шафаФорма № Н-9.02

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 і підготовки іноземних громадян
(назва відділення)

Циклова комісія комп'ютерної інженерії
(повна назва циклової комісії)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи

фахового молодшого бакалавра
(освітньо-професійного ступеня)

на тему: **Розробка проєкту комп'ютерної мережі ТОВ "Терком"**

Виконав: студент IV курсу, групи КІ-418

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

_____ Віталій МОТУРНЯК
(ім'я та прізвище)

Керівник _____ Роксолана БОЛЮБАШ
(ім'я та прізвище)

Рецензент _____ _____
(ім'я та прізвище)

Тернопіль - 2025

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
"31" березня 2025 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Мотурняку Віталію Михайловичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи: **Розробка проєкту комп'ютерної мережі ТОВ "Терком"**

керівник роботи Болюбаш Роксолана Юріївна
(прізвище, ім'я, по батькові)

Затверджені наказом Відокремленого структурного підрозділу «Тернопільський фаховий коледж Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя» від 28.03.2025р № 4/9-166а.

2. Строк подання студентом роботи: 13 червня 2025 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	01.04	
2	Збір і узагальнення інформації	05.05	
3	Написання першого розділу	16.05	
4	Розробка технічного та робочого проекту	23.05	
5	Написання спеціального розділу	30.05	
6	Розрахунок економічної частини	2.06	
7	Написання розділу охорони праці	4.06	
8	Виконання графічної частини	9.06	
9	Оформлення проєкту	11.06	
10	Погодження нормоконтролю	12.06	
11	Попередній захист роботи	13.06	
12	Захист кваліфікаційної роботи		

7. Дата видачі завдання: 01 квітня 2025 року

Студент _____ Віталій МОТУРНЯК
(підпис) (ім'я та прізвище)

Керівник роботи _____ Роксолана БОЛЮБАШ
(підпис) (ім'я та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Мотурняк В.М. Розробка проєкту комп’ютерної мережі ТОВ “Терком”: кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня фаховий молодший бакалавр за спеціальністю «123 – Комп’ютерна інженерія». Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2025. 101 с.

Кваліфікаційна робота передбачає розробку проекту комп’ютерної мережі ТОВ “Семенчук тревел” згідно стандартів та вимог замовника. В проектовані мережі використано сучасні стандарти Gigabit Ethernet IEEE 802.3ab та Ethernet IEEE 802.3q. При цьому реалізовано розподіл мережі на віртуальні підмережі, планування та розподіл адресного простору. Розроблено інструкції з інсталяції та налаштування файлового сервера, шлюзу доступу до мережі Інтернет, віртуальних підмереж та засобів захисту і моніторингу мережі.

Ключові слова: комп’ютерна мережа, файловий сервер, FTP, файєрвол, маршрутизатор, комутатор, віртуальна мережа, VLAN, антивірус

ANNOTATION

Moturnyak V.M. Development of a computer network project for LLC “Terkom”: qualification work for obtaining the educational degree of a professional junior bachelor in the specialty “123 – Computer Engineering”. Ternopil: VSP “TFK TNTU”, 2025. 101 p.

The qualification work involves the development of a computer network project for LLC “Semenchuk Travel” according to the standards and requirements of the customer. The designed networks use modern Gigabit Ethernet IEEE 802.3ab and Ethernet IEEE 802.3q standards. At the same time, the network is divided into virtual subnetworks, planning and allocation of address space are implemented. Instructions for installing and configuring a file server, an Internet access gateway, virtual subnets and network protection and monitoring tools have been developed.

Keywords: computer network, file server, FTP, firewall, router, switch, virtual network, VLAN, antivirus

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК ТЕРМІНІВ І СКОРОЧЕНЬ

AD (Active Directory) – доменна служба каталогів, яка дозволяє адміністраторам використовувати групові політики для забезпечення подібного налаштування користувацького робочого середовища, розгортати програмне забезпечення на великій кількості комп'ютерів

CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) –клас протоколів, які: прослухують кабель перед передачею, виявляють колізії, ініціалізують повторні передачі (через випадковий час).

DNS (Domain Name System) – сервер доменних імен.

FTP (File Transfer Protocol) – протокол передачі файлів.

HTTP (Hypertext Transfer Protocol) – протокол передачі гіпертексту.

IEEE 802.3ab – стандарт Gigabit Ethernet на витій парі UTP 5e, 6.

IEEE 802.3z – стандарт Gigabit Ethernet на оптоволоконному кабелі.

IEEE 802.3ac – стандарт, що пребачає збільшення максимального розміру фрейму до 1522 байт, яке дозволяє зберігати інформації про VLAN стандарту IEEE 802.1Q та пріоритету стандарту IEEE 802.1p.

IEEE 802.3u – стандарт Fast Ethernet 100Мбіт/с.

IP (Internet Protocol) – Інтернет-протокол;

LAN (Local Area Network) – локальна мережа;

MAC (Media Access Control) – апаратна адреса ПК;

SNMP (Simple Network Management Protocol) – простий протокол мережевого управління. Протокол мережевого адміністрування.

TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) – протокол управління передачею/Інтернет протокол;

ОС – операційна система.

ПК – персональний комп’ютер.

ВСТУП

Існують різноманітні інструменти для обміну даних та налагодження комунікації між комп'ютерними системами та іншими цифровими пристроями. Однак, з точки зору ефективності, використання локальної комп'ютерної мережі є найбільш доцільним, оскільки вона забезпечує високу пропускну здатність для передачі інформації.

Історія комп'ютерних мереж бере свій початок з 50-х років XX століття, з появою перших ЕОМ та необхідності передавати між ними дані на великі відстані. Першочергово для цього використовувалися телефонні та радіолінії, але згодом були розроблені та впроваджені спеціалізовані технології та стандарти комп'ютерних мереж і фізичних середовищ передачі даних.

У сучасному світі комп'ютерні мережі відіграють центральну роль як основний засіб обміну інформацією та спільного доступу до ресурсів, будучи незамінними як для звичайних користувачів, так і для функціонування різноманітних підприємств та організацій.

В кваліфікаційній роботі потрібно створити проект комп'ютерної мережі підприємства із виготовлення столярних і металевих конструкцій та сільськогосподарської продукції ТОВ “Терком”.

Отже, метою кваліфікаційної роботи є розробка локальної комп’ютерної мережі підприємства ТОВ “Терком” на основі вимог технічного завдання.

На основі проведеного аналізу технічної специфікації та аналітичного огляду існуючих технологічних рішень, необхідно здійснити розробку логічної та фізичної архітектури мережі. Даний процес охоплює вибір активного та пасивного мережевого обладнання, розробку інструктивних матеріалів щодо інсталяції структурованих кабельних систем у межах будівлі, а також визначення адресного простору та призначення мережевих адрес робочим станціям та іншим активним елементам мереж.

1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Технічне завдання

1.1.1 Найменування та область застосування

Завданням кваліфікаційної роботи є розробка проекту комп'ютерної мережі ТОВ «Терком».

Дане підприємство займається виготовленням металевих та дерев'яних конструкцій сільськогосподарського та побутового призначення, столярних виробів, меблів, підлогового покриття, а також продуктів борошномельно-круп'яної промисловості. Крім цього, в ТОВ «Терком» працюють офісні працівники, такі як керівництво підприємства, бухгалтерія, кадрова служба, менеджери зі збуту та постачання, маркетологи, які в роботі використовують комп'ютерну техніку. Для оптимізації виробничих процесів, покращення управління та підвищення загальної ефективності виникає необхідність у об'єднані існуючого парку комп'ютерної техніки в мережу. В ТОВ «Терком» виникають комунікаційні запити, подібні до потреб більшості підприємств такого типу. Серед основних потреб та переваг від впровадження мережі на ТОВ «Терком»:

- обміну даними між підрозділами. Впровадження мережі забезпечить швидкий та безперебійний обмін інформацією між виробничим відділом, складом, відділом постачання, контролем якості та іншими підрозділами. Це дозволить оперативно відстежувати потреби у матеріалах, стан виробництва, рівень запасів та якість продукції;

- необхідність запровадження автоматизовані системи керування складом. Мережа є основою для впровадження автоматизовані системи керування складом, що дозволяє оптимізувати складські операції, контролювати рух матеріалів та готової продукції, мінімізувати помилки та прискорити відвантаження;

- забезпечення централізованого доступу до інформації. Керівництво та менеджери отримають централізований доступ до всіх необхідних даних про

виробництво, продажі, фінанси, складські запаси тощо, що полегшує аналіз ситуації та прийняття обґрунтованих рішень;

- запровадження мережі дозволить легко збирати дані з різних відділів та формувати звіти для аналізу ефективності роботи підприємства, виявлення тенденцій та прогнозування;

- покращити зв'язок з постачальниками та клієнтами. Мережа забезпечить ефективну комунікацію з постачальниками (замовлення, відстеження поставок) та клієнтами (прийом замовлень, надання інформації про продукцію, технічна підтримка);

- дозволить розвивати на підприємстві електронну комерція для продажі продукції через Інтернет. Комп'ютерна мережа є абсолютно необхідною для підтримки онлайн-магазину, обробки замовлень та взаємодії з клієнтами;

- дозволить впровадити системи електронного документообігу, що значно прискорює обмін документами, зменшує витрати на папір та спрощує архівування;

- забезпечить загальний доступ до офісних ресурсів. Спільне використання принтерів, сканерів та інших офісних пристроїв через мережу дозволяє оптимізувати витрати.

1.1.2 Призначення розробки

Розроблена в даній кваліфікаційній роботі комп’ютерна мережа повинна забезпечити наступні вимоги щодо функціональності:

- забезпечення інтеграції існуючого парку комп'ютерної техніки в єдину інформаційну інфраструктуру з подальшою сегментацією мережі;

- реалізація загального доступу до мережі Інтернет для робочих станцій та інших мережевих пристроїв засобами технології NAT;

- зменшення часу на обробку інформації;

- забезпечення спільного використання офісної периферії, такої як принтери та сканери, в межах мережі;

- запровадження електронну комерція для продажі продукції через Інтернет;
- запровадження автоматизовані системи керування складом;
- запровадження електронного документообігу дозволить швидше обмінюватися документами, використовувати менше паперу та зберігати файли;
- підвищення продуктивності праці.

1.1.3 Вимоги до апаратного і програмного забезпечення

Для проекту локальної мережі потрібно таке обладнання:
- головний комутатор стандарту Gigabit Ethernet з функціями 3-го рівня моделі OSI на 8 портів;
- комутатори робочих груп стандарту Gigabit Ethernet на 16 портів;
- маршрутизатор-шлюз;
- мережевий кабель;
- мережеві розетки стандарту 8P8C;
- роз’єми для термінування сегментів кабелю стандарту 8P8C;
- патч-корди для під’єднання кінцевих пристроїв до розеток структурованої кабельної системи;
- комутаційна шафа;
- патчпанель;

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

1.1.4 Вимоги до документації

Технічна документація є невід'ємною частиною будь-якої комп'ютерної мережі, забезпечуючи своєчасне та якісне її обслуговування. Для своєчасного виконання операцій з обслуговування локальної мережі ТОВ «Терком» необхідно мати належним чином оформлену та повну технічну документацію, яка є обов'язковою для будь-якої комп'ютерної мережі. До переліку

документації необхідної для проектування мережі ТОВ «Терком» відноситься [3]:

- план приміщення;
- логічна топологія;
- фізична топологія – схема зв’язків між вузлами перенесена на план приміщення;
- таблиця IP-адрес;
- специфікації обладнання – детальний список всіх комутаторів (з їх моделями, кількістю портів, можливо, серійними номерами), маршрутизатора, сервера;
- система маркування, яка використовується для ідентифікації кожного кабелю та розетки.

1.1.5 Техніко-економічні показники

Основні техніко-економічні показники локальної мережі ТОВ «Терком»:

- тип мережі – ієрархічна зірка;
- стандарт провідного сегменту мережі – IEEE 802.3ab (Gigabit Ethernet);
- кількість робочих станцій – 32;
- середовище передачі – вита пара категорії 6;
- вартість мережі до 300 тис.грн.

1.1.6 Стадії та етапи розробки

Процес проектування локальної комп'ютерної мережі включає наступну послідовність етапів [3]:

- визначення етапів розробки проекту мережі;
- створення логічної схеми мережі;
- розробку фізичної топології та плану кабельної системи;

- підбір активного та пасивного обладнання для функціонування мережі;
- фізичне прокладання кабельних ліній;
- встановлення точок підключення (мережевих розеток);
- монтаж та комутацію обладнання в шафі;
- налаштування центрального комутатора;
- конфігурування комутаторів робочих груп;
- налаштування маршрутизатора для зв'язку між мережами;
- тестування функціональності та стабільності мережі;
- складання комплекту технічної документації.

1.1.7 Порядок контролю та прийому

Перевірка функціональних параметрів мережі є ключовим етапом для оцінки її якості. Важливо проаналізувати наступні технічні характеристики локальної мережі [5]:

- кількість переданих та прийнятих пакетів з помилками;
- аналіз файлів-журналів ОС;
- аналіз звіту системи моніторингу;
- вимірювання швидкості передачі пакетів між комутатором та вузами мережі;
- параметри тестування фізичного середовища відповідним кабельним тестером.

1.2 Опис задачі та характеристика підприємства ТОВ «Терком»

Основними напрямками діяльності ТОВ «Терком» є:

- виготовлення металевих будівельних конструкцій;
- виготовлення дерев’яних будівельних конструкцій;
- виготовлення столярних виробів;

- виготовлення щитового паркету;
- покрівельні роботи;
- виробництво макаронних виробів і подібних борошняних виробів;
- виробництво борошномельно-круп'яних продуктів харчування.

У своїй діяльності підприємство охоплює широкий спектр робіт по виготовленню та встановленню виробів із дерева і металу. Крім цього, ТОВ «Терком» займається переробкою зернових культур (пшениці, жита, кукурудзи, гречки, рису, ячменю, вівса тощо) на борошно та крупи різних видів і сортів.

На підприємстві ТОВ «Терком» працює 135 осіб із них робота 32 працівників пов’язана із використанням комп’ютерної техніки.

Структурно ТОВ «Терком» поділено на такі підрозділи із вказанням відповідної кількості комп’ютерів:

- керівництво, що включає посаду директора (1 ПК), заступника директора із виробництва (1 ПК), заступник директора з комерційних питань (1 ПК), помічник директора із кадрових питань (1 ПК), юрист (1 ПК), секретар керівника (1 ПК), інженер з охорони праці (1 ПК). Разом 7 ПК;
- бухгалтерія у складі головного бухгалтера та чотирьох бухгалтерів. Разом 5 ПК;
- відділ продажів та маркетингу із 5 працівників (5 ПК);
- відділ постачання із 4 працівників, що займається закупівлею деревини та супутніх матеріалів та зернових культур (4 ПК);
- відділ контролю якості із 4 працівників, що здійснюють перевірку якості сировини та готової продукції (4 ПК);
- завідувачі складами матеріалів та готової продукції (2 ПК);
- завідувачі складами сировини зернових культур та готової продукції (2 ПК);
- оператори обладнання із програмним керуванням (2 ПК);
- технолог із виробництва борошномельно-круп'яних продуктів харчування (1ПК).

Всього мережа ТОВ «Терком» повинна об’єднати 32 комп’ютери.

Для централізованого зберігання даних в проектованій мережі слід передбачити використання файлового сервера. Який повинен здійснювати:

- зберігання комерційної інформації. Бази даних клієнтів, прайс-листи, договори з постачальниками та покупцями, маркетингові матеріали, звіти про продажі;

- зберігання фінансової та бухгалтерської інформації. Бухгалтерські звіти, фінансові плани, платіжні відомості, податкова документація;

- спільний доступ до файлів: Співробітники різних відділів можуть легко отримувати доступ до необхідних документів та обмінюватися ними, що підвищує ефективність співпраці та усуває необхідність дублювання інформації.

2 РОЗРОБКА ТЕХНІЧНОГО ТА РОБОЧОГО ПРОЕКТУ

2.1 Опис та обґрунтування вибору логічного типу та топології мережі

Ключовим етапом у проектуванні комп'ютерних мереж є вибір її топології. Це включає як фізичну топологію, що описує розміщення та з'єднання пристроїв, так і логічну топологію, яка встановлює правила взаємодії між ними. Дотримання цих правил є критично важливим для стабільної роботи мережі.

Фізична топологія мережі – це спосіб фізичного з'єднання комп'ютерів та інших мережевих пристроїв між собою за допомогою кабелів, бездротових з'єднань або інших засобів. Вона визначає розташування пристроїв і прокладання комунікаційних ліній, безпосередньо впливаючи на продуктивність, надійність та вартість мережі.

У топології «шина» всі пристрої в мережі підключаються до одного спільного кабелю, який називається магістральним кабелем або шиною. Дані передаються по цій шині в обох напрямках. На кожному кінці шини встановлюються термінатори, які поглинають сигнал і запобігають його відбиттю. Коли один комп'ютер відправляє дані, сигнал поширюється по всій шині. Кожен комп'ютер перевіряє адресу призначення даних. Якщо адреса збігається, комп'ютер приймає дані. Дана топологія вимагає найменшої кількості кабелю порівняно з іншими топологіями. Є найбільш економічно вигідною зі всіх існуючих топологій. Проте на цьому її переваги закінчцються. Ця топологія відрізняється низькою відмово стійкістю та складністю пошуку несправностей, адже обрив кабелю або несправність термінатора виводить з ладу всю мережу. Зі збільшенням кількості пристроїв або об'єму трафіку продуктивність значно падає через колізії (зіткнення даних).

У топології «зірка» всі пристрої підключаються до центрального пристрою (хаба або комутатора). Кожен пристрій має власне окреме кабельне з'єднання з цим центральним пристроєм. Коли один комп'ютер відправляє дані, він надсилає їх до центрального пристрою. Хаб просто ретранслює сигнал на

всі порти, а комутатор надсилає дані лише на порт призначення, що робить його більш ефективним. До переваг цієї топології можна віднести [3]:

- високу надійність (відмовостійкість), оскільки відмова одного кабелю або кінцевого пристрою не впливає на роботу інших пристроїв у мережі. Лише центральний пристрій є єдиною точкою відмови;
- легко локалізувати проблему, оскільки несправний пристрій або кабель легко ідентифікується.
- кожен пристрій має виділене з'єднання з центральним пристроєм, що зменшує колізії та забезпечує кращу пропускну здатність (особливо з комутаторами);
- легко додавати або видаляти пристрої без впливу на всю мережу.

Серед недоліків зіркоподібної топології можна відзначити:

- вища вартість, оскільки вимагає більше кабелю порівняно з шиною та необхідність у придбанні центрального пристрою;
- якщо центральний пристрій (хаб/комутатор) виходить з ладу, вся мережа припиняє функціонувати.

Топологія зірка – це найбільш поширена топологія в сучасних локальних мережах (LAN), включаючи офіси, навчальні заклади, домогосподарства.

У топології «кільце» кожен пристрій з'єднується з двома іншими пристроями, утворюючи замкнуте кільце. Дані передаються в одному напрямку (зазвичай за годинниковою стрілкою або проти). Кожен пристрій діє як репітер, приймаючи сигнал, підсилюючи його та передаючи далі до наступного пристрою в кільці [3]. Дані подорожують по кільцю від одного пристрою до іншого, доки не досягнуть пристрою-одержувача. Зазвичай використовується механізм «маркера» (token passing), де тільки пристрій, що володіє маркером, може передавати дані [3].

До переваг кільцеподібної топології можна віднести [3]:

- кожен пристрій має рівний доступ до мережевого середовища, що запобігає колізіям;

- висока продуктивність за певних умов. Може бути ефективною за постійного навантаження.

Серед недоліків топології «кільце» можна відзначити [3]:

- низька відмовостійкість, оскільки обрив кабелю або вихід з ладу одного пристрою може порушити роботу всього кільця. (Деякі реалізації, як Token Ring, мали механізми обходу, але вони додавали складності).

- складність додавання/видалення пристроїв, оскільки для додавання або видалення пристрою необхідно тимчасово порушити роботу всієї мережі;

- складніше локалізувати проблему порівняно із зіркою;

- обмежена масштабованість.

Дана топологія раніше використовувалася в мережах Token Ring (IEEE 802.5), але зараз практично витіснена топологією «зірка» через її недоліки. Проте, концепція кільця може зустрічатися в оптичних волоконно-оптичних мережах (наприклад, SDH/SONET) для забезпечення відмовостійкості, але там це реалізується на більш високому рівні, ніж проста фізична топологія.

У завершеній (сітковій) топології кожен пристрій у мережі з'єднується безпосередньо з кожним іншим пристроєм. Це створює багато надлишкових шляхів. Існують також часткові сіткові топології, де не кожен пристрій підключений до кожного, але є кілька надлишкових шляхів. Дані можуть передаватися численними шляхами від джерела до одержувача. Мережеві пристрої використовують маршрутизацію для вибору оптимального шляху. Така топологія відзначається максимальною надійність (відмовостійкість), оскільки якщо один кабель або пристрій виходить з ладу, дані можуть бути перенаправлені по іншому доступному шляху. Немає єдиної точки відмови. Також це покращує безпеку, оскільки складніше перехопити дані. Проте така топологія вимагає величезної кількості кабелів та портів на пристроях (для N пристроїв потрібно $N(N-1)/2$ з'єднань) [3]. Також надзвичайно складно реалізувати та підтримувати великі мережі. У зв’язку із цим дана топологія не застосовується для локальних мереж з великою кількістю комп'ютерів [3].

Завершена топологія переважно використовується в глобальних мережах (WAN), таких як Інтернет, або для критично важливих мережевих сегментів, де необхідна надзвичайна надійність, наприклад, у військових або корпоративних магістралях. Часто зустрічається в бездротових мережах (Mesh Wi-Fi) для розширення покриття.

Топологія «дерево» є ієрархічною структурою, яка є комбінацією декількох зіркових топологій. Вона має центральний «кореневий» хаб/комутатор, від якого відгалужуються інші хаби/комутатори (як гілки дерева), до яких, у свою чергу, підключаються кінцеві пристрої або інші менші хаби/комутатори.

Розширена зірка – це фактично те саме, що й дерево, але з акцентом на центральному з'єднанні.

Дані передаються вгору по ієрархії до відповідного центрального пристрою, а потім вниз до пристрою призначення.

Серед основних переваг можна відзначити [3]:

- масштабованість. Легко розширювати мережу, додаючи нові гілки або кінцеві вузли;
- відносно легке керування завдяки ієрархічній структурі;
- легше ідентифікувати проблемні сегменти, ніж у шині чи кільці.

До недоліків еревоподібної топології та топології розширена зірка відносяться [3]:

- залежність від центрального кореневого пристрою. Якщо головний центральний пристрій виходить з ладу, вся мережа припиняє роботу.
- вимагає більше кабелю та мережевого обладнання (хабів/комутаторів) порівняно з шиною чи однією зіркою.

