютерної інженерії

(повна назва циклової комісії)

ПОЯСНОВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи

фахового молодшого бакалавра

(освітньо-професійного ступеня)

на тему: Розробка проєкту комп'ютерної мережі ТОВ "NekoHouse"

Виконала: студентка IV курсу, групи KI-406

Спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія
(шифр і назва спеціальності)

_____ Каріна ОЛІЙНИК

(ім'я та прізвище)

Керівник _____

Андрій ЮЗЬКІВ

(ім'я та прізвище)

Рецензент _____

(ім'я та прізвище)

**ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ
«ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ
ТЕРНОПІЛЬСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
імені ІВАНА ПУЛЮЯ»**

Відділення **інформаційних технологій, менеджменту, туризму
та підготовки іноземних громадян**

Циклова комісія **комп'ютерної інженерії**

Освітньо-професійний ступінь **фаховий молодший бакалавр**

Освітньо-професійна програма: **Обслуговування комп'ютерних систем і мереж**

Спеціальність: **123 Комп'ютерна інженерія**

Галузь знань: **12 Інформаційні технології**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова циклової комісії
комп'ютерної інженерії

_____ Андрій ЮЗЬКІВ

“30” березня 2026 року

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТЦІ**

Олійник Каріні Петрівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи: **Розробка проєкту комп'ютерної мережі ТОВ
“NekoHouse”**

керівник роботи **Юзків Андрій Васильович**
(прізвище, ім'я, по батькові)

затверджені наказом Відокремленого структурного підрозділу «Тернопільський фаховий коледж Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя» від 27.03.2026р № 4/9-167.

2. Строк подання студентом роботи: 15 червня 2026 року.

3. Вихідні дані до роботи: плани приміщень, завдання на проєктування, стандарти ANSI/EIA/TIA 568 - “Commercial Building Telecommunications Wiring Standart” і ANSI/EIA/TIA 569 - “Commercial Building Standart for Telecommunications Pathwais and Spaces

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Загальний розділ. Розробка технічного та робочого проєкту. Спеціальний розділ. Економічний розділ. Охорона праці та безпека життєдіяльності.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

- план приміщень;
- фізична топологія мережі;
- логічна топологія;
- таблиця IP-адрес;
- таблиця техніко-економічних показників.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Ім'я, прізвище та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Економічний розділ	Богдана МАРТИНЮК викладач		
Охорона праці та безпека життєдіяльності	Володимир ШТОКАЛО викладач		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Отримання і аналіз технічного завдання	31.03	
2	Збір і узагальнення інформації	08.05	
3	Написання першого розділу	15.05	
4	Розробка технічного та робочого проекту	22.05	
5	Написання спеціального розділу	28.05	
6	Розрахунок економічної частини	1.06	
7	Написання розділу охорони праці	3.06	
8	Виконання графічної частини	8.06	
9	Оформлення проєкту	10.06	
10	Погодження нормоконтролю	11.06	
11	Попередній захист роботи	12.06	
12	Захист кваліфікаційної роботи		

7. Дата видачі завдання: 31 березня 2026 року

Студент

_____ (підпис)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Каріна ОЛІЙНИК
(ім'я та прізвище)

Андрій ЮЗЬКІВ
ім'я та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Олійник К.П. Розробка проєкту комп'ютерної мережі ТОВ "NekoHouse": кваліфікаційна робота на здобуття освітньо-професійного ступеня фахового молодшого бакалавра, за спеціальністю 123 Комп'ютерна інженерія. Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2026. -84с.

Метою роботи є розробка продуктивної, надійної та безпечної комп'ютерної мережі для бізнесу. У проєкті проаналізовано технічні вимоги, обґрунтовано вибір обладнання й ПЗ, а топологію оптимізовано за допомогою VLAN. Розроблено інструкції з налаштування серверів, маршрутизаторів, комутаторів і робочих станцій. Економічна частина містить розрахунок собівартості й окупності та враховує вимоги охорони праці. Розрахунки підтверджують високу ефективність і доцільність реалізації проєкту.

Ключові слова: комп'ютерна мережа, маршрутизатор, комутатор, VLAN, IP-адресація, сервер, мережева безпека, охорона праці, техніка безпеки.

ANNOTATION

Oliinyk K.P. Development of the Computer Network Project for "NekoHouse" LLC: qualification work for the educational and professional degree of Professional Junior Bachelor, specialty 123 Computer Engineering. Ternopil: Structural Subdivision "Ternopil Vocational College of TNTU", 2026. - 84 p.

The objective is to develop an efficient, reliable, and secure computer network for business. The project analyzes technical requirements, justifies the choice of hardware and software, and optimizes the network topology using VLANs. Guidelines were developed for configuring servers, routers, switches, and workstations. The economic section includes calculations of the cost price and payback period, and accounts for occupational health and safety requirements. The calculations confirm the high efficiency and feasibility of the project implementation.

Keywords: computer network, router, switch, VLAN, IP addressing, server, network security, occupational health, safety engineering.

					2026.КВР.123.406.18.00.00 ПЗ	Арк
						4
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

Перелік термінів та скорочень.....	7
Вступ.....	8
1 Загальний розділ.....	9
1.1 Технічне завдання.....	9
1.1.1 Найменування та область застосування.....	9
1.1.2 Призначення розробки.....	10
1.1.3 Вимоги до апаратного і програмного забезпечення:.....	10
1.1.4 Вимоги до документації.....	11
1.1.5 Техніко-економічні показники.....	12
1.1.6 Стадії та етапи розробки.....	12
1.1.7 Порядок контролю та прийому.....	13
1.2 Постановка задачі на розробку проєкту. Характеристика підприємства, для якого створюється проєкт мережі.....	14
2 Розробка технічного та робочого проєкту.....	16
2.1 Опис та обґрунтування вибору логічного типу мережі.....	16
2.2 Розробка схеми фізичного розташування кабелів та вузлів.....	21
2.2.1 Типи кабельних з'єднань та їх прокладка.....	21
2.2.2 Будова вузлів та необхідність їх застосування.....	22
2.3 Обґрунтування вибору комунікаційного обладнання.....	23
2.4 Особливості монтажу мережі.....	35
2.5 Обґрунтування вибору програмного забезпечення.....	37
2.6 Обґрунтування вибору засобів захисту мережі.....	38
2.7 Тестування мережі.....	39
3 Спеціальний розділ.....	42
3.1 Інструкції з налаштування програмного забезпечення сервера.....	42
3.1.1 Інструкції з налаштування сервера Dell PowerEdge T360.....	42

					2026.КВР.123.406.18.00.00 ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Олійник К.П.</i>			Розробка проєкту комп'ютерної мережі ТОВ "NekoHouse" Пояснювальна записка	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Юзьків А.В.</i>					5	84
<i>Реценз.</i>						ВСП ТФК ТНТУ гр. КІ-406 м. Тернопіль		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Приймак В.А.</i>						
<i>Затверд.</i>								

3.2	Інструкції з налаштування активного комутаційного обладнання.....	44
3.2.1	Інструкції з налаштування маршрутизатора TP-Link Omada ER8411.....	44
3.2.2	Інструкції з налаштування головного комутатора.....	47
3.2.3	Інструкції з налаштування комутаторів робочих груп.....	54
3.2.4	Інструкції з налаштування безпроводного маршрутизатора.....	58
3.3	Інструкція з використання тестових наборів та тестових програм.....	59
3.4	Інструкція з експлуатації та моніторингу в мережі.....	60
4	Економічний розділ.....	63
4.1	Визначення стадій технологічного процесу та загальної тривалості розробки та реалізації комп'ютерної мережі для ТОВ "NekoHouse".....	63
4.2	Визначення витрат на оплату праці та відрахувань на соціальні заходи.....	64
4.3	Розрахунок матеріальних витрат.....	66
4.4	Розрахунок витрат на електроенергію.....	68
4.5	Визначення транспортних затрат.....	68
4.6	Розрахунок суми амортизаційних відрахувань.....	68
4.7	Обчислення накладних витрат.....	69
4.8	Складання кошторису витрат та визначення собівартості НДР.....	69
4.9	Розрахунок ціни НДР.....	70
4.10	Визначення економічної ефективності і терміну окупності капітальних вкладень.....	70
5	Охорона праці та безпека життєдіяльності.....	73
5.1	Електробезпека при прокладанні інформаційних кабелів та монтажі мережевих розеток в ТОВ "NekoHouse".....	73
5.2	Основні заходи щодо профілактики травматизму, хронічних професійних захворювань та аварій на виробництві.....	76
5.3	Практичні прийоми щодо використання в серверних первинних засобів пожежогасіння кімнатах ТОВ "NekoHouse".....	78
	Висновки.....	82
	Перелік посилань	83

ПЕРЕЛІК ТЕРМІНІВ ТА СКОРОЧЕНЬ

НПАОП – Нормативно-правовий акт з охорони праці

ПБЕЕС – Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів

ПУЕ – Правила улаштування електроустановок

СКС – структурована кабельна система

CLI (Command Line Interface) – інтерфейс командного рядка

DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) – протокол динамічного налаштування вузла

HTTPS (Hypertext Transfer Protocol Secure) – захищений протокол передачі гіпертексту

MAC (Media Access Control) – унікальний фізичний ідентифікатор мережевого пристрою

NAS (Network Attached Storage) – мережеве сховище даних

NAT (Network Address Translation) – механізм трансляції мережевих адрес

PVID (Port VLAN ID) – ідентифікатор віртуальної мережі за замовчуванням для порту комутатора

SSH (Secure Shell) – мережевий протокол для безпечного віддаленого керування

TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol) – основний стек мережевих протоколів Інтернету

UPS (Uninterruptible Power Supply) – джерело безперебійного живлення (ДБЖ)

UTP (Unshielded Twisted Pair) – неекранована вита пара

VLAN (Virtual Local Area Network) – віртуальна локальна комп'ютерна мережа

WAN (Wide Area Network) – глобальна комп'ютерна мережа (Інтернет)

ZFS (Zettabyte File System) – високопродуктивна файлова система для серверів

					2026.КВР.123.406.18.00.00 ПЗ	Арк
						7
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Стабільна робота сучасної ІТ-компанії залежить від якісного налаштування її внутрішньої мережі. Особливо це стає критичним у сферах розробки вебсайтів чи створення ігор, де вимоги до швидкості та надійності передачі даних значно вищі. Розробникам доводиться регулярно обмінюватися великими файлами, працювати з серверами та використовувати спільні бази даних. У зв'язку з цим важливо не лише забезпечити фізичне з'єднання комп'ютерів, але й створити продуману та стійку до великих навантажень мережеву інфраструктуру.

Головна мета кваліфікаційної роботи полягає у розробці сучасної комп'ютерної мережі для ІТ-компанії "NekoHouse", яка спеціалізується на створенні вебрішень та ігрового контенту. Під час роботи потрібно звернути увагу на аналіз технічного завдання та огляд доступних рішень. Для реалізації цього завдання необхідно спроектувати логічну й фізичну топології мережі, здійснити аргументований вибір активного та пасивного мережевого обладнання. Обов'язково потрібно розробити детальну інструкцію щодо встановлення і налаштування необхідного програмного забезпечення, що гарантуватиме стабільну роботу компанії.

					2026.КВР.123.406.18.00.00 ПЗ	Арк
						8
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Технічне завдання

1.1.1 Найменування та область застосування

Тема кваліфікаційної роботи - це розробка проєкту комп'ютерної мережі для ІТ-компанії "NekoHouse". Специфіка діяльності вимагає особливого підходу до організації мережевої інфраструктури. Окрім стандартних завдань з комунікації, мережа повинна забезпечувати високу швидкість передачі великих обсягів даних. Разом з тим, має гарантувати надійний захист інтелектуальної власності компанії.

До основних вимог компанії щодо побудови мережі належать:

- Створення єдиного інформаційного середовища для робочих місць розробників, тестувальників і дизайнерів із чітким визначенням прав доступу.
- Спільний доступ до мережевих ресурсів, зокрема високопродуктивних систем NAS, які використовуються для зберігання ігрових білдів та графічного контенту.
- Забезпечення стабільного та високошвидкісного інтернет-з'єднання для ефективної роботи з хмарними сервісами та віддаленими репозиторіями коду.
- Розгортання та підтримка внутрішніх локальних мережевих сервісів, зокрема проксі-серверів, серверів баз даних і тестових середовищ для вебсайтів.
- Розробка гібридної інфраструктури, яка забезпечує надійну роботу як високопродуктивних стаціонарних робочих станцій, так і мобільних пристроїв, включаючи ноутбуки, смартфони та планшети, з використанням захищених бездротових каналів зв'язку.

					2026.КВР.123.406.18.00.00 ПЗ	Арк
						9
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

1.1.2 Призначення розробки

Практична реалізація кваліфікаційної роботи спрямована на впровадження наступних функціональних можливостей:

- Об'єднання техніки в одну мережу з поділом на підмережі. Це дозволить створити спільний робочий простір для комп'ютерів розробників і дизайнерів у спільний простір, водночас розділивши їх на окремі сегменти. Такий підхід сприятиме ефективному розподілу трафіку між відділами, мінімізуючи взаємні перешкоди та підвищуючи рівень безпеки й стабільності у роботі системи.

- Налаштування доступу до Інтернету за допомогою технології NAT забезпечить усім робочим станціям і серверам компанії використовувати вихід у мережу. Це стане корисним для роботи з хмарними сервісами, оновлення програмного забезпечення та завантаження проєктів у репозиторії.

- Створення Wi-Fi-зони за допомогою точки доступу забезпечить співробітникам мобільність у межах офісного простору. Це дасть змогу вільно користуватися ноутбуками без прив'язки до конкретних робочих місць.

- Застосування сучасного обладнання дозволить значно прискорити передачу даних між відділами, тим самим істотно зменшивши час обробки великих файлів, зокрема таких, як вихідний код, графічні матеріали чи моделі для ігор.

Розробка стабільної та оптимізованої мережі суттєво підвищить якість робочих умов для команди "NekoHouse". Це сприятиме ефективнішій комунікації, швидкому виконанню завдань і оперативному усуненню технічних перешкод при доступі до корпоративних ресурсів.

1.1.3 Вимоги до апаратного і програмного забезпечення:

Для побудови мережевої інфраструктури компанії "NekoHouse" було обрано обладнання:

- Центральний комутатор на 24 порти.

					2026.КВР.123.406.18.00.00 ПЗ	Арк
						10
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

- Два комутатори на 8 портів, які обслуговують групу з 5 та 6 комп'ютерів.
- Один потужний комутатор на 24 порти.
- Один сервер для зберігання коду, баз даних та внутрішніх проєктів компанії.
- Один маршрутизатор.
- Одна точка доступу.
- Мережевий кабель.
- Роз'єми для термінування сегментів кабелю.
- Мережеві розетки.

Локальна мережа буде побудована на основі стеку протоколів TCP/IP версії 4.

1.1.4 Вимоги до документації

Для стабільної роботи мережі компанії “NekoHouse” та своєчасного вирішення можливих проблем необхідна якісна технічна документація. Це особливо важливо для ІТ-компаній. Це зумовлено тим, що зі збільшенням кількості співробітників чи інтеграцією нових серверів адміністратору потрібно мати чітке уявлення про архітектуру мережі.

Для моєї кваліфікаційної роботи було розроблено таку документацію:

- План приміщення.
- Логічна топологія.
- Фізична топологія.
- Таблиця IP-адрес.
- Специфікація обладнання та матеріалів.
- Кошторис проєкту.
- Таблиця розподілу VLAN.
- Конфігураційні файли обладнання.
- Документація з електробезпеки та пожежної безпеки.
- План резервного копіювання.

					2026.KBP.123.406.18.00.00 ПЗ	<i>Арк</i>
						11
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

- Інструкція системного адміністратора.

Окрім перелічених схем, уся технічна документація та процес прокладання мережі повинні відповідати державним стандартам та міжнародним нормам (наприклад, ДСТУ ISO/IEC 11801 або стандартам ТІА/EIA-568).

1.1.5 Техніко-економічні показники

Для мережі ІТ-компанії “NekoHouse” було визначено наступні техніко- економічні показники:

- Тип мережі – Гібридна.
- Стандарт мережі – Gigabit Ethernet.
- Кількість робочих станцій – 36.
- Маршрутизатор – TP-Link Omada ER8411.
- Середовище передачі – вита пара категорії 6.
- Вартість мережі до 500 тис.грн.

1.1.6 Стадії та етапи розробки

Проектування локальної комп’ютерної мережі поділяється на наступні етапи:

- Планування етапів розробки локальної мережі.
- Розробка логічної топології комп’ютерної мережі.
- Розробка фізичної топології комп’ютерної мережі.
- Вибір необхідного активного та пасивного обладнання.
- Прокладання кабельних сегментів.
- Встановлення сіткових розеток.
- Встановлення комутаційної шафи та підключення комунікаційного обладнання.
- Налаштування та підключення серверного обладнання.
- Конфігурування головного комутатора.

					2026.КВР.123.406.18.00.00 ПЗ	Арк
						12
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

- Конфігурування комутаторів робочих груп.
- Налаштування маршрутизаторів та параметрів мережевої безпеки.
- Організація безпроводного сегмента мережі.
- Тестування та налагодження мережі.
- Складання технічної документації.

1.1.7 Порядок контролю та прийому

Для забезпечення стабільної роботи мережі та відповідності її параметрів вимогам проєкту необхідно проводити контроль технічних характеристик. Перевірку слід починати з фізичного рівня, оцінюючи стан та якість ліній зв'язку за допомогою кабельного тестера. Після цього варто перейти до аналізу роботи активного обладнання із фокусом на статистику портів комутаторів. Виявлення помилкових пакетів на цьому етапі допомагає оперативно виявляти можливі технічні проблеми. Для більш ґрунтовного аналізу доцільно використовувати спеціалізовані програмні утиліти на комп'ютерах, які дозволяють зібрати дані про обсяги переданого та отриманого трафіку. Крім того, важливо виміряти реальну швидкість передачі даних між вузлами, щоб оцінити фактичну пропускну здатність мережі.

