Форма № 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 та 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 "PrimeTech Engineering"**

Виконав: студент IV курсу, групи КІ-405

Спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія

(шифр і назва спеціальності)

_____ **Ярослав ЧЕРВОНИЙ**

(ім'я та прізвище)

Керівник **Роксолана БОЛЮБАШ**

(ім'я та прізвище)

Рецензент _____

(ім'я та прізвище)

Тернопіль – 2026

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

Відділення **інформаційних технологій, менеджменту, туризму та підготовки іноземних громадян**
Циклова комісія **комп'ютерної інженерії**
Освітньо-професійний ступінь **фаховий молодший бакалавр**
Освітньо-професійна програма: **Обслуговування комп'ютерних систем і мереж**
Спеціальність: **123 Комп'ютерна інженерія**
Галузь знань: **12 Інформаційні технології**

ЗАТВЕРДЖУЮ
Голова циклової комісії
комп'ютерної інженерії
_____ Андрій ЮЗЬКІВ
"30" березня 2026 року

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

Червоному Ярославу Дмитровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

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

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 27.03.2026р № 4/9-167.

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

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

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Загальний розділ. Розробка технічного та робочого проєкту.

Спеціальний розділ. Економічний розділ. Охорона праці та безпека життєдіяльності.

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

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

6. Консультанти розділів роботи

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

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

7. Дата видачі завдання: 31 березня 2026 року

Студент _____ Ярослав ЧЕРВОНИЙ
(підпис) (ім'я та прізвище)

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

АНОТАЦІЯ

Червоний Я Д - Розробка проєкту комп’ютерної мережі ТОВ “PrimeTech Engineering”: кваліфікаційна робота на здобуття освітньо-професійного ступеня фахового молодшого бакалавра, за спеціальністю 123 Комп’ютерна інженерія. Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2026. -83с.

Тема кваліфікаційної роботи: Розробка проєкту комп'ютерної мережі ТОВ “PrimeTech Engineering”

Мета роботи: Створення проєктної документації для розгортання та налаштування локальної комп’ютерної мережі підприємства.

Пояснювальна записка складається з п’яти розділів:

– Розділ 1 містить технічне завдання та вимоги до проєктуємої мережі.

– Розділ 2 присвячено вибору й обґрунтуванню топології, технологій, середовища передавання даних, а також активного і пасивного мережевого обладнання з урахуванням вимог до монтажу.

– Розділ 3 включає інструкції з налаштування активного обладнання і серверного ПЗ, а також методику тестування мережі за допомогою спеціалізованих утиліт.

– Розділ 4 містить економічне обґрунтування та розрахунки проєкту.

– Розділ 5 охоплює питання охорони праці, техніки безпеки та екологічних норм при реалізації проєкту.

Обсяг пояснювальної записки становить _____ аркушів формату А4.

Графічна частина виконана на 5 плакатах формату А1.

ANNOTATION

Chervony Ya D - Development of a computer network project of LLC “PrimeTech Engineering”: qualification work for obtaining an educational and professional degree of a professional junior bachelor, specialty 123 Computer Engineering. Ternopil: VSP “TFK TNTU”, 2026. -83p.

Subject of qualification work: Development of a computer network project of LLC “PrimeTech Engineering” Purpose of work:

– Creation of project documentation for the deployment and configuration of a local computer network of the enterprise.

– The explanatory note consists of five sections:

– Section 1 contains the technical task and requirements for the designed network.

– Section 2 is devoted to the selection and justification of topology, technologies, data transmission environment, as well as active and passive network equipment, taking into account installation requirements.

– Section 3 includes instructions for configuring active equipment and server software, as well as a network testing methodology using specialized utilities.

– Section 4 contains the economic justification and calculations of the project.

– Section 5 covers issues of labor protection, safety and environmental standards during the implementation of the project.

The volume of the explanatory note is _____ sheets of A4 format. The graphic part is made on 5 A1 format posters.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

CLI – Command Line Interface;

ISO – International Standarts Organization;

LAN – Local Area Network;

RAID – Redundant Array of Independent Disks;

STP – Shielded Twisted Pair;

TCP/IP – Transmission Control Protocol/ Internet Protocol;

UTP – Unshielded twisted pair;

VLAN – Virtual Local Area Network;

ВДТ – відео-дисплейний термінал;

НДР – науково-дослідні роботи;

ОС – операційна система;

ПК – персональний комп’ютер;

ПП – приватне підприємство;

СКС – структурована кабельна система.

ВСТУП

Локальна обчислювальна мережа (ЛОМ) є сукупністю апаратних і програмних засобів, які об’єднані в межах єдиного фізичного простору, такого як офісне приміщення, адміністративна будівля, навчальний заклад або житловий комплекс. Основним призначенням локальної мережі є забезпечення стабільного та швидкого взаємозв’язку між мережевими пристроями, що функціонують у межах обмеженої географічної території. Незалежно від масштабу реалізації, ЛОМ забезпечує централізований обмін інформацією, доступ до спільних ресурсів і підтримку ефективної взаємодії між користувачами та мережевими сервісами.

Однією з головних переваг локальних мереж є можливість спільного використання корпоративних ресурсів. За допомогою ЛОМ користувачі можуть застосовувати єдине підключення до мережі Інтернет, здійснювати швидкий обмін файлами, працювати зі спільними каталогами та отримувати доступ до периферійного обладнання, зокрема мережевих принтерів чи багатофункціональних пристроїв. Крім цього, локальна мережа дозволяє організувати централізоване керування інфраструктурою, адміністрування користувачів та контроль доступу до інформаційних систем, що значно підвищує ефективність роботи підприємства та спрощує технічне обслуговування.

Потреба в організації такої взаємодії існувала ще на ранніх етапах розвитку інформаційних технологій, однак саме впровадження технологій Ethernet і Wi-Fi забезпечило масове поширення локальних мереж. На сьогодні вони є невід’ємною складовою діяльності сучасних установ, причому до складу ЛОМ входять не лише персональні комп’ютери чи сервери, але й різноманітні інтелектуальні пристрої. Серед них варто виділити системи відеоспостереження, кліматичне обладнання, елементи безпеки та різноманітні сенсорні модулі, які функціонують у межах концепції «розумного» середовища.

Користувачі локальної мережі мають можливість доступу до баз даних, електронної пошти, систем документообігу та файлових сховищ за допомогою прикладного програмного забезпечення, що функціонує на серверному обладнанні. При цьому права доступу до інформації регламентуються системним адміністратором відповідно до посадових обов’язків співробітників та політики інформаційної безпеки. У більшості сучасних організацій локальні мережі будуються за архітектурою клієнт-сервер, яка забезпечує централізоване керування та ефективний розподіл навантаження між мережевими вузлами.

У даній кваліфікаційній роботі розглядається проєкт корпоративної комп’ютерної мережі з урахуванням сучасних технічних вимог та особливостей функціонування об’єкта. Основою для створення проєкту стали технічні вимоги замовника щодо пропускної здатності, кількості та розташування робочих місць, а також необхідності забезпечення надійності системи. Крім цього, у процесі проєктування були використані планувальна та архітектурна документація будівлі, що дозволило оптимально організувати прокладання кабельних трас, а також міжнародні стандарти, які регламентують побудову структурованих кабельних систем і гарантують відповідність проєкту сучасним вимогам у сфері телекомунікацій.

1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Технічне завдання

1.1.1 Найменування та область застосування

Розробка комп’ютерної мережі має широкий спектр застосувань у різних сферах діяльності, починаючи від малих офісів і закінчуючи великими підприємствами. Зазначена мережа призначена для забезпечення ефективної комунікації між комп’ютерами та іншими периферійними пристроями в межах організації, що дозволяє оперативно обмінюватися даними, а також використовувати спільні ресурси, такі як принтери, корпоративні файли, бази даних та інші мережеві сервіси.

Крім того, впровадження мережевої інфраструктури сприяє централізованому управлінню інформаційними ресурсами, забезпечуючи належний контроль за доступом та інформаційною безпекою. Головне призначення мережі полягає в автоматизації більшості виробничих процесів об'єкта. Завдяки використанню сучасних технологій, проєктуєма мережа також забезпечує захищений доступ до глобальної мережі Інтернет і дозволяє реалізувати функціонал для віддаленої роботи співробітників. Мережеві рішення можуть бути адаптовані під специфічні умови та технічні вимоги замовника, що робить їх універсальним інструментом для оптимізації діяльності підприємства.

1.1.2 Призначення розробки

Основним завданням розробки локальної комп’ютерної мережі є об'єднання технічних засобів у цілісну інформаційну систему для надання колективного користування периферійною технікою (включаючи друкувальні пристрої), спільними масивами даних та каналами виходу в глобальну мережу Інтернет. Термінальні робочі станції створюваної ЛОМ повинні мати

постійний зв'язок із головним серверним комплексом, на який покладаються завдання щодо контролю прав доступу до корпоративних сервісів та регулювання розподілу інформаційних потоків.

Побудова зазначеної мережевої структури має здійснюватися на основі архітектурно-планувальних параметрів об'єкта автоматизації. При цьому обов'язковою умовою є інтеграція спеціалізованих безпекових рішень, спрямованих на блокування спроб нерегламентованого з'єднання з боку зовнішніх абонентів.

1.1.3 Вимоги до апаратного та програмного забезпечення

До апаратного комутаційного обладнання проєктованої локальної комп'ютерної мережі висуваються вимоги щодо забезпечення таких технічних характеристик та можливостей:

– Надійність комунікації: підтримання стабільного з'єднання між усіма клієнтськими вузлами мережевої інфраструктури.

– Забезпечення безвідмовної роботи технічних засобів за умови дотримання регламентованих правил експлуатації.

– Підтримка швидкості обміну між внутрішніми учасниками мережі на рівні 1000 Мбіт/с.

– Забезпечення пропускної здатності каналів для доступу до глобальної мережі Інтернет із показником до 40 Мбіт/с.

– Наявність функції візуального відображення поточного робочого стану мережевих пристроїв.

– Реалізація інструментів моніторингу та централізованого керування даними, що транзитом передаються через мережеву інфраструктуру.

– Забезпечення комплексного захисту від нерегламентованого чи несанкціонованого доступу до конфіденційної інформації, що циркулює в каналах зв'язку.

– Надання колективного та безперекодного доступу до мережевих систем і сховищ зберігання даних.

– Керування правами доступу до інформаційних ресурсів для різних категорій користувачів.

1.1.4 Вимоги до документації

З метою забезпечення стабільного функціонування мережевої інфраструктури, а також для оперативного виявлення, локалізації та усунення ймовірних апаратних чи програмних збоїв, обов'язковою умовою є наявність та ведення такого комплекту технічної документації:

– Документація з топології мережі: детальні логічні та фізичні схеми, які наочно відображають ключові мережеві вузли, архітектуру їхнього взаємозв’язку та комутаційні маршрути.