Дана топологія дуже поширена в середніх та великих локальних мережах, зокрема в офісних будівлях, кампусах, підприємствах, де потрібно організувати мережу для багатьох відділів або поверхів. Вона ідеально підходить для організації мереж у великих будівлях з кількома поверхами або відділами.

Гібридна топологія – це комбінація двох або більше базових топологій. Наприклад, це може бути зірка, підключена до шини, або кілька кілець, з'єднаних за допомогою зірки [3]. Кожна частина мережі функціонує згідно зі своєю базовою топологією, а з'єднання між ними забезпечується відповідно до комбінованого дизайну.

До основних переваг гібридної топології можна віднести [3]:

- гнучкість – дозволяє адаптувати мережу до конкретних потреб організації, поєднуючи переваги різних топологій;
- масштабованість;
- дозволяє створювати ефективніші та надійніші мережі, використовуючи сильні сторони різних топологій.

До недоліків гібридної топології можна віднести [3]:

- більш складна в проектуванні, встановленні та керуванні порівняно з основними топологіями;
- часто вимагає більше обладнання та експертизи.
- пошук несправностей може бути складнішим через різноманітність компонентів.

Майже всі великі сучасні мережі є гібридними. Наприклад, в офісній будівлі, кожен поверх може бути організований за топологією «зірка», а ці поверхи можуть бути з'єднані між собою магістральною шиною або ієрархічною «деревовидною» структурою. Інтернет сам по собі є прикладом дуже великої та складної гібридної мережі.

У даному проекті організація складається з дев’яти структурних підрозділів: шість на першому поверсі та три на другому (керівництво, бухгалтерія). З огляду на це, необхідно створити дев’ять окремих логічних підмереж (робочих груп).

Для досягнення цього, найбільш доцільно використати технологію віртуальних мереж (VLAN). Такий підхід дозволяє відокремити робочі групи, використовуючи меншу кількість дорогих маршрутизаторів. Натомість, марш-

рутизація між сегментами буде забезпечуватися комутатором 3-го рівня, що є більш економічним рішенням.

Враховуючи значну територіальну роз'єднаність підрозділів як на одному поверсі, так і між поверхами, найбільш оптимальним вибором фізичної топології є «ієрархічна розширена зірка».

На рисунку 2.1 схематично представлено структурно-функціональну схему мережевих пристроїв [9].

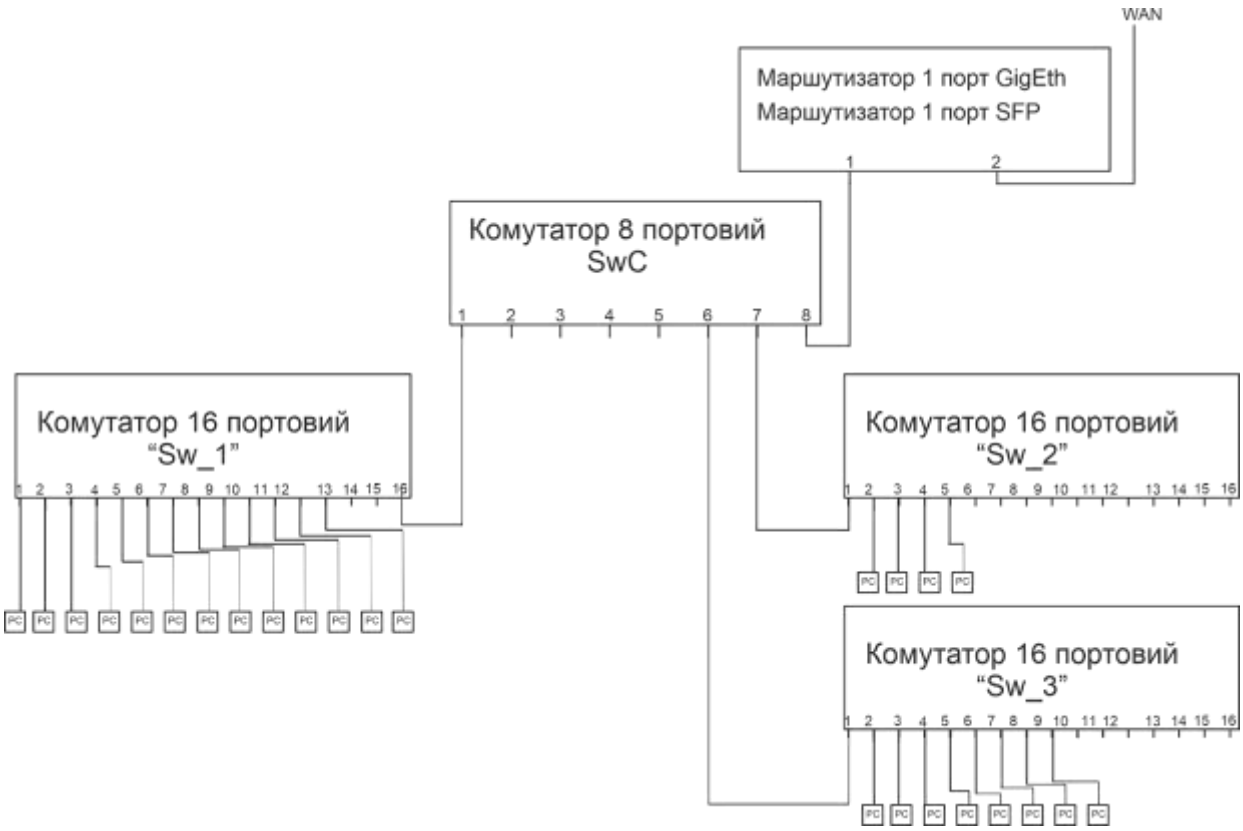


Рисунок 2.1 – Структурно-функціональна топології мережі

Для побудови сучасної та ефективної мережевої інфраструктури обрано стандарт Gigabit Ethernet. Цей вибір є обґрунтованим з кількох ключових причин, що охоплюють швидкість, сумісність та економічну доцільність.

Gigabit Ethernet (стандарт IEEE 802.3ab/z) є одним із найпоширеніших стандартів для локальних мереж, який забезпечує швидкість передачі даних до 1 гігабіта на секунду. Ця швидкість є більш ніж достатньою для сучасних вимог, дозволяючи реалізовувати такі завдання, як:

- високошвидкісний доступ до Інтернету. Забезпечує швидке завантаження та вивантаження даних, необхідне для ефективної роботи;

- ефективно справляється з передачею відео високої роздільної здатності, великих файлів та роботою з ресурсоємними додатками.

- дозволяє інтегрувати голосовий трафік (VoIP), відеоконференції та інші сервіси на одній інфраструктурі.

Крім того, Gigabit Ethernet забезпечує зворотну сумісність з більш старим мережевим обладнанням (наприклад, Fast Ethernet 100 Мбіт/с), що спрощує міграцію та дозволяє поступово модернізувати мережу.

Gigabit Ethernet базується на добре відомій технології Ethernet, але включає значні покращення для досягнення високої пропускної здатності. Одним із ключових принципів роботи Ethernet є множинний доступ з контролем несучої та виявленням колізій (CSMA/CD). Хоча в сучасних повнодуплексних Gigabit Ethernet мережах, де використовуються комутатори, колізії практично відсутні (комутатор усуває їх, направляючи трафік безпосередньо до одержувача), CSMA/CD залишається фундаментальним концептом Ethernet, що забезпечує:

- прослуховування кабелю перед передачею. Пристрій перевіряє, чи вільний канал, перш ніж надсилати дані;

- виявлення колізій. Якщо два пристрої одночасно намагаються передати дані, вони виявляють зіткнення сигналів;

- ініціалізація повторних передач. У разі колізії, пристрої зупиняють передачу, вичікують випадковий проміжок часу, а потім повторюють спробу.

Gigabit Ethernet підтримує різні типи фізичного середовища передачі даних, надаючи гнучкість у розгортанні мережі [2]:

- оптичне волокно (одномодове та багатомодове) – регламентується стандартом IEEE 802.3z зі специфікаціями 1000BaseSX, 1000BaseLX, 1000BaseLX10, 1000BaseLH, 1000BaseZX та 1000BASE-BX10. Використовується для передачі даних на великі відстані, починаючи від 550 метрів (1000BaseSX) і до 70 кілометрів (1000BASE-ZX);

- кабелі типу «скручена пара» – використовується для з'єднань на невеликі відстані (до 100 м), що є типовим для офісних мереж та внутрішніх підключень у межах будівлі. Регламентується специфікаціями 1000BASE-T та 1000BASE-TX.

Специфікація 1000BASE-TX вимагає використання кабелів вищих категорій (Cat-6 та Cat-7), що робить його дорожчим.

Специфікація 1000BASE-T (стандарт IEEE 802.3ab) дозволяє використовувати більш поширені та економічні кабелі категорій Cat-5, Cat-5e та Cat-6. Це робить його найбільш прийнятним варіантом з точки зору економічності для офісних середовищ.

Важливою особливістю 1000BASE-T є повнодуплексна передача даних: вона відбувається одночасно по всіх чотирьох парах провідників, і по кожній парі – в обидвох напрямках. Сучасні сигнальні процесори забезпечують розпізнавання сигналів від протилежного передавача, що дозволяє уникнути інтерференції та забезпечити ефективну роботу на високих частотах.

Враховуючи результати аналізу плану приміщень ТОВ «Терком» представленого на додатку А та підтверджену довжину кабелів у межах 100 метрів для структурованої кабельної системи, було прийнято оптимальне рішення. Для побудови мережі обрано специфікацію 1000BASE-T, оскільки вона дозволяє досягти необхідної продуктивності, водночас значно скорочуючи витрати на кабельну інфраструктуру.

2.2 Розробка схеми фізичного розташування кабелів та вузлів

2.2.1 Типи кабельних з’єднань та їх прокладка

Проєктування структурованої кабельної системи (СКС) здійснюється для двоповерхової будівлі ТОВ "Терком", яка має площу 2745 м² (61 м у довжину, 45 м у ширину), з висотою кожного поверху 3,5 метра. Задача полягає у створенні кабельної інфраструктури локальної комп'ютерної мережі, що

інтегрується з чинними електричними та телефонними системами. Загалом планується встановлення 32 мережевих розеток типу RJ-45.

Схеми розташування розеток (для першого поверху див. Додаток В) та прокладання кабельних сегментів розроблені відповідно до вимог замовника та чинних стандартів побудови СКС.

Кабельна інфраструктура мережі ретельно спроєктована для забезпечення надійності, ефективності та відповідності стандартам. Усі кабельні сегменти від мережевих розеток (кінцевих хостів) надходять у патч-панелі комутаційних шаф. Тут, за допомогою патч-кордів різної довжини, здійснюватиметься гнучка перекомутація з'єднань, що дозволить легко змінювати конфігурацію мережі за потреби.

Прокладання горизонтальних кабельних сегментів:

- у приміщеннях (кімнатах) кабелі прокладаються в настінних коробах секцією 50х35 мм. Такий спосіб забезпечує естетичний вигляд, захист кабелів від пошкоджень та легкий доступ для обслуговування. Кожен кабель підключається до мережевих розеток типу RJ-45, які проєктуються на рівні робочого столу користувача для максимальної зручності;
- у коридорах для магістральних ділянок у коридорах кабельні сегменти прокладаються у гофрованих лотках з розділювальною перегородкою, що монтуються над підвісною стелею. Це рішення дозволяє організувати велику кількість кабелів, захистити їх від механічних пошкоджень та забезпечити вентиляцію.

З приміщення серверної, від комутаційної шафи, до зовнішнього фасаду будівлі, в окремому коробі буде прокладено оптоволоконний кабель. Це з'єднання призначене для підключення до обладнання провайдера глобальної мережі Інтернет, що забезпечить високошвидкісний та надійний доступ до зовнішніх ресурсів.

Вертикальна кабельна система відповідає за з'єднання головного комутатора локальної мережі з комутаторами, розташованими на першому та другому поверхах. Цей магістральний кабель буде прокладено у вентиляційній шафі

приміщення (див. Додаток В), що дозволить використати існуючі інженерні комунікації для прихованого та захищеного прокладання.

Для забезпечення відповідності стандартам Gigabit Ethernet та гарантування стабільної роботи мережі, максимальна довжина кабелю між мережевими розетками або між розеткою та патч-панеллю становить 90 метрів. Це правило є частиною загального обмеження в 100 метрів між кінцевим пристроєм (комп'ютером) і комутатором. Залишкові 10 метрів резервуються для використання патч-кордів: коротких кабелів, що з'єднують робочу станцію з розеткою, а також патч-панель з комутатором. Таке розподілення довжин забезпечує оптимальну продуктивність і мінімізує втрати сигналу.

У розробленій локальній мережі передбачено використання трьох основних типів кабельних з'єднань, кожен з яких виконує свою специфічну функцію в ієрархії структурованої кабельної системи (СКС): патч-корд, горизонтальний та вертикальний кабель.

Патч-корди – це короткі, гнучкі кабелі, які використовуються для:

- підключення кінцевих пристроїв (персональних комп'ютерів, IP-телефонів, принтерів) до мережевих розеток;

- з'єднання портів патч-панелей з портами активного мережевого обладнання (комутаторів) у комутаційних шафах. Їхня стандартизована довжина (1.5 м у даному проєкті) та висока якість є ключовими для забезпечення надійного та швидкого підключення.

Горизонтальний кабель – цей тип кабелю формує основу горизонтальної підсистеми СКС. Він прокладається від мережевих розеток у робочих зонах (або безпосередньо від кінцевих пристроїв у певних випадках) до комутаційних вузлів, розташованих у комутаційних шафах на відповідних поверхах.

У мережі ТОВ "Терком" горизонтальні кабелі з'єднують мережеві розетки безпосередньо з портами сегментуючих комутаторів на поверхах.

Критично важливим є дотримання однорідності категорії або використання вищих категорій для всіх компонентів горизонтальної кабельної системи (кабелів, конекторів, патч-панелей та патч-кордів). Це забезпечує

оптимальну продуктивність та надійність усієї мережі. Наприклад, якщо горизонтальний кабель Cat.6, то і всі інші пасивні компоненти мають бути Cat.6 або вище.

Вертикальний кабель (магістральний) – цей кабель забезпечує створення високошвидкісних каналів зв'язку між мережевими комутаторами, що знаходяться на різних поверхах.

Основна функція вертикальних кабелів – агрегація всього мережевого трафіку, що надходить з горизонтальних кабельних систем поверхів, і направлення його до ядра мережі. У ядрі трафік обробляється, маршрутизується та надається доступ до серверів та зовнішніх ресурсів (Інтернету).

Оскільки ці кабелі передають сукупний трафік від багатьох користувачів, вони повинні мати значно вищу пропускну здатність порівняно з горизонтальними кабелями. Вибір конкретного типу кабелю (мідь або оптоволокно) для кожного магістрального зв'язку в ТОВ «Терком» буде залежати від фактичної відстані між комутаторами, необхідної агрегованої пропускної здатності (враховуючи, що хоча кінцеві пристрої використовують 1 Гбіт/с, сукупний трафік може бути значно вищим) та бюджетних обмежень.

Відповідність кабелю мережевим стандартам визначається його фізичними характеристиками, які закладаються під час виробництва та відображаються у маркуванні. З цієї причини сучасні мережі переважно будуються з використанням неекранованої крученої пари (UTP) та волоконно-оптичних кабелів.

Після ретельного аналізу технічних вимог, відповідності запитам замовника, а також зважаючи на вартість та перспективи подальшої модернізації, для горизонтальної кабельної підсистеми локальної мережі ТОВ "Терком" було обрано кабель U/UTP Cat.6 4Pr виробництва «Одескабель». Його конструктивні особливості та відповідність стандартам забезпечують оптимальну продуктивність [10]:

- струмопровідна жила виконана з мідного м'якого провідника;

- діаметр жили 0,57 мм (відповідає стандарту 23 AWG);
- ізоляція – Використовується поліетилен;
- діаметр провідника (з ізоляцією): 1,05 мм;
- кабель повністю відповідає вимогам ISO/IEC 11801:2002, EN 50173-1:2002, ANSI/TIA/EIA-568-B.2-1-2002, IEC 61156-5:2002, що гарантує його високу якість та сумісність.

Для підключення кабелю типу "кручена пара" до мережевих пристроїв та кінцевих точок використовуються стандартизовані конектори та розетки:

Для кабелю «кручена пара» застосовуються конектори стандарту 8P8C, широко відомі як RJ45. Для даної мережі обрано конектори ATCOM RJ45 CAT.6 UTP 8P8C, що забезпечують відповідність категорії кабелю.

З метою впорядкування та забезпечення зручності управління кабельною системою, а також для спрощення підключення комп'ютерів до горизонтальної кабельної інфраструктури, передбачається встановлення мережевих розеток стандарту 8P8C у всіх точках підключення.

З'єднання між цими розетками та кінцевими пристроями (персональними комп'ютерами) буде здійснюватися за допомогою згаданих вище патч-кордів. Обрана модель – зовнішня розетка Cablexpert RJ45x1 UTP Cat.6 (див. рис. 2.2).

Рисунок 2.2 – Мережева розетка Cablexpert RJ45x1 UTP cat.6

Перевага цієї моделі полягає у її практичності та зручності монтажу, що є особливо актуальним для офісних приміщень, де важливо забезпечити швидке та просте підключення кінцевих пристроїв без необхідності вбудовування розетки у стіну.

Естетичний та функціональний дизайн однопортових розеток сприяє порядку на робочому місці. Їхня категорія Cat.6 забезпечує повну сумісність з кабельною інфраструктурою та підтримку швидкості Gigabit Ethernet.

Готові патч-корди: Сучасний ринок мережевого обладнання пропонує широкий вибір готових з'єднувальних кабелів різних довжин. Для потреб даної мережі оптимальним рішенням є використання патч-кордів довжиною 1,5 метра. Зокрема, для проєкту ТОВ «Терком» обрано модель 2E CAT6 UTP RJ-45 26AWG.

2.2.2 Будова вузлів та необхідність їх застосування

Локальна мережа (ЛМ) у нашому проєкті розроблена як комплексна система, що складається з ключових вузлів, кожен з яких виконує свою унікальну функцію для забезпечення стабільного та ефективного обміну даними. Вся архітектура мережі та взаємозв'язки між її компонентами детально представлені у додатку В.

Основними вузлами ЛМ є:

- мережеві розетки (RJ-45) – це кінцеві точки доступу, що слугують для підключення робочих станцій (комп'ютерів) та периферійних пристроїв (наприклад, принтерів, IP-телефонів) до мережі. Вони зазвичай монтуються безпосередньо біля робочих місць, переважно на стінах або у спеціалізованих кабель-каналах, забезпечуючи зручний та надійний інтерфейс для користувачів;
- комутаційна шафа – це спеціалізована шафа призначена для структурованого та безпечного розміщення активного мережевого обладнання. Вони забезпечують впорядковане прокладання кабелів, вентиляцію та захист обладнання від несанкціонованого доступу та зовнішніх впливів. Розташування комутаційних шаф стратегічно важливе для ефективної організації кабельної системи та доступу до обладнання;

- комутатори сегментів мережі (доступ/розподіл) – ці комутатори є основою для об'єднання кінцевих вузлів у межах певних підгруп або сегментів мережі, наприклад, окремих офісів чи відділів, розташованих на одному поверсі. Вони відповідають за комутацію трафіку в межах свого сегмента, ізолюючи його від інших і забезпечуючи ефективний обмін даними між пристроями групи. Зазвичай це комутатори другого рівня (L2), що працюють з MAC-адресами;

- центральний (головний) комутатор локальної мережі (ядро мережі): Цей високопродуктивний комутатор виконує роль центрального агрегуючого вузла, що об'єднує всі комутатори сегментів мережі. Він формує ядро локальної мережі, забезпечуючи високошвидкісну передачу даних між різними сегментами та централізований контроль над мережевим трафіком. Часто це комутатор третього рівня (L3), здатний маршрутизувати трафік між VLAN;

- маршрутизатор – ключовий елемент для забезпечення взаємодії між різними мережами. У нашому проєкті маршрутизатор виступає як шлюз, забезпечуючи підключення локальної мережі до Інтернету або інших зовнішніх мереж, керуючи вхідним та вихідним трафіком. Маршрутизатор також надає додаткові мережеві послуги, такі як NAT (перетворення мережевих адрес), та функції мережевого екрана (брандмауера) для підвищення безпеки.

Для забезпечення оптимальної функціональності та легкого доступу до центральних вузлів мережі, головний комутатор та комутатор Sw_3, який обслуговує сегмент мережі керівництва підприємства, будуть розташовані в окремій комутаційній шафі. Ця шафа буде настінною, що дозволить ефективно використовувати простір та забезпечити зручність обслуговування.

На першому поверсі планується розмістити два сегментуючі комутатори, позначені на фізичній топології як Sw_1 та Sw_2. Ці комутатори слід розмістити на спеціальних поличках прикріплених до стіни.

Комутатор Sw_1 пропонується розмістити в приміщенні відділу продажу та маркетингу із найбільшою концентрацією робочих станцій мережі.

Комутатор Sw_2 пропонується розмістити в приміщенні інженгера із охорони праці для об’єднання фізично найбільш віддалених комп’ютерів мережі розташованих у приміщення відділу контролю якості та інженера із охорони праці, що знаходяться на першому поверсі у протилежно віддаленій частині великої за площею будівлі

Особливе значення має приміщення, визначене як серверна кімната. Саме тут, у комутаційній шафі (КШ-1), буде розміщено маршрутизатор мережі. Це стратегічне рішення, оскільки серверна кімната також виконуватиме функцію центрального вузла для розміщення мережевого сервера. Таке розташування маршрутизатора та сервера в одному захищеному приміщенні забезпечує:

- зручний доступ до основного мережевого та серверного обладнання;
- серверна кімната, як правило, має підвищений рівень фізичного захисту та контролю доступу;
- оптимальна взаємодія між сервером та маршрутизатором, що є критично важливим для обробки та розподілу мережевого трафіку, а також доступу до глобальної мережі.

Вибір приміщення серверної, є стратегічно обґрунтованим рішенням для розміщення центрального мережевого обладнання та сервера. Цей вибір спирається на низку ключових переваг, що забезпечують оптимальну функціональність, безпеку та зручність обслуговування мережевої інфраструктури.

Приміщення, розташоване поряд з бухгалтерією, яка є центром важливих інформаційних потоків, забезпечує відносно центральне положення для доступу до даних та керування мережею.

Оскільки, бухгалтерія знаходиться на другому поверсі, це робить серверне приміщення зручною точкою для вертикальної магістралі, що з'єднує поверхи, як обговорювалося раніше (прокладання кабелю у вентиляційній шафі).