Процес прийняття мережі включає завершальну перевірку коректної роботи всіх сервісів і звірку встановленого обладнання із заявленими технічними вимогами. На цьому етапі також аналізується наявність повного пакета технічної документації.

Після успішного проходження всіх перевірок і підтвердження стабільності роботи мережі вона офіційно вважається готовою до експлуатації. Останнім кроком є підписання акта приймання-передачі, що засвідчує введення мережі в експлуатацію та її відповідність технічному завданню.

					2026.КВР.123.406.18.00.00 ПЗ	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		13

1.2 Постановка задачі на розробку проєкту. Характеристика підприємства, для якого створюється проєкт мережі.

Об'єктом розробки в цій кваліфікаційній роботі є мережева інфраструктура для ІТ-компанії “NekoHouse”. Основні напрями її діяльності включають розробку та підтримку вебсайтів і сервісів, створення ігрового контенту, розробку замовного програмного забезпечення, а також тестування та оптимізацію готових цифрових продуктів. Специфіка роботи компанії вимагає обробки значних обсягів даних, активного використання графічного контенту та постійної взаємодії з віддаленими серверами. У зв'язку з цим виникає потреба у високій пропускну здатності та стабільності локальної мережі.

Підприємство має добре розгалужену організаційну структуру, яка гармонійно відображається в плануванні офісного простору. Компанія займає третій поверх будівлі, оснащений як сходами, так і ліфтом для зручного доступу. Основною точкою взаємодії з клієнтами слугує зона рецепції, розташована на вході.

Офісний простір розділений на кілька функціональних зон. В окремих кабінетах, таких як офіс директора, бухгалтерія та відділ розрахунків, забезпечується підвищений рівень інформаційної безпеки завдяки ізольованому доступу, що також мінімізує рух сторонніх осіб у цих місцях. У свою чергу, в зоні роботи відділів дизайну та технічного забезпечення зосереджена діяльність, пов'язана з творчими та технічними аспектами створення і реалізації проєктів.

Для поточної операційної діяльності виділено простір для роботи менеджерів. Крім того, офіс передбачає зони для командної комунікації та співпраці: затишну залу засідань, кімнату для креативних обговорень і три індивідуальні кабінети для відеоконференцій.

Офісна інфраструктура включає зону відпочинку для співробітників, кухню та санвузли. Технічне оснащення зосереджене в серверній кімнаті, де розташоване основне комутаційне обладнання, сервери та системи зберігання

					2026.КВР.123.406.18.00.00 ПЗ	Арк
						14
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

даних. Приміщення спроектовано за концепцією відкритого простору для робочих зон із виділеними кабінетами для адміністративного персоналу.

Метою розробки проєкту є створення стійкої та надійної комп'ютерної мережі, яка об'єднає всі вказані підрозділи в спільний інформаційний простір. Під час проєктування слід врахувати фізичне розташування робочих місць на поверсі, щоб оптимізувати прокладання кабельних трас і забезпечити мінімальні затримки в роботі ключових сервісів компанії.

					2026.КВР.123.406.18.00.00 ПЗ	Арк
						15
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

2 РОЗРОБКА ТЕХНІЧНОГО ТА РОБОЧОГО ПРОЄКТУ

2.1 Опис та обґрунтування вибору логічного типу мережі

У процесі створення локальної комп'ютерної мережі для офісу компанії “NekoHouse” особливу увагу приділили визначенню логічної структури, вибору топології та архітектури взаємодії. Ці аспекти мають вирішальний вплив на ефективність роботи мережі, її масштабованість і захист корпоративних даних. Для забезпечення централізованого управління мережевими ресурсами, обліковими записами користувачів і політиками безпеки було обрано архітектуру “клієнт-сервер”. Такий підхід ідеально відповідає потребам корпоративного сегмента завдяки відсутності у однорангових мереж можливості забезпечити належний рівень захисту та легкість адміністрування.

Основою цієї архітектури виступає високопродуктивний сервер корпоративного класу Dell PowerEdge. Він виконує функції виділеного файлового сервера та централізованого сховища даних, гарантуючи стабільну роботу системи й високу надійність. Сервер оснащений швидкісною мережею картою зі слотами SFP+, що дозволяє досягти максимальної швидкості передавання даних і стабільності з'єднання. Крім того, це сприяє впровадженню диференційованого доступу співробітників до спільних файлів, робочих матеріалів та систем резервного копіювання.

У проєкті архітектурне рішення базується на гібридній топології, яка поєднує сильні сторони кількох підходів. Для рівня доступу користувачів застосовано ієрархічну структуру типу “зірка”, тоді як у межах головної комутаційної шафи реалізовано шинно-магістральну логіку з елементами повнозв'язної топології [11]. У цій центральній зоні зосереджено серверне обладнання, маршрутизатори та магістральні пристрої. Логічна топологія мережі базується на концепті логічної шини, реалізованої за допомогою стандартів Ethernet (IEEE 802.3). Така структура дозволяє організувати безконфліктний доступ до середовища передачі даних. Використання сучасних інтелектуальних комутаторів замість застарілих концентраторів забезпечує

					2026.КВР.123.406.18.00.00 ПЗ	Арк
						16
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

розбиття єдиного середовища передачі на окремі домени колізій, що відповідають кожному порту. Завдяки цьому повністю виключається ймовірність конфліктів при одночасній передачі кадрів різними робочими станціями, забезпечуючи максимальну пропускну спроможність для кожного каналу передачі даних.

Аналізуючи дротову частину локальної мережі компанії "NekoHouse", можна зробити висновок, що стандарт Gigabit Ethernet, що забезпечує швидкість до 1000 Мбіт/с (1 Гбіт/с), є найбільш вигідним та раціональним рішенням для організації робочих місць користувачів. Пропускна здатність у 1 Гбіт/с повністю покриває потреби повсякденної роботи програмістів, системних адміністраторів, менеджерів, а також допускає підключення офісної техніки і корпоративних точок доступу Wi-Fi. Однак при організації мережі із суто гігабітними з'єднаннями виникає ризик створення "вузьких місць" на магістральних сегментах, які з'єднують ключові пристрої. Наприклад, якщо кілька відділів одночасно передаватимуть великі обсяги даних на сервер, а інші користувачі працюватимуть із зовнішніми хмарними сервісами, то стандартні гігабітні з'єднання до сервера чи маршрутизатора швидко перевантажаться. Це призводить до серйозних затримок, збоїв у підключенні та може паралізувати роботу всього офісу [11].

Для вирішення поставленої задачі, забезпечення стабільної роботи ресурсів і зниження витрат на повну заміну мережевого обладнання я застосувала оптимізований і збалансований підхід до управління розподілом швидкостей у мережі. У сегменті доступу, де взаємодіють робочі станції, принтери та точки Wi-Fi, було обрано стандарт Gigabit Ethernet зі швидкістю 1 Гбіт/с. Цей варіант реалізований за допомогою мідної крученої пари категорії Cat5e або Cat6, що дозволяє зберегти існуючу кабельну інфраструктуру офісу та значно скоротити пов'язані витрати. Для організації магістральних з'єднань між центральним комутатором ядра мережі TP-LINK Omada SG3428X, файловим сервером Dell PowerEdge і маршрутизатором TP-Link Omada ER8411 використано високошвидкісний стандарт 10 Gigabit Ethernet (10GbE). Як сервер, так і маршрутизатор підключені до ядра мережі через оптичні

					2026.KBP.123.406.18.00.00 ПЗ	Арк
						17
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

трансивери або DAC-кабелі, які інтегруються через порти SFP+. Такий підхід забезпечує ефективність і надійність роботи мережевої інфраструктури, зберігаючи витрати на прийнятному рівні.

Швидкість 10 Гбіт/с на критично важливих ділянках мережі слугує фундаментом для гарантування відмовостійкості та стабільності внутрішньої системної інфраструктури. Поєднання сервера Dell, здатного обробляти значні обсяги корпоративних даних, і маршрутизатора TP-Link ER8411, відповідального за зовнішній трафік, потребує високої пропускну здатності з'єднань. Це забезпечує безперебійну роботу навіть за умов максимального завантаження всіх гігабітних сегментів офісу. Центральні магістралі зі швидкістю 10 Гбіт/с здатні ефективно впоратися із загальним потоком даних, не створюючи жодних ускладнень. Такий підхід усуває затримки в локальній мережі, забезпечуючи швидкий доступ до файлового сховища та надійне функціонування інтернет-шлюзу без перевантаження їхніх мережевих інтерфейсів.

Для підвищення якості мережевого трафіку, зменшення ширококомовних штормів та захисту ключових корпоративних ресурсів компанії "NekoHouse" у проєкт впроваджено логічну сегментацію з використанням віртуальних локальних мереж (VLAN) відповідно до стандарту IEEE 802.1Q [12]. Уся фізична інфраструктура офісу поділена на окремі логічні сегменти, які працюють в ізоляції один від одного на другому рівні моделі OSI. Такий підхід дозволяє чітко розмежувати доступ між різними групами користувачів і обладнанням, створивши спеціалізовані VLAN для адміністрації, розробників, гостьового Wi-Fi та серверного обладнання. Взаємодія між вузлами мережі будується на базі протокольного стеку TCP/IP, де кожен пристрій отримує унікальну ідентифікацію завдяки використанню IPv4 і приватних IP-адрес у рамках стандарту RFC 1918. Деталі адресного простору та маски підмереж для кожного сегмента наведені у таблиці 2.1. Для зручності та автоматизації налаштувань застосовується служба DHCP, яка динамічно розподіляє IP-адреси, маски підмереж і основні шлюзи між комп'ютерами та бездротовими пристроями. Додатково розгортається служба DNS для полегшення доступу

					2026.KBP.123.406.18.00.00 ПЗ	Арк
						18
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

співробітників до внутрішніх ресурсів через перетворення доменних імен на IP-адреси. Ключове мережеве обладнання, включно з інтернет-шлюзом та файловим сервером Dell PowerEdge, отримує статичні IP-адреси для забезпечення стабільного з'єднання, постійної доступності, а також спрощення процесу моніторингу всієї мережевої інфраструктури компанії "NekoHouse".

Таблиця 2.1 – Логічна адресація в ЛОМ

№ п/п	Діапазон позначення вузлів	Робоча група/ К-сть вузлів	Назва кабінету та його номер	Номер VLAN	Адреса підмережі/ Маска
1	2	3	4	5	6
1	WS_1-WS_5	5	Відділ дизайну	10	/24
2	WS_6-WS_7	2	Бухгалтерія і відділ розрахунків	20	/24
3	WS_8-WS_10	3	Комунікаційна кабіна	15	/24
4	WS_11	1	Зона рецепції	16	/24
5	WS_12-WS_30	19	Технічний відділ розробки і супроводу	25	/24
6	WS_31	1	Кабінет директора	30	/24
7	WS_32-WS_35	4	Робоча зона менеджерів	30	/24
8	WS_36	1	Зала засідань	31	/24
9	AP_1	1	Зона відпочинку персоналу	36	/24
10	SW_1	1	Відділ дизайну	10	/24
11	SW_2	1	Серверна	40	/24
12	SW_3	1	Технічний відділ розробки і супроводу	25	/24
13	SW_4	1	Робоча зона менеджерів	30	/24

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6
14	S 1	1	Серверна	40	/24
15	R 1	1	Серверна	40	/24

З метою підвищення безпеки та оптимізації трафіку фізична структура мережі була розподілена на віртуальні локальні мережі (VLAN) відповідно до функціонального призначення пристроїв. У таблиці 2.2 наведено необхідні дані для підготовки до конфігурування VLAN.

Таблиця 2.2 – Таблиця конфігурування VLAN

№ п/п	Позначення вузла	Номер порту	Тип порту	Назва мер. пристар.	Номер порту	Тип порту	Номер VLAN
1	WS_1- WS_5	Eth0	-	SW_1	1-5	Access	10
2	WS_6- WS_7	Eth0	-	SW_2	1-2	Access	20
3	WS_8- WS_10	Eth0	-	SW_2	3-5	Access	15
4	WS_11	Eth0	-	SW_2	6	Access	16
5	WS_12- WS_30	Eth0	-	SW_3	1-19	Access	25
6	WS_31	Eth0	-	SW_4	1	Access	30
7	WS_32- WS_35	Eth0	-	SW_4	2-5	Access	30
8	WS_36	Eth0	-	SW_4	6	Access	31
9	AP_1	Eth0	-	SW_2	7	Access	36
10	SW_1	Gi0/1	Trunk	SW_2	8	Trunk	1
12	SW_3	Gi0/1	Trunk	SW_2	9	Trunk	1
13	SW_4	Gi0/1	Trunk	SW_2	10	Trunk	1
14	S_1	Eth0	-	SW_2	11	Access	40
15	R_1	Eth0	-	SW_2	12	Access	40

2.2 Розробка схеми фізичного розташування кабелів та вузлів

2.2.1 Типи кабельних з'єднань та їх прокладка

Структурована кабельна система (СКС) локальної комп'ютерної мережі компанії створюється за ієрархічним принципом і включає такі ключові підсистеми [10]:

- Підсистема для кінцевого обладнання користувачів. До неї належать робочі станції (WS_1 – WS_36), бездротова точка доступу (AP_1), сервер (S_1), маршрутизатор (R_1), мережеві розетки RJ-45 і з'єднувальні патч-корди з мідних та оптичних матеріалів. Робочі місця користувачів і точки доступу під'єднуються через розетки RJ-45 за допомогою мідних патч-кордів категорії 6 (Cat 6). У серверній шафі для комутації високопродуктивного обладнання використовуються багатомодові оптичні патч-корди з роз'ємами LC/LC. Мережеві адаптери кінцевих пристроїв підтримують стандарти Fast Ethernet, Gigabit Ethernet і 10 Gigabit Ethernet, гарантуючи передачу даних зі швидкістю до 1 Гбіт/с для робочих станцій і до 10 Гбіт/с для сервера і маршрутизатора [10].

- Горизонтальна кабельна підсистема. Складається з кабелів, які з'єднують мережеві розетки в робочих місцях із комутаційними панелями на рівні кожного поверху чи робочої зони. Прокладання відбувається за допомогою неекранованої витोї пари UTP Cat 6, що забезпечує надійну роботу мережі зі швидкістю до 1 Гбіт/с на дистанції до 100 метрів. Усі кабелі від різних частин компанії – таких як відділи дизайну, бухгалтерії, технічний відділ та інші – під'єднуються до комутаторів доступу (SW_1, SW_3, SW_4) або безпосередньо до центрального комутатора (SW_2).

- Магістральна (вертикальна) підсистема. Це високошвидкісні кабельні канали, які об'єднують комутатори поверхових сегментів (SW_1, SW_3, SW_4) із центральним комутатором L3 (SW_2). Топологія побудована за схемою “зірка”. Для цього використовуються кабелі типу UTP Cat 6, які підключаються до гігабітних портів Uplink (Gi0/1 – Gi0/5), забезпечуючи

					2026.KBP.123.406.18.00.00 ПЗ	Арк
						21
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

пропускну здатність на рівні 1 Гбіт/с та мінімальні затримки трафіку під час маршрутизації між VLAN [10].

- Підсистема технічних приміщень. Ключовим елементом мережі є серверна кімната, у якій розташована телекомунікаційна шафа стандарту 19 дюймів. У цій шафі знаходяться головний комутатор SW_2, сервер S_1, маршрутизатор R_1, блоки безперебійного живлення (UPS) і патч-панелі. Кабельні траси укладені за допомогою пластикових короб-каналів уздовж стін і металевих лотків під підвісною стелею. Для створення естетичного вигляду та додаткового захисту кабелів використовується інтеграція комунікаційної шафи та зони рецепції через внутрішньостінні канали.

2.2.2 Будова вузлів та необхідність їх застосування

Топологія, тобто спосіб організації з'єднань між елементами локальної мережі (ЛОМ), визначає її основні характеристики, такі як надійність, продуктивність, масштабованість і вартість реалізації. Саме від обраного топологічного рішення залежать механізми передачі даних і вибір активного обладнання. Згідно з базовими принципами, локальні мережі класифікуються на кілька класичних типів [11]:

1. Зіркоподібна топологія (або “Зірка”) передбачає підключення всіх абонентських пристроїв до центральної точки, зазвичай комутатора. Цей тип відзначається високою надійністю для кінцевих користувачів, оскільки пошкодження одного кабелю не вплине на роботу інших пристроїв.

2. Кільцева топологія забезпечує послідовне з'єднання пристроїв у замкнуте кільце, де кожен елемент виконує функцію ретранслятора сигналу. Проте така структура має суттєві недоліки: високі затримки в передачі даних і низьку стійкість до збоїв.

3. Магістральна (шинна) топологія базується на використанні спільного пасивного каналу зв'язку (шини). Цей тип є застарілим через низьку ефективність при високих навантаженнях і складність діагностики пошкоджень кабелю [11].

					2026.КВР.123.406.18.00.00 ПЗ	Арк
						22
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

У нашій компанії для побудови локальної мережі використовується фізична гібридна топологія, що поєднує архітектурні особливості "розширеної зірки" (дротова частина) та "інфраструктурної топології" (бездротовий сегмент). Такий підхід повністю відповідає потребам підприємства і сучасним вимогам до мобільності працівників.

Складові мережі:

1. Дротова частина (розширена ієрархічна зірка): Основу мережі становлять чотири комутатори. Робочі станції користувачів (WS_1 – WS_36) підключені до комутаторів доступу SW_1, SW_3 і SW_4 за схемою "пряма зірка". Ці комутатори через гігабітні магістральні зв'язки (Trunk) об'єднуються в центральний комутатор SW_2, розташований у серверній кімнаті. Центральний вузол також містить сервер S_1 і маршрутизатор R_1. Таким чином, формується дворівнева ієрархічна структура.