– Технічні дані про серверне обладнання: вичерпні відомості, що включають мережеві імена (Hostname), функціональне призначення серверів, параметри мережевої адресації (IP, маски, шлюзи), конфігурацію дискових масивів (RAID-рівні) та версії встановлених операційних систем.

– Конфігураційні специфікації портів мережевого обладнання: актуальні дані щодо налаштування інтерфейсів комутаторів та маршрутизаторів, зокрема параметри підключення до каналів інтернет-провайдерів, конфігурації віртуальних локальних мереж (VLAN), а також таблиці відповідності фізичних портів конкретним кінцевим вузлам.

– Опис конфігурацій мережевих служб: систематизований перелік базових інфраструктурних сервісів, критично важливих для функціонування ЛОМ (наприклад, DHCP, DNS, NTP), із детальним описом їхніх поточних конфігураційних файлів.

– Політика інформаційної безпеки та профілі користувачів: регламентовані матриці доступу, що містять відомості про встановлені рівні

безпеки, рольові моделі облікових записів співробітників та відповідні їм права доступу до корпоративних ресурсів.

– Реєстр критично важливих прикладних застосунків: перелік програмного забезпечення, що забезпечує основні бізнес-процеси установи, який містить інформацію про регламент технічної підтримки, типові системні помилки, а також чіткі інструкції щодо шляхів їхньої ліквідації.

1.1.5 Техніко-економічні показники

Для розробки та впровадження проєкту локальної комп'ютерної мережі необхідно передбачити фінансування таких етапів:

– збір та аналіз інформації щодо наявного комп'ютерного обладнання в організації;

– створення проєктної документації для побудови мережі;

– вибір, придбання та монтаж активних і пасивних мережевих компонентів;

– закупівля та конфігурування програмного забезпечення для серверів і користувацьких машин;

– проведення тестування працездатності мережі.

– Загальний обсяг витрат на проєктування, реалізацію та перевірку мережі має вкладатися в 70-100 нормо-годин і не перевищувати 200 000 гривень.

1.1.6 Стадії та етапи розробки

Реалізація проєкту комп'ютерної мережі передбачає виконання комплексу послідовних етапів для створення надійної інфраструктури. На початковій стадії здійснюється оцінювання комунікаційних потреб організації та аналіз поточного стану забезпечення, що дозволяє визначити вимоги до трафіку, кількості користувачів і сервісів. На основі цих даних розробляється

логічна схема мережі, яка визначає її структуру, взаємозв’язок компонентів та принципи маршрутизації. Наступним кроком є техніко-економічне обґрунтування проєкту із підбором комутаторів, маршрутизаторів та кабельної продукції за критеріями вартості, надійності й масштабованості.

У процесі проєктування обов'язково враховуються архітектурні особливості приміщень, зокрема планування, електроживлення та розташування каналів, що впливають на якість передачі даних. Далі створюється схема фізичного прокладання кабельних трас і розміщення комутаційних шаф. Окрему увагу приділяють специфіці монтажу елементів та подальшому конфігуруванню апаратної і програмної частин для забезпечення взаємодії пристроїв. Завершальним етапом є комплексне тестування інфраструктури на працездатність, під час якого перевіряється стабільність вузлів, швидкість з’єднання та загальна ефективність системи.

1.1.7 Порядок контролю та прийому

Перед введенням мережевої інфраструктури в промислову експлуатацію обов'язково проводиться її комплексне фінальне тестування. На цьому етапі здійснюється ретельна діагностика всіх змонтованих кабельних ліній структурованої кабельної системи (СКС).

У процесі верифікації кабельного господарства необхідно виконати такі процедури:

– Контроль фізичної цілісності: перевірити відсутність обривів, коротких замикань та відповідність параметрів згасання сигналу стандартам категорії кабелю (наприклад, Cat 5e/6) за допомогою LAN-тестерів або кабельних аналізаторів.

– Аудит ідентифікації: виявити та оперативно усунути будь-які помилки чи невідповідності в маркуванні кабельних ліній та патч-панелей згідно зі схемою проєкту.

– Ліквідація монтажних дефектів: усунути виявлені недоліки монтажу, такі як надмірне згинання кабелю, порушення радіусів повороту або ненадійне закладення провідників у крос-модулі.

– Технічна паспортизація: сформувати підсумкові паспорти на кожну лінію зв'язку із фіксацією результатів інструментальних вимірювань.

Після інспекції кабельних трас проводиться контроль підсистеми електроживлення. Зокрема, перевіряється стабільність подачі напруги на активне мережеве обладнання, сервери та робочі станції, а також працездатність джерел безперебійного живлення (ДБЖ/UPS). Паралельно здійснюється фінальна верифікація конфігураційних файлів комутаторів, маршрутизаторів та мережевих параметрів операційних систем.

У разі успішного проходження всіх етапів випробувань та підтвердження відповідності системи технічному завданню, оформлюється та підписується двосторонній акт про завершення пусконалагоджувальних робіт.

1.2 Постановка задачі на розробку проекту. Характеристика підприємства, для якого створюється проект мережі

Об'єктом проєктування у даній кваліфікаційній роботі є локальна обчислювальна мережа (ЛОМ) товариства з обмеженою відповідальністю “PrimeTech Engineering”.

Опис підприємства та сфери діяльності

ТОВ “PrimeTech Engineering” — це сучасна високотехнологічна компанія, основним вектором діяльності якої є інженерне проєктування, розробка конструкторської документації, а також комплексна промислова автоматизація виробничих процесів. Специфіка діяльності підприємства вимагає безперебійного, швидкого та безпечного обміну великими обсягами графічних і розрахункових даних, організації колективної роботи над складними проєктами в системах автоматизованого проєктування (САПР/CAD/CAM/PDM), а також взаємодії з промисловим обладнанням під час його тестування.

Ефективне функціонування компанії такого профілю безпосередньо залежить від надійності мережевої інфраструктури, яка має об'єднати робочі місця інженерів, адміністративний апарат, серверне обладнання та тестові лабораторії в єдиний захищений інформаційний простір.

Структурний аналіз приміщень та розташування обладнання

Для розробки оптимальної топології мережі та трасування кабельних систем було детально проаналізовано план приміщень офісу ТОВ “PrimeTech Engineering” та кількісний розподіл комп’ютерної техніки по кабінетах. Організаційна структура компанії та специфікація робочих місць виглядають наступним чином:

– Кабінет генерального директора (керівника центру): робоче місце керівника, призначене для стратегічного управління компанією, затвердження проєктної документації та проведення бізнес-зустрічей. Потребує високого рівня безпеки та гарантованої пропускної здатності каналу зв'язку.

– Кабінет головного інженера проєкту (ГІП): робоче місце технічного керівника, який координує всі інженерні процеси, здійснює нагляд за розробкою та інтеграцією систем промислової автоматизації. Має постійний доступ до систем управління проєктами.

– Конструкторські бюро / кабінети інженерів-проєктувальників (10 кабінетів / робочих місць): ключова ланка підприємства. У цих приміщеннях розташовані потужні графічні робочі станції інженерів-конструкторів та розробників систем автоматизації. З огляду на специфіку роботи, кожен комп'ютер інженера оснащений локальним принтером, підключеним через інтерфейс USB, для оперативного друку ескізів та проміжних схем. Навантаження на мережу в цих сегментах є найвищим через постійне звернення до централізованих сховищ даних.

– Лабораторія промислової автоматизації та тестування: спеціалізоване приміщення для конфігурування програмованих логічних контролерів (ПЛК), налагодження промислових інтерфейсів та тестування автоматизованих систем керування (АСУ ТП). Мережеві розетки тут

використовуються як для підключення інженерних ПК, так і для інтеграції стендового обладнання.

– Зона приймальної (хол / ресепшн): фронт-офіс компанії, де встановлено дві робочі станції для адміністративного персоналу (секретаріат, логістика). Забезпечує первинну комунікацію з клієнтами та реєстрацію вхідної документації.

2 РОЗРОБКА ТЕХНІЧНОГО ТА РОБОЧОГО ПРОЕКТУ

2.1 Опис та обґрунтування вибору логічного типу мережі

Однією з ключових характеристик, що визначають архітектуру будь-якої комп’ютерної мережі, є її топологія. Вона визначає як фізичне, так і логічне розташування мережевих вузлів, під якими розуміють пристрої, здатні генерувати, маршрутизувати або приймати інформаційні потоки (персональні комп’ютери, сервери, комутатори, маршрутизатори, точки доступу та мережеві периферійні пристрої).

При проєктуванні розрізняють два типи топологій:

– Фізична топологія — описує геометричну схему фактичного розміщення обладнання, траси прокладання кабельних ліній зв’язку (вита пара, волоконно-оптичні кабелі) та специфікацію комутаційних інтерфейсів, патч-панелей і роз'ємів.

– Логічна топологія — визначає безпосередні правила та маршрути, за якими інформаційні пакети циркулюють між вузлами, незалежно від способу їхнього фізичного з’єднання (наприклад, широкомовна передача, маркерний доступ або централізована комутація).

Характеристика класичних топологій

1. Топологія «Шина» (Bus topology) При такій конфігурації всі робочі станції підключаються паралельно до єдиного спільного кабельного каналу (магістралі). Сигнал від відправника проходить через усі вузли, поки не досягне адресата.

– Переваги: мінімальні витрати на кабельну продукцію та простота розгортання на початкових етапах розвитку мереж.

– Недоліки: обмежена продуктивність через напівдуплексний режим роботи (Half-Duplex), висока ймовірність колізій, складність локалізації несправностей та повна зупинка мережі в разі пошкодження магістрального кабелю. У сучасних ЛОМ практично не застосовується.

2. Кільцева топологія (Ring topology) У кільцевій структурі кожен вузол послідовно з’єднується з двома суміжними, утворюючи замкнутий контур. Дані передаються в одному напрямку за допомогою маркерного протоколу доступу, що мінімізує колізії та забезпечує рівномірний розподіл пропускної здатності.

– Переваги: відсутність конфліктів при передачі даних, можливість побудови відмовостійких систем при використанні концепції подвійного кільця.

– Недоліки: висока залежність від працездатності кожного окремого пристрою та сегмента кабелю; вихід з ладу одного мережевого адаптера порушує роботу всього кільця. Вимагає встановлення додаткового обладнання (мультиплексорів чи активних повторювачів).

3. Топологія «Зірка» (Star topology) Є найбільш прогресивним та затребуваним рішенням для сучасних мереж. Усі кінцеві пристрої виділеними лініями підключаються до центрального комутаційного вузла (комутатора або маршрутизатора), який здійснює адресне пересилання пакетів та інтелектуальне управління трафіком.

– Переваги: висока продуктивність, простота масштабування (додавання нових вузлів без зупинки мережі), легкість адміністрування та локалізація збоїв (пошкодження одного кабелю ізолює лише одну робочу станцію).