Серверна кімната є єдиною точкою розміщення критично важливого обладнання (маршрутизатор, головний комутатор, сервер). Її окреме розташування дозволяє легко впровадити строгий контроль доступу, обмежуючи доступ лише авторизованому персоналу. Це мінімізує ризики несанкціонованого втручання, пошкодження обладнання або крадіжки даних.

Приміщення не має вікон (що типово для серверних), це додатково підвищує безпеку.

Спеціалізоване приміщення дозволяє встановити та підтримувати необхідний мікроклімат (температуру та вологість) за допомогою систем кондиціонування повітря. Це критично важливо для безперебійної роботи серверів та мережевих пристроїв, які генерують значну кількість тепла.

Можливість організації окремого, надійного електроживлення з підключенням до джерел безперебійного живлення (ДБЖ) та, за потреби, до генератора, забезпечує стабільну роботу мережі навіть у випадку відключень електроенергії.

У такому приміщенні легше забезпечити належне заземлення обладнання.

Концентрація активного обладнання в одному місці спрощує його обслуговування, моніторинг та пошук несправностей.

Виділене приміщення зазвичай передбачає можливість для майбутнього розширення та встановлення додаткового обладнання без необхідності реконструкції інших зон офісу.

2.3 Обґрунтування вибору комунікаційного обладнання

Локальна мережа ТОВ «Терком» спроєктована на базі топології розширеної зірки, що забезпечує масштабованість, керованість та високу відмовостійкість. Ця архітектура дозволяє ефективно організувати взаємодію між усіма пристроями в мережі та забезпечити надійний доступ до зовнішніх

ресурсів. Ключовими компонентами активного комунікаційного обладнання є: головний комутатор, комутатори робочих груп та маршрутизатор

Головний комутатор є центральним агрегуючим вузлом мережі. Його основне призначення – об'єднання всіх мережевих пристроїв, що підключаються через комутатори робочих груп. Цей комутатор виконуватиме функції рівня агрегації каналів та здійснюватиме маршрутизацію між віртуальними мережами (VLAN), що критично важливо для логічного розмежування трафіку та підвищення безпеки.

Саме до головного комутатора буде безпосередньо підключений маршрутизатор, який виконує функцію шлюзу доступу до глобальної мережі Інтернет. Розміщення обох цих ключових елементів (головного комутатора та маршрутизатора) у серверній кімнаті є стратегічно обґрунтованим рішенням, що забезпечує:

- централізований контроль доступу та фізичний захист.
- легкість моніторингу та управління.
- можливість забезпечення належного охолодження та електроживлення.

Комутатори робочих груп (або комутатори рівня доступу) відіграють роль центрів менших "зірок", формуючи окремі сегменти мережі. Кожен такий комутатор відповідає за об'єднання кінцевих вузлів (робочих станцій, принтерів тощо) у своєму сегменті, забезпечуючи їхній доступ до спільних мережевих ресурсів, а також до головного комутатора.

У даній мережі планується використовувати три комутатори робочих груп та один головний комутатор, що створює ефективну ієрархічну структуру. Така ієрархія значно підвищує масштабованість мережі (дозволяючи легко додавати нові сегменти) та її керованість (спрощуючи локалізацію несправностей та налаштування).

Основними критеріями вибору комутаторів робочих груп є забезпечення достатньої кількості інтерфейсів (портів) та відповідної пропускної здатності. Згідно з технічним завданням, кожен користувач мережі повинен мати

гарантовану пропускну здатність не менше 1 Гбіт/с, що однозначно вимагає підтримки стандарту Gigabit Ethernet на всіх портах комутаторів.

Для визначення необхідної кількості портів у комутаторах робочих груп, ми орієнтуємося на найбільший сегмент мережі. Відповідно до схеми логічної топології мережі (представленої, наприклад, у додатку Б), найбільше навантаження припадає на комутатор у кімнаті міжнародної логістики. До нього підключається 14 кінцевих вузлів (хостів). Отже, цей комутатор повинен мати мінімум 14 портів: 13 для підключення кінцевих вузлів та 1 для висхідного (uplink) підключення до головного комутатора.

Щоб кожен користувач дійсно мав доступ до 1 Гбіт/с, усі порти комутаторів робочих груп повинні відповідати стандарту Gigabit Ethernet, який забезпечує швидкість передачі даних 1 Гбіт/с на кожен порт. Крім того, для ефективної обробки всього трафіку та забезпечення заявленої пропускної здатності для кожного користувача, комутатор сам повинен мати достатню внутрішню комутаційну спроможність (backplane capacity). Це означає, що комутатор має бути здатним одночасно обробляти дані, які надходять та відправляються з усіх підключених до нього портів, без виникнення затримок.

Для гарантування кожному користувачу доступу до мережі зі швидкістю 1 Гбіт/с, усі порти комутаторів робочих груп повинні відповідати стандарту Gigabit Ethernet. Цей стандарт забезпечує номінальну швидкість передачі даних 1 Гбіт/с на кожен порт, що є ключовим для сучасних вимог до пропускної здатності.

Однак, відповідності портів стандарту Gigabit Ethernet недостатньо для ефективної обробки всього мережевого трафіку. Комутатор сам повинен мати достатню внутрішню комутаційну спроможність (switching capacity або backplane bandwidth). Цей показник відображає здатність комутатора обробляти дані, які одночасно надходять і відправляються з усіх підключених до нього портів, запобігаючи вузьким місцям та забезпечуючи повну дуплексну передачу.

Щоб визначити мінімально необхідну внутрішню пропускну здатність комутатора, ми розраховуємо сумарні потреби всіх користувачів найзавантаженішого сегмента. Оскільки кожен користувач може одночасно передавати та приймати дані (повнодуплексна передача), розрахунок є наступним:

Кількість вузлів×Пропускна здатність на вузол×2 (для дуплексу)

Отже, для найбільш завантаженого сегменту мережі буде:

18 вузлів×1 Гбіт/с×2=36 Гбіт/с

Таким чином, комутатор робочої групи повинен мати внутрішню комутаційну матрицю з пропускною здатністю не менше 36 Гбіт/с.

Враховуючи визначені критерії відбору – необхідну кількість гібітних портів для кінцевих вузлів (мінімум 18) та аплінків (мінімум 1), а також відповідну внутрішню пропускну здатність комутатора (не менше 36 Гбіт/с) – для кожної робочої групи була обрана модель Cisco Catalyst C1000-24T-2G. Зовнішній вигляд обраного комутатора Cisco Catalyst C1000-24T-2G представлений на рисунку 2.3.

Рисунок 2.3 – Комутатор Cisco Catalyst C1000-24T-2G

Цей керований комутатор другого рівня (L2) ідеально підходить для поставлених завдань, забезпечуючи:

- надійне та високошвидкісне підключення користувачів завдяки підтримці Gigabit Ethernet на всіх портах;

- ефективну взаємодію з головним комутатором мережі через виділені аплінк-порти (якщо вони є в цій моделі або підключення до аплінгу здійснюється через стандартні порти);

- відповідну внутрішню пропускну здатність для обробки трафіку.

Комутатор оснащений 16 LAN-інтерфейсами Gigabit Ethernet (RJ-45, 10/100/1000 Мбіт/с), що забезпечує високошвидкісне підключення для всіх кінцевих вузлів сегмента [13]. Додатково, він має два виділені аплінк-порти Gigabit Ethernet (RJ-45, 1000 Мбіт/с), призначені для надійного та високошвидкісного зв'язку з головним комутатором мережі або іншими мережевими пристроями, формуючи магістральні з'єднання.

Загальна комутаційна пропускна здатність пристрою становить 42 Гбіт/с. Цей показник перевищує розраховану мінімально необхідну пропускну здатність у 36 Гбіт/с. У таблиці 2.1 представлено основні характеристик комутаоар

Таблиця 2.1 – Перелік технінчих характеристики Cisco Catalyst C1000-16T-2G-L [13]

Характеристика	Значення
Тип пристрою	Комутатор другого рівня L2
Порти LAN	24x Gigabit Ethernet (RJ-45 10/100/1000 Мбіт/с)
Порти Uplink	2x Gigabit Ethernet (SFP 1000 Мбіт/с)
Пропускна здатність	42 Гбіт/с
Пам’ять	DRAM 512 Мб / Flash 256 Мб
Розмір	26,8x21x4,4 см
Вага	1,42 кг
Блок живлення	100-127V, 1A, 200-240V, 0.5A, 50-60Hz
Вартість	31 313,25 грн

Серія Catalyst 1000 розроблена з акцентом на простоту використання, що робить її ідеальним вибором для малих та середніх підприємств, які можуть не мати великого штату висококваліфікованих мережевих інженерів. Веб-інтерфейс дозволяє швидко виконати базові налаштування без глибоких знань

CLI. Крім того, підтримується протокол SNMP (Simple Network Management Protocol) для інтеграції в централізовані системи моніторингу мережі, що спрощує управління великою інфраструктурою.

Вибір головного комутатора вимагає особливо ретельного підходу, оскільки він є центральним вузлом архітектури розширеної зірки. До цього комутатора будуть підключені:

- три комутатори робочих груп;
- один сервер.
- маршрутизатор (шлюз доступу до Інтернету).

Таким чином, для забезпечення всіх необхідних підключень, головному комутатору потрібно мінімум 5 інтерфейсів.

З огляду на те, що аплінк-інтерфейси комутаторів робочих груп мають пропускну здатність 1 Гбіт/с, порти LAN головного комутатора, до яких підключаються ці комутатори, а також сервер, також повинні підтримувати 1 Гбіт/с.

Для визначення необхідної внутрішньої комутаційної спроможності (backplane bandwidth) головного комутатора, необхідно врахувати загальну кількість усіх кінцевих вузлів мережі. Згідно із завданням, їх нараховується 32 одиниці (включаючи сервер, як кінцевий вузол, що генерує трафік). Розрахунок мінімальної необхідної пропускної здатності комутатора, враховуючи повнодуплексну передачу даних для кожного користувача, виконується наступним чином:

(32 користувачі +1 сервер) ×1 Гбіт/с (на користувача)×2 (дуплекс)=66 Гбіт/с

Таким чином, мінімальна внутрішня комутаційна спроможність головного комутатора повинна становити не менше 66 Гбіт/с.

Окрім вимог до кількості та пропускної здатності портів, головний комутатор має підтримувати розширені функції керування мережею. Для ефективного поділу мережі на логічні сегменти (VLAN), що є критично важливим для оптимізації трафіку та значного підвищення рівня безпеки, комутатор повинен належати до третього рівня моделі OSI (L3).

Саме комутатори рівня L3 (Layer 3) дозволяють здійснювати маршрутизацію між VLAN-ами (inter-VLAN routing), що неможливо для комутаторів лише рівня L2. Це забезпечить гнучке управління мережевими потоками, ефективну ізоляцію сегментів та оптимальне використання ресурсів, перетворюючи головний комутатор на повноцінний центральний вузол корпоративної мережі.

Для забезпечення надійної, високопродуктивної та керованої роботи всієї корпоративної мережі, до вибору головного комутатора було підійдено з особливою увагою. Враховуючи шість ключових критеріїв відбору:

- Наявність достатньої кількості портів. Мінімум 5 інтерфейсів для підключення трьох комутаторів робочих груп, сервера та маршрутизатора;
- підтримка 1 Гбіт/с на всіх LAN-портах;
- не менше 66 Гбіт/с для ефективної обробки трафіку від усіх 32 вузлів мережі;
- належність до рівня керування L3. Для маршрутизації між VLAN-ами, оптимізації трафіку та підвищення безпеки мережі;
- надійність та функціональність корпоративного класу. Типові для обладнання Cisco;
- можливість розширення в майбутньому.

За результатом ретельного аналізу цим критеріям ідеально відповідає Cisco Catalyst WS-C3560CX-8XPD-S. Цей комутатор є сучасним рішенням корпоративного рівня, що забезпечує не лише необхідну пропускну здатність, а й розширені функції маршрутизації, керування та безпеки, необхідні для центрального вузла сучасної корпоративної мережі.

Зовнішній вигляд обраного головного комутатора Cisco Catalyst WS-C3560CX-8XPD-S представлено на рисунку 2.4.

Рисунок 2.4 – Комутатор Cisco Catalyst WS-C3560CX-8XPD-S

Ця модель L3-рівня ідеально підходить для ролі головного комутатора завдяки своїй здатності до централізованої обробки даних та розширених можливостей маршрутизації.

Комутатор оснащений 6 портами Gigabit Ethernet (RJ-45) для підключення серверів та ключових пристроїв, а також двома оптичними 10 Gigabit Ethernet (SFP+) аплінк-портами. Останні критично важливі для високошвидкісного зв'язку з маршрутизатором, забезпечуючи агреговану пропускну здатність для всього зовнішнього трафіку.

З внутрішньою комутаційною пропускною здатністю 92 Гбіт/с, що перевищує розрахункові потреби мережі 66 Гбіт/с, цей комутатор забезпечує надлишкову потужність та відсутність перевантажень.

Cisco Catalyst 3560CX-8XPD-S вирізняється інтелектуальними функціями, такими як:

- QoS для пріоритезації чутливого до затримок трафіку (голос, відео);
- обмеження швидкості для гнучкого контролю пропускної здатності;
- ACL для посилення безпеки та управління доступом;
- управління мультикастом для оптимізації багатоадресної передачі даних;
- високошвидкісна IP-маршрутизація (CEF) для ефективної взаємодії між VLAN-ами.

Детальні технічні параметри цього комутатора містяться у таблиці 2.2 [14], надаючи вичерпну інформацію про його можливості.

Таблиця 2.2 – Технічні характеристик Cisco WS-C3560CX-8XPD-S [14]

Характеристика	Значення
Тип пристрою	Комутатор третього рівня L3
Порти LAN	6 x Gigabit Ethernet (RJ-45 1000 Мбіт/с)
Порти Uplink	2x 10 Gigabit Ethernet (SFP+ 10000 Мбіт/с)
Пропускна здатність	92 Гбіт/с
Пам’ять	DRAM 512 МБ / Flash 128 Мб
Підтримка протоколів	IEEE 802. 1d (Spanning Tree) IEEE 802. 1p (Priority tags) IEEE 802. 1q (VLAN) IEEE 802. 1s (Multiple Spanning Tree) SNMP , IGMP , DHCP-клієнт
Продуктивність маршрутизації	68. 4 mpps
Кількість VLAN	4000
Міжмережевий екран	Присутній
Розмір	4 269 x 44 x 264 мм
Вага	2,72 кг
Живлення	230 В, 35,2 Вт
Вартість	51 345 грн.

Наступним етапом є вибір маршрутизатора – ключового компонента, що забезпечує зв'язок локальної обчислювальної мережі (ЛОМ) із зовнішнім середовищем. Оскільки підключення до Інтернет-провайдера планується реалізувати за допомогою оптоволоконного кабелю, критично важливою вимогою до маршрутизатора є наявність оптичного SFP-модуля (слота для SFP-модуля). Це дозволить здійснити пряме підключення волоконно-

оптичного каналу провайдера, гарантуючи високу швидкість та надійність передачі даних.

З огляду на цю ключову вимогу, а також необхідність забезпечення стабільного та захищеного доступу до Інтернету, було прийнято рішення обрати маршрутизатор Cisco ISR4221/K9, зовнішній вигляд якого представлено на рисунку 2.5.

Рисунок 2.5 – Маршрутизатор Cisco ISR4221/K9

Модель ISR4221/K9 розроблена для підтримки високої пропускної здатності, що забезпечує стабільний доступ до Інтернету навіть за умов інтенсивного трафіку. Її потужний процесор дозволяє ефективно справлятися не лише з функціями маршрутизації, але й з шифруванням VPN-трафіку, якщо виникне така потреба.

Головна функція маршрутизатора – ефективна передача пакетів даних між різними мережами. ISR4221/K9 здатний маршрутизувати трафік між локальною мережею ТОВ «Терком» (з її VLANs) та Інтернетом. Він підтримує як статичну маршрутизацію (дя простих налаштувань), так і динамічні протоколи маршрутизації (наприклад, OSPF, EIGRP, BGP), що дозволяє йому автоматично знаходити найкращі шляхи для передачі даних і адаптуватися до змін у мережі провайдера.

Маршрутизатор може виконувати функції міжмережевого екрана, контролюючи вхідний та вихідний трафік на основі заданих правил (ACL – списків контролю доступу). Це дозволяє блокувати небажані з'єднання, захищаючи локальну мережу від зовнішніх загроз та несанкціонованого доступу.

Детальні характеристики маршрутизатора Cisco ISR4221/K9 наведені у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Технічні характеристик Cisco ISR4221/K9 [15]

Характеристика	Значення
Макс. Кількість VLAN	20
Швидкість передачі	2 Гбіт/с
Оперативна пам’ять	4 ГБ із можливістю розширення до 16 ГБ.
Флеш пам’ять	4 ГБ
Підтримувані VLAN	802.1q Tag-на основі, на основі портів
Локальний сервер DNS	+
Захист від атак DoS	+
Захист від спуфінгу	+
Пропускна здатність NAT	2.2 Гбіт/с
Маршрутизація	Статична, RIP v1/v2, OSPF, EIGRP, BGP
Підтримка IPSec	+
Монтаж в стійку	4U
WAN-порт	SFP – 2 шт.
LAN-порт	Gigabit Ethernet RJ-45
Розмір (мм)	273 x 171 x 45 мм
Вартість	24 706 грн.

Маршрутизатори серії ISR4221/K9 вирізняються модульною архітектурою, яка дозволяє розширювати їх функціонал за допомогою встановлення різних інтерфейсних карт (NIM - Network Interface Modules). Це дає можливість додавати, наприклад, додаткові Ethernet-порти, серійні порти або підтримку LTE. Хоча для початкового підключення до Інтернет-провайдера необхідний лише SFP-слот, модульність забезпечує значну гнучкість для майбутнього розширення та адаптації мережевої інфраструктури до нових потреб.

2.4 Особливості монтажу мережі

Монтаж корпоративної мережі ТОВ "Терком" здійснюватиметься згідно з розробленим проектом, що базується на топології "розширена зірка" та стандарті Gigabit Ethernet. Особливості монтажу враховуватимуть архітектуру двоповерхової будівлі, вже існуючі інженерні комунікації та вимоги до продуктивності та надійності.

Ретельний аналіз наданих планів 1-го та 2-го поверхів (Додаток А) є основою для точного визначення трас прокладання кабелів, місць встановлення мережевих розеток та розташування комутаційних шаф. Це дозволяє мінімізувати довжину кабелів та оптимізувати маршрути.

Перед початком монтажу буде проведено обстеження наявних електричних та телефонних кабельних систем. Прокладання нових мережевих кабелів буде здійснюватися таким чином, щоб уникнути електромагнітних перешкод та забезпечити безпечне розташування всіх комунікацій, дотримуючись необхідних відстаней між силовими та слаботочними кабелями.

Забезпечення повного комплекту спеціалізованих інструментів (для зачистки, обтиску кабелю, тестування) та необхідних матеріалів (кабель U/UTP Cat.6, конектори RJ-45, мережеві розетки, короби, лотки, патч-панелі, комутатори, маршрутизатор).

У офісних та адміністративних приміщеннях кабелі прокладатимуться у настінних коробах секцією 50х35 мм. Це забезпечить естетичний вигляд, захист кабелів та легкий доступ для подальшого обслуговування. Короби будуть кріпитися по периметру стін, уникаючи дверних прорізів та інших перешкод.

У коридорах, а також у великих виробничих цехах та складах, де є значні відстані та вимоги до захисту, кабелі прокладатимуться у підвісних гофрованих лотках з розділювальною перегородкою. Це дозволить організувати велику кількість кабелів, захистити їх від механічних пошкоджень та забезпечити вентиляцію. Розділювальна перегородка в лотках може використовуватися для

відділення мережевих кабелів від інших комунікацій (наприклад, телефонних, якщо вони є), що мінімізує взаємні перешкоди.

В усіх точках підключення будуть встановлені мережеві розетки стандарту 8P8C (RJ-45) Cablexpert RJ45x1 UTP Cat.6. Розетки будуть проєктуватися на рівні робочого столу користувача (приблизно 0.7-0.8 метра від підлоги), що забезпечить максимальну зручність підключення кінцевих пристроїв. Обрана зовнішня модель розетки спрощує монтаж та дозволяє уникнути необхідності вбудовування в стіну.

Кожен горизонтальний кабельний сегмент (від розетки до патч-панелі) не перевищуватиме 90 метрів. Це дозволить зарезервувати до 10 метрів для патч-кордів (між розеткою та комп'ютером, а також між патч-панеллю та комутатором), забезпечуючи загальне обмеження в 100 метрів для гігабітного підключення.

Вертикальні кабельні сегменти, що з'єднують головний комутатор у серверній (2-й поверх) з комутаторами робочих груп на 1-му та 2-му поверхах, будуть прокладатися у вентиляційній шафі приміщення (як зазначено у Додатку В). Це рішення забезпечує приховане, захищене та естетичне прокладання магістральних ліній.

У комутаційні шафі кабелі будуть терміновані на патч-панелях. Це забезпечує структурованість, легкість керування та можливість швидкої перекомутації з'єднань за допомогою патч-кордів.

Для з'єднань між розетками та кінцевими пристроями, а також між патч-панелями та комутаторами, використовуватимуться готові патч-корди довжиною 1,5 метра (модель 2E CAT6 UTP RJ-45 26AWG).

Усі кабельні сегменти, порти на патч-панелях та комутаторах будуть чітко промарковані згідно з розробленою схемою маркування. Це спростить подальше обслуговування, пошук несправностей та внесення змін до конфігурації мережі.

Після завершення монтажу кожного сегмента та всієї системи в цілому буде проведено комплексне тестування кабельної системи за допомогою

сертифікованих тестерів. Тестування включатиме перевірку відповідності категорії Cat.6, цілісності з'єднань, відсутності обривів, коротких замикань та перехресних наведень. Це гарантує відповідність мережі всім необхідним стандартам продуктивності.

Мережеве обладнання, що включає комутатори та маршрутизатор, буде компактно розміщене у спеціалізованій комутаційній шафі формату 6U. Ця шафа має габарити 600 мм (висота) х 450 мм (ширина) х 375 мм (глибина), забезпечуючи оптимальні умови для розміщення та захисту пристроїв (див. див. рис. 2.6).

Рисунок 2.6 – Комутаційна шафа 6U ZT-NET AL-WDR06U-64G

2.5 Обґрунтування вибору програмного забезпечення

Ефективне функціонування та надійна робота корпоративної мережі ТОВ «Терком» неможливі без відповідного програмного забезпечення. Вибір програмних рішень ґрунтується на вимогах до керування, безпеки, моніторингу та загальної оптимізації мережевих процесів.