2. Бездротова частина (топологія інфраструктури): Для забезпечення доступу у зоні відпочинку персоналу розгорнута бездротова точка доступу AP_1. Вона підключена до комутатора SW_2 кабелем і виконує роль центрального вузла бездротової підмережі. Мобільні пристрої працівників отримують доступ до мережі через радіоканал, утворюючи локальну "радіо-зірку" в межах загальної мережевої інфраструктури. Таке поєднання дротових і бездротових компонентів забезпечує оптимальний баланс між продуктивністю, масштабованістю й мобільністю, повністю відповідаючи потребам сучасного підприємства.

2.3 Обґрунтування вибору комунікаційного обладнання

Архітектура локальної мережі базується на поєднанні активних та пасивних технічних засобів. Серед пасивного обладнання в проєкті використано:

- Кабельна система локальної мережі.
- Розетки RJ-45.

					2026.КВР.123.406.18.00.00 ПЗ	Арк
						23
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

- Кабельні сегменти, які забезпечують з'єднання розеток з портами комутаційного обладнання
- 24-портові патч-панелі PCNET.
- Настінна комутаційна шафа.

А серед активного обладнання є:

- Центральний комутатор (ядро мережі).
- Комутатори робочих груп (рівень доступу).
- Безпроводний маршрутизатор.
- Маршрутизатор.

Для ефективної роботи необхідно здійснити порівняння та обрати оптимальний центральний комутатор. У таблиці 2.3 наведено порівняльний аналіз технічних характеристик комутаторів.

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики центрального комутатора

Характеристика	MikroTik CRS326-24G-2S+RM	TP-Link Omada SG3428X	Cisco CBS350-24T-4X
1	2	3	4
Кількість портів 10/100/1000 Base-TX (RJ-45)	24	24	24
Кількість портів 10G SFP+ (Uplink)	2	4	4
Комутаційна матриця (Switching Capacity), Гбіт/с	44	128	128
Швидкість пересилання пакетів (Forwarding Rate), Mpps	32.7	95.23	95.23
Об'єм оперативної пам'яті (RAM)	512 MB	256 MB	512 MB
Підтримка стандарту Gigabit Ethernet	+	+	+

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4
Додаткові слоти (Uplink)	2 × 10G SFP+	4 × 1G SFP	4 × 1G SFP
Пропускна здатність, Гбіт/с	44	56	56
Швидкість комутації, млн. пакетів/с (Mpps)	32.7	41.66	41.66
Підтримка PoE (Power over Ethernet)	-	+	-
Віддалене керування	Web-інтерфейс, WinBox, Telnet, SSH, CLI	Web-інтерфейс, CLI, Omada SDN, SNMP	Web-інтерфейс, Cisco Business Dashboard, CLI, SSH

Для реалізації використовується комутатор TP-Link SG2428P, зовнішній вигляд якого зображено на рисунку 2.2. Ця модель, оснащена 24 гігабітними портами, була обрана через необхідність підключення до неї 19 робочих комп'ютерів підприємства [7].



Рисунок 2.2 – Комутатор TP-Link SG2428P

Наступним етапом є аналіз та вибір комутаторів, які будуть відповідати за рівень доступу. Особливістю створеної топології є підключення до цих комутаторів невеликих ізольованих груп комп'ютерів, кожна з яких складається приблизно з 5-6 робочих станцій на один вузол. Такий підхід дозволяє ефективно організувати прокладання кабельних ліній у межах офісного простору, а також значно полегшує управління мережею і контролювання трафіку.

У таблиці 2.5 наведено порівняльну характеристику технічних параметрів комутаторів робочих груп, що дозволяє зробити зважений вибір під час їхнього придбання.

Таблиця 2.5 – Порівняння технічних характеристик комутаторів робочих груп

Характеристики	MikroTik CSS610-8G-2S+IN	TP-Link SG2008 (Omada)	Cisco CBS250-8T-D
Підтримувані стандарти	IEEE 802.3, 802.3u, 802.1p, 802.3x, 802.3ab, 802.1Q	IEEE 802.3, 802.3u, 802.1p, 802.3x, 802.1w, 802.3ab, 802.1Q	IEEE 802.3, 802.3u, 802.1p, 802.3x, 802.1D
Кількість портів 10/100/1000 Base-T	8	8	8
Додаткові слоти (Uplink)	2 × 10G SFP+	-	-
Пропускна здатність, Гбіт/с	56	16	16
Швидкість комутації, млн. пакетів/с (Mpps)	41.7	11.9	11.9
Живлення по PoE-in (вхідне)	+	+	+
Віддалене керування	Web-інтерфейс (через браузер)	Web-інтерфейс, CLI, Omada SDN	Web-інтерфейс, Cisco Business Dashboard, CLI

Для робочих груп із 8 портів планується використання двох комутаторів моделі TP-Link SG2008 (Omada), зовнішній вигляд яких представлено на рисунку 2.3 [7].



Рисунок 2.3 – Комутатор TP-LINK SG2008

Для забезпечення стабільного локального підключення до Інтернету, захисту даних та організації віддаленого доступу рекомендується встановити продуктивний маршрутизатор. У таблиці 2.6 представлено порівняльні характеристики технічних параметрів різних моделей маршрутизаторів.

Таблиця 2.6 – Порівняння технічних характеристик маршрутизаторів

Характеристика	MikroTik hAP ax3	TP-Link Omada ER8411	Cisco C1111-8PWB
Кількість LAN/WAN портів	1 × 2.5G, 4 × 1G	2 × 10G SFP+, 1 × 1G SFP, 8 × 1G RJ-45	2 × 1G (WAN), 8 × 1G (LAN)
Максимальна кількість WAN	до 2 портів	до 10 портів (за умови налаштування LAN/WAN)	до 2 портів
Пропускна здатність NAT / Шлюзу	1.9 Гбіт/с	9.97 Гбіт/с	від 250 до 800 Мбіт/с (залежно від сервісів безпеки)
Об'єм оперативної пам'яті (RAM)	1 GB	4 GB (DDR4)	4 GB
Бездротовий інтерфейс (Wi-Fi)	+	-	+
Анени бездротової мережі	Знімні зовнішні (2 шт.)	-	Вбудовані внутрішні
Підтримка PoE (Power over Ethernet)	+	-	+
Пропускна здатність VPN (IPsec)	до 700 Мбіт/с	до 5.92 Гбіт/с	до 150 Мбіт/с
Тип керування та ОС	RouterOS (Level 5	Omada SDN, Web, CLI	Cisco IOS XE, Web-UI, CLI

Для локальної мережі буде використано TP-Link Omada ER8411, який зображено на рисунку 2.4. Його технічні характеристики наведено в таблиці 2.7[7].



Рисунок 2.4 – Маршрутизатор TP-Link Omada ER8411

Таблиця 2.7 – Технічні характеристики TP-Link Omada ER8411

Параметри	Значення
1	2
Процесор	Чотириядерний 64-бітний процесор ARM Cortex-A72 (тактова частота 2.2 ГГц)
Оперативна пам'ять (RAM)	4 ГБ DDR4
Постійна пам'ять (Flash)	4 МБ SPI NOR + 8 ГБ eMMC
Мережеві інтерфейси (порти)	1× 10G SFP+ WAN порт 1× 10G SFP+ WAN/LAN порт 1× 1G SFP WAN/LAN порт 8× 1G RJ-45 (1× WAN, 2× WAN/LAN, 5× LAN)
Консольні порти	1× RJ-45, 1× USB Type-C
Додаткові інтерфейси	2× USB 3.0 (підтримка мобільних 4G/3G модемів для резервування каналів)
Конструктивне виконання	Монтаж у 19" стійку (1U), металевий корпус, активне охолодження
Надійність живлення	Два резервовані вбудовані блоки живлення (Redundant Power Supplies, 100–240 В)
Кількість одночасних сесій	2 300 000
Пропускна здатність NAT	До 9.4 Гбіт/с (при використанні 10G портів)
Пропускна здатність IPsec VPN	До 1.3 Гбіт/с (алгоритм шифрування AES-256)
Базові стандарти	IEEE 802.3, 802.3u, 802.3ab, 802.3z, 802.3ae, 802.1q, 802.1p
Протоколи взаємодії	TCP/IP, DHCP, ICMP, NAT, PPPoE, SNMP, HTTP, HTTPS, DNS, IPv4, IPv6
Режими роботи системи	NAT, Non-NAT (класична маршрутизація)

Продовження таблиці 2.7

1	2
Типи WAN-з'єднання	Статична IP-адреса, динамічна IP-адреса, PPPoE, PPTP, L2TP
Протоколи маршрутизації	Статична маршрутизація, динамічна маршрутизація (RIP v1/v2, OSPF v2/v3, BGP)
Віртуальні мережі (VLAN)	802.1Q VLAN, Port-based VLAN (підтримка до 4094 VLAN-ідентифікаторів)
Балансування навантаження	Інтелектуальний розподіл трафіку (Load Balancing), маршрутизація за політиками (Policy Routing), резервування каналів (Link Backup: Failover, Timing)
Мережеві сервіси	DHCP Server/Client, DHCP Reservation, DHCP Relay, DHCPv6, DDNS (Dyndns, No-IP)
Реалізація NAT	One-to-One NAT, Multi-nets NAT, Virtual Server, Port Triggering, UPnP, ALG (FTP, SIP, H.323, IPsec, PPTP)
Контроль трафіку	Обмеження швидкості (Rate Limit) на базі IP, ліміт сесій, пріоритезація трафіку (QoS)
Кількість VPN-тунелів	IPsec VPN: до 300 тунелів OpenVPN: до 110 тунелів L2TP VPN: до 120 тунелів PPTP VPN: до 120 тунелів
Захист від мережевих атак	Захист від атак TCP/UDP/ICMP Flood, блокування сканування портів (Stealth FIN/Xmas/Null), захист від Ping-запитів із зовнішнього WAN-інтерфейсу
Фільтрація та брандмауер	SPI Firewall, контроль доступу на базі IP/Портів (ACL), фільтрація URL-адрес та ключових слів, контроль додатків (блокування IM, P2P, SNS, Proxy)
Сервісні функції	Вебпортал автентифікації (Captive Portal), NTP, моніторинг статистики, імпорт/експорт конфігурацій, системний журнал (Syslog), інструменти діагностики (Ping, Traceroute)

Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

2026.КВР.123.406.18.00.00 ПЗ

Арк

30

Продовження таблиці 2.7

1	2
Режими адміністрування	Централізований (через Omada SDN Controller: хмарний, програмний або апаратний) Автономний (через локальний Web-GUI, CLI за допомогою SSH або консольного порту)

Для створення бездротових сегментів локальної мережі необхідно обрати бездротовий маршрутизатор. Порівняльні характеристики цих маршрутизаторів наведені у таблиці 2.8.

Таблиця 2.8 – Вибір точки доступу локальної мережі

Характеристики	TP-Link Omada ER706W	MikroTik hAP ax ³	Cisco Business 143ACM
Підтримувані стандарти Wi-Fi	IEEE 802.11a/b/g/n/ac/ax (Wi-Fi 6)	IEEE 802.11a/b/g/n/ac/ax (Wi-Fi 6)	IEEE 802.11a/b/g/n/ac (Wi-Fi 5)
Максимальна швидкість бездротового зв'язку	До 3000 Мбіт/с (2402 + 574)	До 1800 Мбіт/с (1201 + 574)	До 867 Мбіт/с
Частотні діапазони	2.4 ГГц / 5 ГГц	2.4 ГГц / 5 ГГц	2.4 ГГц / 5 ГГц
Кількість мідних портів (LAN/WAN)	5× 10/100/1000 Мбіт/с RJ-45	1× 2.5G RJ-45 + 4× 1G RJ-45	1× 10/100/1000 Мбіт/с RJ-45
Наявність SFP-слоту (для оптики)	+	-	-
Підтримка фільтрації за MAC-адресами	+	+	+
Протоколи безпеки (WPA2/WPA3)	+	+	+
Централізоване керування (SDN)	+	+	+
Віддалене адміністрування (Web/CLI/SSH)	+	+	+

Для локальної мережі буде використано TP-LINK Omada ER706W, який зображено на рисунку 2.5 [7].



Рисунок 2.5 – Безпроводний маршрутизатор TP-LINK ARCHER-AX10

Для файлового сервера компанії обрано сервер Dell PowerEdge T360, який керується апаратним контролером PERC H355. Зовнішній вигляд сервера показано на рисунку 2.6, а його повні характеристики наведено в таблиці 2.9[9].



Рисунок 2.6 – Сервер Dell PowerEdge T360 E-2414 16GB 480GB H355

Таблиця 2.9 – Технічні характеристики Dell PowerEdge T360 E-2414 16GB 480GB H355

Параметр	Значення характеристики
Модель процесора	2 × Intel Xeon Silver 4114 (сумарно 2 процесори)
Кількість ядер / потоків	20 ядер / 40 потоків (по 10 ядер / 20 потоків на один CPU)
Тактова частота	2.20 ГГц (базова) / 3.00 ГГц (Max Turbo)
Кеш-пам'ять	13.75 MB L3 Cache на один процесор
Об'єм пам'яті	64 ГБ (розширення за допомогою модулів DDR4 ECC Registered)
Загальна кількість слотів	24 слоти для модулів пам'яті DIMM
Формат дискового кошика	8 × 2.5" SFF (з можливістю гарячої заміни Hot-Plug)
Наявність накопичувачів	Без дисків у базовій комплектації (No HDD / No SSD)
Апаратний RAID-контролер	Dell PERC H730P (2 ГБ кеш-пам'яті, підтримка RAID 0, 1, 5, 6, 10, 50, 60)
Мережева плата (Дочірня)	Dell NDC з чотирма портами (конфігурація залежно від обраного модуля, зазвичай 4 × 1GbE або 2 × 10GbE + 2 × 1GbE)

Для надійного зберігання основних даних у сервер додатково встановлено жорсткий диск корпоративного класу Seagate Exos 7E2000 на 2 ТБ (ST2000NX0253) зі швидкістю 7200 об/хв [9].

Щоб сервер швидко обмінювався даними з мережею, у нього встановлено швидкісну двопортову оптичну карту Dell Intel X710-DA2 10GbE SFP+ (парт-номери: 05N7Y5, 0Y5M7N, 0G54KD). Це дозволить передавати дані на швидкості до 10 Гбіт/с [9].

Зведений перелік мережевого обладнання для побудови локальної мережі наведено в таблиці 2.10.

Таблиця 2.10 – Мережеве обладнання для побудови ЛОМ

№	Найменування матеріальних ресурсів	Од. вим.	Факт. витрачено матеріалів	Ціна одиниці, грн.
1	2	3	4	5
1	Маршрутизатор TP-Link Omada ER8411	шт.	1	25 601
2	Центральний комутатор TP-LINK Omada SG3428X	шт.	1	11 499
3	Комутатор TP-LINK SG2428P	шт.	1	13 999
4	Комутатор TP-LINK SG2008	шт.	2	3 498
5	Точка доступу TP-LINK ARCHER-AX10	шт.	1	9 000
6	Патч-панель Digitus CAT 6A 24-port	шт.	1	3 427
7	Розетка RJ-45	шт.	50	6500
8	Короб	м.	140	15400
9	Кабель UTP	м.	650	7800
10	Патчкорди	шт.	100	2400
11	Комутаційна шафа	шт.	1	9 000
12	Оптичний пачкорд LC-LC MM	м.	2	600
13	Жорсткий диск Seagate Exos 7E2000 2Тб 7200 об/хв 6 Gbit/s	шт.	1	11 550
14	Мережева карта Dell Intel X710-DA2 10GbE SFP+	шт.	1	2890
15	Роз'єм на кабель	шт.	100	850

Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

2026.КВР.123.406.18.00.00 ПЗ

Арк

34

Продовження таблиці 2.10

1	2	3	4	5
16	Файловий сервер Dell PowerEdge T360 E-2414 16GB 480GB H355	шт.	1	126 507

2.4 Особливості монтажу мережі

Основною проблемою при створенні структурованих кабельних систем (СКС) для забезпечення роботи сучасних високошвидкісних додатків залишається якість виконання монтажних робіт. Відповідно до даних міжнародної асоціації професіоналів телекомунікаційної галузі BICSI (Building Industry Consulting Service International), до 80% мереж, які будуються з використанням якісних компонентів, не проходять сертифікацію на заявлену категорію через порушення технологій та правил монтажу.

Існують суворі стандарти, як-от ISO/IEC 11801 і ANSI/TIA/EIA-568, які визначають вимоги до встановлення СКС. Слідування цим стандартам допомагає зберегти початкові робочі характеристики компонентів, об'єднаних у лінії та канали, а також значно спрощує адміністрування мережі в майбутньому. Оптимізація передачі сигналу залежить від правильного поводження з витою парою, акуратної підготовки кабелю та технологічного термінування (підключення до розеток і патч-панелей) [10,13].

Особливо чутливими до механічних впливів є кабелі категорії 6 (Cat 6). Наприклад, перевищення допустимої довжини розплетення пари провідників або порушення радіуса вигину може значно погіршити показники перехресних перешкод. На низьких частотах (до 10 Мбіт/с) монтажні недоліки можуть залишитися непоміченими. Однак у корпоративній мережі з гігабітними каналами (Gigabit Ethernet) та частотами до 250 МГц навіть найменша помилка

може викликати втрату пакетів, уповільнення швидкості або повну несправність зв'язку.

Оцінка якості ліній передачі базується на таких параметрах, як загасання сигналу, опір постійному струму, зворотні втрати і NEXT (перехресні перешкоди на ближньому кінці). Параметр NEXT особливо залежить від якості термінування і геометрії кабелю. Недотримання технології прокладання може призвести до так званого “ефекту рамкової антени”, коли кабель починає випромінювати електромагнітні завади. Для побудови локальної мережі обраний кабель стандарту UTP Cat 6 без екранування. При виконанні монтажу враховуються наступні технологічні аспекти:

1. Організація кабельних трас в офісах. Внутрішня проводка до робочих місць (WS_1 – WS_36) здійснюється відкритим способом у білих пластикових декоративних кабель-каналах. Це сприяє естетичному оформленню приміщень, захищає кабелі від пошкоджень і полегшує доступ для ремонту чи розширення мережі.