– Недоліки: критична залежність системи від центрального пристрою — у разі виходу з ладу комутатора вся мережа втрачає працездатність (вирішується шляхом резервування).

Порівняльний аналіз топологій

Для наочного обґрунтування вибору архітектури нижче наведено порівняльну характеристику розглянутих конфігурацій, а також приведено таблицю 2.1 з коротким порівнням, а також представлено на рисунку 2.1.

Для проєктуємої комп’ютерної мережі фірми ухвалено рішення про використання комбінованої (гібридної) топології, базою для якої є архітектура

«розширеної зірки» (Extended Star). Таке рішення передбачає об'єднання кількох локальних зіркоподібних сегментів поверхів або підрозділів у загальну ієрархічну структуру через магістральні канали зв'язку.

Додатково в інфраструктуру інтегруються бездротові сегменти на основі технології Wi-Fi для забезпечення мобільності персоналу та доступу в зонах, де прокладання кабельних трас є недоцільним з архітектурних міркувань.

Головний комутаційний вузол мережі (ядро мережі) заплановано розташувати в окремому приміщенні, яка виконуватиме функцію центрального комунікаційного хабу. Запропонований підхід гарантує:

– Високий рівень масштабованості для підключення нового персоналу та розширення мережі

– Централізоване управління політиками безпеки та моніторингу трафіку;

– Ефективну маршрутизацію даних та високу відмовостійкість за рахунок ізоляції можливих збоїв у межах окремих сегментів.

Детальні зв’язки, схеми адресації та план приміщень представлені у графічній частині кваліфікаційної роботи.

Таблиця 2.1 — Коротке порівняння топологій КМ

Критерій порівняння	Топологія «Шина»	Топологія «Кільце»	Топологія «Зірка»
1	2	3	4
Витрати на кабель	Мінімальні	Середні	Високі
Складність масштабування	Середня	Складно	Дуже просто
Стійкість до обриву кабелю	Низька (падає вся мережа)	Низька (падає вся мережа)	Висока (падає лише один вузол)

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4
Ефективність при навантаженні	Критично знижується	Стабільна	Висока

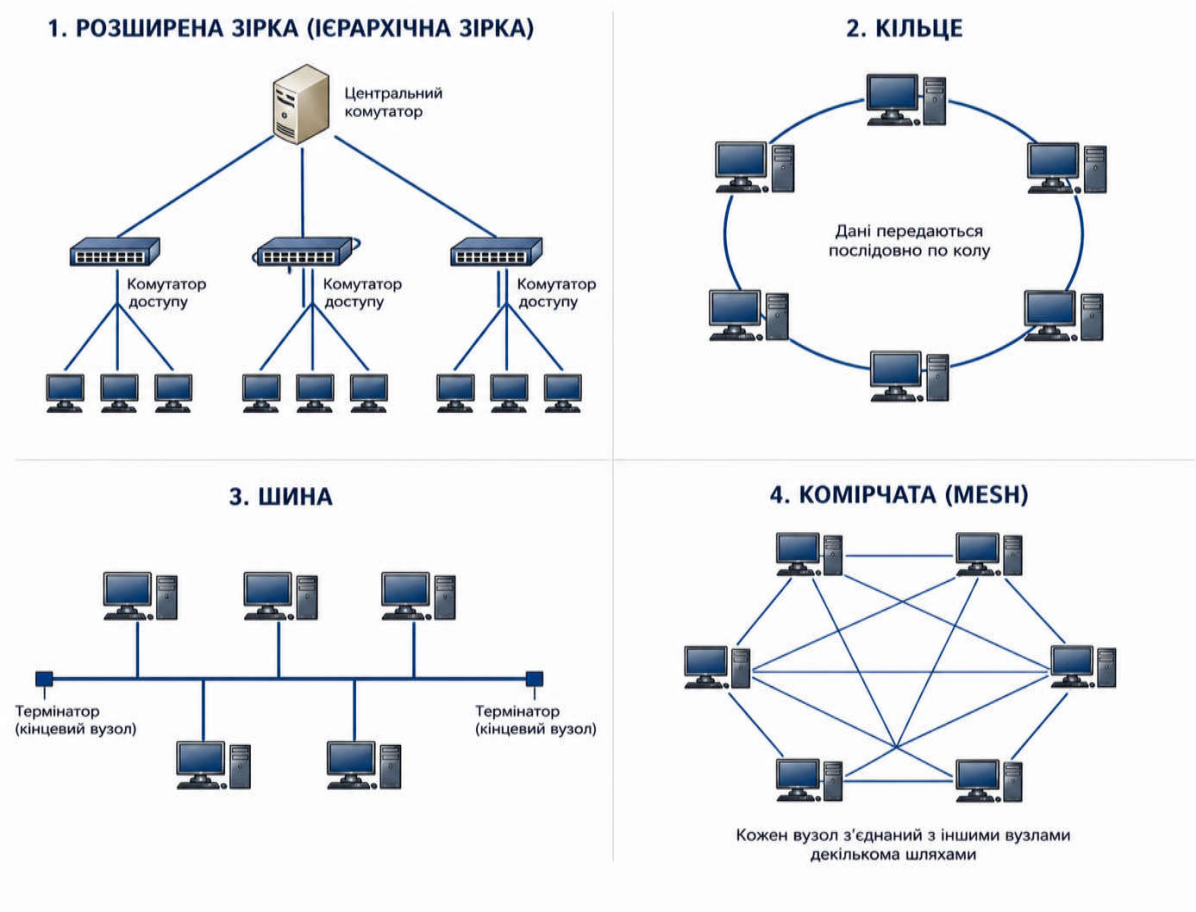


Рисунок 2.1 — Графічне пояснення топологій КМ

2.2 Розробка схеми фізичного розташування кабелів та вузлів

2.2.1 Типи кабельних з'єднань та їх прокладка

Мережеві кабелі виступають фундаментальним елементом комунікаційної інфраструктури, який забезпечує фізичне з'єднання одного або кількох мережевих пристроїв між собою, а також інтеграцію кінцевих терміналів із центральним комутаційним обладнанням. Вони слугують

безпосереднім середовищем для поширення інформаційних сигналів, гарантуючи безперервний та стабільний обмін даними в межах ЛОМ. Коректний вибір типу кабельної продукції залежить від обраної топології, географічного масштабу об'єкта та загальних технічних вимог до створюваної мережі. Оскільки фізичне середовище є одним із ключових факторів детермінації ефективності функціонування системи в різних експлуатаційних умовах, критично важливо здійснювати підбір матеріалів із урахуванням перспективного зростання мережевого навантаження.

Історично першим поширеним середовищем були коаксіальні кабелі, конструкція яких містить центральний мідний провідник, оточений шаром діелектрика, металевим екраном у вигляді обплетення та зовнішньою ізоляцією. Наявність суцільного екрана забезпечує високий уровень захисту від перешкод, що генеруються люмінесцентним освітленням, силовими електродвигунами та промисловим обладнанням. Незважаючи на складність монтажу та жорсткість, коаксіальні лінії підтримували більшу довжину сегмента порівняно зі стандартними лініями на основі мідних кручених пар. У ранніх специфікаціях Ethernet дана технологія забезпечувала швидкість передачі даних до 10 Мбіт/с, проте на сьогодні вона повністю втратила актуальність у корпоративному сегменті через жорсткі обмеження смуги перепуску, високу вартість компонентів та невідповідність сучасним стандартам високошвидкісних телекомунікацій.

Більш прогресивним рішенням є волоконно-оптичні кабелі, які складаються з центрального скляного або пластикового світловода (серцевини), захищеного оболонкою з іншим коефіцієнтом заломлення, та декількох шарів зовнішнього силового захисту. Передача інформації в такому середовищі здійснюється за допомогою світлових імпульсів, а не електричного струму, що зумовлює абсолютну несприйнятливість волокна до будь-яких типів електромагнітних та радіочастотних перешкод. Волоконно-оптичні лінії, які поділяються на одномодові (Single Mode) для надвеликих відстаней та багатомодові (Multi Mode) для локальних магістралей, стали стандартом при організації міжбудинкових зв'язків та побудові вертикальних

підсистем СКС. Вони здатні транслювати терабітні потоки даних на значні відстані без помітного затухання сигналу, забезпечуючи при цьому найвищий рівень інформаційної безпеки, оскільки перехоплення випромінювання без фізичного втручання в кабель є технічно неможливим.

Для мідних ліній зв'язку в умовах інтенсивного завадового середовища застосусвується екранована вита пара (STP). Конструктивна особливість такого кабелю полягає в наявності загального захисного екрана з фольги або металевої сітки, а в деяких категоріях — і окремого екранування для кожної пари провідників. Застосування STP-кабелю є доцільним у промислових зонах, ліфтових шахтах або поруч із силовими кабелями високої напруги, оскільки додатковий металевий екран ефективно нівелює зовнішні наводки та перехресні завади, які звичайний неекранований кабель компенсувати не спроможний. Водночас екрановані системи вимагають обов'язкового та якісного заземлення всього комутаційного обладнання, що здорожує та ускладнює процес монтажу.

Натомість наймасовішим та найекономічнішим рішенням для горизонтальної підсистеми сучасних локальних мереж є неекранована вита пара (UTP). В основі функціонування UTP-кабелю лежить принцип взаємної компенсації електромагнітних перешкод та синфазних завад шляхом чітко розрахованого кроку скручування ізольованих мідних провідників у пари. Така архітектура дозволяє підтримувати високу якість передачі сигналів за умови відсутності потужних зовнішніх джерел випромінювання. Низька питома вартість, гнучкість, простота термінування за допомогою стандартних роз'ємів RJ-45 (8P8C) роблять UTP універсальним засобом підключення робочих станцій до комутаторів доступу.

Технічні можливості витої пари регламентуються категоріями від CAT1 до CAT8, кожна з яких визначає граничну пропускну здатність, робочу частоту та щільність скрутки провідників. Починаючи з вищих категорій, кабель здатний забезпечувати стабільну роботу на високих частотах із мінімальним рівнем перехресних завад на ближньому кінці (NEXT). Відповідні стандарти зафіксовані у міжнародній нормативній базі ISO/IEC

11801 та ANSI/TIA-568. Кабелі широкого вжитку категорій CAT5e та CAT6 працюють у частотних діапазонах до 100 МГц та 250 МГц відповідно, забезпечуючи передачу даних на швидкостях до 1 Гбіт/с та 10 Гбіт/с на стандартні відстані горизонтального сегмента, що не перевищують 100 метрів з урахуванням комутаційних шнурів.