Вибір серверної операційної системи (ОС) є одним із фундаментальних рішень при розгортанні IT-інфраструктури будь-якого підприємства, включаючи ТОВ "Терком". Ця ОС стане основою для всіх мережевих сервісів, додатків та даних. Огляд основних типів серверних ОС дозволить зробити обґрунтований вибір. Критерії оцінки різняться: для серверних ОС пріоритетними є надійність, безпека (особливо стійкість до зовнішніх загроз),

періодичність оновлень та універсальність сервісів, тоді як для робочих станцій на першому плані – простота використання, зручність для рядових користувачів та сумісність із прикладним програмним забезпеченням.

Для центрального серверного вузла мережі ТОВ "Терком" було обрано Microsoft Windows Server 2022. Це рішення обґрунтоване насамперед потребою у розгортанні доменного контролера на основі служби каталогів Active Directory.

Ключові переваги Windows Server 2022:

- вирізняється широким спектром вбудованих ролей та сервісів, що дозволяє централізовано керувати всією мережевою інфраструктурою. Це включає критично важливі функції, такі як:
    - Active Directory – централізоване керування обліковими записами користувачів, правами доступу, мережевими ресурсами та застосуванням групових політик, що значно спрощує адміністрування та підвищує безпеку,
    - файлові сервери – організація централізованого сховища даних зі спільним доступом та гнучким контролем прав,
    - інші ролі – підтримка DNS, DHCP, веб-серверів (IIS), віртуалізації (Hyper-V) та багатьох інших корпоративних додатків;
- забезпечує безшовну інтеграцію з продуктами Microsoft, що є домінуючими на ринку (особливо для офісних робочих станцій), мінімізуючи проблеми сумісності;
- хоча продукти Microsoft історично були мішенню для кібератак, останні версії Windows Server, включаючи 2022, отримали суттєві покращення у сфері безпеки. Це включає розширені механізми захисту ядра, покращений брандмауер, інтеграцію з рішеннями для виявлення загроз та регулярні оновлення, що підвищують стійкість системи до нових викликів.

Вибір ОС для робочих станцій базувався на рівні підготовки співробітників ТОВ "Терком", а також на необхідності підтримки спеціалізованого прикладного програмного забезпечення, що

використовується в аналітичній діяльності, бухгалтерії, та стандартних офісних додатків.

Враховуючи ці аргументи, прийнято рішення використовувати операційну систему Microsoft Windows 11 Pro.

Ключові можливості та переваги Windows 11 Pro для кінцевих користувачів:

- пропонує оновлений, сучасний та зручний інтерфейс, що мінімізує час на адаптацію для рядових користувачів, які не є фахівцями з адміністрування.;
- забезпечує підтримку переважної більшості прикладних програм, включаючи спеціалізоване галузеве програмне забезпечення для аналітики та бухгалтерії, а також стандартні офісні пакети. Це є фундаментальним критерієм для бізнесу;
- оптимізована для сучасного апаратного забезпечення, Windows 11 Pro забезпечує високу швидкість роботи, швидке завантаження та ефективне перемикання між задачами та режимами, що підвищує продуктивність праці;
- система автоматичних оновлень через Центр оновлення Windows забезпечує своєчасне отримання патчів безпеки та функціональних поліпшень. Потужний механізм підтримки сумісності драйверів пристроїв мінімізує проблеми з обладнанням;
- вбудовані модулі керування ресурсами системи та механізми захисту сприяють стабільній роботі та запобіганню непередбаченим збоям чи зависанням;
- система виконує фонову, непомітну для користувача, автоматичну діагностику, що допомагає виявляти та вирішувати потенційні проблеми до їхньої ескалації;
- забезпечує високий рівень сумісності з попередніми версіями додатків та має вбудовані засоби для забезпечення сумісності у випадку потреби;
- вдосконалені алгоритми прискорення пошуку необхідних файлів та програм підвищують ефективність роботи користувачів.

Таким чином, комбінація Microsoft Windows Server 2022 для серверної інфраструктури та Microsoft Windows 11 Pro для робочих станцій забезпечує ТОВ "Терком" надійну, безпечну, керовану та зручну у використанні комп'ютерну мережу, повністю відповідаючи її бізнес-потребам.

2.6 Розподіл мережі на підмережі та планування адресації пристроїв

Відповідно до початкових вимог замовника, для проектованої мережі компанії "Терком" (якщо це Терком) виділено одну велику IP-мережу 192.168.10.0/24. Для оптимального керування адресним простором та логічної сегментації мережі, необхідно виконати її поділ на 7 окремих підмереж, у відповідност із структурою підприємства:

- Manage – керівництво, що включає по 1 ПК директора, заступника директора із виробництва, заступник директора з комерційних питань, помічник директора із кадрових питань, юрист 1 ПК, секретар керівника, інженер з охорони праці. Разом 7 ПК для яких потрібно виділити стільки ж IP-адрес;
- Bughal – бухгалтерія у складі головного бухгалтера та чотирьох бухгалтерів. Разом 5 ПК для яких потрібно виділити 5 IP-адрес;
- Sales – відділ продажів та маркетингу із 5 працівників (5 ПК), для яких потрібно виділити 5 IP-адрес;
- Supply – відділ постачання із 4 працівників (4 ПК), для яких потрібно виділити 4 IP-адрес;
- Quality – відділ контролю якості із 4 працівників (4 ПК) та технолог із виробництва борошномельно-круп'яних продуктів харчування (1ПК) разом 5 IP-адрес;
- Sklad – 2 завідувачі складами матеріалів та готової продукції (2 ПК) та 2 завідувачі складами сировини зернових культур та готової продукції (2 ПК) , для яких потрібно виділити разом 4 IP-адрес;

- Operat – оператори обладнання із програмним керуванням (2 ПК) для яких потрібно виділити разом 2 IP-адрес.

Для ефективного та раціонального розподілу адресного простору мережі 192.168.10.0/24 на 7 підмереж, що відповідають структурним підрозділам ТОВ "Терком", буде застосовано методологію масок змінної довжини (VLSM - Variable Length Subnet Masking). Цей підхід дозволяє оптимізувати використання IP-адрес, виділяючи кожному сегменту мережі лише необхідну кількість хостів, що запобігає марнуванню адресного простору.

Отже, для початкової мережа: 192.168.10.0/24 кількість доступних адрес становить $2^{(32-24)}=2^8=256$. Діапазон адрес: від 192.168.10.1 до 192.168.10.254, адже адреса 192.168.10.254 – бродкест мережі.

Запишемо потреби в кількостях IP=адрес у порядку зменшення кількості хостів для кожної підмережі: Manage – 7 ПК, Bughal – 5 ПК, Sales – 5 ПК, Quality – 5 ПК, Supply – 4 ПК, Sklad – 4 ПК, Operat – 2 ПК.

Загалом: 7+5+5+5+4+4+2=32 хости. Кількість підмереж: 7.

Для кожної підмережі потрібно

$$2^{n-2} \geq \text{кількість хостів} + 1 \text{ (шлюз)},$$

де n – кількість бітів для хостів. Ці розрахунки залишаються незмінними, оскільки залежать лише від кількості хостів, а не від конкретного IP-діапазону:

- для Manage (7 хостів + 1 шлюз) потрібно використати маску /28 (14 доступних хостів, 16 адрес);
- для Bughal (5 хостів + 1 шлюз) потрібно використати маску /29 (6 доступних хостів, 8 адрес);
- для Sales (5 хостів + 1 шлюз) потрібно використати маску /29 (6 доступних хостів, 8 адрес + 1 шлюз);
- для Quality (5 хостів + 1 шлюз) потрібно використати маску /29 (6 доступних хостів, 8 адрес);
- для Supply (4 хости + 1 шлюз) потрібно використати маску /29 (6 доступних хостів, 8 адрес);

- для Sklad (4 хости + 1 шлюз) потрібно використати маску /29 (6 доступних хостів, 8 адрес);

- для Operat (2 хости + 1 шлюз) потрібно використати маску /29 (6 доступні хости, 8 адрес). Тут ми використали /29, оскільки потрібно $2^n \geq (3+2)=5$ адрес. Найменше n, що задовольняє це: n=3 ($2^3=8$).

На наступному етапі здійснюється призначення адресного простору за принципом VLSM (від найбільшої до найменшої підмережі), використовуючи 192.168.10.0/24.

Підмережа для Manage (керівництво):

- мережа: 192.168.10.0/28;
- перший хост: 192.168.10.1;
- лстанній хост: 192.168.10.14;
- широкомовна адреса: 192.168.10.15.

Підмережа для Bughal (бухгалтерія):

- мережа: 192.168.10.16/29;
- перший хост: 192.168.10.17;
- останній хост: 192.168.10.22;
- широкомовна адреса: 192.168.10.23.

Підмережа для Sales (продажі):

- мережа: 192.168.10.24/29;
- перший хост: 192.168.10.25;
- останній хост: 192.168.10.30;
- широкомовна адреса: 192.168.10.31.

Підмережа для Quality (контроль якості):

- мережа: 192.168.10.32/29;
- перший хост: 192.168.10.33;
- Останній хост: 192.168.10.38;
- широкомовна адреса: 192.168.10.39.

Підмережа для Supply (постачання):

- мережа: 192.168.10.40/29;

- перший хост: 192.168.10.41;
- останній хост: 192.168.10.46;
- широкомовна адреса: 192.168.10.47.

Підмережа для Sklad (склад):

- мережа: 192.168.10.48/29;
- перший хост: 192.168.10.49;
- останній хост: 192.168.10.54;
- широкомовна адреса: 192.168.10.55.

Підмережа для Operat (оператори):

- мережа: 192.168.10.56/29;
- перший хост: 192.168.10.57;
- останній хост: 192.168.10.62;
- широкомовна адреса: 192.168.10.63.

До цього списку соді додати ще 8 віртуальну мережу (Servers) куди увійде лише один вузол – сервер мережі. Інга IP-адреса це буде адреса шлюза виходу із цієї мережі. Отже, підмережа Serers (сервера):

- мережа: 192.168.10.65/30;
- адреса сервера: 192.168.10.65;
- адреса шлюза: 192.168.10.66;
- широкомовна адреса: 192.168.10.67.

Оскільки, маршрутизацію в мережі буде здійснювати комутатор третього рівня. То для його з’єднання із маршрутизатором необхідно створити ще одну підмережу із двох IP-адрес – адреси віртуального інтерфейсу комутатора та адреси маршрутизатора, що буде шлюзом цієї мережі. Для цієї мережі заплануємо наступні адреси:

- мережа: 192.168.10.68/30;
- адреса вірутального інтерфейсу комутатора: 192.168.10.69;
- адреса шлюза на інтерфейсі маршрутизатора: 192.168.10.70;
- широкомовна адреса: 192.168.10.71.

Дані розподілу адрес по підмережах представлено в таблиці 2.4

Таблиця 2.4 – Таблиця розподілу IP-адрес за допомогою VLSM

Підме-режа	К-сть хост	Адреса мережі	Діапазон хостів	Адреса шлюзу	Широкомовна адреса
Manage	7+1	192.168.10.0/28	192.168.10.1 - 192.168.10.13	192.168.10.14	192.168.10.15
Bughal	5+1	192.168.10.16/29	192.168.10.17 - 192.168.10.21	192.168.10.22	192.168.10.23
Sales	5+1	192.168.10.24/29	192.168.10.25 - 192.168.10.29	192.168.10.30	192.168.10.31
Quality	5+1	192.168.10.32/29	192.168.10.33 - 192.168.10.37	192.168.10.38	192.168.10.39
Supply	4+1	192.168.10.40/29	192.168.10.41 - 192.168.10.45	192.168.10.46	192.168.10.47
Sklad	4+1	192.168.10.48/29	192.168.10.49 - 192.168.10.53	192.168.10.54	192.168.10.55
Operat	2+1	192.168.10.56/29	192.168.10.57 - 192.168.10.61	192.168.10.62	192.168.10.63
Servers	1+1	192.168.10.64/30	192.168.10.65	192.168.10.66	192.168.10.67
Rout	1+1	192.168.10.68/30	192.168.10.70	192.168.10.69	192.168.10.71

Після виділення 7 підмереж, ми використали адреси до 192.168.10.72. Залишок адресного простору від 192.168.10.72 до 192.168.10.255 (всього 183 адрес) залишається невикористаним. Цей залишок може бути використаний для майбутнього розширення, створення додаткових підмереж (наприклад, для Wi-Fi, гостьової мережі, IP-телефонії, сервісних з'єднань між мережевим обладнанням, VPN-клієнтів) або для магістральних з'єднань між комутаторами (хоча для цього часто використовують підмережі /30 або /31).

2.7 Тестування та налагодження мережі

Стабільна та продуктивна робота локальної мережі можлива лише за умови правильного налаштування та відповідного підключення всіх мережевих пристроїв, робочих станцій та серверів. Проте, навіть ідеально налаштовані системи схильні до виникнення непередбачених ситуацій, які можуть призводити не тільки до збоїв, а й до зниження загальної продуктивності мережі. Для мінімізації таких проблем необхідне регулярне проведення діагностики, тестування та профілактичних заходів.

Основні категорії несправностей та проблем, що можуть виникнути в мережі, включають [6]:

- несправності фізичного рівня (кабельна система) пов'язані з апаратним забезпеченням, таким як мережеві адаптери, комутатори, а також безпосередньо з кабелями та роз'ємами;
- перевантаження мережі. Ситуації, коли мережеве обладнання не може впоратися з обсягом вхідних запитів, що призводить до уповільнення роботи;
- помилки функціонування мережевих протоколів виникають через некоректну роботу драйверів або нездатність мережі обробляти певні типи пакетів, що унеможливлює взаємодію між пристроями;
- помилки програмного забезпечення, як правило, спричинені неправильними налаштуваннями ПЗ на сервері або робочих станціях.

Найбільш поширеними проблемами кабельної системи є розриви або замикання в провідниках кабелю, а також механічні пошкодження. Для їх виявлення першочергово використовуються кабельні тестери. Ці пристрої дозволяють швидко ідентифікувати обриви, короткі замикання, перехресні пари та інші дефекти. Виявлення "плаваючих" помилок, спричинених нестабільним контактом у з'єднувачах, також можливе за допомогою професійних кабельних тестерів, що фіксують тимчасові відхилення.

Важливо звертати увагу на рівень шуму в кабелі, особливо якщо несправності проявляються нерегулярно. Кабельні тестери можуть допомогти виміряти рівень шуму. Також необхідно перевіряти розташування кабельних

трас, уникаючи їх прокладання поблизу потужних джерел електромагнітного випромінювання (високовольтні кабелі, копіювальні апарати тощо).

Збої, перевантаження мережі та некоректна робота мережевих протоколів часто мають нестабільний характер, проявляючись лише під час пікових навантажень. Їх діагностика є більш складною.

Для виявлення цих проблем проводять аналіз локальної мережі на наявність «проблемних ділянок». Як правило, це фрагменти мережі зі швидкістю передачі даних до 10 Мбіт/с або ділянки з помилками у налаштуваннях маршрутизаторів та комутаторів. Найнадійнішим методом виявлення є послідовне відключення кінцевих станцій та кабельних трас, а також ретельний аналіз схем заземлення робочих станцій та серверів.

Утиліти ping та tracert – це базові, але дуже ефективні інструменти командного рядка для перевірки доступності вузлів та трасування маршруту до них. Пояснити, що ping перевіряє зв'язок, а tracert показує шлях проходження пакетів і де саме відбувається затримка або втрата.

Мережеві аналізатори (аналізатори протоколів) є ключовим інструментом для діагностики проблем з протоколами та виявлення прихованих перевантажень. Ці спеціалізовані програми (що можуть працювати на комп'ютері з кількома мережевими картами) перехоплюють та детально аналізують пакети, що проходять через мережу. Вони реєструють час проходження пакетів, а також фізичні та мережеві адреси відправника та одержувача. Деякі аналізатори підтримують аналіз понад 200 різних протоколів. Основним недоліком мережевих аналізаторів є їх висока вартість та необхідність глибоких знань мережевих протоколів для ефективного використання.

Помилки програмного забезпечення найчастіше пов'язані з неправильними налаштуваннями на кінцевих пристроях або серверах. Вони зазвичай виявляються шляхом перевірки конфігурацій та логів систем.

Апаратне тестування мережі за допомогою мережевих тестерів та аналізаторів протоколів є невід'ємною частиною підтримки її працездатності.

3 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Інструкції з налаштування програмного забезпечення серверів

Для забезпечення централізованого керування обліковими даними користувачів ТОВ «Агрополіс» буде використано доменну організацію на базі служб каталогів Active Directory. Для цього необхідно розгорнути доменний контролер на сервері під управлінням операційної системи Microsoft Windows Server 2022.

Всі адміністративні налаштування сервера здійснюються через централізований засіб адміністрування Server Manager (див. рис. 3.1).

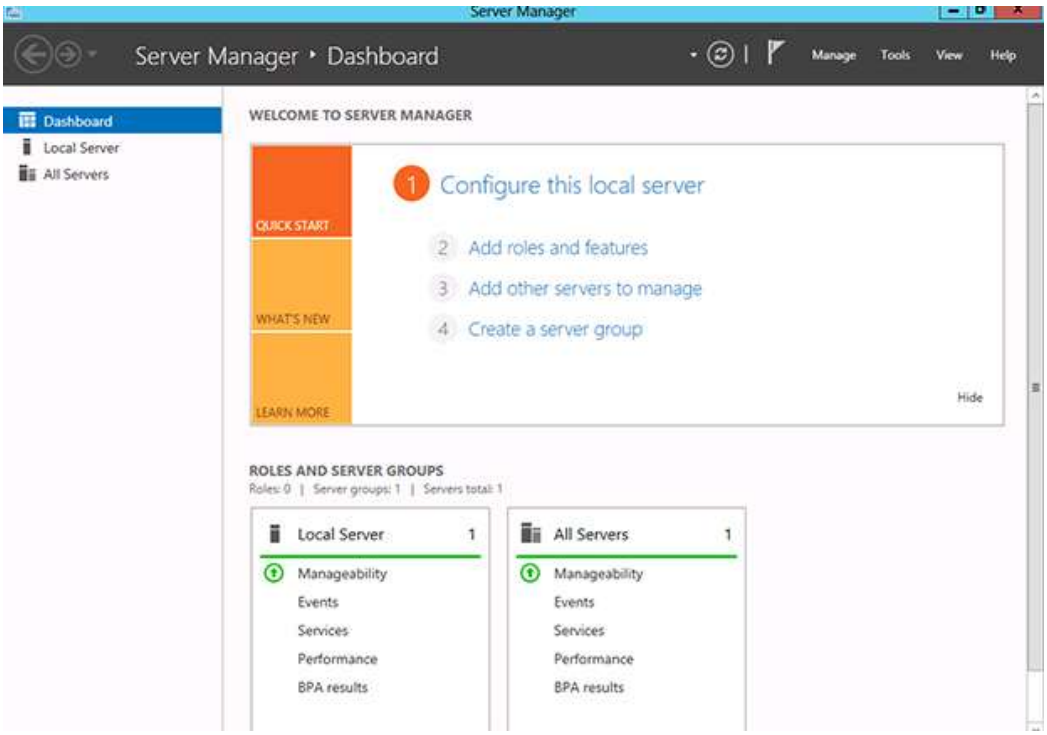


Рисунок 3.1 – Вікно Server Manger

Перед тим як приступати до процесу розгортання спочатку потрібно провести підготовчі налаштування:

- налаштувати статичну адресу сервера. Згідно із даними таблиці 2.4 це адреса – 192.168.10.69;

- налаштувати DNS-сервер на самого себе (IP-адреса цього ж сервера). Це дозволить йому реєструвати власні записи та забезпечувати роботу Active Directory Domain Services (AD DS);

- перейменувати сервер на потрібне ім’я. Згідно із документцією даного проекту це ім’я S1.

Для налаштування параметрів мережевої адреси потрібно:

- у лівій панелі навігації Server Manager (див. рис. 3.1) вибрати Local Server;

- у розділі Properties вибрати Ethernet і клікнути на посилання поруч з ним із назвою мережевої карти. Це відкриє Network Connections;

- у вікні Network Connections знайти мережевий адаптер, який потрібно налаштувати. Клікнути правою кнопкою миші на цьому адаптері та виберіть Properties;

- у діалоговому вікні властивостей мережевого адаптера, знайти у списку пункт Internet Protocol Version 4 (TCP/IPv4), вибрати його та натиснути кнопку Properties;

- у вікні, що відкриється ввести дані згідно з планом IP-адрес (див. таблицю 2.4): IP address – 192.168.10.65 – IP-адреса сервера, Subnet – 255.255.255.252 – підмережева маска, 192.168.10.66 – шлюз, Preferred DNS server – 127.0.0.1– Loopback, що означає «цей комп'ютер», оскільки сервер сам буде DNS-сервером для домену Active Directory, він повинен вказувати на себе, Alternate DNS server – 8.8.8.8 – альтернативний DNS-сервер (буде використовуватися для розв'язання імен в Інтернеті та як резервний, якщо локальний DNS не працює).

Після початкових налаштувань потрібно сервера та Active Directory Domain Services потрібно виконати наступні дії:

- у Server Manager (див. рис. 3.1) обрати Manage -> Add Roles and Features";

- відкриється Майстер додавання ролей та компонентів де на першому кроці натиснути Next;

- у другому вікні Installation Type обрати Role-based or feature-based installation і натиснути Next;

- у третьому вікні Server Selection переконатися, що вибрано поточний сервер та натиснути Next;

- у наступному вікні (див. рис. 3.2) в розділі Server Roles встановити опцію поруч з DNS Server та Active Directory Domain Services;

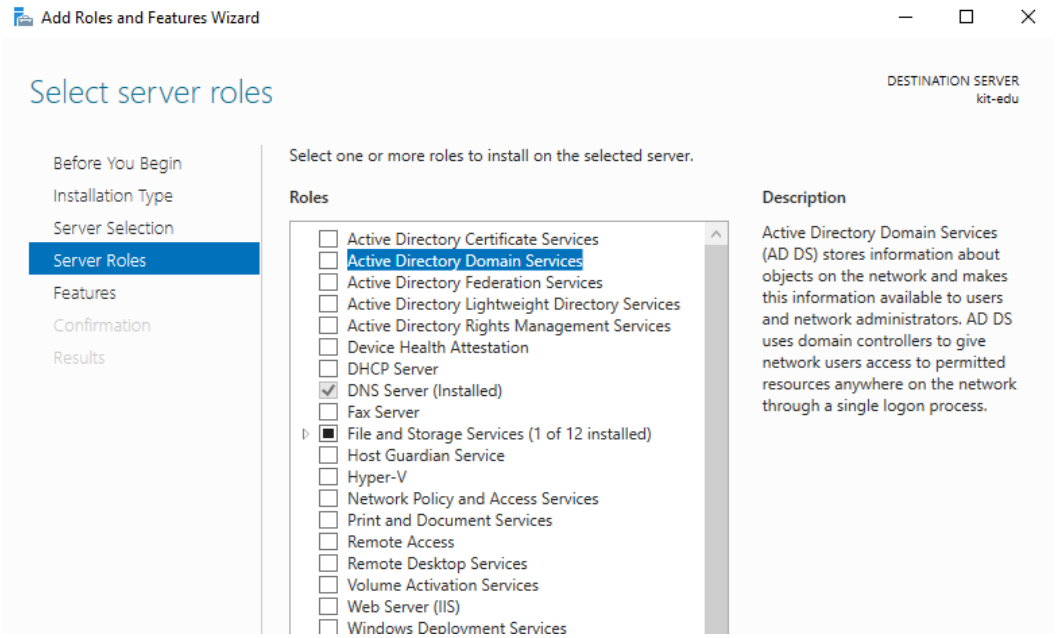


Рисунок 3.2 – Вибір ролей для встановлення

- з'явиться діалогове вікно Add Features з пропозицією додати необхідні компоненти для AD DS. Натиснути Add Features;

- у вікні Features необхідно натиснути Next;

- у наступному вікні AD DS (Active Directory Domain Services) ознайомитись з інформацією та натиснути Next;

- у наступному вікні Confirmation натиснути Install. Також можна встановити опцію Restart the destination server automatically if required, хоча перезавантаження зазвичай потрібне лише після підвищення сервера до доменного контролера.