2. Прокладка кабелів у коридорах. Магістральні траси, що з'єднують робочі місця із серверною кімнатою (комутатор SW_2), розташовуються в застеленому просторі під натяжною стелею. Кабелі укладаються у металеві лотки або гофровані труби, прикріплені до основної стелі за допомогою спеціальних підвісів.

3. Довжина та натяг кабелів. Горизонтальний кабель між комутатором і розеткою має довжину максимум 90 метрів, а патч-корди – до 5 метрів. Зусилля натягування кабелю не повинно перевищувати 50 Н для запобігання пошкодженню мідних провідників.

4. Мінімальний радіус вигину. Для кабелю UTP категорії 6 слід дотримуватися мінімального радіуса вигину: не менше 8 діаметрів під час монтажу та не менше 4 діаметрів при остаточній фіксації. Потрібно уникати утворення гострих кутів на маршруті прокладання, зокрема у місцях переходу траси з коридору (з-під натяжної стелі) до кабінетів або пластикових коробів. Плавність траєкторії забезпечується використанням кутових перехідників для кабель-каналів.

					2026.КВР.123.406.18.00.00 ПЗ	Арк
						36
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Електромагнітна ізоляція. Кабельні траси, що прокладаються у коробах та під натяжною стелею, повинні розташовуватися на відстані щонайменше 15 см від ліній силового електроживлення, люмінесцентних світильників і кондиціонерів. Це необхідно для зменшення ризику виникнення електромагнітних перешкод.

6. Монтаж розеток та патч-панелей. Термінування виті пари здійснюється відповідно до єдиного стандарту T568B[13] у всіх точках мережі, щоб уникнути перехрещення жил. Розплетена ділянка пари на кінцях підключення до IDC-контактів розеткових модулів має бути суворо обмеженою і не перевищувати 1,5 см. Зовнішня захисна оболонка кабелю повинна щільно прилягати до корпусу конектора.

2.5 Обґрунтування вибору програмного забезпечення

Для робочих станцій використовується Windows 11 Pro, яка надає користувачам низку важливих переваг[14]:

- Підвищена продуктивність: швидкий запуск і завершення роботи системи, оптимізоване перемикання між сеансами та режимами, а також більш ефективна робота з багатоядерними процесорами.

- Системні інструменти управління ресурсами: розподіл навантаження на апаратне забезпечення, захист від збоїв і зависань корпоративного програмного забезпечення, а також автоматична діагностика системи, яка працює у фоновому режимі.

- Інтелектуальний пошук: швидкий доступ до потрібних файлів і програм, спрощена система попереднього перегляду результатів пошуку безпосередньо на панелі завдань. Завдяки цій функції можна легко знайти будь-які об'єкти з архівів, збережених у Windows 11.

- Посилений контроль доступу: інтегровані механізми захисту та автентифікації, які запобігають несанкціонованому використанню мережевих ресурсів і блокують небажані дані.

					2026.КВР.123.406.18.00.00 ПЗ	Арк
						37
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

- Гнучка настройка: зручний і зрозумілий користувачеві інтерфейс із можливістю персоналізації робочого простору.

- Підтримка апаратної сумісності: можливість автоматичного завантаження необхідних драйверів, у тому числі для мережевого обладнання, через центр оновлень Windows.

- Сумісність програмного забезпечення: вбудовані інструменти забезпечують безперешкодний запуск програм для інженерних задач (наприклад, AutoCAD) та офісних застосунків.

- Зручна міграція даних: швидке перенесення файлів, персональних налаштувань та облікових записів користувачів зі старого пристрою на новий за допомогою локальних або хмарних рішень [14].

Для керування файловим сервером корпоративного рівня Dell PowerEdge була обрана спеціалізована операційна система TrueNAS SCALE [15]. Вона базується на ядрі Linux/Debian і оптимізована для роботи з великими обсягами даних та забезпечення стабільної продуктивності.

2.6 Обґрунтування вибору засобів захисту мережі

Операційна система головного маршрутизатора забезпечує надійний рівень захисту завдяки потужному вбудованому міжмережевому екрану (Firewall), який виконує фільтрацію трафіку між локальною мережею компанії та мережею Інтернет. Функціональність фільтрації пакетів реалізується на основі кількох ключових параметрів:

- IP-адреса відправника та одержувача (за потреби обмеження доступу між відділами);

- вхідні та вихідні інтерфейси маршрутизатора;

- протоколи (TCP, UDP, ICMP тощо);

- номери портів (для блокування небажаних або небезпечних служб);

- розширений аналіз опцій протоколу TCP для протидії мережевим атакам.

					2026.КВР.123.406.18.00.00 ПЗ	Арк
						38
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Маршрутизатор TP-Link Omada ER8411 функціонує на базі фірмової операційної системи, яка створена спеціально для корпоративного використання.

Основою цієї ОС слугує модифіковане ядро Linux, а її структура глибоко взаємопов'язана з екосистемою програмно-керованих мереж Omada SDN. Ключові особливості та варіанти управління цією системою включають [16]:

- Централізоване адміністрування (SDN Mode): маршрутизатор інтегрується в об'єднану мережеву інфраструктуру і управляється через Omada SDN Controller (хмарний варіант, апаратний контролер або програмний аналог) [16].

- Автономне управління (Standalone Mode): конфігурація виконується безпосередньо через локальний вебінтерфейс (GUI) або за допомогою командного рядка (CLI) через протокол SSH чи консольний порт [16].

На рівні робочих станцій користувачів захист посилюється встроєним брандмауером операційної системи Windows 11 Pro, який дозволяє додатково фільтрувати трафік на кожному ПК. У налаштуваннях безпеки визначатиметься перелік програм, яким дозволено активну взаємодію з мережею. Водночас будь-яка підозріла активність стороннього софту блокуватиметься автоматично.

2.7 Тестування мережі

Тестування локальної комп'ютерної мережі вимагає використання різних інструментів та методик. Основи програмного аналізу та перевірки мережевих протоколів описані в розділі 3.3, який містить “Інструкція з використання тестових наборів та тестових програм”. Для задач сертифікації, пошуку несправностей і приймально-здавальних випробувань фізичної кабельної інфраструктури я вирішила скористатися сучасним професійним комплектом Fluke Networks MicroScanner PoE (MS-POE-KIT), зображеним на рисунку 2.7. Цей пристрій, відповідний промисловим стандартам, доступний для придбання

					2026.КВР.123.406.18.00.00 ПЗ	Арк
						39
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

в Україні та забезпечує ефективне усунення дефектів монтажу витвої пари UTP Cat 6.

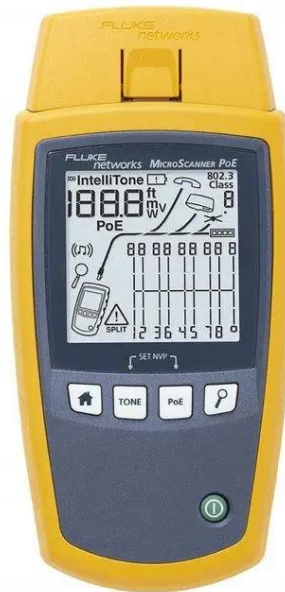


Рисунок 2.7 – Багатофункціональний мережевий тестер Fluke Networks MicroScanner PoE

Обраний комплекс забезпечує виконання ключових функцій, необхідних для успішної роботи нашої мережі:

- Відображення схеми розводки (Wiremap): на екрані тестера миттєво відображається довжина кожної пари, наявність кросоверів, обривів, коротких замикань чи розщеплених пар. Завдяки вбудованому рефлектометру (TDR) пристрій точно визначає відстань до місця пошкодження кабелю в метрах, що сприяє оперативному усуненню помилок монтажу в кабінетах.

- Діагностика Ethernet-сервісів: пристрій дозволяє визначити реальну швидкість з'єднання (10/100/1000 Мбіт/с) та режим дуплексу на портах. Це дає змогу впевнитися, що лінії до робочих станцій WS_1 – WS_36 та сервера S_1 функціонують з максимальною гігабітною швидкістю.

- Визначення активних портів комутатора: тестер підтримує протоколи CDP (Cisco Discovery Protocol) та LLDP. При підключенні до будь-якої розетки в офісі він відображає назву комутатора та точний номер порту (наприклад, SW_2 чи SW_3), до якого підключений кабель. Це значно спрощує процес маркування мережі.

					2026.КВР.123.406.18.00.00 ПЗ	Арк
						40
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

- Тестування PoE і визначення його класу: пристрій орієнтований на роботу з технологією PoE (Power over Ethernet). Він миттєво виявляє наявність напруги в лінії та визначає клас потужності (від Class 0 до Class 8) відповідно до стандартів 802.3at/af/bt. Це особливо важливо для діагностики живлення бездротової точки доступу AP_1.

- Трасування кабелів за допомогою IntelliTone-зонда: комплект MS-POE-KIT включає цифровий зонд-приймач. Тестер генерує спеціальний звуковий сигнал, що дозволяє монтажнику швидко знайти потрібний кабель у щільному пучку під натяжною стелею або на патч-панелі серверної шафи.

Окрім перевірки кабельних ліній за допомогою Fluke MicroScanner, перед запуском мережі буде виконано програмну перевірку налаштувань VLAN на комутаторах і працездатність серверних служб.

					2026.КВР.123.406.18.00.00 ПЗ	Арк
						41
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

3 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Інструкції з налаштування програмного забезпечення сервера

3.1.1 Інструкції з налаштування сервера Dell PowerEdge T360

Конфігурація файлового сервера на базі TrueNAS SCALE (Linux/Debian) реалізована за допомогою утиліти midclt (Middleware Client) [15]. Це дозволяє автоматизувати налаштування через внутрішнє API системи безпосередньо з командного рядка.

Для уникнення ручного введення, дані працівників зберігаються у текстовому файлі users.txt у форматі Логін:Пароль:Група:

```
ivan_ivanov:Pass1234!:all_staff
petro_petrenko:Secure789!:all_staff
olga_buh:Fin9922!:accounting_dept
```

Пакетний імпорт та реєстрація користувачів у базі даних TrueNAS SCALE здійснюється за допомогою Bash-скрипта [15]:

```
# 1. Створення системних груп через TrueNAS API
midclt call group.create '{"gid": 2001, "group": "all_staff"}'
midclt call group.create '{"gid": 2002, "group": "accounting_dept"}'
# 2. Цикл зчитування файлу та реєстрації користувачів
while IFS=: read -r username password group; do
    midclt call user.create "{
        \"username\": \"$username\",
        \"full_name\": \"$username\",
        \"password\": \"$password\",
        \"group\": null,
        \"groups\": [],
        \"home\": \"/nonexistent\",
        \"smb\": true
    }"
```

					2026.КВР.123.406.18.00.00 ПЗ	Арк
						42
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

```
# Прив'язка користувача до групи
pw groupmod "$group" -m "$username"
done < users.txt
```

Команда `midclt call user.create` реєструє акаунти в системі та активує параметр `"smb": true` для доступу з ОС Windows. Значення параметра `"home": "/nonexistent"` примусово блокує доступ користувачів до консолі сервера через SSH з міркувань безпеки.

Ініціалізація дискового простору та створення логічних розділів (датасетів) ZFS для зберігання інформації виконується наступними командами[15]:

```
# 1. Створення дискового пулу з назвою company_storage
midclt call pool.create '{"name": "company_storage", "topology": {"data": [{"type": "STRIPE", "vdevs": [{"da1"}]}]}'
```

```
# 2. Створення ізольованих папок (Datasets) всередині пулу
midclt call pool.dataset.create '{"name": "company_storage/Public"}'
midclt call pool.dataset.create '{"name": "company_storage/Accounting"}'
```

Створення об'єктів через `pool.dataset.create` дозволяє в майбутньому гнучко обмежувати дискові квоти (обсяг пам'яті) та налаштовувати графіки автоматичних знімків даних (snapshots) для кожного відділу підприємства.

Для обмеження прав доступу та забезпечення сумісності з Windows-клієнтами використовуються розширені списки NFSv4 ACL, які налаштовуються утилітою `setfacl`:

```
# Налаштування прав для папки Public (загальний доступ)
setfacl -b /mnt/company_storage/Public
setfacl -m g:all_staff:rwxpDdaARWcCos:fd:allow
/mnt/company_storage/Public
setfacl -m everyone@:open:fd:deny /mnt/company_storage/Public
# Налаштування прав для папки Accounting (тільки для фінансового відділу)
setfacl -b /mnt/company_storage/Accounting
```

```
setfacl -m g:accounting_dept:rwxpDdaARWcCos:fd:allow
/mnt/company_storage/Accounting
setfacl -m everyone@:open:fd:deny /mnt/company_storage/Accounting
```

Прапорець `-b` очищає базові права Linux для запобігання конфліктам. Рядок `rwxpDdaARWcCos` задає розширені права на модифікацію та видалення файлів, а параметр `fd:allow` активує режим успадкування прав (Inheritance) для всіх нових піддиректорій та файлів. Директива `everyone@:...:deny` блокує доступ стороннім користувачам [15].

Для надання доступу до папок з робочих станцій по протоколу SMB, папки публікуються в мережу і запускається відповідна служба:

1. Публікація мережевих ресурсів

```
midclt call sharing.smb.create '{"path": "/mnt/company_storage/Public",
"name": "Public", "guestok": false}'
```

```
midclt call sharing.smb.create '{"path": "/mnt/company_storage/Accounting",
"name": "Accounting", "guestok": false}'
```

2. Активація та додавання служби SMB в автозапуск

```
midclt call service.update "cifs" '{"enable": true}'
```

```
midclt call service.start "cifs"
```

Після активації служби `cifs` (SMB) TrueNAS SCALE проводить автоматичну автентифікацію користувачів під час підключення за IP-адресою сервера. Доступ до відповідних каталогів надається динамічно на основі створених груп та налаштованих карт NFSv4 ACL.

3.2 Інструкції з налаштування активного комутаційного обладнання

3.2.1 Інструкції з налаштування маршрутизатора TP-Link Omada ER8411

Для підключення створеної локальної мережі до Інтернету, організації адресної трансляції та захисту внутрішніх ресурсів у проєкті використовується

					2026.КВР.123.406.18.00.00 ПЗ	Арк
						44
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

маршрутизатор TP-Link Omada. Налаштування пристрою здійснюється через вебінтерфейс в емуляторі та охоплює кілька ключових етапів [8].

На початковому етапі необхідно виконати аналіз поточного стану пристрою в розділі Status -> System Status (див. рис. 3.1). На головній сторінці відображається інформація про версію прошивки, апаратну складову та температуру процесора, яка у нормальному режимі роботи становить 42°C. У підрозділі Resource Utilization доступний огляд поточного завантаження оперативної пам'яті (16%) та динаміки використання процесора (1%), що надає можливість оцінити стабільність функціонування пристрою[8].

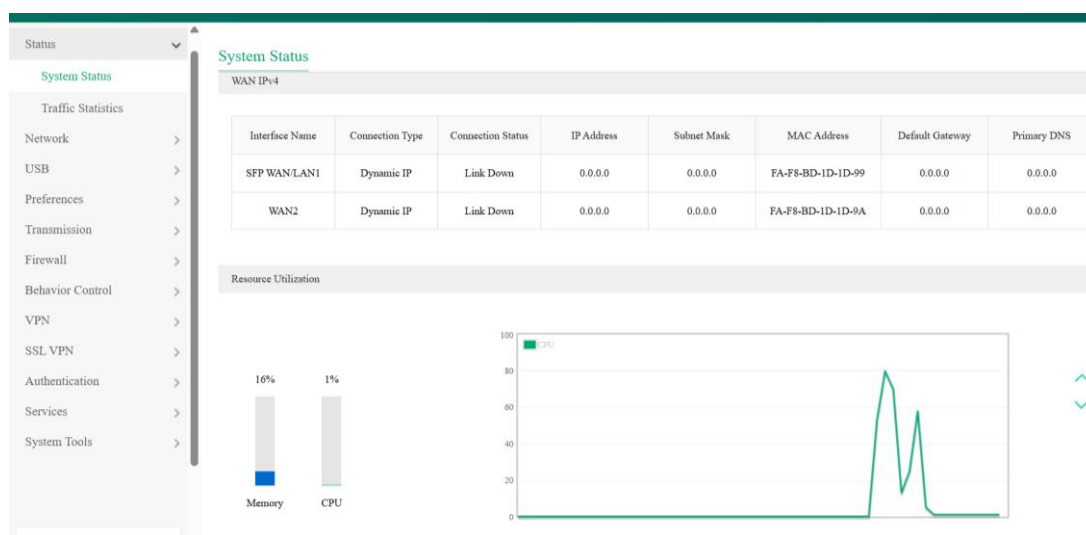


Рисунок 3.1 - Інтерфейс моніторингу загального стану системи та утилізації ресурсів шлюзу

Наступним етапом є налаштування фізичних інтерфейсів у меню Network -> WAN на вкладці WAN Mode (див. рис. 3.2). Оскільки мережа повинна забезпечувати високий рівень відмовостійкості, в емуляторі активовано Multi-WAN режим із використанням двох зовнішніх портів: SFP WAN/LAN1 і WAN2. На інтерактивній схемі порти 1 і 2 позначені червоним кольором, а порти 3, 4, 5 і 6 виділені зеленим кольором (LAN-інтерфейси для підключення локального мережевого комутатора).

відділ дизайну, бухгалтерія та технічний відділ, що сприяє покращенню загальної безпеки даних і дозволяє ефективніше використовувати пропускну здатність мережевих каналів.