З огляду на ухвалене архітектурне рішення щодо впровадження топології розширеної зірки, інтеграції бездротових точок доступу та розгортання технології Gigabit Ethernet для комп'ютерної мережі, як основне середовище передавання даних обрано неекрановану виту пару категорії 5e (UTP cat. 5e). Зазначений кабель є вдосконаленою версією стандартної категорії 5. За рахунок збільшення щільності скручування провідників та жорсткіших вимог до геометрії пар, кабель категорії 5e має покращені показники захищеності від перехресних наводок (NEXT, ELFEXT) і здатний працювати в частотному діапазоні до 100 МГц. При використанні всіх чотирьох пар мідних провідників у режимі Full-Duplex (двонаправлена передача) за стандартом 1000Base-T, UTP cat. 5e забезпечує стабільну швидкість передачі даних до 1 Гбіт/с на відстанях до 90 метрів у стаціонарній лінії (плюс до 10 метрів на патч-корди).

Для комутації та підключення кабелю до мережевих розеток і патч-панелей застосовується фіксована розпіновка (колірна схема) відповідно до міжнародних стандартів TIA/EIA-568A та TIA/EIA-568B (див. рис.2.2). У сучасній практиці проєктування та монтажу ЛОМ стандартом де-факто є схема TIA/EIA-568B. Для забезпечення гігабітної швидкості (1000Base-T) критично важливим є правильне розведення всіх восьми провідників (чотирьох пар) за такою послідовністю контактів у роз'ємі RJ-45 (від 1 до 8 контакту): біло-помаранчевий, помаранчевий, біло-зелений, синій, біло-синій, зелений, біло-коричневий, коричневий. Будь-яке порушення цієї послідовності призводить до різкого зростання перехресних завад всередині конектора і, як наслідок, до зниження швидкості ліній або повної неможливості встановлення лінку на швидкості 1 Гбіт/с.

Вибір UTP категорії 5e з термінуванням за стандартом T568B дозволяє

сформувати збалансовану інфраструктуру, яка гарантує стабільність, надійність та необхідну пропускну здатність для забезпечення штатного функціонування медичних інформаційних систем та внутрішнього трафіку установи при мінімальних фінансових витратах на кабельне господарство.

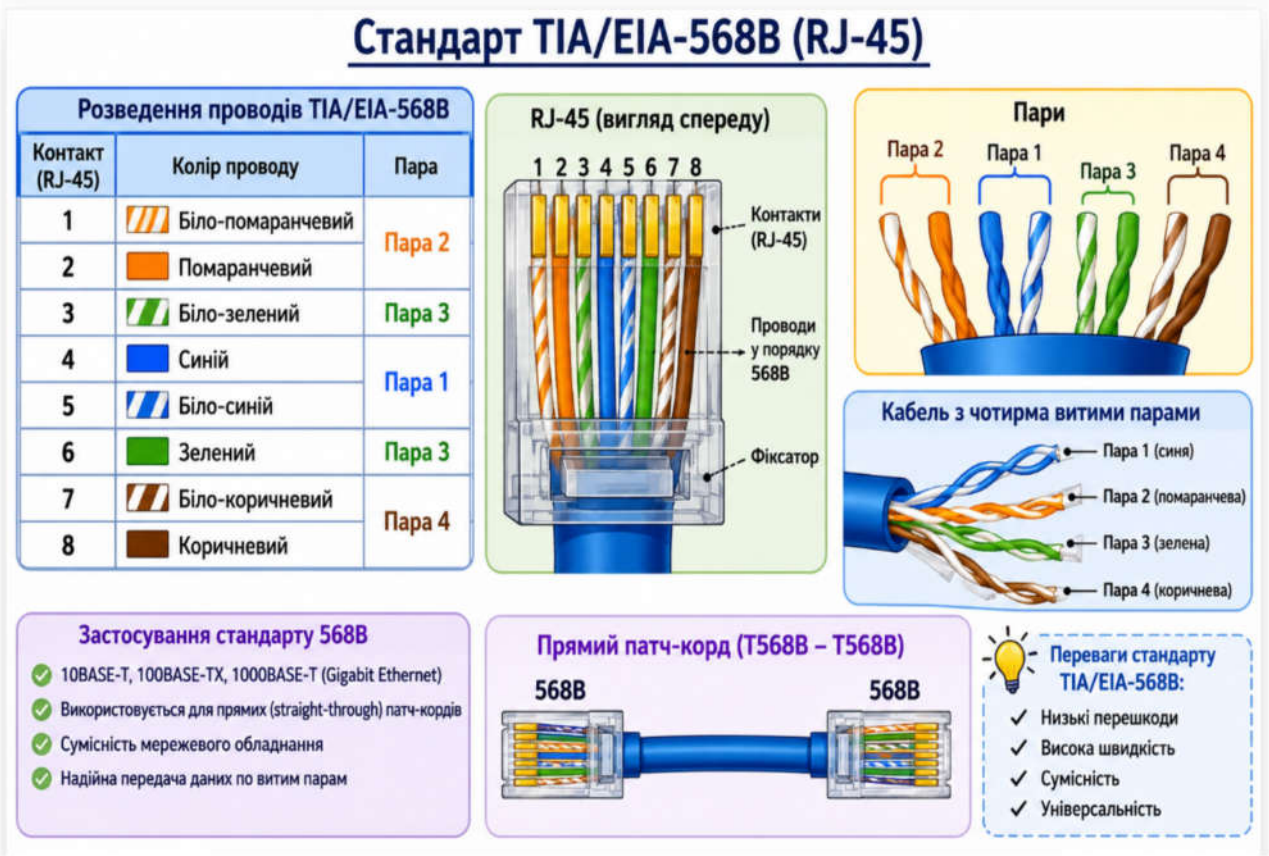


Рисунок 2.2 — Графічне пояснення стандарту TIA/EIA-568B

2.2.2 Будова вузлів та необхідність їх застосування

Усі комп’ютерні пристрої, які планується об’єднати в єдину інформаційну систему, розташовані в межах однієї будівлі. Під час проєктування локальної мережі основним принципом організації мережевої інфраструктури є поділ мережі на окремі логічні сегменти із застосуванням технології віртуальних локальних мереж VLAN. Такий підхід дозволяє підвищити рівень безпеки, оптимізувати розподіл мережевого трафіку та спростити адміністрування мережі. Інформація щодо структури підмереж і

налаштувань VLAN наведена в таблицях 2.1 та 2.2.

Проєктована мережа буде побудована на базі двох комутаційних вузлів, які розміщуватимуться в різних приміщеннях. Перший комутаційний вузол планується встановити в кабінеті інженера, де буде забезпечено підключення робочих станцій персоналу та інших мережевих пристроїв. Другий вузол буде розташований у лабораторії, що дозволить організувати окремий сегмент мережі для обладнання та робочих місць організації.

Таблиця 2.1 – Логічна адресація в мережі

Позначення вузлів	Робоча група VLAN/ Кількість вузлів		Назва кабінету	Номер VLAN	Адреса підмережі/ Маска
1	2	3	4	5	6
WS_1 – WS_2 WS_3 – WS_8, WS_9– WS_10, WS_11 WS_12 – WS_14 WS_15 – WS_16	work1	2 5 2 6 1	хол інженери Керівник, ГІП інженери лабораторія	10	192.168.10.0/24
AP_1, AP_2		2	коридор		
S_1 – S_2		3	лабораторія		

Особливу увагу в даному проєкті приділено серверній інфраструктурі, яка також буде розміщена в окремому приміщенні. Передбачається встановлення сервера. Серверерервер, позначений як S_1, виконуватиме функції файл-сервера підприємства та забезпечуватиме централізоване зберігання, обробку й доступ до корпоративних даних. Також передбачене використання маршрутизатора для доступу до глобальної мережі Інтернет.

Підключення до мережі Інтернет буде здійснюватися через провайдера

телекомунікаційних послуг за допомогою локальної мережевої інфраструктури. Усі режими роботи мережевих пристроїв, параметри їх взаємодії та схеми підключення детально наведені в таблиці 2.2. Така організація мережі дозволить забезпечити стабільну роботу інформаційних сервісів, ефективний розподіл мережевого навантаження та централізоване керування ресурсами підприємства.

Таблиця 2.2 - Таблиця конфігурування VLAN

№ п/п	Познач. вузла	Типпорту
1	2	3
1	WS_n - комутатор	Access
2	Комутатор - комутатор	Trunk
3	AP_n - комутатор	Access
4	PR_n - комутатор	Access
5	S_n - комутатор	Access

2.3 Обґрунтування вибору обладнання для мережі

2.3.1 Вибір пасивного обладнання мережі

Патч-корди являють собою короткі мережеві кабелі, довжина яких відповідно до стандартів зазвичай не перевищує 5 метрів. На обох кінцях таких кабелів встановлюються обтиснуті конектори, що забезпечують швидке та надійне підключення між мережевими пристроями або між кінцевим обладнанням і центральним комутатором. Патч-корди є важливим елементом локальної мережі, побудованої на основі кабелю типу «вита пара», та забезпечують необхідну пропускну здатність для стабільної передачі даних у межах Ethernet-мережі. Вони широко застосовуються як для підключення робочих станцій до мережевих розеток, так і для комутації активного мережевого обладнання між собою.

У межах даного проєкту передбачається використання патч-кордів довжиною 2 метри для підключення персональних комп’ютерів до мережевих розеток на робочих місцях. Для виконання комутації всередині серверної або комутаційної шафи планується застосування коротших патч-кордів довжиною 0,5 метра, що дозволить забезпечити компактне та впорядковане підключення мережевого обладнання.

Для підключення кабелів типу «вита пара» використовуватимуться стандартні мережеві конектори RJ-45, які є основним типом роз’ємів у сучасних Ethernet-мережах. Такі конектори встановлюються на кінцях кабелів, що забезпечують з’єднання між активними мережевими компонентами, зокрема комутаторами, маршрутизаторами, серверами та робочими станціями. Оскільки проєктована локальна мережа базується на технології Ethernet із використанням витої пари, усі підключення будуть реалізовані саме із застосуванням конекторів RJ-45, що забезпечить відповідність чинним мережевим стандартам та сумісність обладнання.

Важливу роль у забезпеченні стабільності та надійності мережевих з’єднань відіграють RJ-45 розетки, призначені для підключення кінцевих пристроїв до локальної мережі. Вони використовуються для приєднання персональних комп’ютерів, мережевих принтерів, точок доступу та іншого обладнання. Використання мережевих розеток дозволяє знизити ймовірність механічних пошкоджень кабелю, обривів ліній зв’язку та втрати контактів, що позитивно впливає на загальну надійність мережевої інфраструктури. Крім того, встановлення розеток значно спрощує технічне обслуговування та модернізацію локальної мережі.

У проєктованій мережі передбачається встановлення зовнішніх RJ-45 розеток на кожному робочому місці, біля мережевих принтерів та безпровідних точок доступу. Для забезпечення необхідної якості передачі сигналу та відповідності сучасним вимогам планується використання кабелів і розеток категорії Cat 5E, які підтримують швидкість передавання даних до 1 Гбіт/с. Загальна кількість мережевих розеток, що будуть використані в межах даного проєкту, становитиме 43 одиниці.