Після завершення встановлення ролі AD DS, з'явиться посилання "Promote this server to a domain controller" у Server Manager (або у жовтому

трикутнику сповіщень). Клацнути на нього, щоб запустити Майстер конфігурації (див. рис. 3.3).

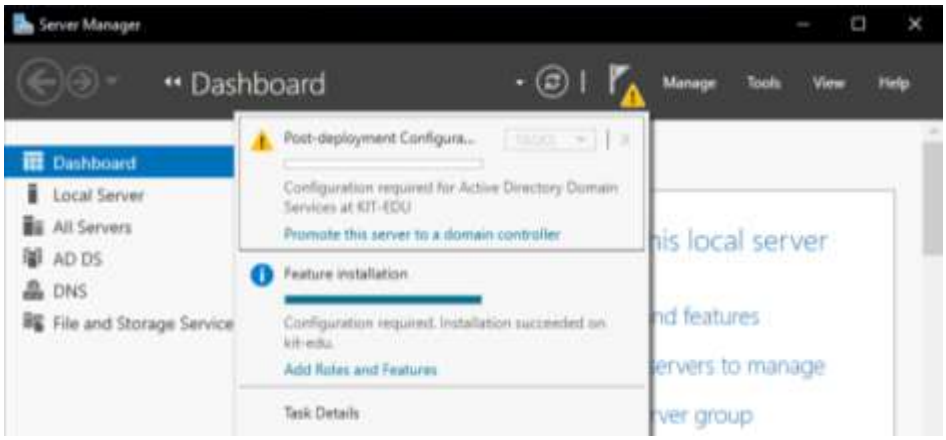


Рисунок 3.3 – Підвищення ролі сервера до доменного контролера

Завантажується майстер підвищення ролі севрера до доменного контролера, де необхідно виконати наступні кроки:

- у першому вікні Deployment Configuration (див. рис. 3.4) необхідно вибрати Add a new forest. Тоді вказати Root domain name – повне доменне ім'я (FQDN) для нового домену (в ланому випадку вкзано terkom.local). Для внутрішніх мереж часто використовують .local. Натиснути Next;

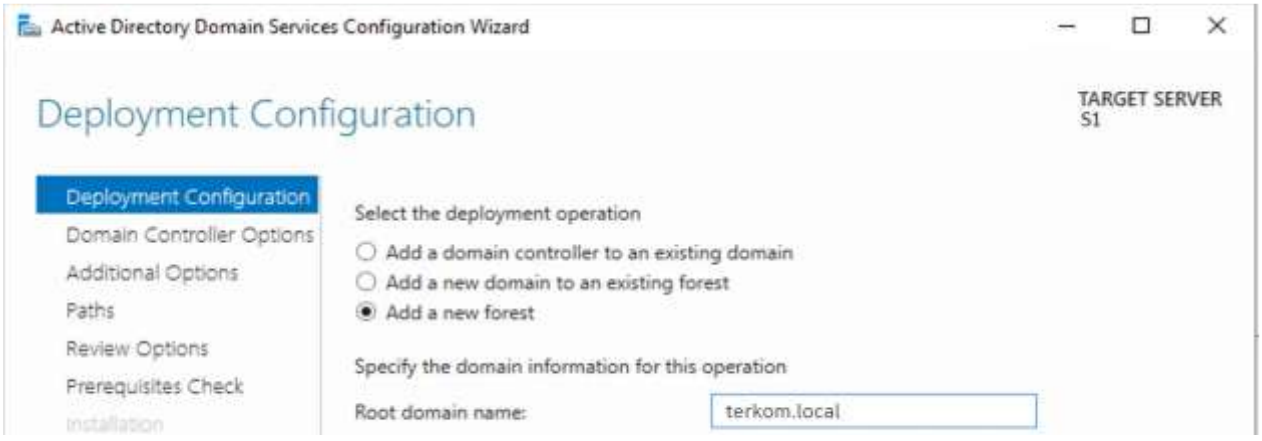


Рисунок 3.4 – Створення нового лісу доменів

- у наступному вікні Domain Controller Options (Параметри доменного контролера) вибрати в розділі Functional Level (Рівень функціональності

лісу/домену) найвищий рівень функціональності, який підтримуватиметься всіма майбутніми доменними контролерами та клієнтами (рекомендується Windows Server 2016 або 2022, якщо немає старих DC). Відмітити опції Domain Name System (DNS) server – це буде першим DNS-сервером для домену, Global Catalog (GC) – обов'язково для першого DC), Read-only domain controller (RODC) – не встановлювати, якщо це перший DC.

- у наступному вікні Directory Services Restore Mode (DSRM) password ввести та підтвердити надійний пароль. Цей пароль потрібен для відновлення Active Directory в спеціальному режимі (DSRM). Натиснути Next;

- у вікні DNS Options з'являється попередження про делегування DNS, опцію відмічати не потрібно, оскільки створюється новий домен та DNS-сервер. Натиснути Next;

у вікні Additional Options в полі NetBIOS domain name перевірити автоматично згенероване ім'я (зазвичай, перша частина FQDN). Натиснути Next;

- далі у вікні Paths вказати розташування баз даних AD DS, файлів журналів та SYSVOL. Рекомендується залишити значення за замовчуванням, якщо немає особливих вимог. Натиснути Next;

- у вікні Review Options перевірити всі вибрані параметри. Натиснути Next;

- у вікні Prerequisites Check Майстер виконає перевірку готовності сервера. Якщо є попередження, переглянути їх. Зазвичай, після виконання всіх передумов, має бути лише попередження про DNS-делегування, яке можна ігнорувати. Якщо є критичні помилки, їх потрібно виправити. Натиснути Install;

- після натискання Install розпочнеться процес конфігурації сервера як доменного контролера. Це може зайняти деякий час. Сервер автоматично перезавантажиться після завершення процесу.

Після перезавантаження, вхід на сервер буде здійснюватися вже в домен під обліковим записом адміністратора домену (TERKOM\Administrator).

Після успішного розгортання доменного контролера наступним кроком є додавання користувачів та створення груп користувачів для організації доступу та управління ресурсами.

Для виконання цих операцій необхідно перейти до Диспетчера серверів Server Manager, потім у пункті меню Tools вибрати Active Directory Users and Computers.

У вікні, що відкрилося, адміністратор може переглянути існуючі вбудовані облікові записи користувачів та груп домену. Для створення нової групи слід у меню Actions вибрати New, а потім Group.

При створенні групи необхідно вказати її область дії як Domain Local (локальна в домені) та обрати тип групи Security (група безпеки).

Після створення необхідних груп, переходять до створення облікових записів користувачів та їх додавання до відповідних груп. Для цього в меню Actions слід обрати New, а потім User. У вікні, що відкривається, необхідно заповнити поле First Name, а також вказати User logon name – логін, який використовуватиметься для входу в систему. Далі натиснути Next.

На другому кроці майстра створення користувача необхідно ввести та підтвердити пароль для облікового запису користувача. При цьому рекомендується обрати опцію User must change password at next logon, що зобов'язує користувача встановити власний унікальний пароль при першому вході в систему. Також, за необхідності, можна відмітити опцію Account is disabled, щоб тимчасово заблокувати щойно створений обліковий запис. Після цього завершити процес, натиснувши кнопку Finish.

3.2 Інструкції з налаштування активного комутаційного обладнання

3.2.1 Інструкції з налаштування головного комутатора

Наступним етапом є налаштування активного мережевого обладнання. Цей процес розпочнеться з конфігурації головного комутатора мережі. Для

цього спочатку потрібно під’єдантись до комуатора із комп’ютера через консольний кабель.

Після завантаження відкриється користувацький режимі комутатора. Для зміни його імені слід ввести команди представлені на рисунку 3.5.

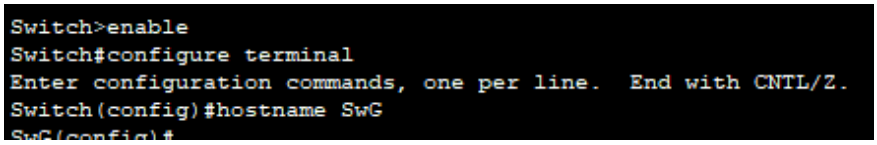


Рисунок 3.5 – Призначення назви пристрою

Після цього потрібно встановити парольних захист на комутатор. Відповідні команди представлено на рисунку 3.6.

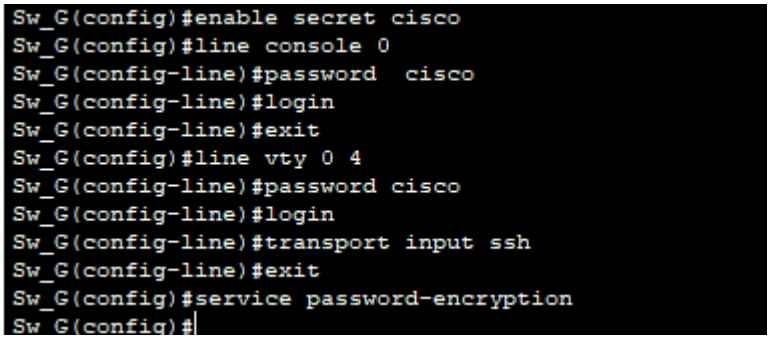


Рисунок 3.6 – Встановлення парольного захисту на комутатор

Набір команд на рисунку 3.6 встановлює пароль для привілейованого режиму «enable secret», а також паролі для доступу через консольний порт (line console 0) та віддалений доступ через віртуальні термінали (line vty 0 4). Додатково налаштовується використання протоколу SSH для захищеного віддаленого доступу та вмикається шифрування всіх паролів у конфігурації пристрою за допомогою команди «service password-encryption». При цому в якості прикладу для всіх паролів використано пароль “cisco”, який потрібно буде замінити на реальний пароль доступу.

Для створення користувача для SSH потрібно ввести команди представлені на рисунку 3.7.

```
Sw_G(config)#username admin privilege 15 secret cisco
Sw_G(config)#ip domain name terkom.lokal
Sw_G(config)#crypto key generate rsa
```

Рисунок 3.7 – Створення користувача SSH

Наступним кроком є створення VLAN-ів на кожному комутаторі. Не виключенням є і головний комутатор. Повний перелік номерів та назв усіх підмереж VLAN, що підлягають створенню, наведено в таблиці 3.1

Таблиця 3.1 – Ідентифікатори VLAN ID

Кімната	Під'єднано до комутатора	Назва VLAN	Номер VLAN
Директор	Sw_3	Manage	10
Заступник директора з виробництва	Sw_1	Manage	10
Заступник директора з комерційних питань,	Sw_1	Manage	10
Прийомна	Sw_3	Manage	10
Відділ кадрів	Sw_3	Manage	10
Юрист	Sw_3	Manage	10
Інженер з охорони праці	Sw_2	Manage	10
Бухгалтерія	Sw_3	Bughal	20
Відділ продажу та маркетингу	Sw_1	Sales	30
Відділ контролю якості	Sw_2	Quality	40
Відділ постачання	Sw_1	Supply	50
Склади	Sw_1	Sklad	60
Оператори в цехах	Sw_1	Operat	70
Серверна	Sw_G	Servers	80
Серверна	Sw_G	Rout	90

Створення VLAN на комутаторі починається з переходу в режим глобального конфігурування. Кожна VLAN ініціюється командою vlan

<номер>, де <номер> є її унікальним ідентифікатором. Назву VLAN встановлюють командою name <назва> [3]. Приклад конфігурації показано на рисунку 3.8.

Рисунок 3.8 – Створення VLAN на комутаторі

Створивши VLAN, необхідно перейти до конфігурації типів портів на комутаторі, що є ключовим для функціонування віртуальних мереж. Виділяють: Access-порти для кінцевих пристроїв, що обробляють нетегований трафік однієї VLAN, та Trunk-порти для з'єднання комутаторів або маршрутизаторів. Trunk-порти передають тегований трафік багатьох VLAN.

Для комутатора Sw_G, згідно зі схемою топології (див. рис. 2.1), необхідно виконати налаштування інтерфейсів у режимі глобального конфігурування. Зокрема, його два перші інтерфейси слід налаштувати як порти доступу для мережі севрера та мережі з’єднання із маршрутизатором. Усі інші інтерфейси повинні бути налаштовані як транкові порти, оскільки вони слугуватимуть для підключення до комутаторів Sw_1 – Sw_3. При цьому для транкових портів варто для зменшення зон колізій вказати, які саме віртуальні мережі будуть передаватись на цей порт. Тобто, які VLAN підключенні до відповідного комутатора рівня доступу показано в таблиці 3.1. Відповідні команди налаштування інтерфейсів головного комутатора представлено на рисунку 3.9.

```
Sw_G(config)#interface range gigabitethernet1/0/1-gigabitethernet1/0/2
Sw_G(config-if-range)#switchport mode access
Sw_G(config-if-range)#interface range gigabitethernet1/0/3-gigabitethernet1/0/5
Sw_G(config-if-range)#switchport mode trunk
Sw_G(config-if-range)#interface gigabitethernet1/0/1
Sw_G(config-if)#switchport access vlan 80
Sw_G(config-if)#interface gigabitethernet1/0/2
Sw_G(config-if)#switchport access vlan 90
Sw_G(config-if)#interface gigabitethernet1/0/3
Sw_G(config-if)#switchport trunk  allowed vlan 10,50,60,70
Sw_G(config-if)#interface gigabitethernet1/0/4
Sw_G(config-if)#switchport trunk  allowed vlan 10,40
Sw_G(config-if)#interface gigabitethernet1/0/5
Sw_G(config-if)#switchport trunk  allowed vlan 10,20
Sw_G(config-if)#exit
Sw_G(config)#
```

Рисунок 3.9 – Призначення портів на головному комутаторі

Після базових налаштувань на головному комутаторі третього рівня (Sw_G) необхідно активувати режим маршрутизації. Це виконується командою «ip routing».

Далі слід створити віртуальні інтерфейси VLAN (SVI - Switched Virtual Interfaces) для кожної підмережі та призначити їм IP-адреси шлюзів. Згідно з планом IP-адрес (див. таблицю 2.4), цією адресою є остання доступна IP-адреса хоста у відповідній підмережі.

SVI є логічними інтерфейсами, які пов'язані з конкретними VLAN. Вони відіграють ключову роль у забезпеченні функціональності комутатора на мережевому рівні (Layer 3). Кожен SVI діє як шлюз (Default Gateway) для пристроїв, що знаходяться у відповідній VLAN. Коли трафік має пройти з однієї VLAN до іншої, він направляється на IP-адресу SVI цієї VLAN. Комутатор, маючи IP-адреси на різних SVI, може маршрутизувати пакети між ними. Це є інтегрованою та більш ефективною альтернативою "Router-on-a-Stick" (маршрутизатор на одній ніжці), де маршрутизатор підключається до комутатора одним транковим портом. SVI може бути використаний як IP-адресний інтерфейс для віддаленого управління комутатором (наприклад, через Telnet, SSH, SNMP, HTTP/HTTPS). Зазвичай для управління використовується SVI Management VLAN [3].

Для цього необхідно ввести команди представлені на рисунку 3.10 [4].

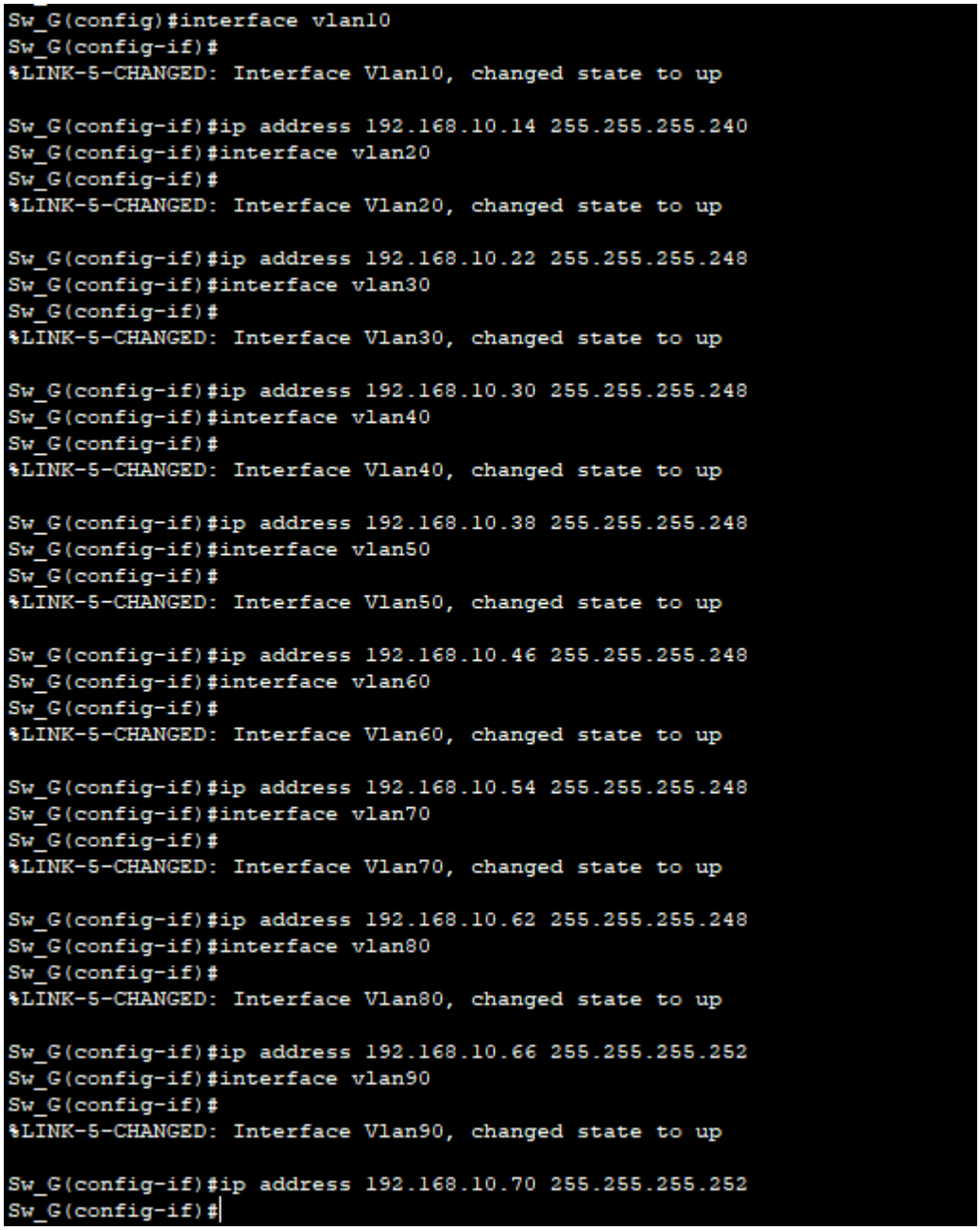


Рисунок 3.10 – Створення віртуальних портів на головному комутаторі

Наступним кроком є налаштування статичного маршруту за замовчуванням (Default Route). Цей маршрут визначає шлях для всього трафіку, для якого відсутній більш специфічний маршрут у таблиці маршрутизації. Як адресу наступного переходу для цього маршруту буде використано IP-адресу внутрішнього інтерфейсу маршрутизатора: 192.168.10.69 (див. рис. 3.11).

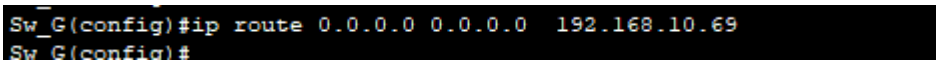


Рисунок 3.11 – Створення маршруту за замовчуванням

3.2.2 Інструкції з налаштування комутаторів робочих груп

Після завершення налаштування головного комутатора, наступним етапом є конфігурація комутаторів. Цей процес включатиме налаштуванні їх імен, створення віртуальних мереж (VLAN) та налаштування інтерфейсів на них.

Почнемо із налаштування комутатора Sw_1, розташованого у кімнаті відділу продажів та маркетингу (додаток Б). Підключення до комутатора здійснюється через консольне з'єднання. Після встановлення зв'язку, система автоматично переходить у користувацький (User EXEC) режим комутатора. Для задання імені пристрою необхідно ввести команди, подібні до представлених на рисунку 3.5. Основна відмінність, що в команді hostname потрібно вказати назву комутатора Sw_1.

Далі слід встановити парольний захист на комутатор за допомогою команд, подібних до представлених на рисунку 3.6 для головного комутатора, Крім пароль на віддалений доступ, оскільки для комутаторів другого рівня не доступний віддалений вхід через SSH та Telnet.

Після налаштування параметрів ідентифікації комутатора необхіно створити базу даних віртуальних підмереж, мережі ТОВ «Торком». Команди створення віртуальних мережі повністю аналогічні до представлених на рисунку 3.8 для головного комутатора.