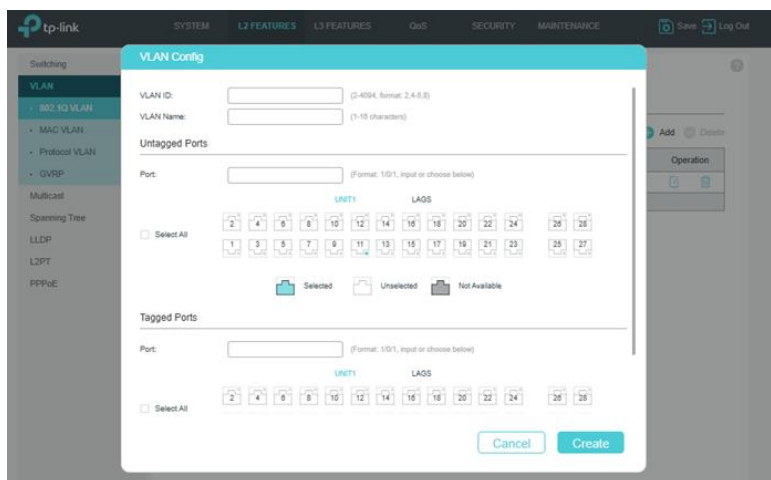


Рисунок 3.5 - Інтерфейс вибору тегованих (Tagged) та безтегованих (Untagged) портів для стандартів IEEE 802.1Q

Ми налаштовуємо підмережу VLAN 10, щоб ізолювати трафік відділу дизайну (див. рис. 3.6) [8]. Робочі станції WS_1–WS_5 з'єднані з периферійним комутатором SW_1, тому на центральному комутаторі SW_2 цей сегмент настраюється як Tagged для магістральних портів 8–10. Це забезпечує передачу маркованих кадрів через відповідні порти.

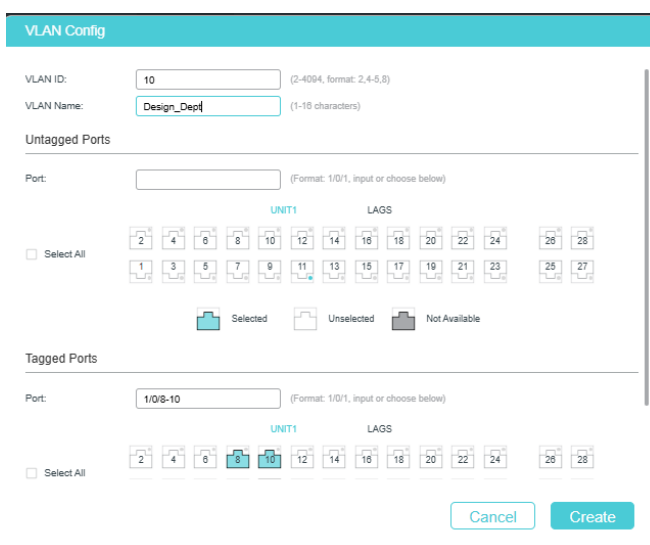


Рисунок 3.6 - Приклад заповнення параметрів у вікні “VLAN Config” для підмережі VLAN 10

Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

2026.KBP.123.406.18.00.00 ПЗ

Арк

48

Налаштовуємо VLAN 15 для комунікаційної кабіни (див. рис. 3.7) [8]. Робочі станції WS_8–WS_10 під'єднуються безпосередньо до центрального комутатора SW_2, тому порти 3–5 переводяться в режим Untagged. Магістральні порти 8–10 налаштовуються як Tagged.

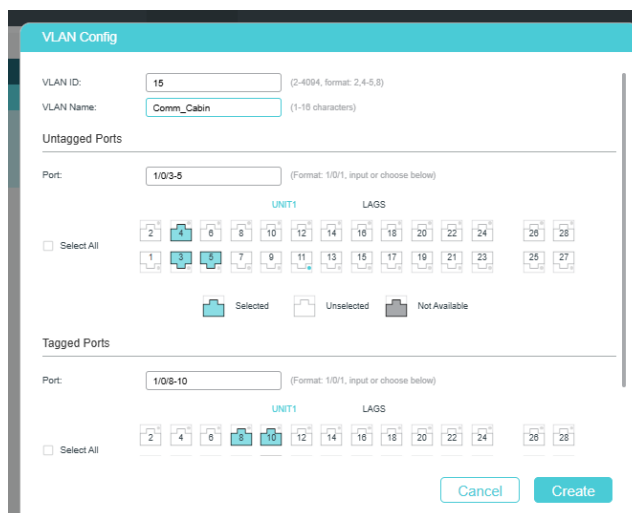


Рисунок 3.7 - Приклад заповнення параметрів у вікні “VLAN Config” для підмережі VLAN 15

Організуємо VLAN 16 для зони рецепції (див. рис. 3.8). Виділений порт 6 налаштовується у режим Untagged для підключення робочої станції WS_11. Для забезпечення передачі трафіку через магістральну частину мережі порти 8–10 перекладаються у режим Tagged.

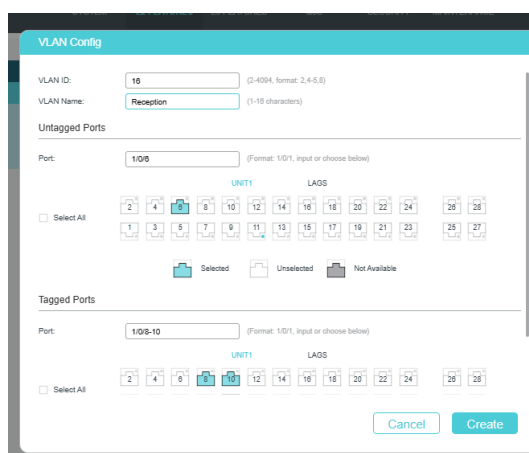


Рисунок 3.8 - Приклад заповнення параметрів у вікні “VLAN Config” для підмережі VLAN 16

Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

З метою підвищення рівня безпеки фінансових операцій створюється ізольована підмережа VLAN 20 (див. рис. 3.9). Робочі станції бухгалтерів WS_6 та WS_7 підключаються до нетегованих портів 1 і 2 безпосередньо на комутаторі SW_2. Магістральні лінії 8–10 налаштовуються в режимі Tagged.

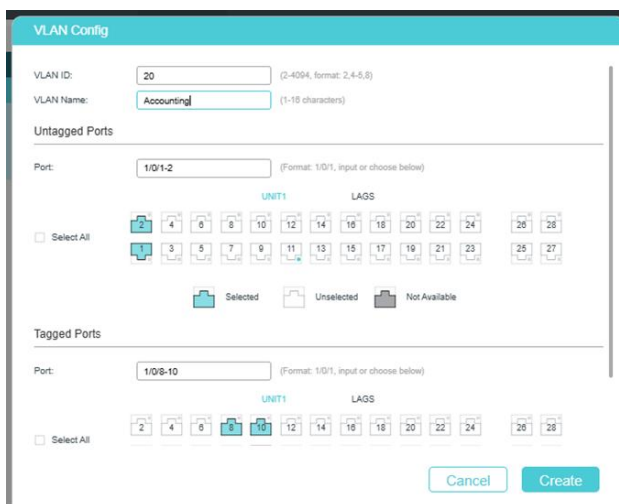


Рисунок 3.9 - Приклад заповнення параметрів у вікні “VLAN Config” для підмережі VLAN 20

Створюється VLAN 25, призначений для технічного відділу розробки та супроводу (див. рис. 3.10). Оскільки значна частина вузлів (WS_12–WS_30) підключена до периферійного комутатора SW_3, на головному комутаторі SW_2 блоки Untagged для цієї VLAN залишаються незаповненими. Увесь трафік передається через теговані порти 8–10.

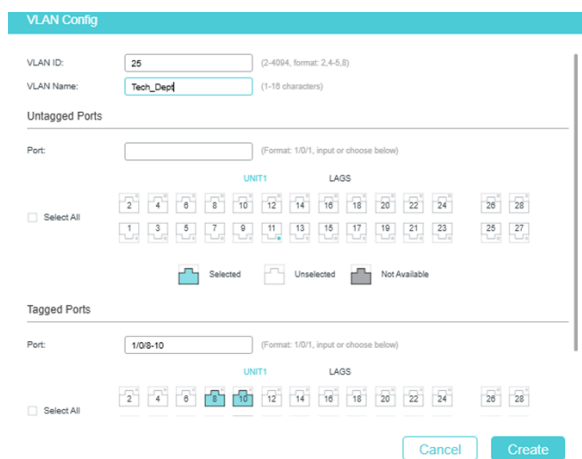


Рисунок 3.10 - Приклад заповнення параметрів у вікні “VLAN Config” для підмережі VLAN 25

Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

Кабінет директора та робоча зона менеджерів об'єднуються в єдину VLAN-групу з ідентифікатором 30 (див. рис. 3.11) [8]. Оскільки кінцеві пристрої підключені до комутатора доступу SW_4, на центральному комутаторі SW_2 інтерфейси з 8-го по 10-й налаштовуються як trunk-порти з позначенням Tagged.

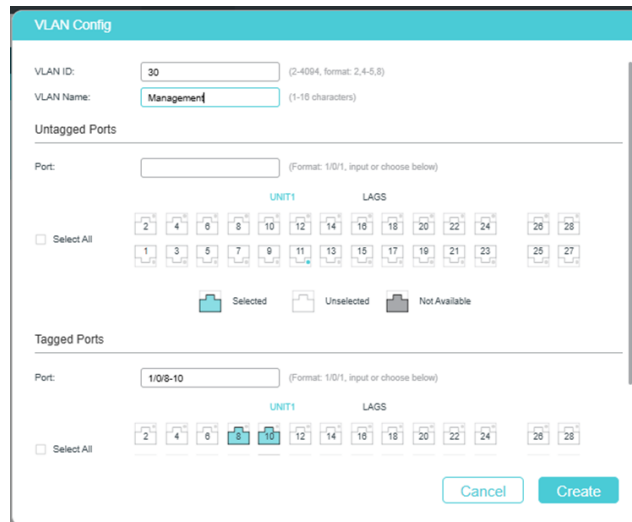


Рисунок 3.11 - Приклад заповнення параметрів у вікні “VLAN Config” для підмережі VLAN 30

Налаштовуємо VLAN 31 для ізоляції презентаційного трафіку в залі засідань (вузол WS_36) (див. рис. 3.12). На комутаторі SW_2 передача цієї підмережі здійснюється через магістральні порти Tagged 8–10, які ведуть до комутатора SW_4.

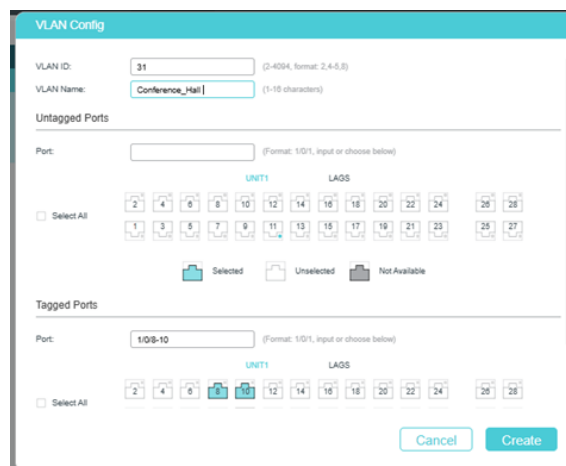


Рисунок 3.12 - Приклад заповнення параметрів у вікні “VLAN Config” для підмережі VLAN 31

Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

Для зони бездротового доступу (Wi-Fi) виділяється VLAN 36 (див. рис. 3.13). Точка доступу AP_1 під'єднується безпосередньо до порту 7 комутатора SW_2 у режимі Untagged. Розподіл бездротового сегмента на рівні L2 забезпечує захист дротової інфраструктури підприємства.

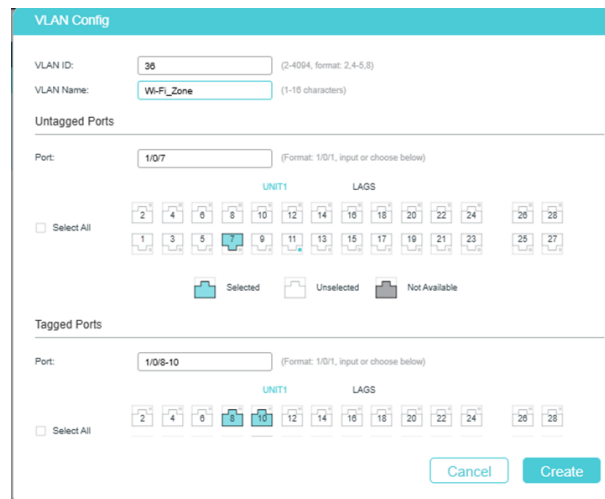


Рисунок 3.13 - Приклад заповнення параметрів у вікні “VLAN Config” для підмережі VLAN 36

Створюється відокремлена зона серверного обладнання – VLAN 40 (див. рис. 3.14). До нетегованих портів 11 та 12 підключаються сервер S_1 та маршрутизатор R_1 відповідно. Для забезпечення взаємодії серверної зони з іншими сегментами мережі через сусідні комутатори порти 8–10 додаються до цієї VLAN у режимі Tagged.

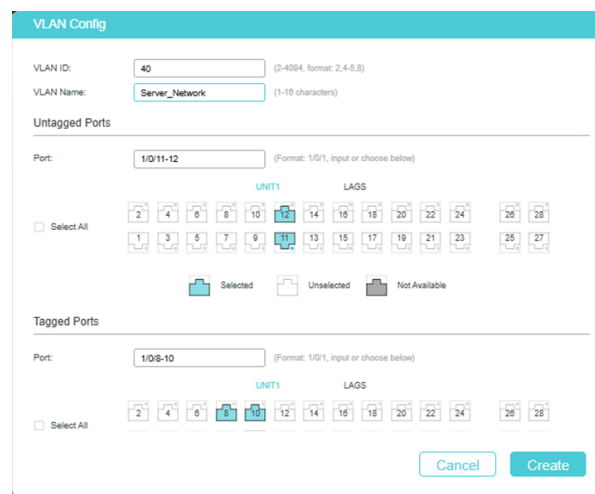


Рисунок 3.14 - Приклад заповнення параметрів у вікні “VLAN Config” для підмережі VLAN 40

Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

3.2.3 Інструкції з налаштування комутаторів робочих груп

Після завершення конфігурування магістрального комутатора ядра мережі наступним логічним етапом стало налаштування і розподіл периферійних комутаторів, які розташовані безпосередньо в кабінетах співробітників. На відміну від центрального комутатора SW_2, ці пристрої функціонують лише на каналному рівні моделі OSI (L2), тобто не забезпечують маршрутизацію і не мають власних L3-інтерфейсів для кожної VLAN.

Налаштування проводилось через вбудований вебінтерфейс Web GUI за такою схемою [8]:

1. Створення логічного сегмента: У вкладці 802.1Q VLAN створено новий запис із VLAN ID: 25 та назвою Tech_Dept (див. рис. 3.17).

2. Налаштування портів: Порти з 1 по 19, до яких фізично підключені комп'ютери технічного відділу, були переведені у режим Untagged (порти доступу).

3. Призначення PVID: Оскільки комп'ютери користувачів не мають змоги самостійно тегувати свій трафік, у меню Port Config для портів з 1 по 19 було примусово встановлено PVID: 25 (див. рис. 3.18). Завдяки цьому кадри від інженерів автоматично потрапляють у відповідну віртуальну мережу після проходження через комутатор.

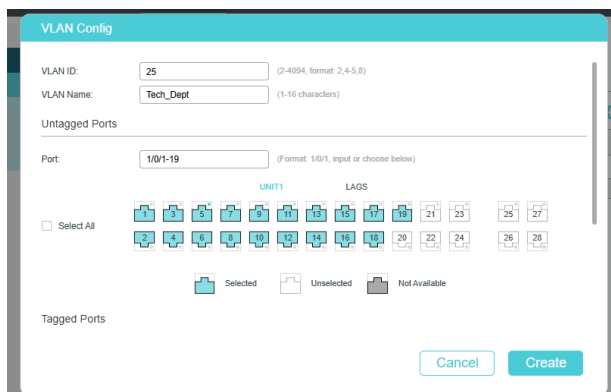


Рисунок 3.17 - Конфігурування матриці портів для VLAN 25 (Tech_Dept) у вікні “VLAN Config”

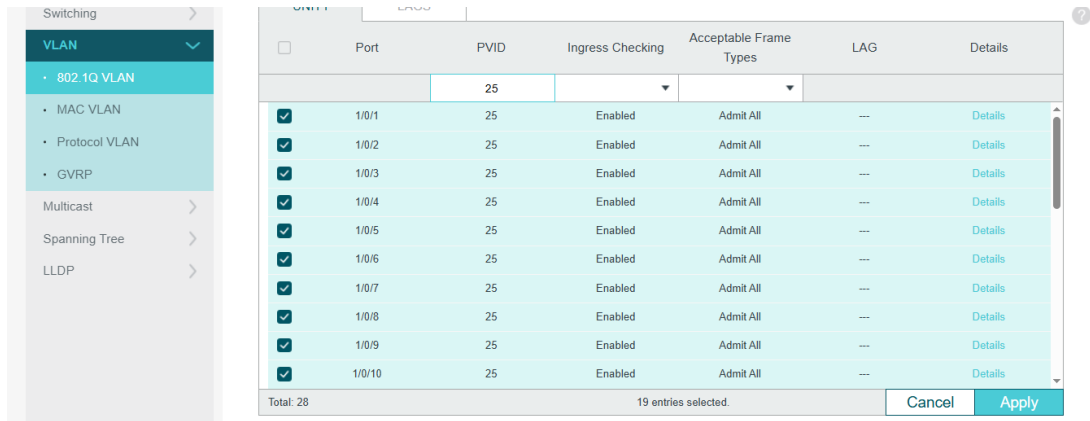


Рисунок 3.18 - Масове призначення параметрів Port PVID для інтерфейсів доступу

Для облаштування невеликих кабінетів із мінімальною кількістю техніки я вирішила не витратити зайві кошти на громіздке обладнання та обрала компактні 8-портові комутатори серії SG2008. Їх конфігурація виконувалася аналогічно до інших, але з урахуванням особливостей кожної кімнати:

- У комутаторі відділу дизайну (SW_1) було створено VLAN 10 з назвою Design_Dept (див. рис. 3.19). Порти 1–5, якими підключаються робочі комп'ютери (WS_1–WS_5), були налаштовані як Untagged, а магістральний порт Gi1 переведено в режим Tagged. Для абонентських ліній (1–5) було встановлено параметр PVID зі значенням 10 (див. рис. 3.20).