Усі мережеві кабелі прокладатимуться в спеціальних кабельних коробах розміром 40×25 мм, що забезпечить впорядковане розміщення кабельної інфраструктури, зменшить ризик механічного пошкодження проводів та полегшить подальше обслуговування мережі. Для підключення обладнання до мережевих розеток застосовуватимуться патч-корди, які дозволяють швидко виконувати комутацію без необхідності прокладання додаткових кабельних ліній. Також у серверній шафі буде встановлена патч-панель, призначена для організації зручного підключення мережевих ліній до портів головного комутатора. Загальна кількість патч-кордів у мережі перевищуватиме кількість встановлених розеток приблизно вдвічі, що відповідає практиці побудови структурованих кабельних систем та забезпечує гнучкість, резервування і зручність адміністрування мережевої інфраструктури.

2.3.2 Вибір активного комутаційного обладнання

У процесі проєктування апаратної архітектури локальної комп'ютерної мережі критично важливим етапом є підбір обладнання для рівня комутації. Зокрема, необхідно провести порівняльний аналіз кількох актуальних моделей, які потенційно можуть виконувати функції центральних комутаційних вузлів, позначених на структурній схемі як SW_1 та SW_2. Для ухвалення обґрунтованого інженерного рішення було сформовано перелік базових технічних критеріїв, яким мають відповідати зазначені пристрої. До таких вимог належать функціонування в режимі керованого комутатора з підтримкою розширеного функціоналу другого і третього рівнів (L2+), забезпечення базової швидкості передачі інформаційних потоків на рівні 1000 Мбіт/с на кожному інтерфейсі, а також наявність щонайменше 18 фізичних портів типу Gigabit Ethernet для підключення горизонтальних кабельних ліній. Додатковою важливою умовою є інтеграція технології дистанційного живлення Power over Ethernet (PoE) для забезпечення працездатності бездротових точок доступу та IP-телефонії без прокладання окремих силових

ліній.

Для об'єктивного аналізу ринку мережевих рішень було відібрано кілька моделей комутаторів, що відповідають заявленим параметрам, їхні детальні порівняльні технічні характеристики зведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 — Порівняльна характеристика моделей комутаторів доступу

Технічний параметр	TP-Link TL-SG2428P	Cisco CBS250-24P-4G	MikroTik CRS326-24G-2S+RM
1	2	3	4
Загальна кількість портів	28	28	26
Порти Uplink (Магістральні)	4 × 1 Гбіт/с SFP	4 × 1 Гбіт/с SFP	2 × 10 Гбіт/с SFP+
Рівень керування (OSI)	L2+ (Smart Managed)	L2 / L3 (Smart Managed)	L2 (з функціями L3/Dual Boot)
Комутаційна матриця	56 Гбіт/с	56 Гбіт/с	88 Гбіт/с
Швидкість пересилання пакетів	41.7 Mpps	41.66 Mpps	65.4 Mpps
Підтримка технології PoE	PoE+ (802.3at/af) на 24 портах	PoE+ (802.3at/af) на 24 портах	Відсутня (лише Passive PoE-In)
Тип охолодження системи	Активне (2 вентилятори)	Пасивне (безвентиляторне)	Пасивне (безвентиляторне)

Оцінка ринкової вартості, показників надійності, енергетичного бюджету PoE та швидкісних характеристик розглянутих пристроїв дозволила

визначити оптимальний варіант. Для реалізації центральних вузлів мережі було обрано гігабітний Smart-комутатор TP-Link TL-SG2428P.

Даний пристрій має 24 гігабітні RJ45-порти з підтримкою PoE+ (стандарти 802.3at/af) із загальним бюджетом потужності 250 Вт, 4 SFP-слоти для побудови оптичних аплінків, а також повноцінно підтримує функції L2+ (зокрема статичну маршрутизацію, списки контролю доступу ACL та QoS). Зовнішній вигляд і топологія інтерфейсів обраного комутатора представлені на рисунку 2.3.

На ринку середня роздрібна вартість обраного комутатора TP-Link TL-SG2428P становить орієнтовно від 13000 гривень

Таблиця 2.4 – Характеристика параметрів керованих комутаторів

Параметр	D-Link DGS-1210-28/E	TL-SG2428P (з PoE)	MikroTik CRS326-24G-2S+RM
1	2	3	4
Тип комутатора	Smart Managed (L2+)	Smart Managed (L2+)	Cloud Router Switch (L2/L3 з RouterOS)
Кількість Gigabit RJ45	24	24	24
Кількість SFP/SFP+ портів	4 x Gigabit SFP Combo (RJ45/SFP)	4 x Gigabit SFP	2 x 10 Gigabit SFP+
Підтримка PoE	Ні	Так (24 порти)	Ні
Пропускна здатність комутації	56 Гбіт/с	56 Гбіт/с	52 Гбіт/с
Пакетна швидкість пересилання	41.7 Mpps	41.7 Mpps	38.7 Mpps
Пам'ять буфера пакетів	1.5 Мбіт	4.1 Мбіт	16 Мбіт

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4
Управління	Web-інтерфейс (Smart Managed), CLI (частково), SNMP	Web-інтерфейс, CLI, SNMP, Omada SDN (централізоване хмарне управління)	Web-інтерфейс (SwOS), CLI (RouterOS), WinBox, SNMP
Орієнтовна ціна	7000 - 8000 грн	TTL-SG2428P: 13000 - 15000 грн	8500 - 9500 грн

Рисунок 2.3 – Комутатор TL-SG2428P

Інтеграція обладнання в екосистему централізованого управління TP-Link Omada

Певна фінансова специфіка обраного комутатора, що виражається у вищій вартості порівняно з деякими базовими автономними аналогами, повністю нівелюється його належністю до професійної лінійки інфраструктурних рішень TP-Link Omada. Зазначена платформа є комплексною архітектурою програмно-визначених мереж (Software Defined Networking, SDN), яка розроблена для корпоративного сегмента з метою інтеграції гетерогенних мережевих пристроїв, включаючи бездротові точки доступу, комутатори та маршрутизатори безпеки, в єдину централізовану систему управління. Основна концептуальна ідея екосистеми Omada полягає у суттєвому спрощенні процесів розгортання, поточного адміністрування та проактивного моніторингу телекомунікаційного середовища за допомогою

надання системному адміністратору єдиної консолі контролю.

Фундаментальним елементом архітектури виступає контролер Omada SDN, який виконує функції координаційного центру всієї мережі. Залежно від топології об'єкта та вимог до автономності, розгортання контролера можливе у трьох варіаціях.

Хмарне рішення Omada Cloud-Based Controller функціонує повністю на віддалених серверах виробника, не вимагаючи локальних обчислювальних ресурсів, і забезпечує доступ до параметрів ЛОМ з будь-якої локації через веб-інтерфейс.

Програмний комплекс Omada Software Controller є безкоштовним інструментом для інсталяції на локальні сервери організації, що гарантує збереження автономності управління без залежності від зовнішніх хмарних сервісів.

Апаратні контролери, як-от моделі OC200 або OC300, є спеціалізованими фізичними пристроями з архітектурою «Plug and Play», що забезпечують локальну координацію пристроїв у цілодобовому режимі без залучення ресурсів сторонніх ПК.

Периферійний рівень екосистеми формується за рахунок трьох класів пристроїв. Бездротовий сегмент реалізується на базі точок доступу серії EAP, що підтримують сучасні стандарти бездротового зв'язку Wi-Fi 5 та Wi-Fi 6 у різних конструктивних виконаннях із підтримкою безшовного роумінгу та технології Mesh. Провідна інфраструктура базується на керованих комутаторах серії JetStream, які підтримують функціонал рівнів L2/L2+ та гнучкі конфігурації розподілу живлення PoE. На межі корпоративної мережі встановлюються безпечні маршрутизатори шлюзового типу серії SafeStream, що забезпечують захист периметра та маршрутизацію зовнішнього трафіку.

Головні експлуатаційні переваги платформи Omada полягають у забезпеченні стовідсоткового централізованого управління всіма компонентами з одного вікна, що критично важливо для оперативного обслуговування мережі закладу. Технологія автоматичного віддаленого конфігурування (Zero-Touch Provisioning, ZTP) дозволяє інсталювати та

адаптувати нове обладнання без безпосередньої присутності інженера на майданчику. Інтелектуальний моніторинг на базі алгоритмів штучного інтелекту надає деталізовані інформаційні панелі (дашборди) стану мережі в реальному часі, автоматично генерує графічні схеми фактичних зв'язків та миттєво сповіщає про виникнення аномалій. Високий рівень інформаційної безпеки гарантується впровадженням ізольованих гостьових зон з авторизацією через Captive Portal, побудовою криптозахищених VPN-тунелів, міжмережевим екрануванням, фільтрацією трафіку за IP, MAC та URL-адресами, а також застосуванням сучасного шифрування WPA3. Економічна ефективність платформи зумовлена відсутністю прихованих ліцензійних платежів за використання хмарних функцій, що робить її масштабовану архітектуру оптимальним вибором для медичних центрів, готелів та освітніх установ.

Вибір та обґрунтування моделі маршрутизатора

Наступним обов'язковим етапом проєктування є підбір маршрутизатора шлюзу для забезпечення безпечного підключення ЛОМ до глобальної мережі Інтернет. Замість побудови громіздких порівняльних таблиць, підбір обладнання було здійснено безпосередньо шляхом моніторингу та фільтрації актуального асортименту провідних вітчизняних постачальників телекомунікаційного обладнання. У процесі пошуку в інтернет-магазинах України було застосовано комплекс жорстких технічних фільтрів, що безпосередньо випливають із вимог технічного завдання: наявність щонайменше одного виділеного високошвидкісного порту WAN для підключення до лінії інтернет-провайдера, наявність кількох локальних портів LAN для організації відмовостійких зв'язків із ядрами комутації SW_1 та SW_2, а також обов'язкова апаратна та програмна сумісність із централізованою платформою управління Omada SDN.

За результатами проведеного аналізу ринку та фільтрації за вказаними критеріями, для реалізації проєкту було обрано гігабітний VPN-маршрутизатор TP-Link ER605 (TL-R605). Зазначений пристрій обладнаний 1 фіксованим гігабітним портом WAN, 2 фіксованими гігабітними портами

LAN, а також 2 гігабітними портами з можливістю переконфігурування WAN/LAN, що дозволяє за необхідності реалізувати балансування навантаження або резервування каналів від кількох різних провайдерів. Пристрій повністю інтегрується в обрану екосистему Omada, підтримує сучасні протоколи безпеки та розширені функції створення захищених VPN-тунелів (IPsec/PPTP/L2TP/OpenVPN), що забезпечує стабільну та захищену роботу мережі медичного центру при підключенні до зовнішніх інформаційних ресурсів.