Після створення VLAN необхідно призначити типи портів комутатора, подібно як це зроблено для головного комутатора. При цьому слід враховувати структурно-топологічну схему мережі, представлену на рисунку 2.1 та дані таблиці 3.1. Для інтерфейсів до яких підключено кінцеві вузли мережі потрібно вказати тип порту access та номер відповідно VLAN (див. таблиця 3.1), а для інтерфейсів, що з’єднують комутатор Sw_1 із головним комутатором транковий тип із доступністю підмереж із ID 10, 30, 50, 60, 70. Повний перелік команд налаштування портів для комутатора Sw_1 представлено на рисунку 3.12.

```
Sw_1(config)#interface range gigabitethernet0/1-gigabitethernet18/1
Sw_1(config-if-range)#switchport mode access
Sw_1(config)#interface range gigabitethernet0/1-gigabitethernet1/1
Sw_1(config-if-range)#switchport access vlan 10
Sw_1(config)#interface range gigabitethernet3/1-gigabitethernet7/1
Sw_1(config-if-range)#switchport access vlan 30
Sw_1(config)#interface range gigabitethernet8/1-gigabitethernet11/1
Sw_1(config-if-range)#switchport access vlan 50
Sw_1(config)#interface range gigabitethernet11/1-gigabitethernet16/1
Sw_1(config-if-range)#switchport access vlan 60
Sw_1(config)#interface range gigabitethernet17/1-gigabitethernet18/1
Sw_1(config-if-range)#switchport access vlan 70
Sw_1(config-if-range)#interface GigabitEthernet1/1/1
Sw_1(config-if)#switchport mode trunk
Sw_1(config-if)#switchport trunk allowed vlan 10,30,50,60,70
Sw_1(config-if)#exit
```

Рисунок 3.12 – Налаштування типів портів комутатора Sw_1

З такою ж послідовністю потрібно налаштувати комутатори робочих груп Sw_2 та Sw_3, керуючись даними таблиці 3.1 та логічної топології мережі. Команди налаштування портів комутатора Sw_2 предстaлено на рисунку 3.13 а комутатора SW_3 – рисунку 3.14.

```
Sw_2(config)#interface range gigabitethernet0/1-gigabitethernet4/1
Sw_2(config-if-range)#switchport mode access
Sw_2(config-if-range)#interface range gigabitethernet0/1-gigabitethernet3/1
Sw_2(config-if-range)#switchport access vlan 40
Sw_2(config-if-range)#interface gigabitethernet4/1
Sw_2(config-if)#switchport access vlan 10
Sw_2(config-if)#interface gigabitethernet1/1/1
Sw_2(config-if-range)#switchport access vlan 50
Sw_2(config-if-range)#interface GigabitEthernet1/1/1
Sw_2(config-if)#switchport mode trunk
Sw_2(config-if)#switchport trunk allowed vlan 10,40
Sw_2(config-if)#exit
```

Рисунок 3.13 – Налаштування типів портів комутатора Sw_2

```
Sw_3(config)#interface range gigabitethernet0/1-gigabitethernet5/1
Sw_3(config-if-range)#switchport mode access
Sw_3(config-if-range)#interface range gigabitethernet0/1-gigabitethernet4/1
Sw_3(config-if-range)#switchport access vlan 20
Sw_3(config-if-range)#interface gigabitethernet4/1
Sw_3(config-if)#switchport access vlan 10
Sw_3(config-if-range)#interface GigabitEthernet1/1/1
Sw_3(config-if)#switchport mode trunk
Sw_3(config-if)#switchport trunk allowed vlan 10,20
Sw_3(config-if)#exit
```

Рисунок 3.14 – Налаштування типів портів комутатора Sw_3

На цьому процес налаштування комутаторів завершується і можна переходити до останнього етапу налаштування активного мережевого обладнання – конфігурування маршрутизатора.

3.2.3 Інструкції з налаштування Інтрнет-шлюзу на маршрутизаторі

Завершальним етапом конфігурації активного мережевого обладнання є налаштування маршрутизатора. Цей пристрій виконуватиме ключові функції: слугуватиме шлюзом для виходу в Інтернет, а також забезпечуватиме маршрутизацію між усіма віртуальними підмережами (VLAN).

Для реалізації цієї функціональності, на фізичному інтерфейсі маршрутизатора, до якого підключено головний комутатор, буде необхідно створити та конфігурувати віртуальні субінтерфейси для кожної віртуальної мережі.

Однак, перш ніж приступити до конфігурації інтерфейсів, необхідно призначити маршрутизатору ім'я за допомогою команд, повністю аналогічних, як для головного комутатора (див. рис. 3.5).

Так само, як і в головному комутаторі потрібно налаштувати парольний захист маршрутизатора та створити користувача віддаленого доступу SSH. Відповідні команди представлено на рисунках 3.6 та 3.7.

Далі на маршрутизаторі потрібно налаштувати інтерфейс, який під’єднано до головного комутатора, вказавши для нього, згідно із даними таблиці 2.4, IP-адресу 192.168.10.69. На іншому інтерфейсі необхідно встановити IP-адресу 172.16.1.100 для під’єднання до провайдера ISP послуг Інтернет. Команди налаштування інтерфейсів представлено на рисунку 3.15.

```
R_1(config)#interface GigabitEthernet0/0/0
R_1(config-if)#ip address 192.168.10.69 255.255.255.252
R_1(config-if)#no shutdown

R_1(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/0/0, changed state to up

R_1(config-if)#interface GigabitEthernet0/0/1
R_1(config-if)#ip address 172.16.1.100 255.255.0.0
R_1(config-if)#no shutdown

R_1(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/0/1, changed state to up

R_1(config-if)#exit
R_1(config)#
```

Рисунок 3.15 – Налаштування інтерфейсів маршрутизатора

Для забезпечення доступу до зовнішніх мереж та Інтернету, а також для обробки всього трафіку, що не має явного маршруту, буде налаштовано

статичний маршрут за замовчуванням. Весь такий трафік буде направлятися на IP-адресу шлюзу, наданого інтернет-провайдером.

Для забезпечення зв'язку маршрутизатора з усіма внутрішніми віртуальними підмережами, буде налаштовано статичні маршрути. Інформація про IP-адреси та маски цих підмереж буде взята з таблиці 2.4, а адресою наступного переходу (інтерфейсом доступу) для досягнення цих мереж буде IP-адреса віртуального інтерфейсу головного комутатора: 192.168.10.70/30. Отже, команди для цього налаштування матимуть вигляд представлений на рисунку 3.16.

```
R_1(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 172.16.1.1
R_1(config)#ip route 192.168.10.0 255.255.255.240 192.168.10.70
R_1(config)#ip route 192.168.10.16 255.255.255.248 192.168.10.70
R_1(config)#ip route 192.168.10.24 255.255.255.248 192.168.10.70
R_1(config)#ip route 192.168.10.32 255.255.255.248 192.168.10.70
R_1(config)#ip route 192.168.10.40 255.255.255.248 192.168.10.70
R_1(config)#ip route 192.168.10.48 255.255.255.248 192.168.10.70
R_1(config)#ip route 192.168.10.56 255.255.255.248 192.168.10.70
R_1(config)#ip route 192.168.10.64 255.255.255.248 192.168.10.70
R_1(config)#
```

Рисунок 3.16 – Налаштування маршрутизації на маршрутизаторі R_1

Наступним кроком є налаштування NAT (Network Address Translation). Ця функція дозволяє всім внутрішнім мережевим пристроям використовувати одну (або декілька) публічних IP-адрес для виходу в Інтернет, забезпечуючи при цьому економію публічних адрес та підвищення безпеки. Для коректної роботи NAT необхідно визначити внутрішні та зовнішні інтерфейси маршрутизатора [5]. Після цього створити ACL для визначення трафіку, що підлягає NAT [5] та призначити його інтерфейсу [5]. Повний перелік команд налаштування NAT представлено на рисунку 3.17.

```
R_1(config)#interface GigabitEthernet 0/0/0
R_1(config-if)#ip nat outside
R_1(config-if)#interface GigabitEthernet 0/0/1
R_1(config-if)#ip nat inside
R_1(config-if)#exit
R_1(config)#access-list 1 permit 192.168.10.0 0.0.0.255
R_1(config)#ip nat inside source list 1 interface GigabitEthernet 0/0/0 overload
R_1(config)#
```

Рисунок 3.18 – Налаштування NAT на маршрутизаторі

3.3 Інструкція з використання тестових наборів та тестових програм

Метою тестування мережі ТОВ "Терком" є верифікація відповідності розгорнутої інфраструктури проектній документації, виявлення та усунення потенційних несправностей, а також оптимізація її роботи для забезпечення стабільного, ефективного та безпечного функціонування всіх сервісів. Тестування проводиться поетапно, від фізичного рівня до прикладного, використовуючи спеціалізовані інструменти.

Загальні принципи тестування

- тестування має проводитися послідовно, починаючи з нижчих рівнів моделі OSI (фізичний, канальний) до вищих (мережевий, транспортний, прикладний);
- всі результати тестування, виявлені проблеми та способи їх усунення мають бути ретельно задокументовані;
- під час роботи з мережевим обладнанням необхідно дотримуватись правил техніки безпеки;
- у разі виявлення проблеми, рекомендується застосовувати метод ізоляції для визначення її джерела.

На фізичному рівні OSI моделі необхідно провести візуальний огляд кабельних систем та обладнання, для виявлення механічних пошкоджень, розриву кабеля, проблеми із конекторами, мережевими розетками, патч-панелями, правильність кріплення та акуратність монтажу тощо.

Для перевірки на фізичному півні також потрібно використовувати професійний кабельний тестер/сертифікатор (аналізатор СКС), такі як Fluke Networks (DSX CableAnalyzer), Softing IT Networks (WireXpert, LanTEK), TREND Networks (LanTEK III/IV).

За допомогою приладу здійснити перевірку цілісності кабельних ліній (мідних, оптоволоконних), відповідність стандартам (наприклад, Cat.6, Cat.6a), виявлення обривів, коротких замикань, перехресних наведень, вимірювання

довжини та затухання сигналу. Сертифікація підтверджує, що кабель відповідає вимогам стандартів.

Підключити тестер до обох кінців кабельної лінії (або до патч-панелі та розетки). Запустити тест/сертифікацію згідно з інструкцією пристрою. Зберегти результати тестування для кожної лінії у цифровому форматі (зазвичай тестери дозволяють експорт звітів).

Для тестування канального рівня (Layer 2) слід використовувати інтерфейс командного рядка (CLI) або Веб-інтерфейс комутаторів.

При цьому потрібно здійснити перевірка стану портів (Link/Activity), MAC-таблиць, конфігурації VLAN (ID, назви, асоціація з портами), налаштувань транкових портів (802.1Q тегування).

При цьому в командному рядку Cisco IOS слід використати наступні команди [4]:

- show interfaces status – відображення стислої інформації про стан усіх портів (інтерфейсів) комутатора. Вона надає швидкий огляд ключових параметрів кожного інтерфейсу без необхідності переглядати детальніші, але об'ємніші виводи інших команд;
- show mac address-table – відображення вмісту MAC-таблиці (також відомої як таблиця CAM - Content Addressable Memory). Ця таблиця зберіга інформацію про те, які MAC-адреси пристроїв вивчені на певних портах комутатора і до якої VLAN вони належать;
- show vlan brief – відображення стислого огляду всіх VLAN, налаштованих на комутаторі. Це одна з найбільш часто використовуваних команд для перевірки конфігурації VLAN, оскільки вона надає швидку та легку для розуміння інформацію про всі існуючі віртуальні мережі та асоційовані з ними порти;
- show interfaces trunk – відображення статусу та конфігурації транкових портів. Вона надає детальну інформацію про всі порти, які налаштовані або працюють у транковому режимі, дозволяючи перевірити, які VLAN дозволені та активно передаються через ці з'єднання.

Для виконання цих тестів необхідно підключитися до комутатора через консоль або SSH/Telnet та ввести відповідні команди. Візуально перевірити відповідність виводу налаштуванням.

Далі потрібно перевірити індикатори портів комутаторів (LED) – це візуальна перевірка наявності фізичного з'єднання (Link) та активності (Activity) на портах після підключення пристроїв. Необхідно переконатися, що індикатори "Link" світяться стабільно для всіх підключених пристроїв, а "Activity" блимають при передачі даних.

Для аналізу трафіку також слід використовувати програмні засоби Packet Analyzers, які здійснюють перехоплення та аналіз Ethernet-фреймів для виявлення проблем з MAC-адресами, broadcast-штормів, некоректної передачі даних у межах VLAN. Серед подібних програм рекомендується використовувати Wireshark, tcpdump.

Необхідно підключити комп'ютер з аналізатором до порту комутатора (можливо, налаштованого на SPAN/Port Mirroring) та захопити трафік. Аналізувати фрейми на наявність помилок або аномалій.

Для тестування мережевого рівня (Layer 3) та вище необхідно використовувати команди:

- ping – перевірка базової IP-зв'язності між пристроями. Пінгування IP-адрес пристроїв у тій самій VLAN, в інших VLAN (для перевірки маршрутизації), файлового сервера, маршрутизатора, DNS-сервера, зовнішніх інтернет-ресурсів.

- tracert – відстеження маршруту проходження пакетів до цільового хоста, виявлення "вузьких місць" або проблемних маршрутизаторів.

- ipconfig /all – перевірка налаштувань IP-адреси, маски підмережі, шлюзу за замовчуванням та DNS-серверів на клієнтських пристроях (особливо для DHCP-клієнтів);

- nslookup – перевірка роботи DNS-сервера (розв'язання доменних імен у IP-адреси).

Інструменти для сканування мережі (Network Scanners) призначені для виявлення активних пристроїв у мережі, їхніх IP-адрес, відкритих портів, сервісів. До них належать Nmap, Advanced IP Scanner, Angry IP Scanner.

Цими засобами необхідно виконати сканування діапазонів IP-адрес для підтвердження наявності всіх запланованих пристроїв.

Інструменти для тестування пропускної здатності (Bandwidth Testers) - вимірювання фактичної швидкості передачі даних між двома точками в мережі (наприклад, між робочою станцією та файловим сервером, або до Інтернету). Серед подібних засобів рекомендується використовувати iPerf3 (для внутрішньої мережі), Ookla Speedtest (для тестування до Інтернету).

Необхідно запустити сервер iPerf на одному комп'ютері, клієнт на іншому, виконати тест.

Для безперервного моніторингу стану пристроїв, навантаження на канали, виявлення аномалій та сповіщення необхідно здійснювати моніторинг мережі (Network Monitoring Systems - NMS). Для цього можна використовувати Zabbix, Nagios, PRTG Network Monitor.

3.4 Інструкція з експлуатації та моніторингу в мережі

Ефективний моніторинг комп'ютерної мережі та її сервісів є критично важливим для успішної експлуатації локальної мережі. Цей процес полягає у централізованому зборі життєво важливої інформації, необхідної для функціонування мережі, а також є ключовим інструментом для системного адміністратора у виявленні різноманітних мережевих вторгнень.

До критичних показників (метрик) відносяться значення та параметри, що фіксуються в певних часових точках. Аналіз діапазонів цих показників за визначені інтервали часу дозволяє робити обґрунтовані висновки щодо рівня використання системних ресурсів.

Для збору таких критичних метрик у даній мережі буде використано програму node_exporter у поєднанні з Prometheus, який відповідатиме за

агрегацію та зберігання показників у базі даних. Візуалізація та аналіз цих даних, а також побудова графіків, здійснюватимуться за допомогою програмного продукту Grafana [6].

Окрім збору метрик та їх аналізу, надзвичайно важливо централізовано збирати та аналізувати файли журналів (лог-файли) із серверів. Для цього буде розгорнуто стек рішень: Elasticsearch як база даних для зберігання логів, Fluent-Bit для збору файлів та їх пересилання до бази даних, та Kibana для візуалізації даних, їх аналізу та виконання запитів до бази.

3.5 Інструкції з налаштування засобів захисту мережі

Налаштування захисту мережевих пристроїв є критично важливим етапом як проектування, так і подальшої експлуатації комп'ютерних мереж. Неналежний захист може призвести до несанкціонованого доступу до управління обладнанням, перехоплення трафіку та витоку конфіденційних даних.

Основними механізмами забезпечення захисту мережевих пристроїв є [3]:

- впровадження надійних паролів аутентифікації та механізмів авторизації;
- вимкнення невикористовуваних протоколів та сервісів для мінімізації вектора атаки;
- застосування функцій автоматичного підключення компонентів безпеки;
- встановлення часових лімітів для підключення та активного використання;
- дозвіл виведення системних попереджень для оперативного інформування про події.

У спроектованій мережі ТОВ "Терком" використовується трирівнева система парольного захисту для активного мережевого обладнання. Вона включає паролі для консольного доступу до пристрою, для віддаленого

доступу (через SSH або Telnet) та для входу до привілейованого режиму комутаторів і маршрутизатора (детальніше в розділах 3.2.1 – 3.2.3).

Для централізованого адміністрування облікових записів користувачів у мережі ТОВ "Терком" розгорнуто службу доменних каталогів Active Directory (AD). AD є потужним інструментом, що містить механізми для централізованого управління політиками безпеки та обліковими записами користувачів. Її архітектура забезпечує розподілене зберігання бази даних облікових записів, значно підвищуючи надійність їх зберігання.

Адміністратори мережі отримують можливість централізовано та віддалено керувати обліковими даними користувачів, груп та інших об'єктів служби AD (таких як принтери, комп'ютери тощо). Це суттєво спрощує процес налаштування доступу користувачів до різноманітних мережевих ресурсів [3].

AD надає надійний механізм аутентифікації та авторизації користувачів, контролюючи їхній доступ до відповідних мережевих ресурсів згідно зі встановленими політиками безпеки. Завдяки цим політикам стає можливим чітке розмежування доступу до ресурсів, використання складних та надійних алгоритмів шифрування, а також встановлення жорстких вимог до надійності паролів, що підвищує загальний рівень безпеки мережі.

База даних облікових записів користувачів, груп та інших об'єктів AD зберігається на доменному контролері. Крім того, AD тісно інтегрована з іншими службами, сервісами та прикладними програмами Microsoft, такими як SharePoint, Exchange Server, Azure та ін., що значно спрощує їх централізоване управління та інтеграцію в корпоративну мережу [2].

4 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

Економічний розділ кваліфікаційної роботи призначений для проведення економічних розрахунків, мета яких – визначити фінансову ефективність розробки комп'ютерної мережі для ТОВ «Терком». На основі цих даних буде прийнято рішення щодо доцільності подальшого розвитку та впровадження цієї розробки, або ж її економічної недоцільності.

4.1 Визначення стадій техпроцесу та загальної тривалості проведення НДР

Щоб визначити загальну тривалість науково-дослідної роботи (НДР), варто систематизувати дані про часові витрати на кожну операцію технологічного процесу в таблиці 4.1. Виконанням етапів цього процесу займатимуться: керівник, інженер та технік.

В таблиці 4.1 наводяться стадії технологічного процесу та середній час їх виконання.

Таблиця 4.1 – Середній час виконання НДР та стадії (операції) технологічного процесу

№ п/п	Назва операції (стадії)	Виконавець	Середній час виконання операції, год.
1	2	3	4
1.	Постановка задачі, формування технічного завдання на проект локальної мережі. Узгодження майбутнього розміщення мережевих розеток.	Керівник проекту	15

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4
2.	Проектування логічної та фізичної топології локальної мережі. Аналіз інформаційних потоків локальної мережі ТОВ «Терком». Вибір оптимальної логічної та фізичної топології. Розробка логічної адресації та конфігурації для апаратного та програмного забезпечення. Врахування структури ТОВ «Терком» для сегментування локальної мережі на підмережі.	Інженер	18
3.	Монтаж мережі (прокладання кабельних каналів, вертикальних та горизонтальних кабельних каналів). Здійснюється монтаж та підключення пасивного обладнання. Перевірка СКС локальної мережі на відповідність вибраній технології.	Технік	32
4.	Конфігурування мережевого обладнання (налаштування апаратного та програмного забезпечення). Налагодження мережі. Тестування конфігурацій апаратного та програмного забезпечення служб ЛОМ.	Інженер	20
5.	Підготовка документації. Написання кабельного журналу, списку мережевого обладнання та його технічних характеристик.	Інженер	5
		Разом	90

Сумарний час виконання операцій технологічного процесу проектування мережі становить 90 години, з них 15 годин – робота керівника проекту, 43 години – інженера, 32 години – техніка.

4.2 Визначення витрат на оплату праці та відрахувань на соціальні заходи

Оплата праці – грошовий вираз вартості і ціни робочої сили, який виступає у формі будь-якого заробітку, виплаченого власником підприємства працівникові за виконану роботу.

Заробітна плата працівника залежить від кінцевих результатів роботи підприємства, регулюється податками і максимальними розмірами не обмежується.

Основна заробітна плата розраховується за формулою:

$$З_{осн} = Т_с \cdot К_г, \quad (4.1)$$

де $Т_с$ – тарифна ставка, грн.;

$К_г$ – кількість відпрацьованих годин.

Виходячи з рекомендованих тарифних ставок встановимо таку ставку для керівник проекту – 110 грн, інженера – 90 грн./год. а для техніка – 60 грн./год.

Отже, основна заробітна плата для:

- керівника проекту – $З_{осн1} = 15 \cdot 110 = 1\ 650$ грн.
- інженера – $З_{осн2} = 43 \cdot 90 = 3\ 870$ грн.
- техніка – $З_{осн3} = 32 \cdot 60 = 1\ 920$ грн.

Сумарна основна заробітна плата становить

$$З_{осн}=1\ 650 +3\ 870 + 1\ 920 =7\ 440 \text{ грн.}$$

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

$$З_{дод.}=З_{осн.} \cdot К_{допл.}, \quad (4.2)$$

де $К_{допл.}$ – коефіцієнт додаткових виплат працівникам, 0,1– 0,15.

Отже, додаткова заробітна плата по категоріях працівників становить:

- керівника $З_{дод1}$=1 650 · 0,12= 198 грн.
- інженера $З_{дод1}$=3 870 · 0,12= 464,40 грн.
- техніка $З_{дод3}$=1 920 · 0,12= 230,40 грн.

Сумарна додаткова заробітна плата становить:

$$З_{дод}=198 + 464,40 + 230,40 = 892,80 \text{ грн.}$$

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

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

Отже, загальні витрати на оплату праці становлять:

$$В_{о.п.}= 7\,440 + 892,80 = 8\,332,80 \text{ грн.}$$

Крім того, слід визначити відрахування на соціальні заходи. Відрахування на соціальні заходи становлять 22%. Отже, сума відрахувань на соціальні заходи буде становити:

$$B_{с.з.} = ФОП \cdot 0,22, \quad (4.4)$$

де ФОП – фонд оплати праці, грн.

$$В_{с.з}= 8\,332,80 \cdot 0,22= 1\,833,22 \text{ грн.}$$

Проведені розрахунки витрат на оплату праці зведемо у таблицю 4.2.

Таблиця 4.2 – Зведені розрахунки витрат на оплату праці

№ п/	Категорія працівників	Основна заробітна плата, грн.			Додатк. заробітна плата, грн.	Нарах. на ФОП, грн.	Всього витрати на оплату праці, грн.
		Тарифна ставка, грн.	К-сть відпрац. год.	Фактично нарах. з/пл., грн.			
1	Керівник	110	15	1650	198		
2	Інженер	90	43	3870	464,40	-	-
3	Технік	60	32	1920	230,40	-	-
			Разом	7440	892,8	1833,22	10166,02

Отже, загальні витрати на оплату праці становлять 10166,02 грн.