- У комутаторі адміністративної зони (SW_4) налаштування мали дещо складніший характер, оскільки він обслуговує два різних відділи одночасно. Для кабінету директора та менеджерів (вузли WS_31–WS_35) створено VLAN 30 (Management), до якого прив'язано порти 1–5 в режимі Untagged (див. рис. 3.21). Окремо було організовано VLAN 31 (Conference_Hall) (див. рис. 3.23), призначений для зали засідань, із портом 7, налаштованим як Untagged. Наприкінці чітко розподілила PVID: для портів 1–5 встановлено значення 30 (див. рис. 3.22), а для сьомого порту – 31 (див. рис. 3.24) [8].

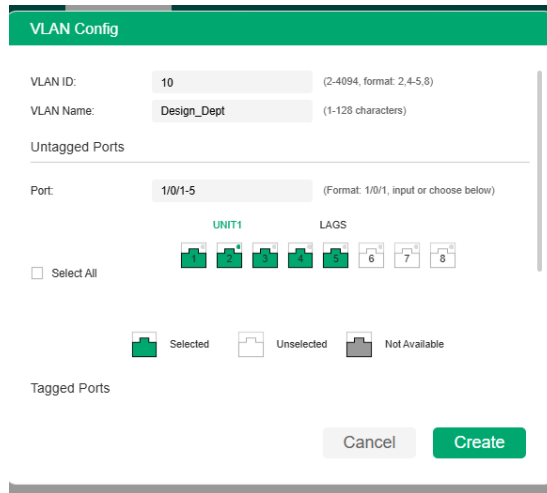


Рисунок 3.19 - Конфігурування параметрів 802.1Q VLAN на периферійному комутаторі доступу SW_1

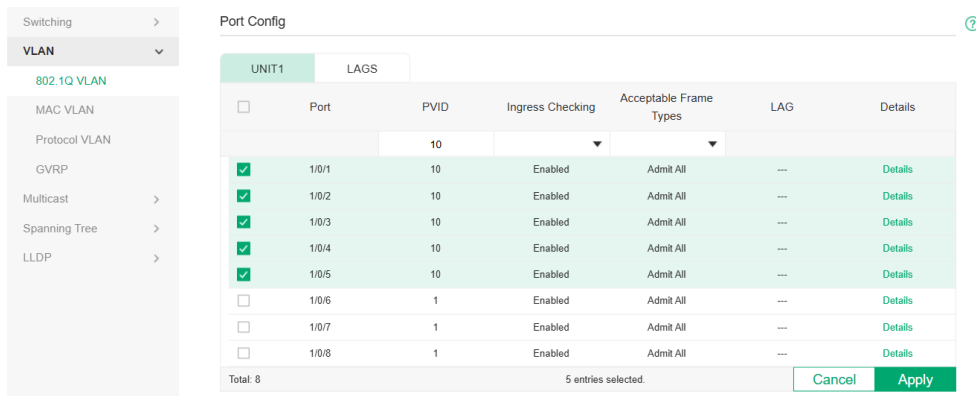


Рисунок 3.20 - Призначення параметрів Port PVID для комутатора SW_1

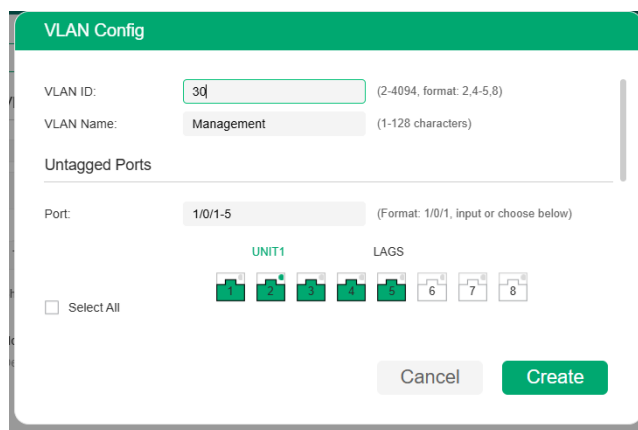


Рисунок 3.21 - Конфігурування параметрів 802.1Q VLAN на комутаторі доступу SW_4

UNIT1		LAGS					
<input type="checkbox"/>	Port	PVID	Ingress Checking	Acceptable Frame Types	LAG	Details	
		30					
<input checked="" type="checkbox"/>	1/0/1	30	Enabled	Admit All	---	Details	
<input checked="" type="checkbox"/>	1/0/2	30	Enabled	Admit All	---	Details	
<input checked="" type="checkbox"/>	1/0/3	30	Enabled	Admit All	---	Details	
<input checked="" type="checkbox"/>	1/0/4	30	Enabled	Admit All	---	Details	
<input checked="" type="checkbox"/>	1/0/5	30	Enabled	Admit All	---	Details	
<input type="checkbox"/>	1/0/6	1	Enabled	Admit All	---	Details	
<input type="checkbox"/>	1/0/7	1	Enabled	Admit All	---	Details	

Рисунок 3.22 - Призначення параметрів Port PVID для комутатора SW_4

VLAN Config

VLAN ID: (2-4094, format: 2,4-5,8)

VLAN Name: (1-128 characters)

Untagged Ports

Port: (Format: 1/0/1, input or choose below)

UNIT1

1
 2
 3
 4
 5
 6
 7
 8

LAGS

Select All

Cancel
Create

Рисунок 3.23 - Конфігурування параметрів 802.1Q VLAN на комутаторі доступу SW_4

UNIT1		LAGS					
<input type="checkbox"/>	Port	PVID	Ingress Checking	Acceptable Frame Types	LAG	Details	
		31					
<input type="checkbox"/>	1/0/1	1	Enabled	Admit All	---	Details	
<input type="checkbox"/>	1/0/2	1	Enabled	Admit All	---	Details	
<input type="checkbox"/>	1/0/3	1	Enabled	Admit All	---	Details	
<input type="checkbox"/>	1/0/4	1	Enabled	Admit All	---	Details	
<input type="checkbox"/>	1/0/5	1	Enabled	Admit All	---	Details	
<input checked="" type="checkbox"/>	1/0/6	31	Enabled	Admit All	---	Details	
<input type="checkbox"/>	1/0/7	1	Enabled	Admit All	---	Details	
<input type="checkbox"/>	1/0/8	1	Enabled	Admit All	---	Details	

Рисунок 3.24 - Призначення параметрів Port PVID для комутатора SW_4

3.2.4 Інструкції з налаштування безпроводного маршрутизатора

Для налаштування будуть використані такі параметри:

1. Адреса підмережі - 10.15.36.0.
2. Маска підмережі - 255.255.255.0.
3. Шлюз - 10.15.36.254.
4. DNS – 10.15.40.2.
5. Ім'я безпроводного сегменту мережі – TP-Link_1006.

На рисунку 3.25 показано приклад конфігурування інтерфейсу, що буде підключатися до локальної мережі [8].

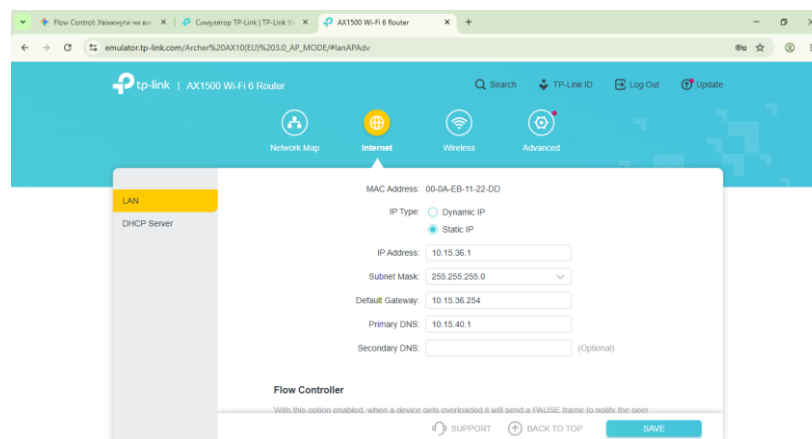


Рисунок 3.25 – Інтерфейс для підключення до локальної мережі

На рисунку 3.26 і 3.27 показано приклад налаштування безпроводного інтерфейсу точки доступу [8].

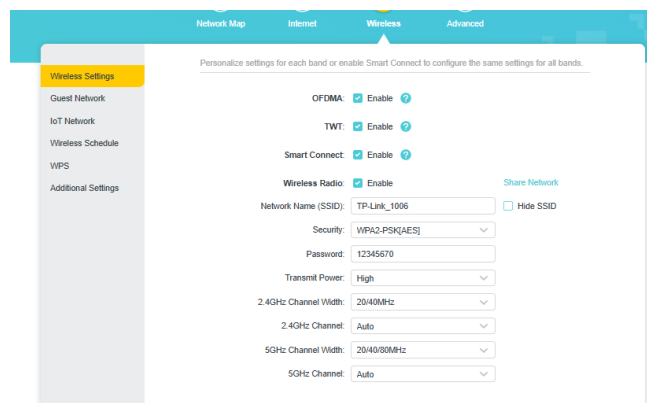


Рисунок 3.26 – Налаштування безпроводного інтерфейсу точки доступу

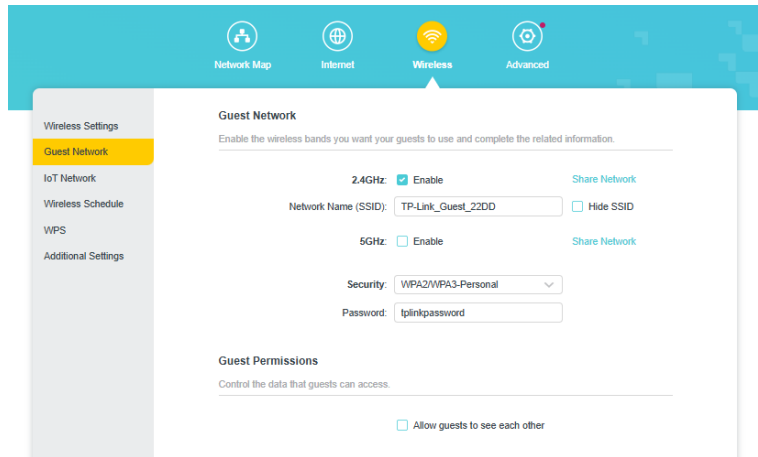


Рисунок 3.27 – Налаштування безпроводного інтерфейсу точки доступу

Тут ми задаємо режим роботи точки доступу, ім'я безпроводної мережі, частоту, на якій буде працювати безпроводний мережевий інтерфейс.

Додатково для захисту безпроводного сегменту локальної мережі потрібно:

- Змінити пароль на вебінтерфейс керування налаштуваннями точки доступу.
- Задати MAC-фільтр для користувачів точки доступу.
- Переглянути статистику роботи інтерфейсів точки доступу.

3.3 Інструкція з використання тестових наборів та тестових програм

Процес тестування комп'ютерної мережі складається з двох ключових етапів: перевірки фізичних сегментів кабельних ліній за допомогою кабельного тестера та логічної діагностики, що здійснюється через програмні засоби операційної системи Windows.

Для оцінки логічної зв'язності та коректності налаштування протоколу TCP/IP застосовуються стандартні командні утиліти. Зокрема, `ipconfig` використовується для відображення актуальних мережевих параметрів адаптерів, включаючи інформацію про шлюзи та IP-адреси. Аналіз стану активних мережевих підключень і відкритих портів виконується за допомогою

netstat, тоді як tracer і route забезпечують перегляд локальних маршрутів і аналіз руху пакетів [17].

Одним із основних інструментів перевірки доступності мережевих вузлів є утиліта ping. Вона надсилає ICMP-ехо-запити та фіксує час отримання відповіді. У високошвидкісній гігабітній мережі, побудованій на базі комутатора TP-LINK Omada SG3428X, цей показник, як правило, не перевищує 10 мілісекунд, що свідчить про надійність зв'язку.

Якщо під час тестування виникає помилка “Request timed out”, це може сигналізувати про проблеми зі зв'язком, включно з фізичними обривами кабельної лінії, вимкненим обладнанням, некоректно заданою IP-адресою, надмірними затримками передачі (понад 750 мілісекунд) або блокуванням запитів брандмауером на стороні отримувача. Для повної перевірки маршрутизації між сегментами VLAN необхідно послідовно протестувати доступність усіх робочих станцій і серверів, залучених до мережі.

3.4 Інструкція з експлуатації та моніторингу в мережі

Експлуатація створеної локальної обчислювальної мережі в штатному режимі проходить без ускладнень за умови правильного підключення ліній зв'язку та коректного налаштування робочих станцій, точок доступу й серверів. Однак у процесі роботи адміністратор може стикатися із проблемами, такими як зниження продуктивності, затримки або втрата пакетів. Для забезпечення стабільної роботи мережі необхідно постійно проводити моніторинг, здійснювати профілактичні заходи та виконувати своєчасну діагностику. Потенційні несправності можна класифікувати за кількома основними напрямками: пошкодження кабельної системи, перевантаження каналів, відмови мережевих протоколів і збої електроживлення [17].

Одним із ключових чинників забезпечення стабільної роботи мережі є надійне та безперебійне електропостачання. Для захисту від перепадів напруги й аварійного знеструмлення в проєкті передбачено використання джерела безперебійного живлення (ДБЖ) типу On-Line, яке підтримує серверну стійку.

					2026.КВР.123.406.18.00.00 ПЗ	Арк
						60
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

До цього ДБЖ підключено головний сервер Dell PowerEdge та центральний комутатор TP-LINK Omada SG3428X. Потужність пристрою дозволяє забезпечити автономну роботу обладнання протягом 30-40 хвилин, чого достатньо для переходу на резервне живлення від генератора чи штатного завершення роботи системи. Додатково, завдяки інтеграції SNMP-карти, у разі критичного розряду акумулятора ДБЖ автоматично виконується процес безпечного вимкнення сервера (Smart Shutdown). Це гарантує захист баз даних від можливих пошкоджень. У рамках експлуатації системи харчування передбачено регулярне обслуговування: щомісячний візуальний огляд ДБЖ і калібрування акумуляторів кожні пів року.

Проблеми в кабельній системі найчастіше викликані механічними пошкодженнями або поганим контактом у роз'ємах RJ-45, патч-панелях чи LAN-розетках. Постійні обриви чи короткі замикання у витій парі легко виявляються за допомогою кабельного тестера, сконфігурованого за стандартом T568B [13]. Більш складним завданням є діагностика випадкових або "плаваючих" помилок, які з'являються хаотично, зокрема через окислення контактів чи вплив електромагнітних завад. У таких випадках адміністратору важливо переконатися, що кабельні траси знаходяться на безпечній відстані від силових ліній або потужного офісного обладнання.

Перевантаження каналів зазвичай трапляється під час пікових навантажень. Для вирішення цієї проблеми в проєкті впроваджено комутатор рівня L3 TP-LINK Omada SG3428X. Оснащення пристрою швидкісними 10-гігабітними SFP+ портами для підключення до сервера Dell PowerEdge забезпечує стабільність магістрального каналу навіть під час інтенсивного копіювання даних чи створення резервних копій. Крім того, на комутаторах налаштовується політика QoS, що дозволяє віддавати пріоритет затримкочутливому трафіку, такому як VoIP чи відеозв'язок.

Для вирішення проблем із мережевими протоколами, такими як конфлікти DHCP або ARP-шторми, а також для аналізу структури пакетів, ефективно використовується програмний аналізатор Wireshark. Завдяки функції дзеркалювання портів (Port Mirroring), доступній на комутаторах TP-LINK,

					2026.КВР.123.406.18.00.00 ПЗ	Арк
						61
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

адміністратор отримує можливість перехоплювати та досліджувати трафік у режимі реального часу, застосовуючи фільтрацію за IP- або MAC-адресами. Крім цього, для щоденного проактивного моніторингу мережі в рамках екосистеми TP-LINK Omada Controller активно використовується протокол SNMP. Він дозволяє в реальному часі контролювати завантаження центрального процесора та оперативної пам'яті пристроїв, оцінювати утилізацію портів, а також виявляти помилки на інтерфейсах, наприклад, CRC-помилки.

Для підтримки довготривалої працездатності мережі системний адміністратор повинен виконувати планове технічне обслуговування згідно з таким регламентом:

1. Щоденні операції:

- Перевірка журналів системних подій (Syslog) на наявність критичних помилок чи аномалій;
- Моніторинг доступності основних вузлів мережі за допомогою утиліти ping;
- Контроль успішності створення резервних копій конфігурацій мережевих пристроїв та серверів.

2. Щомісячні операції:

- Контроль температурного режиму в серверній шафі (підтримання оптимальних 18–22°C);
- Перевірка працездатності вентиляторів охолодження на комутаторах та серверах;
- Аналіз логів джерела безперебійного живлення (ДБЖ) та перевірка статусу акумуляторів.

2. Щоквартальні операції:

- Оновлення мікропрограм (Firmware) обладнання TP-LINK до стабільних версій, рекомендованих виробником;
- Планове вимкнення та очищення активного обладнання й серверної стійки від пилу.

					<i>2026.KBP.123.406.18.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк</i>
						62
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

4 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

Метою економічної частини кваліфікаційної роботи є здійснення економічних розрахунків, спрямованих на визначення економічної ефективності розробки та реалізації локальної комп'ютерної мережі для ТОВ "NekoHouse", і прийняття рішення про її подальший розвиток і впровадження або ж недоцільність проведення відповідної розробки.

Для розрахунку вартості розробки та реалізації локальної комп'ютерної мережі необхідно виконати наступні етапи:

- 1) описати технологічний процес розробки із зазначенням трудомісткості кожної операції;
- 2) визначити суму витрат на оплату праці основного і допоміжного персоналу, включаючи відрахування на соціальні заходи;
- 3) визначити суму матеріальних затрат;
- 4) обчислити витрати на електроенергію для науково-виробничих цілей;
- 5) розрахувати транспортні витрати;
- 6) нарахувати суму амортизаційних відрахувань;
- 7) визначити суму накладних витрат;
- 8) скласти кошторис та визначити собівартість обслуговування мережі;
- 9) розрахувати ціну розробки та реалізації локальної комп'ютерної мережі для ТОВ "NekoHouse".