Маршрутизатор показано на рисунку 2.4. Приблизна вартість на ринку 2500 грн

Рисунок 2.4 - Комутатор TP-Link ER605 (TL-R605)

Для організації безпровідного сегмента мережі доцільно використати точку доступу TP-Link Omada EAP610. Дана модель належить до професійної серії Omada та підтримує сучасний стандарт Wi-Fi 6 (802.11ax), що забезпечує високу швидкість передавання даних, стабільне з'єднання та ефективну роботу великої кількості бездротових клієнтів одночасно. Пристрій функціонує у двох частотних діапазонах — 2,4 ГГц і 5 ГГц, що дозволяє зменшити рівень перешкод та підвищити якість безпровідного покриття в приміщенні.

Точка доступу підтримує централізоване керування через платформу TP-Link Omada SDN, що значно спрощує адміністрування безпровідної мережі, моніторинг підключених пристроїв та налаштування параметрів безпеки. Також пристрій підтримує сучасні механізми захисту WPA2/WPA3, VLAN, гостьові мережі та технологію безшовного роумінгу між точками

доступу.

Модель має компактний корпус для монтажу на стелі або стіні, підтримує живлення через PoE та забезпечує стабільне покриття в офісних і корпоративних приміщеннях. Завдяки високій продуктивності, підтримці сучасних стандартів та інтеграції з екосистемою Omada дана точка доступу є ефективним рішенням для побудови сучасної корпоративної безпровідної мережі.

Вартість точки доступу 3700 грн.

Для організації серверної частини локальної мережі було обрано ARTLINE Business T19v30. Дана модель є сучасним серверним рішенням, яке поєднує високу продуктивність, енергоефективність та надійність роботи, що є важливими характеристиками для функціонування корпоративної мережі підприємства.

Сервер побудований на базі процесора Intel Core i7-12700 дванадцятого покоління, який має 12 ядер і 20 потоків обробки даних. Це забезпечує високу швидкодію системи та дозволяє ефективно виконувати одночасну роботу декількох мережевих служб і серверних застосунків. Обсяг оперативної пам’яті становить 16 ГБ DDR4 із можливістю подальшого розширення до 128 ГБ, що забезпечує хорошу масштабованість серверної системи. Для зберігання інформації використовуються два SSD-накопичувачі по 500 ГБ, які забезпечують високу швидкість завантаження операційної системи та швидкий доступ до даних.

Сервер оснащений мережевим інтерфейсом 2.5 Gigabit Ethernet, що дозволяє забезпечити стабільний обмін даними в локальній мережі та підтримувати високу швидкість доступу до мережевих ресурсів. Завдяки використанню якісної елементної бази, ефективної системи охолодження та блока живлення ASUS TUF із сертифікацією 80+ Bronze забезпечується стабільна та безперервна робота обладнання навіть при тривалих навантаженнях.

У межах проєктованої мережі сервер ARTLINE Business T19v30 може виконувати функції файл-сервера, сервера баз даних, сервера резервного

копіювання або контролера мережевих служб підприємства.

Використання даного серверного рішення дозволить забезпечити централізоване зберігання інформації, підвищити ефективність роботи користувачів та забезпечити надійне функціонування мережевої інфраструктури підприємства.

Вартість сервера 62000 грн.

Все обладнання зведено в таблицю 2.5

Таблиця 2.5 - Обладнання мережі (активне)

Назва елемента	Позн.	Модель	Ціна, грн.	Од. вим.	К-ть
1	2	3	4	5	6
Комутатор	SW_3	TP-Link ER605 (TL-R605)	2500	шт.	1
Комутатор	SW_1, SW_2	TP-Link TL-SG2428P	13000	шт.	2
Точка доступу	AP_1 – AP_2	TP-Link Omada EAP610	3700	шт.	2
Сервер	S_1	ARTLINE Business T19v30	62000	шт.	1

2.4 Особливості монтажу мережі

У проєктованій локальній мережі для обтиску кабелю типу «вита пара» буде використовуватися стандарт T568B, який є одним із найпоширеніших стандартів побудови Ethernet-мереж. Використання даного стандарту забезпечує сумісність мережевого обладнання, правильну передачу сигналу та стабільну роботу мережевої інфраструктури.

Прокладання кабелю «вита пара» є важливим етапом створення комп’ютерної мережі, оскільки від правильності монтажу залежить якість передачі даних, рівень перешкод та надійність функціонування мережі. Перед початком монтажу необхідно визначити тип кабелю відповідно до вимог

мережі щодо швидкості передачі даних і довжини ліній зв’язку. Найчастіше використовуються кабелі категорій Cat 5e, Cat 6 та Cat 6a, які підтримують передачу даних на швидкостях до 1 Гбіт/с і 10 Гбіт/с.

Прокладання кабелю повинно виконуватись відповідно до міжнародних стандартів та технічних вимог. Максимальна довжина сегмента витої пари для Ethernet-мережі не повинна перевищувати 100 метрів, оскільки перевищення цієї відстані може призвести до погіршення якості сигналу. У разі необхідності збільшення довжини лінії застосовуються повторювачі або інші активні мережеві пристрої.

Кабелі необхідно прокладати в спеціальних кабельних коробах або каналах, які забезпечують захист від механічних пошкоджень і впорядковане розміщення кабельної інфраструктури.

Під час монтажу слід уникати сильних перегинів та надмірного натягу кабелю, оскільки це може пошкодити внутрішню структуру провідників і негативно вплинути на якість передачі даних. Рекомендований радіус вигину кабелю має бути не меншим ніж чотири його діаметри.

Особливу увагу потрібно приділяти захисту від електромагнітних перешкод. Кабелі витої пари не рекомендується прокладати поруч із силовими кабелями, трансформаторами, електродвигунами та іншими джерелами електромагнітного випромінювання. Це дозволяє уникнути спотворення сигналу та втрати даних під час передавання інформації мережею.

У випадку використання екранованої витої пари необхідно забезпечити цілісність екранування та правильне заземлення кабелю. Також важливо передбачити достатній простір для вентиляції кабельних трас, особливо при прокладанні великої кількості кабелів у комутаційних шафах або кабельних каналах.

Під час проєктування кабельної системи необхідно враховувати можливість подальшого розширення мережі, залишаючи резервний простір для додаткових кабельних ліній.

Усі кабелі повинні бути промарковані для спрощення обслуговування та швидкої локалізації несправностей у майбутньому.

Після завершення монтажу виконується тестування кабельних ліній за допомогою спеціалізованих тестерів, що дозволяє перевірити правильність обтиску, цілісність провідників та відповідність параметрів мережі встановленим стандартам. Дотримання зазначених вимог забезпечує стабільну, безпечну та ефективну роботу локальної комп'ютерної мережі.

2.5 Тестування та налагодження мережі

Тестування та налагодження комп'ютерної мережі є одним із найважливіших етапів під час створення та впровадження мережевої інфраструктури підприємства. Основною метою цих процедур є перевірка коректності роботи всіх компонентів мережі, виявлення можливих помилок, оцінка продуктивності системи та усунення недоліків до введення мережі в експлуатацію. Проведення комплексного тестування дозволяє забезпечити стабільне функціонування мережі, безперервний доступ до інформаційних ресурсів і відповідність мережевої інфраструктури вимогам користувачів та технічного завдання.

Першим етапом перевірки є тестування фізичної структури мережі. На даному етапі контролюється правильність підключення мережевих кабелів, комутаційного обладнання та кінцевих пристроїв. Особливу увагу приділяють перевірці цілісності кабельних ліній, правильності обтиску конекторів та відповідності параметрів кабельної системи встановленим стандартам. Для цього використовуються спеціалізовані кабельні тестери, які дозволяють визначити наявність обривів, коротких замикань або інших дефектів, що можуть негативно впливати на якість передачі даних.

Після перевірки фізичних з'єднань здійснюється тестування активного мережевого обладнання, зокрема комутаторів, маршрутизаторів та безпровідних точок доступу. Перевіряється правильність конфігурації пристроїв, налаштування IP-адресації, маршрутизації та функціонування віртуальних локальних мереж VLAN. Коректне налаштування VLAN дозволяє забезпечити сегментацію мережі, оптимізувати розподіл трафіку та підвищити

рівень інформаційної безпеки.

Важливим етапом є тестування систем захисту мережі. Під час перевірки контролюється робота міжмережевих екранів, VPN-з'єднань, механізмів автентифікації користувачів та систем контролю доступу. Необхідно впевнитися, що всі засоби захисту функціонують правильно та унеможливлюють несанкціонований доступ до мережевих ресурсів. Також перевіряється правильність розподілу прав доступу між користувачами відповідно до їх службових обов'язків.

Наступним етапом є оцінювання продуктивності мережі. Для цього використовуються програмні засоби, які дозволяють вимірювати швидкість передачі даних, затримки, рівень втрати пакетів та інші параметри роботи мережі. Аналіз отриманих результатів дає можливість виявити перевантажені сегменти мережі або інші фактори, що можуть впливати на ефективність роботи користувачів.

Після перевірки мережевого обладнання проводиться тестування серверів та робочих станцій. Контролюється правильність налаштування IP-адрес, функціонування мережевих служб DNS і DHCP, доступність файлових ресурсів, принтерів та інших сервісів. Також перевіряється стабільність доступу користувачів до серверних ресурсів і коректність роботи прикладного програмного забезпечення.

Налагодження мережі виконується після завершення основного тестування та передбачає усунення виявлених проблем і оптимізацію роботи мережевої інфраструктури. Це може включати зміну параметрів конфігурації мережевих пристроїв, оптимізацію маршрутизації трафіку, заміну несправних компонентів або коригування параметрів безпеки. У разі потреби також проводиться модернізація окремих елементів мережі для підвищення її продуктивності та відмовостійкості.

Особливу увагу приділяють перевірці роботи мережі під навантаженням. Імітація інтенсивного мережевого трафіку дозволяє оцінити стабільність роботи системи в умовах максимальної активності користувачів та визначити, чи достатньо ресурсів для обробки великих обсягів інформації

без втрати швидкодії або доступності сервісів.

Крім того, під час тестування перевіряється сумісність нових компонентів із вже існуючою інфраструктурою. Це дозволяє уникнути можливих конфліктів обладнання або програмного забезпечення при модернізації чи подальшому розширенні мережі.

Після завершення всіх перевірок виконується фінальне налаштування мережі та підтверджується коректність функціонування всіх її компонентів. Результати тестування та параметри конфігурації документуються, що значно полегшує подальше технічне обслуговування та адміністрування мережі.