4.3 Розрахунок матеріальних витрат

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

$$M_{BI} = q_i \cdot P_i \quad (4.5)$$

де q_i – кількість витраченого матеріалу і-го виду;

p_i – ціна матеріалу *i*-го виду.

Звідси, загальні матеріальні витрати можна визначити:

$$З_{м.в.} \sum M_{B_i} \quad (4.6)$$

Проведені розрахунки занесемо у таблицю 4.3.

Таблиця 4.3 – Зведені розрахунки матеріальних витрат

№ п/п	Найменування матеріальних ресурсів	Од. виміру	Кіль-кість	Ціна, грн.	Сума, грн.
1	2	3	4	5	6
1	Комутаційна шафа 6U ZT-NET AL-WDR06U-64G	шт.	1	3800	3800
2	Патчпанель 24 порти, кат. 6	шт.	1	1100	1100
3	Розетка RJ-45 (категорія 6)	шт.	33	109	3597
4.	Роз’єм 8P8C (пачка 100 шт)	шт.	1	631	631
5	Короб (середня ціна для різного січення)	м.	256	114	29184
6	Гофрована трубка	м.	10	35	350
7	Кабель UTP (кат. 6) (бухта)	шт.	3	5325	15975
8	Патчкорди (кат. 6)	шт.	33	52	1716
9	Кабель опотоволоконний	м.	2	25	50
10	Конектор SC	шт.	2	35	70
11	Маршрутизатор Cisco ISR4221/K9	шт.	1	24706	24706

Продовження таблиці 4.3

1	2	3	4	5	6
12	Головний комутатор Cisco Catalyst WS-C3560CX-8XPD-S	шт.	1	51345	51345
13	Комутатор сегментуючий Cisco Catalyst C1000-24T-2G	шт.	3	31313	93939
15	Джерело безперебійного живлення APC Back-UPS Pro 1200VA	шт.	1	3535	3535
Р а з о м			-	-	229998

Отже, загальна сума матеріальних витрат на розробку мережі становить 229998 грн.

4.4 Розрахунок витрат на електроенергію

Затрати на електроенергію одиниці обладнання визначаються за формулою:

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

де W – необхідна потужність, кВт;

T – кількість годин роботи обладнання;

S – вартість кіловат-години електроенергії.

Час роботи ПК над даним проектом становить 10 годин, споживана потужність – 0,5 кВт/год, вартість 1 кВт електроенергії - 7 грн. Тому витрати на електроенергію будуть становити::

$$З_е = 0,5 \cdot 10 \cdot 7 = 35 \text{ грн.}$$

4.5 Визначення транспортних затрат

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

$$Т_в = З_{м.в} \cdot 0,08..0,1, \quad (4.8)$$

де T_B – транспортні витрати.

Отже,

$$T_B = 229998 \cdot 0{,}08 = 18399{,}84 \text{ грн.}$$

4.6 Розрахунок суми амортизаційних відрахувань

В процесі використання основних фондів виконуються заходи що до 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. Комп'ютери та оргтехніка належать до четвертої групи основних фондів. Мінімально допустимі строки їх використання 2 роки.

Для визначення амортизаційних відрахувань застосовуємо формулу:

$$A = \frac{Б_в \cdot Н_А}{100\%} \cdot T \qquad (4.9)$$

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

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

$Н_А$ – норма амортизації, %;

Т – кількість годин роботи обладнання, год.

Враховуючи, що ПК працює над даним проектом 10 год., балансова вартість ПК - 26500 грн., тому, то амортизаційні відрахування становлять:

$$A = \frac{26500 \cdot 0{,}04}{150} \cdot 10 = 70{,}67 \text{ грн}$$

4.7 Обчислення накладних витрат

Накладні витрати – це витрати, не пов'язані безпосередньо з технологічним процесом виготовлення продукції, а утворюються під впливом певних умов роботи по організації, управлінню та обслуговуванню виробництва.

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

$$H_в = B_{о.п.} \cdot 0{,}2...0{,}6, \quad (4.10)$$

де H_B – накладні витрати.

$$H_B = 8\ 332{,}80 \cdot 0{,}5 = 4166{,}4 \text{ грн.}$$

4.8 Складання кошторису витрат та визначення собівартості НДР

Кошторис витрат являє собою зведений план усіх витрат підприємства на майбутній період виробничо-фінансової діяльності.

Результати проведених вище розрахунків зведемо у таблиці 4.4, де зазначено наступні види витрат: витрати на оплату праці, відрахування на соціальні заходи, матеріальні витрати, витрати на електроенергію, транспортні витрати, амортизаційні відрахування, накладні витрати.

Таблиця 4.4 – Кошторис витрат на НДР

Зміст витрат	Сума, грн.	в % до загального
Витрати на оплату праці (основну і додаткову заробітну плату)	8 332,80	3,9
Відрахування на соціальні заходи	1 833,22	0,63
Матеріальні витрати	229998	88,13
Витрати на електроенергію	35	0,01
Транспортні витрати	*18399, 84*	5,88
Амортизаційні відрахування	70,67	0,03
Накладні витрати	*4166,4*	1,43
Собівартість	262835,93	100

В таблиці 4.4 зазначено наступні види витрат: витрати на оплату праці, відрахування на соціальні заходи, матеріальні витрати, витрати на

електроенергію, транспортні витрати, амортизаційні відрахування, накладні витрати, тобто собівартість ($С_в$) НДР розрахуємо за формулою:

$$С_в = В_{о.п.} + В_{с.п.} + З_{м.в.} + З_е + Т_в + А + Н_в \quad (4.11)$$

Отже, собівартість дорівнює $С_В$=262835,93 грн.

4.9 Розрахунок ціни НДР

Ціну НДР можна визначити за формулою:

$$Ц = \frac{С_в \cdot (1 + Р_{рен}) + К \cdot В_{ні}}{К} \cdot (1 + ПДВ) \quad (4.12)$$

де $Р_{рен.}$ – рівень рентабельності;

$К$ – кількість замовлень, од.;

$В_{і.н}$ - вартість носія інформації, грн.;

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

Отже, ціна НДР становить:

$$Ц = 262835{,}93 \cdot (1 + 0{,}3) \cdot (1 + 0{,}2) = 410024{,}00 \text{ грн}$$

4.10 Визначення економічної ефективності і терміну окупності капітальних вкладень

Ефективність виробництва – це узагальнене і повне відображення кінцевих результатів використання робочої сили, засобів та предметів праці на підприємстві за певний проміжок часу.

Для визначення ефективності продукту розраховують чисту теперішню вартість (ЧТВ) і термін окупності (ТОК).

$$ЧТВ = -К_В + \sum_{i=1}^{t} \frac{Г_в}{(1+i)^t} \geq 0, \quad (4.13)$$

де $К_в$ – затрати на проект;

$Г_В$ – грошовий потік за t-ий рік;

t - відповідний рік проекту;

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

$$\text{ЧТВ} = -262835{,}93 + \frac{243838{,}12}{1+0{,}1} + \frac{243838{,}12}{(1+0{,}1)^2} = 160354{,}18 \text{ грн}$$

Якщо ЧТВ ≥ 0, то проект може бути рекомендований до впровадження.

Термін окупності визначається за формулою:

$$T_{ОК} = T_{\text{ПВ}} + \frac{H_B}{\Gamma_{\text{пр}}} \quad (4.14)$$

де $T_{ПВ}$ – період до повного відшкодування витрат, років;

H_B – невідшкодовані витрати на початок року, грн.;

$Г_{ПР}$ – грошовий потік на початку року, грн..

$$T_{ОК} = 1 + \frac{41164{,}9}{243838{,}12} = 1{,}2$$

Всі дані внесемо в зведену таблицю 4.5 економічних показників.

Таблиця 4.5 – Економічні показники НДР

№п/п	Показник	Значення
1.	Собівартість, грн.	262835,93 грн.
2.	Плановий прибуток, грн.	147188,12 грн.
3.	Ціна, грн.	410024,00 грн.
4.	Чиста теперішня вартість	160354,18 грн.
5.	Термін окупності, рік	1,2

Загальна вартість розробленої комп'ютерної мережі для ТОВ «Терком» становить 410024,00 грн. Термін окупності становить 1,2 років, що є хорошим показником. Таким чином, можна зробити висновок, що проведення робіт по розробці даної мережі є доцільним та економічно вигідним.

.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ, ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ВИМОГИ

5.1 Засоби колективного та індивідуального захисту, які використовуються в ТОВ «Терком»

В ТОВ «Терком» для забезпечення безпеки та охорони праці застосовуються як засоби колективного захисту, так і засоби індивідуального захисту. Оскільки дане підприємтсво займається виробництвом дерев'яних будівельних конструкцій, столярних виробів та продуктів борошномельно-круп'яної промисловості, то ці засоби відповідають специфіці даного виробництва.

Виробництво дерев'яних будівельних конструкцій та столярних виробів пов'язане із наступними шкідливі та небезпечними факторами [4]:

- рухомі частини верстатів (пилки, фрези, ножі), обертові елементи, гострі краї заготовок, можливість падіння матеріалів, травмування при ручній обробці;
- деревний пил (дрібнодисперсний, може бути алергеном та канцерогеном);
- шум та вібрація від роботи деревообробного обладнання;
- лаки, фарби, клеї, розчинники (можуть бути токсичними, подразнюючими, легкозаймистими);
- горючий матеріал (деревина, пил), легкозаймисті рідини;
- електротравматизм від несправного електрообладнання;
- несприятливий мікроклімат залежно від сезону та приміщення (температура, вологість, рух повітря);
- фізичні навантаження при ручному переміщенні важких заготовок та конструкцій.

Шкідливі та небезпечні фактори при виробництві борошномельно-круп'яної промисловості [4]:

- рухомі частини обладнання (вальці, сита, транспортери), можливість падіння матеріалів, травмування при обслуговуванні обладнання;

- борошняний та круп'яний пил (вибухонебезпечний, може бути алергеном);

- шум та вібрація від роботи млинів, крупорушок, транспортерів;

- електротравматизм dід несправного електрообладнання.

- горючий пил, можливість утворення вибухонебезпечних концентрацій пилоповітряної суміші;

- несприятливий мікроклімат: Залежно від приміщення (температура, вологість);

- фізичні навантаження при ручному фасуванні та переміщенні мішків з продукцією.

В ТОВ “Терком” для забезпечення безпеки використовуються наступні засоби колективної безпеки:

- захисні кожухи на пилах, фрезах, стругальних валах, свердлильних верстатах для огородження рухомих частин обладнання. Також є захисні кожухи на вальцях, ситах, транспортерах, елеваторах;

- безпосередньо біля верстатів (циклони, фільтри) встановлено місцеву витяжну вентиляція пиловловлювальних пристроїв;

- для забезпечення належного повітрообміну в цехи обладнано загальнообмінною вентиляцією;

- у прміщеннях борошномельно-круп'яного виробництва ефективні системи для збору та видалення борошняного та круп'яного пилу з усіх джерел його утворення (верстати, транспортери, завантажувально-розвантажувальні вузли);

- також встановлено централізовані системи для збору та видалення деревного пилу;

- для зниження рівня шуму від працюючого обладнання встановлегно звукоізоляційні кожухи та екрани;

- для зменшення вібрації, що передається на робочі місця встановлено віброізоляційні опори;

- для захисту від відлітаючих частинок деревини, стружки встановлено місцеві захисні екрани та щитки;

- встанвоено систему пожежної сигналізації та автоматичні системи пожежогасіння. Такод пристуні вогнегасники, пожежні щити;

- все електрообладнання обладнане захисним заземленням та занулення в залежності від його типу;

- у приміщеннях борошномельно-круп'яного виробництва в зонах можливого утворення вибухонебезпечних концентрацій пилу електрооблад-нання у вибухобезпечному виконанні;

- встановлено системи іскрогасіння та пилопригнічення для запобігання вибухам пилу;

- присутнє огородження та маркування небезпечних зон, встановлено бар'єри, поручні біля сходів та площадок;

- забезпечено достатнє та рівномірне освітлення робочих місць;

- у зонах можливого утворення вибухонебезпечного пилу встановлено вибухобезпечне освітлення.

Також в ТОВ “Терком” використовуються наступні засоби індивідуального захисту:

- захисний одяг – комбінезони, куртки, штани з міцної тканини для захисту від механічних пошкоджень та забруднення деревним пилом;

- захисне взуття – черевики з металевими підносками для захисту від ударів та падіння важких предметів, з антиковзкою підошвою;

- для захисту органів дихання використовуються респіратори та протипилові маски (класу захисту FFP2 або FFP3) для захисту від деревного, борошняного та круп'яного пилу. При роботі з лакофарбовими матеріалами використовуються респіратори з фільтрами від органічних парів;

- захисні окуляри та щитки для захисту від відлітаючих частинок деревини, стружки та захисні окуляри закритого типу для захисту від пилу;

- навушники та беруші для зниження рівня шуму;

- захисні рукавиці з міцного матеріалу для захисту рук від порізів, задирок, вібрації. При роботі з хімічними речовинами – рукавиці, стійкі до відповідних речовин;

- при роботі в зонах можливого падіння предметів використовуються захисні каски.

5.2 Чисельність працівників та наявність служби охорони праці в ТОВ «Терком»

Оскільки у штаті ТОВ «Терком» 95 працівників, то відповідно до Статті 15 Закону України "Про охорону праці" на підприємтсві створено слуюжбу охорони праці відповідно до типового положення, що затверджується центральним органом виконавчої влади.

Типове положення про службу охорони праці, затверджене наказом Наказом Міністерства соціальної політики України від 16.01.2019 № 82, визначає структуру, основні завдання, функції та права служби охорони праці [8].

На підприємтсві існує окремий структурного підрозділу – служби охорони праці, яка включає двох інженерів з охорони праці.

Служба охорони праці ТОВ “Терком” виконує наступні основні завдання та функції:

- розробляє та впроваджує ефективної системи управління охороною праці (СУОП);

- проводить профілактичних заходи, спрямовані на усунення шкідливих та небезпечних виробничих факторів, запобігання нещасним випадкам на виробництві та професійним захворюванням;

- організовує та проводить навчання та інструктажів з питань охорони праці;

- проводить первинні, періодичні, позапланові та цільові інструктажі з охорони праці;

- організовує проведення медичних оглядів працівників;

- контролює за дотриманням працівниками вимог законодавства про охорону праці, правил, норм, інструкцій та інших нормативних актів;

- займається розслідуванням нещасних випадків, професійних захворювань та аварій;

- приймає участь у розробці колективного договору з питань охорони праці;

- взаємодіє з державними органами нагляду за охороною праці та іншими контролюючими органами;

- готує статистичну звітність з питань охорони праці.

5.3 Пожежовибухонебезпечність об’єкта

Проектування і будівництво виробничих будівель і споруд здійснюється з урахуванням властивостей матеріалів і речовин, що використовуються на даному об’єкті, їх кількості та особливостей виробництва, що в сукупності характеризують вибухопожежонебезпечність об'єкта [8].

Згідно з чинними нормативно-правовими актами (ОНТП 24-86) приміщення за пожежною небезпекою поділяють на п'ять категорій в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Категорії приміщень за вибухопожежною небезпекою [9]

Категорія	Характеристика
1	2
А (вибухонебезпечна)	Приміщення, в яких застосовуються горючі гази, легкозаймисті рідини з температурою спалаху не більше 28°С в такій кількості, що можуть утворюватися вибухонебезпечні парогазоповітряні суміші, при спалахуванні яких розрахунковий надлишковий тиск вибуху перевищує 5 кПа, речовини та матеріали, здатні вибухати та горіти при взаємодії з водою, киснем повітря або одне з одним у такій кількості, що розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні перевищує 5 кПа

Продовження таблиці 5.1

1	2
Б (вибухо-пожежо-небезпечна)	Приміщення, в яких застосовуються вибухонебезпечний пил і волокна, легкозаймисті рідини з температурою спалаху більше 28°С та горючі рідини у такому стані і в такій кількості, що можуть утворюватися вибухонебезпечні пилоповітряні або пароповітряні суміші, при спалахуванні яких розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху, що перевищує 5 кПа
В (пожежо-небезпечна)	Приміщення, в яких знаходяться горючі рідини, тверді горючі та важкогорючі речовини, волокна, матеріали, здатні при взаємодії з водою, киснем повітря або одне з одним горіти лише за умови, що приміщення, де вони знаходяться, не відносяться А, Б
Г	Приміщення, в яких знаходяться негорючі речовини та матеріали в гарячому, розжареному або розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променистого тепла, іскор, полум'я; горючі гази, спалимі рідини, тверді речовини, які спалюються або утилізуються як паливо
Д	Приміщення, в яких знаходяться негорючі речовини та матеріали в холодному стані

Якісним критерієм щодо визначення категорії приміщень є наявність в цих приміщеннях речовин з певними показниками вибухопожежної небезпеки, а кількісним – надлишковий тиск, що може розвинутися при вибуху максимальної наявної кількості цих речовин у приміщенні.

Розрахунковий надлишковий тиск (у кПа), що виникає при запалюванні вибухонебезпечного середовища в приміщенні, визначається за такою формулою [8]:

$$\Delta P = \frac{H_T P_o z m}{V_p C_p \rho k T_o} \cdot \frac{1}{K_f} \qquad (5.1)$$

де H_T – теплота згоряння горючої речовини, Дж/кг;

P_0 – початковий тиск у приміщенні, кПа;

z – коефіцієнт, що характеризує ступінь участі горючої речовини;

m – маса горючої речовини, кг;

V_p – вільний об'єм приміщення, м3;

C_p – питома теплоємність газової суміші в приміщенні, кДж/кг·К;

ρ – густина газового середовища в приміщенні, кг/м3;

k – коефіцієнт, що враховує роботу аварійної вентиляції;

$K_н$ – коефіцієнт негерметичності приміщення;

T_o – температура в приміщенні, К.

Категорія будівель у цілому визначається з урахуванням категорій приміщень та сумарної їх площі. Наприклад, будівля належить до категорії А, якщо у ній сумарна площа приміщень категорії А перевищує 5% площі усіх приміщень або 200 м^2. Залежно від встановленої категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою чинними нормативно-правовими актами передбачається комплекс об'ємно-планувальних рішень та профілактичних заходів.

Крім наведеної класифікації приміщень, існує класифікація пожежонебезпечних та вибухонебезпечних зон усередині і поза приміщеннями. За функціональною пожежною небезпекою (за призначенням та особливостями експлуатації):

- Ф1 – житлові будинки;
- Ф2 – культурно-видовищні та навчальні заклади;
- Ф3 – заклади обслуговування населення;
- Ф4 – виробничі та складські будівлі;
- Ф5 – будівлі сільськогосподарського призначення.

Пожежонебезпечна зона – це простір у приміщенні або за його межами, в якому постійно або періодично знаходяться горючі речовини як при нормальному технологічному процесі, так і при його порушенні в такій кількості, яка вимагає спеціальних заходів у конструкції електрообладнання під час його

монтажу та експлуатації. Ці зони у разі використання в них електроустаткування поділяються на чотири класи:

– П-I – зони, в яких знаходяться горючі рідини з температурою спалаху понад 61°С;

– П-II – зони, в яких накопичується і виділяється горючий пил або волокна з нижньою концентраційною межею спалаху, більшою за 65 г/м3;

– П-IIа – зони, в яких знаходяться тверді горючі речовини та матеріали;

– П-III – зони поза приміщенням, у яких знаходяться горючі рідини, пожежонебезпечний пил та волокна або тверді горючі речовини і матеріали.

Вибухонебезпечна зона – це простір у приміщенні або за його межами, в якому є у наявності чи здатні утворюватися вибухонебезпечні суміші.

Відповідно до НПАОП 0.00-1.32-01 газо- і пароповітряні суміші утворюють вибухонебезпечні зони класів 0, 1, 2, а пилоповітряні – вибухонебезпечні зони класів 20, 21, 22.

У вибухонебезпечних зонах класу 0 (20) вибухонебезпечне середовище присутнє постійно або протягом тривалого часу, класу 1 (21) – може утворитися під час нормальної роботи, класу 2 (22) – за нормальних умов експлуатації відсутнє, а якщо воно виникає, то рідко (під час аварій) і триває недовго.

Залежно від класу зони вибирається тип виконання електроустаткування (загального призначення, закрите, герметичне, вибухозахищене, пилонепроникне тощо). Правильний вибір типу виконання електрообладнання виключає можливість виникнення пожежі чи вибуху за умови підтримки допустимих режимів його експлуатації.

Оцінка пожежовибухонебезпечності об’єкта проводиться на етапах проектування, експлуатації та при зміні технологічних процесів. Вона включає:

– аналіз пожежної небезпеки технологічних процесів та речовин і матеріалів, що використовуються;

– визначення можливих сценаріїв виникнення та розвитку пожежі або вибуху;

– оцінку можливих наслідків пожежі або вибуху (матеріальні збитки, загроза життю та здоров’ю людей);

– класифікацію об’єкта за пожежною та вибуховою небезпекою;

– розроблення комплексу заходів пожежної безпеки.

Результати оцінки пожежовибухонебезпечності відображаються у відповідній документації (наприклад, у проектній документації, декларації пожежної безпеки).

ВИСНОВКИ

Результатом кваліфікаційної роботи є розроблений проект локальної мережі проектно-монтажної організації «Будсервіс». Основні технічні характеристики розробленого проекту локальної мережі:

- фізична топологія – «ієрархічна розширена зірка»;
- технології використані для розробки мережі - IEEE 802.3ab, IEEE 802.11n, IEEE 802.11 ac, IEEE 802.1Q;
- маршрутизатор-шлюз – Cisco ISR4221/K9;
- головний комутатор – Cisco Catalyst WS-C3560CX-8XPD-S;
- комутатори робочих груп – Cisco Catalyst C1000-24T-2G;
- стек протоколів локальної мережі - TCP/IP версії 4.

В кваліфікаційній роботі спроектовано логічну та фізичну топологію мережі. Підібрано відповідне апаратне та програмне забезпечення. При виборі апаратного забезпечення (активного) враховано можливість масштабування локальної мережі в майбутньому.

Описано процедуру встановлення доменного контролера на основні Microsoft Windows Server 2022 налаштування активного комутаційного обладнання. Розроблено інструкцію з тестування та налагодження мережі.

Логічна та фізична топології локальної мережі подано в графічній частині.

В економічній частині зроблено розрахунком повної вартості робіт по проектуванню, встановленню і запуску в експлуатацію мережі. Отримана вартість мережі є в межах запропонованої замовником.