4.1 Визначення стадій технологічного процесу та загальної тривалості розробки та реалізації комп'ютерної мережі для ТОВ "NekoHouse"

Для визначення загальної тривалості розробки та реалізації локальної комп'ютерної, дані витрат часу по окремих операціях зведемо у таблицю 4.1.

					2026.КВР.123.406.18.00.00 ПЗ	Арк
						63
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.1 - Середній час розробки та реалізації локальної комп'ютерної мережі для ТОВ "NekoHouse", та стадії (операції) технологічного процесу

№ п/п	Назва операції (стадії)	Виконавець	Середній час виконання операції, год.
1.	Постановка задачі	керівник	4
2.	Збір інформації	інженер	7
3.	Розробка проєкту	інженер	12
4.	Підготовка документації	інженер	14
5.	Доставка обладнання	інженер	4
6.	Монтаж мережі	технік	45
7.	Тестування мережі	інженер	5
8.	Здача в експлуатацію	інженер	2
Разом			93

4.2 Визначення витрат на оплату праці та відрахувань на соціальні заходи

Відповідно до Закону України "Про оплату праці" заробітна плата – це "винагорода, обчислена, як правило, у грошовому виразі, яку власник або уповноважений ним орган виплачує працівникові за виконану ним роботу".

Розмір заробітної плати залежить від складності та умов виконуваної роботи, професійно-ділових якостей працівника, результатів його праці та господарської діяльності підприємства. Заробітна плата складається з основної та додаткової оплати праці.

Основна заробітна плата нараховується на виконану роботу за тарифними ставками, відрядними розцінками чи посадовими окладами і не залежить від результатів господарської діяльності підприємства.

Додаткова заробітна плата – це складова заробітної плати працівників, до якої включають витрати на оплату праці, не пов'язані з виплатами за фактично відпрацьований час. Нараховують додаткову заробітну плату залежно від досягнутих і запланованих показників, умов виробництва, кваліфікації виконавців. Джерелом додаткової оплати праці є фонд матеріального

					2026.КВР.123.406.18.00.00 ПЗ	Арк
						64
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

стимулювання, який створюється за рахунок прибутку.

Основна заробітна плата розраховується за формулою:

$$Z_{\text{осн.}} = \sum T_c \cdot K_r, \quad (4.1)$$

де T_c – тарифна ставка, грн.;

K_r – кількість відпрацьованих годин.

Враховуючи середній рівень оплати праці в ІТ-секторі/мережевій інженерії, встановлюємо тарифні ставки: для керівника проєкту – 250 грн/год, для інженера – 200 грн/год, для техника – 159 грн/год

Основна заробітна плата становить:

1. Керівник проєкту: $Z_{\text{осн1}} = 250 \cdot 4 = 1000$ грн.;

2. Інженер: $Z_{\text{осн2}} = 200 \cdot 44 = 8800$ грн.;

3. Технік: $Z_{\text{осн3}} = 159 \cdot 45 = 7155$ грн.

Сумарна основна заробітна плата становить::

$$Z_{\text{осн.}} = 1000 + 8800 + 7155 = 16955 \text{ (грн.)}$$

Додаткова заробітна плата становить 10–15% від суми основної.

$$Z_{\text{дод.}} = Z_{\text{осн.}} \cdot K_{\text{допл.}}, \quad (4.2)$$

де $K_{\text{допл.}}$ – коефіцієнт додаткових виплат працівникам, 0,1–0,15.

Отже, додаткова заробітна плата по категоріях працівників становить:

1. Керівник проєкту: $Z_{\text{дод1}} = 1000 \cdot 0,13 = 130$ грн.;

2. Інженер: $Z_{\text{дод2}} = 8800 \cdot 0,13 = 1144$ грн.;

3. Технік: $Z_{\text{дод3}} = 7155 \cdot 0,13 = 930,15$ грн.

Сумарна додаткова заробітна плата становить:

$$Z_{\text{дод}} = 130 + 1144 + 930,15 = 2204,15 \text{ грн.}$$

Звідси загальні витрати на оплату праці ($B_{\text{о.п.}}$) визначаються за формулою:

$$B_{\text{о.п.}} = Z_{\text{осн.}} + Z_{\text{дод.}}, \quad (4.3)$$

$$B_{\text{о.п.}} = 16955 + 2204,15 = 19159,15 \text{ (грн.)}$$

					2026.КВР.123.406.18.00.00 ПЗ	Арк
						65
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Відповідно до чинного законодавства України, відрахування на соціальні заходи здійснюються у вигляді Єдиного соціального внеску (ЄСВ), ставка якого становить 22% від загального фонду оплати праці. Цей відсоток є законодавчо закріпленим стандартом, що забезпечує акумуляцію коштів на загальнообов'язкове державне соціальне страхування. Отже, сума відрахувань на соціальні заходи буде становити:

$$V_{c.з} = \text{ФОП} \cdot 0,22, \quad (4.4)$$

де ФОП – фонд оплати праці, грн.

$$V_{c.з.} = 19159,15 \cdot 0,22 = 4215,01 (\text{грн.})$$

Проведені розрахунки витрат на оплату праці зведемо у таблицю 4.2.

Таблиця 4.2 - Зведені розрахунки витрат на оплату праці

№ п/п	Категорія працівників	Основна заробітна плата, грн.			Додаткова заробітна плата, грн.	Нарахування на ФОП, грн.	Всього витрати на оплату праці, грн.
		Тарифна ставка, грн.	К-сть відпрацьов. год.	Фактично нарах. з/пл., грн.			
1	Інженер	200	44	8800	1144	-	-
2	Керівник	250	4	1000	130	-	-
3	Технік	159	45	7155	930,15	-	-
Разом				16955	2204,15	4215,01	23374,16

4.3 Розрахунок матеріальних витрат

Матеріальні витрати визначаються як добуток кількості витрачених матеріалів та їх ціни:

$$M_{Vi} = q_i \cdot p_i, \quad (4.5)$$

де q_i – кількість витраченого матеріалу i -го виду;

p_i – ціна матеріалу i -го виду.

Звідси, загальні матеріальні витрати можна визначити:

$$Z_{M.B.} = \sum M_{Vi}, \quad (4.6)$$

Перелік матеріалів, які використовуються для даної кваліфікаційної роботи подано в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 - Зведені розрахунки матеріальних витрат

№ п/п	Найменування матеріальних ресурсів	Од. виміру	Факт. витрачено матеріалів	Ціна 1-ці, грн.	Загальна сума витрат, грн.
1	Маршрутизатор TP-Link Omada ER8411	шт	1	25601	25601
2	Центральний комутатор TP-LINK Omada SG3428X	шт	1	11499	11499
3	Комутатор TP-LINK SG2428P	шт	1	13999	13999
4	Комутатор TP-LINK SG2008	шт	2	3498	6996
5	Точка доступу TP-LINK ARCHER-AX10	шт	1	9000	9000
6	Патч-панель Digitus CAT 6A 24-port	шт	1	3427	3427
7	Розетка RJ-45	шт	50	130	6500
8	Короб	м	140	110	15400
9	Кабель UTP	м	650	12	7800
10	Патч-корд	шт	100	24	2400
11	Комутаційна шафа	шт	1	9000	9000
12	Оптичний патч-корд	м	2	300	600
13	Жорсткий диск Seagate Exos 7E2000 2Тб 7200 об/хв 6 Gbit/s	шт	1	11550	11550
14	Мережева карта Dell Intel X710-DA2 10GbE SFP+	шт	1	2890	2890
15	Роз'єм на кабель	шт	100	8.50	850
15	Файловий сервер Dell PowerEdge T360 E-2414 16GB 480GB H355	шт	1	126 507	126 507
Разом					254019

Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

2026.КВР.123.406.18.00.00 ПЗ

Арк

67

4.4 Розрахунок витрат на електроенергію

Затрати на електроенергію 1-ці обладнання визначаються за формулою:

$$Z_e = W \cdot T \cdot S, \quad (4.7)$$

де W – необхідна потужність, кВт;

T – кількість годин роботи обладнання;

S – вартість кіловат-години електроенергії.

Для розробки проекту даної комп'ютерної мережі використовується один ПК з потужністю $W = 0,7$ кВт, який працює 39 годин. $S=15,94$.

$$Z_e = 0,7 * 39 * 15,94 = 435,16 \text{ грн.}$$

4.5 Визначення транспортних затрат

Транспортні витрати слід прогнозувати у розмірі 8–10% від загальної суми матеріальних затрат.

$$T_B = Z_{M.B} * 0,08 \dots 0,1, \quad (4.8)$$

де T_B – транспортні витрати.

$$T_B = 254019 * 0,08 = 20321,52 \text{ (грн.)}$$

4.6 Розрахунок суми амортизаційних відрахувань

Характерною особливістю застосування основних фондів у процесі виробництва є їх відновлення. Для відновлення засобів праці у натуральному виразі необхідне їх відшкодування у вартісній формі, яке здійснюється шляхом амортизації.

Амортизація – це процес перенесення вартості основних фондів на вартість новоствореної продукції з метою їх повного відновлення.

Для визначення амортизаційних відрахувань застосовуємо формулу:

					2026.КВР.123.406.18.00.00 ПЗ	Арк
						68
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

$$A = \frac{B_B \cdot H_A}{100\%} \cdot T, \quad (4.9)$$

де А – амортизаційні відрахування за звітний період, грн.;

B_B – балансова вартість групи основних фондів на початок звітного періоду, грн.;

H_A – норма амортизації, %.

T – кількість годин роботи обладнання, год.

Для проектування даної комп'ютерної мережі використовується один комп'ютер (вартість якого становить 25000 грн.), який працює 39 годин.

Тоді: $A = 25000 \cdot 0,04 \cdot 39/150 = 260$ грн.

4.7 Обчислення накладних витрат

Накладні витрати пов'язані з обслуговуванням виробництва, утриманням апарату управління підприємства (фірми) та створення необхідних умов праці.

В залежності від організаційно-правової форми діяльності господарюючого суб'єкта, накладні витрати можуть становити 20–60% від суми основної та додаткової заробітної плати працівників.

$$H_B = V_{o.p.} \cdot 0,2 \dots 0,6, \quad (4.10)$$

де H_B – накладні витрати.

$$H_B = 19159,15 \cdot 0,3 = 5747,75 \text{ (грн.)}$$

4.8 Складання кошторису витрат та визначення собівартості НДР

Результати проведених вище розрахунків зведемо у таблицю 4.4.

Суму показників обчислимо по формулі 4.11. На основі цієї таблиці отримаємо виробничу собівартість.

					2026.КВР.123.406.18.00.00 ПЗ	Арк
						69
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.4 - Кошторис витрат на проєкт

Зміст витрат	Сума, грн.	В % до заг. Суми
Витрати на оплату праці (основну і додаткову заробітну плату)	19159,15	6,3
Відрахування на соціальні заходи	4215,01	1,39
Матеріальні витрати	254019	83,52
Витрати на електроенергію	435,16	0,14
Транспортні витрати	20321,52	6,68
Амортизаційні відрахування	260	0,08
Накладні витрати	5747,75	1,89
Собівартість	304157,59	100

Собівартість (C_B) НДР розраховуємо за формулою 4.11:

$$C_B = V_{o.p.} + V_{c.z.} + 3_{m.v.} + 3_e + T_B + A + H_B, \quad (4.11)$$

$$C_B = 304157,59 \text{ (грн.)}$$

4.9 Розрахунок ціни НДР

Ціну НДР можна визначити за формулою 4.12:

$$Ц = C_B \cdot (1 + P_{рен}) \cdot (1 + ПДВ), \quad (4.12)$$

де $P_{рен}$ – рівень рентабельності;

ПДВ – ставка податку на додану вартість, (20 %).

$$Ц = 304157,59 \cdot 1,3 \cdot 1,2 = 474485,84 \text{ (грн.)}$$

4.10 Визначення економічної ефективності і терміну окупності капітальних вкладень

Для визначення ефективності продукту розраховують чисту теперішню вартість (ЧТВ) і термін окупності (T_{OK}).

$$ЧТВ = -K_B + \sum_{i=1}^t \frac{ГП}{(1+i)^i}, \quad (4.13)$$

де:

K_B – затрати на проєкт;

Γ_{Π} – грошовий потік за t – ий рік;

t – відповідний рік проєкту;

i - величина дисконтної ставки (10...15%).

$$\text{ЧТВ} = -304157,59 + \frac{280562,75}{(1+0,10)^1} + \frac{280562,75}{(1+0,10)^2} = 182769,41 \text{ грн,}$$

Якщо $\text{ЧТВ} \geq 0$, то проєкт може бути рекомендований до впровадження.

Термін окупності визначається за формулою:

$$T_{\text{ок}} = T_{\text{пв}} + \frac{N_B}{\Gamma_{\text{пр}}} \quad (4.14)$$

де:

$T_{\text{пв}}$ – період до повного відшкодування витрат, років;

N_B – невідшкодовані витрати на початок року, грн.;

$\Gamma_{\text{пр}}$ – грошовий потік на початок року, грн.

$$T_{\text{ок}} = 1 + \frac{49100,59}{280562,75} = 1,2 \text{ роки}$$

Нормальним вважається термін окупності до 5 років. Техніко-економічні показники НДР наведено в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5- Техніко-економічні показники НДР

№ п/п	Показник	Значення
1.	Собівартість, грн	304157,59
2.	Плановий прибуток, грн.	170328,25
3.	Ціна, грн.	474485,84
4.	ЧТВ	182769,41
5.	Термін окупності, рік	1,2

Отже, в даному розділі здійснено економічні розрахунки, спрямовані на визначення економічної ефективності розробки проєкту комп'ютерної мережі ТОВ "NekoHouse" та прийнято рішення про її подальший розвиток і впровадження. У ході роботи було детально проаналізовано технологічний

					2026.КВР.123.406.18.00.00 ПЗ	Арк
						71
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

процес розробки, визначено витрати на оплату праці команди виконавців із врахуванням соціальних відрахувань, а також розраховано обсяг капітальних вкладень у мережеве та серверне обладнання. На основі отриманих даних визначено повну собівартість проєкту, яка склала 304 157,59 грн, та його кінцеву ціну. Розраховані показники фінансової ефективності, зокрема додатне значення чистої теперішньої вартості (ЧТВ = 182 769,41 грн) та короткий термін окупності капіталовкладень, який становить 1,2 роки, повністю підтверджують доцільність інвестицій. Таким чином, на основі наведених в економічному розділі розрахунків, розробка і впровадження проєкту комп'ютерної мережі ТОВ "NekoHouse" є економічно ефективними, фінансово виправданими та повністю рекомендованими до практичної реалізації.

					2026.КВР.123.406.18.00.00 ПЗ	Арк
						72
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

Сучасний етап розвитку інформаційних технологій характеризується тотальною цифровізацією виробничих та управлінських процесів, що передбачає широке впровадження комп'ютерної техніки та розширення мережевої інфраструктури. Проте інтенсивне використання персональних комп'ютерів, серверного та комутаційного обладнання створює додаткові ризики для здоров'я працівників. Це зумовлює необхідність суворого дотримання нормативно-правових актів з охорони праці, оптимізації ергономіки робочих місць та впровадження ефективних профілактичних заходів для зниження шкідливого впливу технічних засобів на організм людини.

У даній кваліфікаційній роботі розробляється проєкт конфігурації та розгортання локальної комп'ютерної мережі. Оскільки процес обслуговування, моніторингу та експлуатації мережевої інфраструктури пов'язаний із тривалим перебуванням персоналу (зокрема, інженерно-технічних працівників) за робочими місцями, виникає потреба в детальному аналізі умов праці.

У цьому розділі наведено комплексну характеристику вимог безпеки, правил техніки безпеки при роботі з обчислювальною технікою та електроустановками, а також екологічних аспектів утилізації обладнання та енергозбереження[4].

5.1 Електробезпека при прокладанні інформаційних кабелів та монтажі мережевих розеток в ТОВ "NekoHouse"

Забезпечення безпечних умов праці під час розгортання локально-обчислювальних мереж (ЛОМ) в умовах товариства з обмеженою відповідальністю (ТОВ) є критично важливим складником загальної системи охорони праці. Специфіка прокладання інформаційних кабелів (крученої пари, волоконно-оптичних ліній зв'язку) та монтажу мережевих розеток RJ-45 полягає в тому, що самі по собі слабкострумові системи використовують

					2026.КВР.123.406.18.00.00 ПЗ	Арк
						73
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

безпечну для життя людини напругу. Однак основні ризики ураження електричним струмом виникають внаслідок безпосередньої близькості до діючих силових мереж (220/380 В), використання ручного електроінструменту, а також ризику випадкового пошкодження прихованої проводки підприємства [3].

Організація робіт на підприємстві базується на суворому дотриманні законодавства України. Основним документом є Закон України “Про охорону праці”. Відповідно до його положень, керівництво ТОВ зобов'язане створити в кожному структурному підрозділі безпечні умови праці.

Згідно з ПБЕЕС, до виконання робіт із монтажу мережевої інфраструктури допускаються особи, які досягли 18 років, пройшли медичний огляд, а також вступний, первинний та цільовий інструктажі з охорони праці. Оскільки монтаж передбачає роботу з електроінструментом, персонал повинен мати кваліфікаційну групу з електробезпеки не нижче II.

Перед початком робіт у приміщеннях ТОВ оформлюється відповідне розпорядження або наряд-допуск (якщо роботи проводяться в зонах підвищеної небезпеки, наприклад, у серверних кімнатах з відкритими струмопровідними частинами силових щитів).