Після введення мережі в експлуатацію необхідно здійснювати постійний моніторинг її роботи та періодичне тестування основних вузлів і служб. Це дозволяє своєчасно виявляти несправності, контролювати продуктивність системи та підтримувати стабільне функціонування мережевої інфраструктури протягом тривалого часу. У разі виникнення аварійних ситуацій важливо мати резервні канали зв’язку, системи резервного копіювання та підготовлені процедури відновлення, що дозволить мінімізувати втрати даних і скоротити час простою мережі.

3 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Інструкція з налаштування активного комутаційного обладнання

Для реалізації централізованого управління мережею на базі технології Software Defined Networking (SDN) налаштування обладнання виконується через контролер Omada. Проте для первинної інтеграції пристроїв в екосистему (Adoption), а також для забезпечення відмовостійкості, інженери часто виконують базове конфігурування через інтерфейс командного рядка (CLI).

Нижче наведено повний розширений опис та інженерні скрипти налаштування для кожного типу обраного обладнання.

Конфігурування маршрутизатора TP-Link ER605

Маршрутизатор виконує роль шлюзу безпеки, забезпечує трансляцію адрес (NAT), розмежування мереж (VLAN) та зв'язок із контролером Omada. Налаштування здійснюється через CLI-інтерфейс (за замовчуванням доступний через SSH/Telnet).

Вхід у режим конфігурування

enable configure terminal

Налаштування системних параметрів

hostname Border-Router-ER605

username admin password SecretPassword123 privilege 15

Конфігурація зовнішнього інтерфейсу (WAN) для підключення до провайдера

interface gigabitethernet 0/0

description Internet_Primary_ISP

ip address 192.0.2.2 255.255.255.252

no shutdown

Створення статичного маршруту за замовчуванням (Default Route) на

провайдера

ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 192.0.2.1

Налаштування внутрішнього інтерфейсу (LAN) та створення суб-інтерфейсів для VLAN

VLAN 10 — Адміністрація

interface gigabitethernet 0/1.10

encapsulation dot1Q 10

дip address 192.168.10.1 255.255.255.0

description VLAN_10

VLAN 20 — Бездротова мережа персоналу

interface gigabitethernet 0/1.20

encapsulation dot1Q 20

ip address 192.168.20.1 255.255.255.0

description VLAN_Staff_Wi-Fi

VLAN 30 — Гостьовий доступ

interface gigabitethernet 0/1.30

encapsulation dot1Q 30

ip address 192.168.30.1 255.255.255.0

description VLAN_Guest_Wi-Fi

Активація внутрішніх пул-адрес DHCP для автоматизації клієнтів

ip dhcp pool Pool_VLAN10

network 192.168.10.0 255.255.255.0

default-router 192.168.10.1

dns-server 8.8.8.8 1.1.1.1

ip dhcp pool Pool_VLAN30

network 192.168.30.0 255.255.255.0

default-router 192.168.30.1

dns-server 8.8.8.8

Налаштування NAT для виходу локальної мережі в Інтернет

ip nat inside source list 1 interface gigabitethernet 0/0 overload

access-list 1 permit 192.168.0.0 0.0.255.255

Увімкнення інформаційного обміну з локальним контролером Omada

omada-controller ip 192.168.10.100

end

write

Конфігурування керованого комутатора TP-Link TL-SG2428P

Комутатор агрегує трафік від робочих станцій, обладнання та точок доступу, розподіляючи їх за відповідними віртуальними мережами (VLAN) для ізоляції та безпеки.

enable

configure terminal

hostname Switch-Core-SG2428P

Створення бази даних віртуальних мереж (VLAN)

vlan 10

vlan 20

vlan 30

name Guest_WiFi_VLAN

Налаштування інтерфейсу управління (Management IP) комутатора

interface vlan 10

ip address 192.168.10.2 255.255.255.0

Конфігурація магістрального порту (Trunk) до маршрутизатора

interface gigabitethernet 1/0/24

description Trunk_to_ER605

switchport mode trunk

switchport trunk allowed vlan 10,20,30

Налаштування абонентських портів (Access) для ПК (порти 1-10)

interface range gigabitethernet 1/0/1 - 10

description PC_Staff

switchport mode access

switchport access vlan 10

spanning-tree portfast

Налаштування портів для точок доступу з підтримкою PoE та

передачею кількох VLAN (Трунк для Wi-Fi)

interface range gigabitethernet 1/0/11 - 15

description Connection_Omada_EAP

switchport mode trunk

switchport trunk native vlan 10

switchport trunk allowed vlan 10,20,30

Активація живлення PoE стандарту 802.3at

power inline-control max-power 30000

Глобальна активація протоколу запобігання петлям (Spanning Tree Protocol)

spanning-tree mode rstp end write

Конфігурування бездротових точок доступу серії Omada EAP

Оскільки точки доступу функціонують у межах концепції централізованого управління, їхнє детальне конфігурування виконується через інтерфейс контролера (через конфігураційні файли JSON/XML, які контролер надсилає на пристрої). Проте для розгортання автономного сегмента (якщо зв'язок з контролером тимчасово втрачено) або первинної ініціалізації через SSH, застосовується такий набір команд:

Підключення до точки доступу за замовчуванням (ubnt/ubnt або admin/admin)

Переведення пристрою в режим конфігурування оболонки AP

set-hostname AP-Floor1

set-management-vlan 10

Конфігурація бездротової радіоматриці для корпоративного сегмента

wireless 1 ssid "Staff"

wireless 1 security wpa3-enterprise

wireless 1 vlan-id 20

wireless 1 band 5g

wireless 1 channel-width 80mhz

wireless 1 tx-power max

Конфігурація бездротової радіоматриці для гостьового сегмента

wireless 2 ssid "Guests"

wireless 2 security wpa2-psk

wireless 2 wpa-pre-shared-key "Welcome2026"

wireless 2 vlan-id 30

wireless 2 band 2.4g

wireless 2 isolation enable # Ізоляція клієнтів всередині гостьової підмережі

Налаштування роумінгу за стандартами 802.11k/v/r для безшовного переключення під час руху

roaming fast-transition enable

roaming 802.11k enable

roaming 802.11v enable

Вказівка адреси контролера Omada для автоматичного переходу в режим SDN

omada-inform url http://192.168.10.100:8043/inform

save

reboot

Дані скрипти та конфігураційні параметри є стандартизованими для архітектури TP-Link Omada і забезпечують повну автоматизацію, ізоляцію конфіденційних даних від гостьового трафіку та безперебійне функціонування локальної обчислювальної мережі.

3.2 Інструкція з налаштування сервера

Встановлення операційної системи Debian на сервер — це відповідальний процес, де кожен крок впливає на подальшу безпеку, стабільність та продуктивність усієї мережі (зокрема й нашої інфраструктури медичного центру). Для сервера зазвичай обирається версія Debian Netinst (мінімальний образ), а саме встановлення проводиться без графічної оболонки.

Нижче наведено докладне покрокове керівництво з інженерними коментарями для кожного етапу.

Етап 1. Підготовка та завантаження

1. Завантажте актуальний стабільний образ Debian Stable (Netinst) з офіційного сайту.

2. Запишіть образ на флеш-накопичувач за допомогою утиліти Rufus (у режимі DD) або BalenaEtcher.

3. Підключіть флешку до сервера, увімкніть його та увійдіть до Boot Menu (зазвичай клавіші F8, F11 або F12), де оберіть завантаження з вашого накопичувача в режимі UEFI.

Етап 2. Початок інсталяції та локалізація

1. У стартовому меню завантажувача оберіть пункт Installer (текстовий режим) або Graphical Installer (графічний режим). Для сервера текстовий режим є класичним, але кроки в них ідентичні. Обираємо Graphical Installer.

2. Select a language: Оберіть мову системи. Для серверів рекомендується залишати English, оскільки це полегшує подальший пошук логів та вирішення технічних проблем.

3. Select your location: Оберіть свою країну (наприклад, Ukraine) для коректного налаштування часового поясу.

4. Configure the keyboard: Оберіть розкладку клавіатури за замовчуванням (рекомендується American English). Наступним кроком налаштуйте комбінацію для перемикання мов (наприклад, Alt+Shift).

Етап 3. Налаштування мережевих параметрів

Система спробує отримати адресу автоматично через DHCP. На сервері вкрай важливо задати статичні параметри вручну:

1. Якщо DHCP спрацював, натисніть Go Back та оберіть Configure network manually.

2. IP address: Введіть статичну IP-адресу сервера (наприклад, з нашої підмережі управління: 192.168.10.100).

3. Netmask: Маска підмережі (за замовчуванням 255.255.255.0).

4. Gateway: Адреса нашого граничного маршрутизатора ER605 (192.168.10.1).

5. Name server addresses: Введіть адреси DNS-серверів (наприклад, локальний шлюз 192.168.10.1 або публічні 8.8.8.8, 1.1.1.1).

6. Hostname: Задайте ім'я сервера в мережі (наприклад, med-server-omada).

7. Domain name: Якщо локального домену немає, залиште поле порожнім або вкажіть внутрішній суфікс (наприклад, local або zdorovya.plus).

Етап 4. Облікові записи та паролі

1. Root password: Задайте надскладний пароль для головного адміністратора (Root). Важливо: якщо залишити це поле порожнім, система заблокує прямий вхід під root, а першому створеному користувачу автоматично надасть права керування через sudo.

2. Full name for the new user: Введіть повне ім'я звичайного користувача (наприклад, SysAdmin).

3. Username for your account: Логін для входу (наприклад, admin-med).

4. Choose a password for the new user: Створіть надійний пароль для цього користувача.

Етап 5. Розмітка дискового простору (Partitioning)

Це найкритичніший етап для сервера. Задля максимальної відмовостійкості та гнучкості рекомендується використовувати технологію LVM (Logical Volume Manager).

1. Оберіть метод: Guided - use entire disk and set up LVM (Автоматично на весь диск з використанням LVM).

2. Виберіть цільовий жорсткий диск або SSD, де буде розгорнуто ОС.

3. Оберіть схему розмітки: Для сервера найкраще підходить Separate /home, /var, and /tmp partitions. Це захистить систему від зависання, якщо, наприклад, логи сервісу (у директорії /var) раптово переповнять увесь дисковий простір.

4. Перегляньте автоматично створену структуру (будуть створені

розділи /boot, /, /home, /var, /tmp та swap).

5. Оберіть пункт Finish partitioning and write changes to disk та підтвердіть вибір (Yes).

Етап 6. Налаштування менеджера пакетів (APT)

1. Configure the package manager: Система запитає про наявність додаткових інсталяційних дисків. Оберіть No.

2. Debian archive mirror country: Оберіть найближчу країну для завантаження пакетів (наприклад, Ukraine), щоб забезпечити максимальну швидкість оновлень.

3. Debian archive mirror: Оберіть дзеркало (стандартне deb.debian.org або локальні сервери типу ftp.ua.debian.org).

4. HTTP proxy information: Якщо сервер підключений до Інтернету напряму, залиште поле порожнім і натисніть Continue.

5. Configuring popularity-contest: Система запропонує анонімно надсилати статистику використання пакетів розробникам. Для чистого сервера безпечніше обрати No.