Останній розділ роботи описує питання охорони праці, та техніки безпеки, які є важливими для безпечної праці користувачів комп’ютерної техніки

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Буров Є., Митник М. Комп'ютерні мережі.(у 2-х томах) Львів, Магнолія, 2018.

2. Єфіменко А. А. Основи побудови локальних комп'ютерних мереж Ethernet на базі керованих комутаторів компанії Cisco : навчальний посібник. – Житомир : Житомирська політехніка, 2021. – 116 с.

3. Комп'ютерні мережі / О. Д. Азаров, С. М. Захарченко, О. В. Кадук, М. М. Орлова, В. П. Тарасенко // Навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2013./МОНУ (Лист №1/11 – 8260 від 15.05 2013 р.) - 500 с.

4. Запорожець О. І.. Основи охорони праці. Підручник. – К.: Центр учбової літератури, 2019. – 264 с.

5. Комп'ютерні мережі / О. Д. Азаров, С. М. Захарченко, О. В. Кадук, М. М. Орлова, В. П. Тарасенко // Навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2019./МОНУ (Лист №1/11 – 8260 від 15.05 2019 р.) – 500 с.

6. Методичні вказівки до виконання дипломного проекту зі спеціальності 5.091504 «Обслуговування комп′ютерних та інтелектуальних систем та мереж» напрямок "Обслуговування технічних засобів комп'ютерних систем і мереж"

7. Технології захисту локальних мереж на основі обладнання CISCO : навч. посібник / Т. І. Коробейнікова, С. М. Захарченко. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2021. – 188 с.

8. Тарасюк, В.С. Охорона праці в лікувально-профілактичних закладах. Безпека життєдіяльності: підручник / В.С. Тарасюк, Г.Б. Кучанська. — К.: ВСВ "Медицина", 2015. – 520 с.

9. Терлецький Т. В., Федорчук-Мороз В. І., Кайдик О. Л. Системи пожежної сигналізації : навч. підручник для студентів технічних спец. — Луцьк : Відділ іміджу та промоцій ЛНТУ, 2022. — 130

10. Базові поняття мережевих технологій. URL: http://um.co.ua/8/8-17/8-1748.html. Дата доступу: 5.06.2025.

11. App.Diagrams сайт для створення схем URL: https://app.diagrams.net. (Дата звернення: 14.05.2025)

12. Одескабель Cat.6 URL: https://odeskabel.com/ua/products/katalog-lan/lan-kabeli-kategorii-6/uutp-4pr-indoor.html. (Дата звернення: 16.05.2025)

13. Південкабель ОПТ-24А4 URL: https://www.yuzhcable.info/edata/mrr/501001090120072144/lang/en. (Дата звернення: 20.05.2025)

14. TL-ER6120 URL: https://www.yuzhcable.info/edata/mrr/501001090120072144/lang/en. (Дата звернення: 16.05.2025)

15. Комутатор Cisco Catalyst C1000-16T-2G-L URL: https://xn--h1aemkx.com.ua/c1000-16t-2g-l (Дата звернення: 22.05.2025)

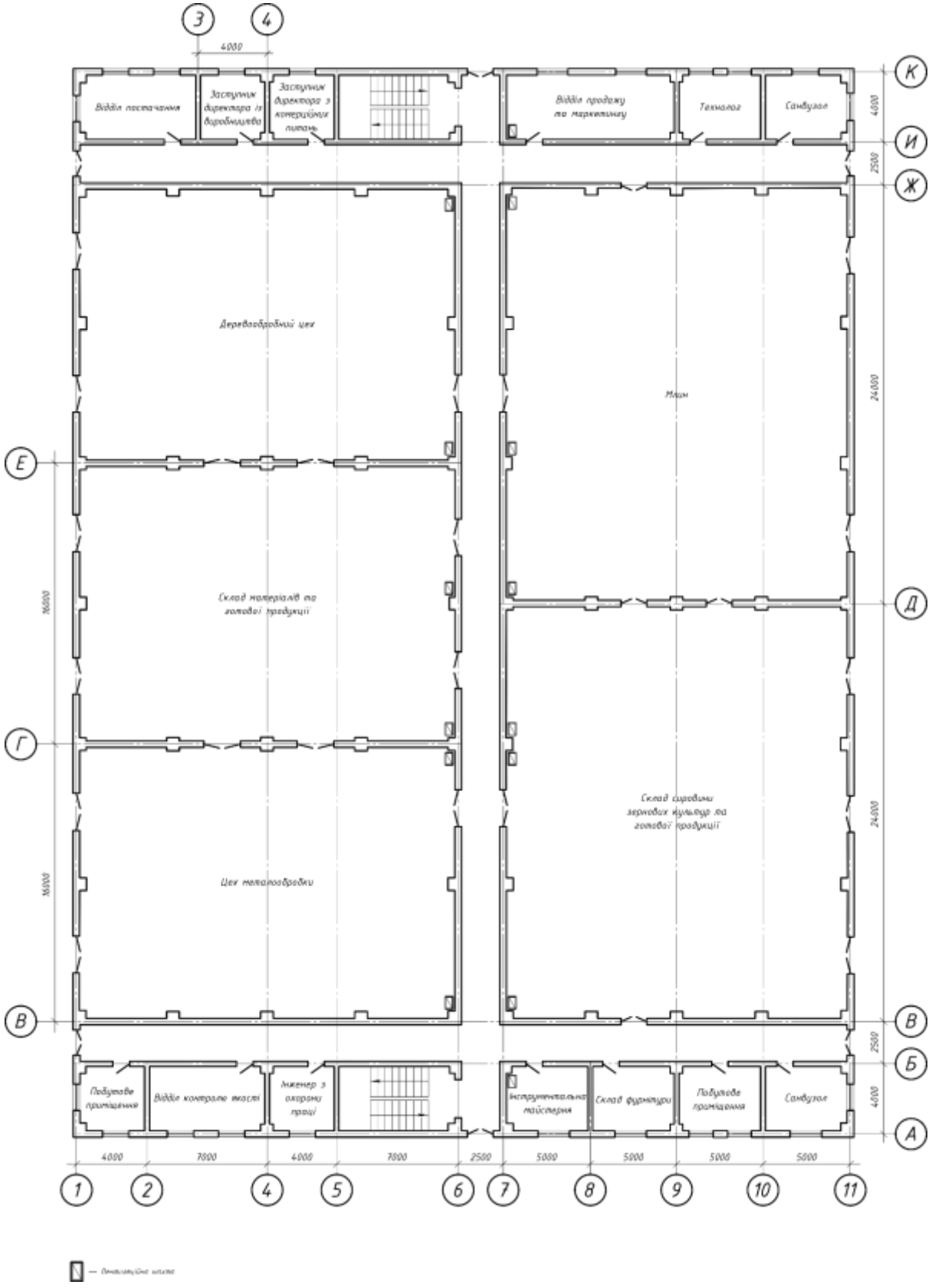
16. Cisco WS-C3560CX-8XPD-S — Комутатор керований L3 6xGbE 2x 10GbE 2xSFP USB 92 Гбіт/с PoE 240 Вт URL : https://comtrade.ua/ua/cisco-ws-c3560cx-8xpd-s/ (Дата звернення: 16.05.2025)

17. Маршрутизатор Cisco ASR1001X-10G-K9 URL: https://stack-systems.com.ua/marshrutizator-cisco-asr1001x-10g-k9 (Дата звернення: 16.05.2025)

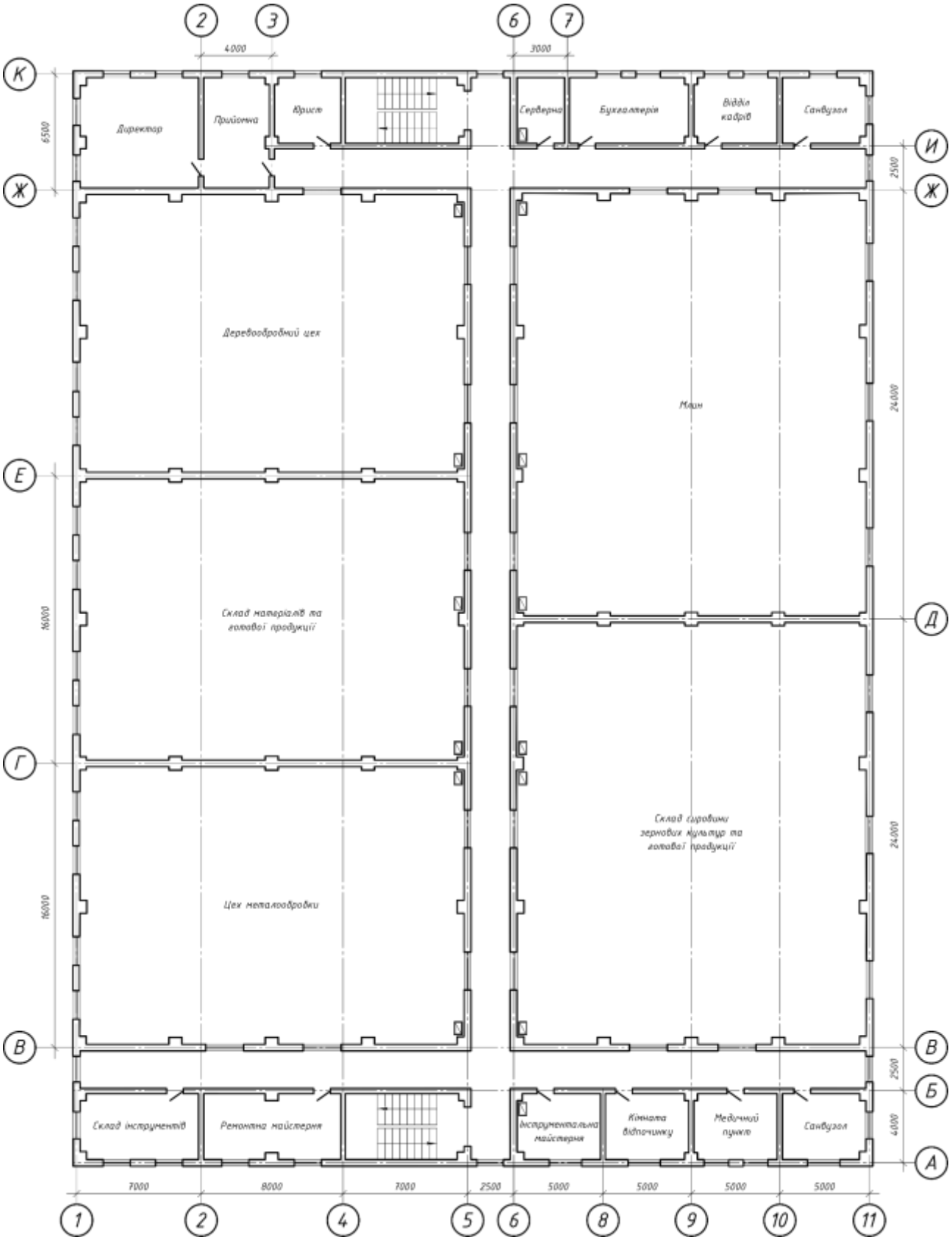
ДОДАТКИ

Додаток А. План будівлі ТОВ «Терком»

1 поверх

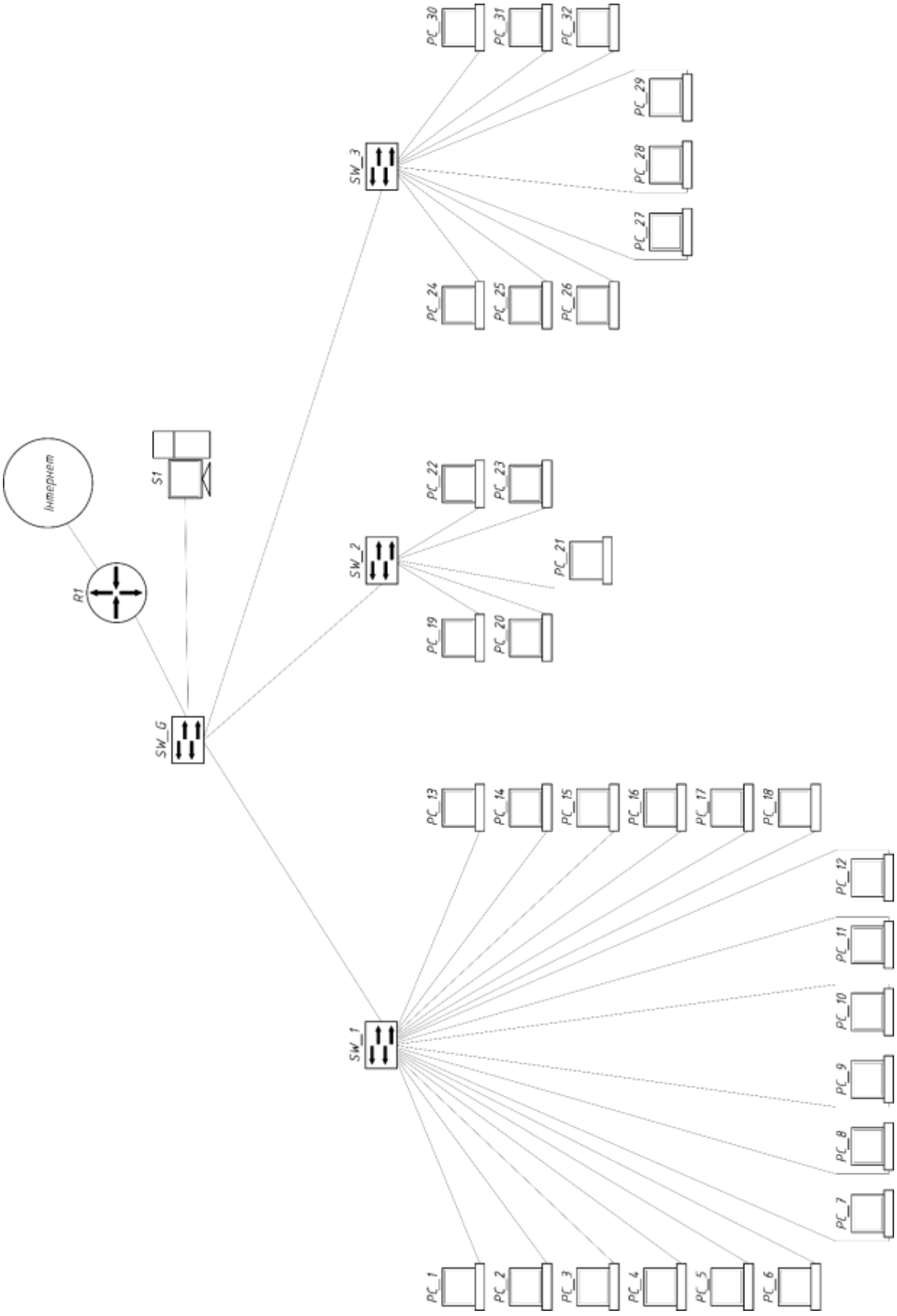


2 поверх



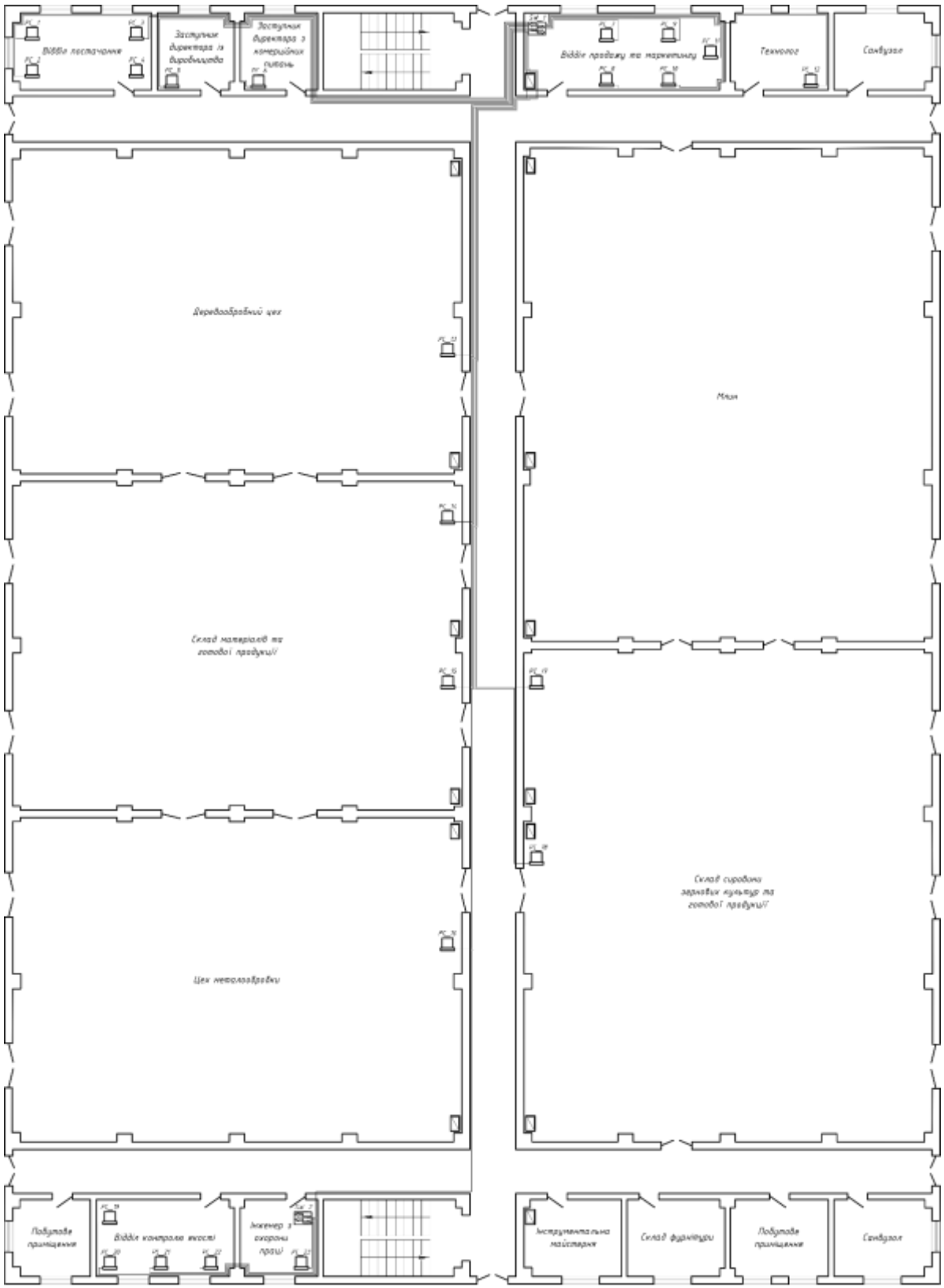
					2025.КВР.123.4.18.09.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		98

Додаток Б. Логічна топологія мережі ТОВ «Терком»

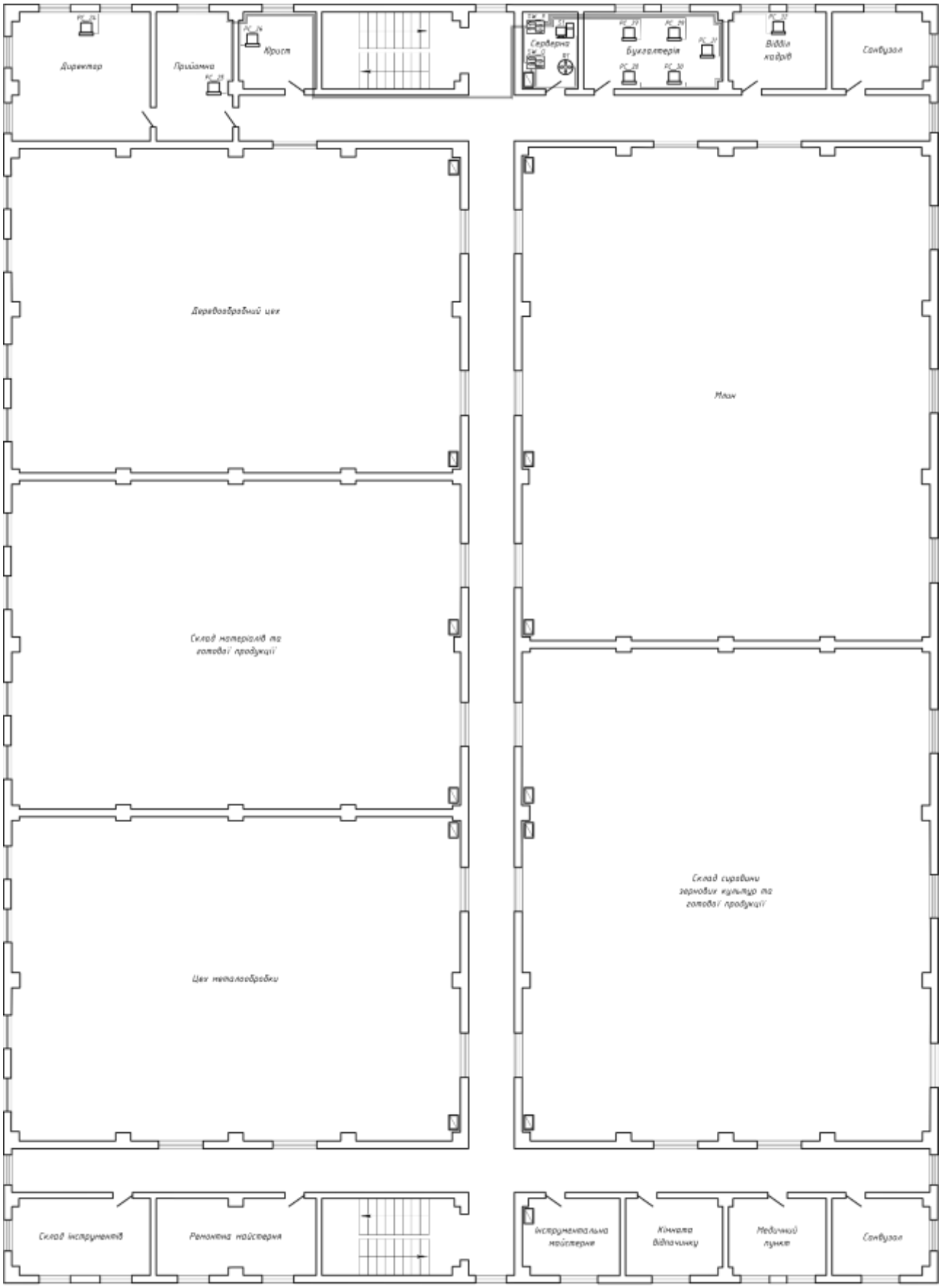


Додаток В. Схема розташування мережевих вузлів в будівлі ТОВ «Терком»

1 поверх



2 поверх



					2025.КВР.123.4.18.09.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		101