При прокладанні кабелів та монтажі мережевих розеток ключовим є дотримання правил розділення ліній та знеструмлення:

1. Знеструмлення суміжних мереж. Перед початком монтажу мережевих розеток, які зазвичай розміщуються в єдиних модульних блоках або кабель-каналах поруч із силовими розетками 220 В, відповідні ділянки силової мережі мають бути вимкнені. На комутаційних апаратах (автоматичних вимикачах) у розподільчих щитах ТОВ обов'язково вивішуються заборонні плакати: “Не вмикати! Працюють люди”.
2. Перевірка відсутності напруги. Безпосередньо перед контактом із конструкціями, де пролягає проводка, виконавець зобов'язаний за допомогою покажчика напруги (індикатора) переконатися у повній безпеці робочої зони.
3. Електромагнітне та фізичне розділення. Згідно з вимогами ПУЕ, з метою запобігання наведенню високої напруги на слабкострумову мережу (у разі

					2026.КВР.123.406.18.00.00 ПЗ	Арк
						74
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

пробою ізоляції силового кабелю), інформаційні та силові кабелі повинні прокладатися в окремих лотках, коробах або розділятися всередині кабель-каналу суцільною перегородкою з негорючого матеріалу. Відстань при паралельному прокладанні без перегородки має становити не менше 10–15 см.

Під час монтажу кабель-каналів та свердління стін використовується переносний електроінструмент (перфоратори, дрилі). Усі електроінструменти повинні відповідати класу захисту не нижче II (із подвійною ізоляцією), що унеможлиблює потрапляння напруги на металевий корпус інструменту. Ручний інструмент (бокори, викрутки, обтискні кліщі) повинен мати ізолювальні рукоятки відповідно до діючих стандартів.

Для запобігання випадковому руйнуванню прихованої проводки в стінах ТОВ, перед початком буріння обов'язково проводиться сканування поверхонь за допомогою детектора прихованої проводки.

Усі металеві конструкції ЛОМ - телекомунікаційні шафи (стійки), лотки та екрановані кабелі (FTP) - підлягають обов'язковому заземленню шляхом приєднання до загального контуру заземлення будівлі ТОВ. Це захищає персонал від накопичення статичної напруги та потенційних струмів витоку.

Якщо проєкт передбачає монтаж волоконно-оптичних ліній, окрема увага приділяється захисту органів зору: заборонено дивитися в торець підключеного оптичного волокна через ризик ураження сітківки невидимим інфрачервоним лазерним випромінюванням.

У випадку ураження працівника електричним струмом першочерговою дією є негайне звільнення потерпілого від дії струму шляхом вимкнення живлення (рубильником, автоматом) або відтягуванням його за допомогою діелектричних предметів. Після цього потерпілому надається домедична допомога (за потреби - штучне дихання та непрямий масаж серця) і викликається бригада швидкої медичної допомоги.

Виконання вищезазначених організаційних та технічних заходів повністю нівелює ризики електротравматизму під час реалізації проєкту та забезпечує повну відповідність робіт нормам законодавства України про охорону праці.

					2026.КВР.123.406.18.00.00 ПЗ	Арк
						75
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

5.2 Основні заходи щодо профілактики травматизму, хронічних професійних захворювань та аварій на виробництві

Забезпечення безпеки життєдіяльності та охорони праці під час проектування, розгортання та подальшої експлуатації локально-обчислювальної мережі (ЛОМ) в умовах ТОВ є комплексним завданням. Згідно із Законом України “Про охорону праці”, створення безпечних та нешкідливих умов праці покладається на роботодавця. Специфіка діяльності мережевих інженерів та обслуговуючого персоналу поєднує в собі як монтажні ризики (робота з інструментом, висотні роботи), так і специфічні чинники тривалого перебування в серверних приміщеннях та за екранними пристроями. Комплексна система захисту персоналу ТОВ традиційно поділяється на три ключові напрямки [5].

Виробничий травматизм під час монтажу мережевої інфраструктури найчастіше пов’язаний із механічними пошкодженнями, падінням з висоти та дією електричного струму. Для його мінімізації впроваджуються такі організаційно-технічні заходи:

- **Безпека роботи з інструментом:** Усі монтажні роботи з використанням перфораторів, дрилів та кримперів повинні виконуватися у суворій відповідності до НПАОП 0.00-1.71-13. Персонал забезпечується ручним інструментом із діелектричними рукоятками та переносним електроінструментом із класом захисту не нижче II (з подвійною ізоляцією).

- **Робота на висоті:** Прокладання кабельних трас (крученої пари, волоконно-оптичних ліній) під стелею приміщень ТОВ або за фальш-стелею типу “Армстронг” вимагає використання сертифікованих та перевірених драбин-стрем’янок. Забороняється використання випадкових підручних засобів (меблів, тари). При виконанні робіт на висоті понад 1,5 метра обов'язковим є застосування запобіжних пасів та захисних касок.

- **Монтаж оптичного волокна:** Особливу небезпеку становлять мікроскопічні сколи скляного волокна. Профілактика травматизму передбачає обов'язкове використання захисних окулярів під час різання та сколювання

					2026.КВР.123.406.18.00.00 ПЗ	Арк
						76
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

волокна, а також збирання уламків у спеціальні жорсткі контейнери з їх подальшою утилізацією.

- Електробезпека: Мінімізація ризиків електротравм досягається шляхом обов'язкового знеструмлення суміжних силових ліній у кабель-каналах та вивішування заборонних плакатів на розподільчих щитах відповідно до вимог НПАОП 40.1-1.21-98.

Для інженерно-технічного персоналу та системних адміністраторів ТОВ основними шкідливими виробничими чинниками є статичне навантаження, перенапруження зорового апарату та тривалий вплив шуму та специфічного мікроклімату серверних приміщень. Основні профілактичні заходи включають:

- Ергономіка робочого місця: Робочі місця інженерів мають бути обладнані кріслами з регулюванням висоти та кута нахилу спинки для профілактики захворювань опорно-рухового апарату (остеохондроз, радикуліт). Для запобігання тунельному синдрому кисті (синдрому зап'ястного каналу) використовуються ергономічні клавіатури та миші з підставками під зап'ястя.

- Гігієна зору: З метою профілактики комп'ютерного зорового синдрому відстань від очей користувача до екрана монітора повинна становити 50–70 см. Освітленість робочої зони має поєднувати природне та штучне світло без утворення бліків на екрані. Впроваджуються регламентовані перерви (по 10–15 хвилин через кожні 2 години роботи).

- Захист від шуму та мікроклімату: Робота систем охолодження серверного обладнання та комутаційних стійок генерує постійний високочастотний шум, що перевищує допустимі норми. Профілактика професійної туговухості передбачає обмеження часу перебування персоналу в серверній кімнаті. При тривалих роботах з обслуговування серверів обов'язковим є використання засобів індивідуального захисту органів слуху (протишумових навушників або беруш).

Під аварією в межах реалізації проєкту ЛОМ та серверної інфраструктури ТОВ слід розуміти пожежі, затоплення, критичні перевантаження електричної мережі та термічне руйнування обладнання. Заходи запобігання аварійним ситуаціям включають:

					2026.КВР.123.406.18.00.00 ПЗ	Арк
						77
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

- Пожежна безпека: Для прокладання мережевих ліній використовуються виключно кабелі з маркуванням LSZH (Low Smoke Zero Halogen), які не підтримують горіння та мають низьке виділення токсичного диму. Серверне приміщення ТОВ обов'язково обладнується системою автоматичного газового пожежогасіння (із застосуванням хладону або азоту), оскільки використання води чи порошку призведе до повного знищення дорогого обладнання (серверів, комутаторів).

- Електричний захист: З метою недопущення коротких замикань та перевантажень мережі, які можуть спричинити займання, все комутаційне обладнання підключається через автоматичні вимикачі та пристрої захисного відключення (ПЗВ) відповідно до ПУЕ. Металеві корпуси телекомунікаційних шаф та стійок підлягають обов'язковому заземленню. Для захисту від стрибків напруги та забезпечення безаварійного вимкнення серверів у разі знеструмлення будівлі застосовуються джерела безперебійного живлення (ДБЖ).

- Контроль параметрів середовища: Серверна кімната оснащується дубльованою системою кондиціонування для підтримання температури в межах 18–22 °С та датчиками моніторингу температури та вологості з можливістю дистанційного сповіщення інженера про критичні відхилення [6].

Впровадження зазначених організаційних, технічних та санітарно-гігієнічних заходів дозволяє мінімізувати ризики виникнення виробничого травматизму, захистити здоров'я персоналу ТОВ від професійних захворювань та забезпечити високу надійність і аварійну стійкість проєктованої мережевої інфраструктури.

5.3 Практичні прийоми щодо використання в серверних первинних засобів пожежогасіння кімнатах ТОВ “NekoHouse”

Забезпечення пожежної безпеки в серверних кімнатах товариства з обмеженою відповідальністю (ТОВ) “NekoHouse” вимагає особливого підходу через високу концентрацію дорогого цифрового обладнання, комутаційних

					2026.КВР.123.406.18.00.00 ПЗ	Арк
						78
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

матриць, систем збереження даних та джерел безперебійного живлення (ДБЖ). Специфіка таких приміщень полягає в тому, що традиційні підходи до ліквідації загорянь є неприпустимими. Використання неправильно підібраних засобів гасіння здатне завдати значно більших матеріальних збитків та безповоротно знищити цифрову інфраструктуру підприємства навіть за умови незначного локального спалаху.

Відповідно до Правил пожежної безпеки в Україні (НАПБ А.01.001-2014) та Правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників, для приміщень із категорією електронно-обчислювальної техніки та електроустановок під напругою (клас пожежі Е) діє низка суворих технологічних обмежень:

1. Категорична заборона води та піни. Вода є природним провідником електричного струму. Її застосування в серверній ТОВ “NekoHouse” створює смертельну загрозу ураження струмом для інженера, який здійснює гасіння. Крім того, потрапляння вологи на розігріті плати серверів викликає миттєве коротке замикання, гідротермічний шок мікросхем та повне фізичне руйнування компонентів без можливості відновлення [1].

2. Заборона порошкових вогнегасників (ОП). Порошкові суміші під тиском утворюють дрібнодисперсну хмару, яка миттєво проникає через вентиляційну перфорацію всередину серверних шаф та корпусів. Під дією високої температури в осередку займання пожежний порошок спікається у щільну склоподібну кірку на материнських платах, перекриваючи тепловідвід. Тим більше, при взаємодії з вологою повітря цей наліт виділяє агресивні хімічні сполуки, які безповоротно роз’їдають мідні доріжки та контакти протягом кількох годин [2].

Згідно з вимогами ДБН В.2.5-56:2014, для захисту серверного простору ТОВ “NekoHouse” призначені виключно газові засоби. Як первинні засоби пожежогасіння, що розміщуються безпосередньо біля входу в приміщення, затверджено вуглекислотні вогнегасники (ВВ), які відповідають ДСТУ EN 3-10:2019.

					2026.КВР.123.406.18.00.00 ПЗ	Арк
						79
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Принцип дії вуглекислотного вогнегасника базується на витісненні кисню з зони горіння діоксидом вуглецю (CO₂) та різкому охолодженні осередку. Головна практична перевага CO₂ полягає в його повній діелектричності та сублимації - газ повністю випаровується, не залишаючи бруду, нальоту чи вологи на серверних платах. Додатково, для ізоляції повітря від дрібних осередків (наприклад, спалах блоку живлення на робочому столі техніка) застосовуються пожежні покривала (кошма) з вогнетривкого полотна.

Ефективність первинних засобів пожежогасіння залежить від швидкості та правильності дій персоналу ТОВ “NekoHouse” у перші хвилини виникнення аварійної ситуації:

- Етап 1: Оповіщення та евакуація. При виявленні задимлення або спрацюванні світлозвукових сповіщувачів інженер зобов'язаний негайно натиснути кнопку ручного пожежного сповіщувача на стіні, евакуювати сторонніх осіб та викликати службу порятунку за телефоном “101”.

- Етап 2: Аварійне знеструмлення. Перед початком гасіння критично важливо повністю знеструмити стійки та систему кондиціонування за допомогою кнопки ЕРО (Emergency Power Off), яка розташована біля виходу. Гасіння знеструмленого обладнання мінімізує ризик повторного займання від дуги.

- Етап 3: Тактика застосування ВВ. Працівник знімає вогнегасник, зриває пломбу та висмикує чеку. Направляти пластиковий розтруб слід безпосередньо в щілини чи перфорацію серверної шафи, де зафіксовано вогонь. Натискання на важіль має бути переривчастим для контролю заповнення простору газом. Відстань від розтруба до струмопровідних частин повинна становити не менше 1 метра.

Під час використання вуглекислотних вогнегасників інженер ТОВ “NekoHouse” повинен суворо дотримуватися двох правил безпеки:

1. Захист від обмороження. На виході з розтруба вуглекислота переходить рідкого стану в газоподібний (снігоподібний) із різким падінням температури до -70 °С. Торкатися голіруч до металевих елементів вогнегасника або самого розтруба суворо заборонено, оскільки це призводить до миттєвого термічного

					2026.КВР.123.406.18.00.00 ПЗ	Арк
						80
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

опіку (обмороження) шкіри. Тримати інструмент дозволено лише за спеціально передбачені ізольовані рукоятки.

2. Захист від задухи. Оскільки діоксид вуглецю активно витісняє кисень, у закритому приміщенні серверної виникає ризик швидкої втрати притомності від гіпоксії. Оператор повинен проводити гасіння, перебуваючи обличчям до відчинених вихідних дверей, щоб забезпечити собі шлях для негайної евакуації.

Якщо в приміщенні ТОВ “NekoHouse” активовано автоматичну систему об'ємного газового пожежогасіння, персонал повинен негайно припинити використання первинних засобів та покинути серверний блок, оскільки автоматика заповнить кімнату газом, непридатним для дихання. Первинні засоби слугують виключно для ліквідації мікрозаймань до моменту запуску основних систем захисту.

					2026.КВР.123.406.18.00.00 ПЗ	Арк
						81
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

В кваліфікаційній роботі успішно виконано завдання з проєктування, моделювання та техніко-економічного обґрунтування комп'ютерної мережі для ТОВ "NekoHouse". На основі розробленого технічного завдання та аналізу характеристик підприємства було обґрунтовано вибір логічної структури мережі, схеми фізичного прокладання кабелів, а також оптимального комунікаційного обладнання, програмних засобів та систем захисту.

У спеціалізованому розділі наведено практичні рекомендації щодо налаштування сервера Dell PowerEdge T360, маршрутизатора TP-Link Omada ER8411, комутаторів і безпроводного обладнання. Також розроблено методики тестування та моніторингу мережі. Виконаний розрахунок економічних показників підтвердив фінансову доцільність проєкту, визначив витрати на його реалізацію та підкреслив високу ефективність інвестицій із швидким терміном окупності. Окрім основних технічних аспектів, у роботі враховано вимоги охорони праці, включаючи правила електробезпеки під час монтажних робіт і заходи пожежної безпеки в серверних приміщеннях ТОВ "NekoHouse".

Усі отримані результати узагальнено в таблиці техніко-економічних показників. Робота повністю відповідає початковим вимогам проєктування і готова до впровадження на практиці.

					2026.КВР.123.406.18.00.00 ПЗ	Арк
						82
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. ДСТУ EN 3-10:2019 (EN 3-10:2009, IDT). Вогнегасники переносні. Частина 10. Порядок визначення відповідності переносних вогнегасників за стандартом EN 3-7. [Чинний від 2020-01-01]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2020. 18 с.
2. Правила експлуатації та типові норми належності вогнегасників : НАПБ Б.01.008-2018 / Міністерство внутрішніх справ України. Офіційне вид. Київ : ДСНС України, 2019. 32 с.
3. Правила улаштування електроустановок (ПУЕ). Видання п'яте, перероблене і доповнене (станом на 2023 р.) / Міністерство енергетики України. Харків : Форт, 2023. 612 с.
4. Про охорону праці : Закон України від 14.10.1992 № 2694-XII. *Відомості Верховної Ради України.*
5. Вимоги до системи кондиціонування серверної кімнати. URL: <https://aeromast.com.ua/articles/34-trebovaniya-k-sisteme-konditsionirovaniya.html> (дата звернення: 03.06.2026).
6. Комплексні заходи з охорони праці на підприємстві. URL: <https://racio.ua/kompleksni-zahodi-z-ohoroni-praci-na-pidpriyemstvi/> (дата звернення: 03.06.2026).
7. Інтернет-супермаркет Rozetka. URL: <https://rozetka.com.ua/> (дата звернення: 22.05.2026).
8. Інтерактивні емулятори мережевого обладнання TP-Link. URL: <https://www.tp-link.com/uk-ua/support/emulator/> (дата звернення: 30.05.2026).
9. Маркетплейс Prom.ua. URL: <https://prom.ua/> (дата звернення: 22.05.2026).
10. Структурована кабельна система. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Структурована_кабельна_система (дата звернення: 26.05.2026).
11. Cisco Networking Academy. URL: <https://www.netacad.com/networking> (дата звернення: 25.05.2026).

					2026.КВР.123.406.18.00.00 ПЗ	Арк
						83
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

12. IEEE 802.1Q-2022 — Bridges and Bridged Networks / IEEE Standards Association. 2023. URL: <https://standards.ieee.org/ieee/802.1Q/10323/> (дата звернення: 23.05.2026).

13. TIA/EIA-568. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/TIA/EIA-568-B> (дата звернення: 29.05.2026).

14. Windows Client Deployment Documentation. URL: <https://learn.microsoft.com/en-us/windows/deployment/> (дата звернення: 27.05.2026).

15. TrueNAS Documentation Hub. URL: <https://www.truenas.com/docs/> (дата звернення: 28.05.2026).

16. Omada Software Defined Networking (SDN) Solution. URL: <https://www.omadanetworks.com/us/omada-sdn/> (дата звернення: 27.05.2026).

17. Windows Commands Command-Line Reference. URL: <https://learn.microsoft.com/en-us/windows-server/administration/windows-commands/> (дата звернення: 28.05.2026).

					2026.КВР.123.406.18.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		84