Етап 7. Вибір програмного забезпечення (Software Selection)

На екрані з'явиться список компонентів. Оскільки ми розгортаємо виділений сервер, нам категорично не потрібне зайве ПЗ, яке витрачатиме ресурси та створюватиме додаткові вразливості.

1. Зніміть прапорці (spacebar) з усіх графічних оболонок: Debian desktop environment, GNOME, XfCE тощо.

2. Зніміть прапорець з пункту web server або print server (ми встановимо їх вручну за потреби пізніше).

3. Обов'язково відзначте (ввімкніть) такі пункти:

– SSH server — для віддаленого керування сервером з робочого місця адміністратора.

– standard system utilities — базовий набір системних утиліт командного рядка.

4. Натисніть Continue. Система завантажить та інсталює обрані пакети.

Етап 8. Встановлення завантажувача GRUB та завершення

1. Install the GRUB boot loader: Система запитає, чи потрібно встановити завантажувач у головний завантажувальний запис. Оберіть Yes.

2. Device for boot loader installation: Оберіть зі списку ваш системний накопичувач (наприклад, /dev/sda або /dev/nvme0n1), куди встановлюється система.

3. Finish the installation: Екран сповістить про успішне завершення. Вийміть завантажувальну флешку та натисніть Continue.

Сервер перезавантажиться і перед вами з'явиться чиста консоль введення логіна та пароля (TTY). Операційну систему Debian успішно встановлено і вона готова до подальшого налаштування мережевих сервісів

3.3 Інструкція з використання тестових наборів та тестових програм

Робочі станції проєктованої локальної обчислювальної мережі фірми функціонують під управлінням операційної системи Windows 10. Для виконання первинної діагностики мережі, контролю параметрів підключення та оперативного виявлення несправностей доцільно використовувати вбудовані засоби командного рядка. Використання стандартних консольних утиліт дозволяє виконувати перевірку працездатності мережі без встановлення додаткового програмного забезпечення. До основних інструментів мережевої діагностики належать утиліти IPConfig, Ping та Tracert.

Однією з найпоширеніших утиліт для перевірки доступності мережевих вузлів є команда PING. Її робота базується на використанні протоколу ICMP (Internet Control Message Protocol), який призначений для передачі службових повідомлень між мережевими пристроями. Принцип роботи утиліти полягає у надсиланні ICMP Echo Request-запиту до віддаленого вузла. Якщо вузол доступний і не блокує ICMP-трафік, він повертає відповідь ICMP Echo Reply. Це дозволяє визначити наявність

мережевого з’єднання між клієнтом і сервером.

Синтаксис команди в операційній системі Windows має такий вигляд:

ping [параметри] IP-адреса або ім’я вузла

Для прикладу перевірки доступності сервера за IP-адресою можна використати команду:

– ping 192.168.1.1

При успішному виконанні команди система виведе інформацію про час відповіді вузла, кількість переданих та отриманих пакетів, а також відсоток втрат пакетів. Дані параметри дозволяють оцінити якість мережевого з’єднання та стабільність роботи каналу передачі даних.

Для перевірки коректності роботи DNS-служби можна виконати тестування вузла за доменним ім’ям:

– ping google.com

Якщо вузол відповідає за IP-адресою, але не відповідає за доменним ім’ям, це свідчить про можливі проблеми з налаштуванням DNS-сервера або службою перетворення імен.

У випадку виникнення несправностей система може відображати службові повідомлення. Помилка:

– Ping request could not find host

означає, що вузол не знайдено, або виникла проблема з DNS-резолюцією. Повідомлення:

– Request timed out

свідчить про те, що запит був надісланий, але відповідь від віддаленого вузла не надійшла протягом встановленого часу очікування. Причиною цього може бути недоступність сервера, несправність маршрутизації або блокування ICMP-трафіку міжмережевим екраном.

Для безперервного моніторингу стабільності з’єднання використовується параметр «-t»:

– ping -t 192.168.1.1

У цьому режимі запити надсилатимуться постійно до моменту ручного

завершення процесу комбінацією клавіш Ctrl + C. Такий режим зручно використовувати для виявлення періодичних втрат зв’язку або короткочасних розривів мережі.

Для перевірки роботи мережі з пакетами великого розміру використовується параметр «-l», який дозволяє задавати розмір ICMP-пакета:

– ping -l 1024 192.168.1.1

У наведеному прикладі надсилається пакет розміром 1024 байти. Подібне тестування дозволяє перевірити стабільність роботи каналу зв’язку, правильність налаштування MTU та виявити можливі проблеми з фрагментацією пакетів.

Для перегляду конфігурації мережевого адаптера використовується утиліта IPConfig. Вона дозволяє отримати інформацію про IP-адресу, маску підмережі, шлюз за замовчуванням та DNS-сервери.

Приклад використання:

– ipconfig

Для отримання розширеної інформації застосовується команда:

– ipconfig /all

У результаті відображаються параметри всіх мережевих інтерфейсів комп’ютера, MAC-адреси адаптерів, DHCP-конфігурація та інші службові параметри.

Ще одним важливим інструментом мережевої діагностики є команда TRACERT, яка дозволяє визначити маршрут проходження пакетів до віддаленого вузла. Утиліта також використовує протокол ICMP та відображає всі проміжні маршрутизатори між локальним комп’ютером і цільовим сервером.

Синтаксис команди має вигляд:

– tracert IP-адреса або ім’я вузла

Приклад виконання:

– tracert google.com

У результаті виконання команди буде виведено список проміжних

вузлів із зазначенням часу проходження пакетів через кожен маршрутизатор. Це дозволяє локалізувати ділянку мережі, на якій виникають затримки або втрати зв’язку.

Використання утиліт Ping, IPConfig та Tracert дозволяє оперативно виконувати первинну діагностику локальної мережі, контролювати працездатність мережевої інфраструктури та своєчасно виявляти несправності. Дані інструменти є базовими засобами адміністрування комп’ютерних мереж та широко застосовуються під час експлуатації сучасних інформаційних систем.

4 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

Метою економічної частини кваліфікаційної роботи є здійснення економічних розрахунків, спрямованих на визначення економічної ефективності проектування комп'ютерної мережі ТОВ "PrimeTech Engineering" і прийняття рішення щодо її подальшого розвитку та впровадження або ж недоцільність проведення відповідної розробки.

Для розрахунку вартості НДР необхідно виконати наступні етапи:

– описати технологічний процес розробки із зазначенням трудомісткості кожної операції;

– визначити суму витрат на оплату праці основного персоналу, включаючи відрахування на соціальні заходи;

– визначити суму витрат на оплату праці допоміжного персоналу, включаючи відрахування на соціальні заходи;

– визначити суму матеріальних затрат;

– обчислити витрати на електроенергію для науково-виробничих цілей;

– розрахувати транспортні витрати;

– нарахувати суму амортизаційних відрахувань;

– визначити суму накладних витрат;

– скласти кошторис та визначити собівартість НДР;

– розрахувати ціну НДР;

– визначити економічну ефективність та термін окупності продукту.

4.1 Визначення стадій технологічного процесу та загальної тривалості проведення НДР

Для визначення загальної тривалості проведення науково-дослідних робіт доцільно дані витрат часу по окремих операціях технологічного процесу звести у таблицю 4.1.

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

№ п/п	Назва операції (стадії)	Виконавець	Середній час виконання операції, год.
1.	Підготовка	Керівник проекту	9
2	Розробка проекту мережі	Керівник проекту	25
3	Монтаж кабелів та розеток	Лаборант	12
4	Налаштування активного комутаційного обладнання	Технік	7
5	Інсталяція та налаштування серверів	Технік	7
6	Тестування мережі	Технік	4
Р а з о м		–	64

До виконавців, у залежності від змісту виконуваної роботи, можна віднести: керівника проекту, інженера, лаборанта, консультанта, техніка.

4.2 Визначення витрат на оплату праці та відрахувань на соціальні заходи

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

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

Основна заробітна плата нараховується на виконану роботу за

тарифними ставками, відрядними розцінками чи посадовими окладами і не залежить від результатів господарської діяльності підприємства.

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

Основна заробітна плата розраховується за формулою:

$$З_{осн}=Т_с-К_г, \quad (4.1)$$

де Тс – тарифна ставка, грн.;

Кг – кількість відпрацьованих годин.

$З_{осн.}=140$*34+100*12+120*18=8120,00 грн.

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

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

де $К_{допл.}$ – коефіцієнт додаткових виплат працівникам.

$З_{дод.}$= 8120,00 *0,15 = 1218,00 грн.

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

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

$В_{о.п.}$= 8120,00 + 1218,00=9338,00 грн.

Крім того, слід визначити відрахування на заробітну плату: - єдиний соціальний внесок – 22 %.

Отже, сума відрахувань на соціальні заходи буде становити:

$$B_{з.п}=ФОП * 0,22, \quad (4.4)$$

де *ФОП* – фонд оплати праці, грн.

$B_{зп}$ = 9338,00 *0,22=3511,09 грн.

Проведені розрахунки зведемо у наступну таблицю 4.2.

Таблиця 4.2 - Зведені розрахунки витрат на оплату праці

№ п/п	Категорія працівників	Основна заробітна плата, грн.			Додаткова заробітна плата, грн.	Нарах. на ФОП, грн.	Всього витрати на оплату праці, грн. 6=3+4+5
		Тарифна ставка, грн.	К-сть відпрацьов. год.	Фактичне нарах. з/пл., грн.			
А	Б	1	2	3	4	5	6
1	Керівник проекту	140	34	4760,00	714,00	-	-
2	Лаборант	100	12	1200,00	324,00	-	-
3	Технік	120	18	2160,00	180,00	-	-
	Разом	-	-	8120,00	1218,00	3511,09	12849,09

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 qi – кількість витраченого матеріалу і-го виду;

pi – ціна матеріалу і-го виду.

Звідси, загальні матеріальні витрати можна визначити:

$$З_{м.в.} = \Sigma M_{Bi} \quad (4.6)$$

$$З_{м.в.} = 168649{,}40 \text{ грн.}$$

Проведені розрахунки занесемо у таблицю 4.3.

Таблиця 4.3 - Зведені розрахунки матеріальних витрат

№ п/п	Найменування матеріальних ресурсів	Од. виміру	Факт. витр. матеріалів	Ціна 1-ці, грн.	Заг. сума витрат, грн.
1	2	3	4	5	6
1	Кабель UTP Cat5e	м	733	21,00	7503,00
2	Роз'єми RJ-45	шт.	58	8,90	518,4
3	Телекомунікаційна розетка RJ-45	шт.	43	90,40	3870,2
4	Стійка серверна 16U	шт.	1	12800,00	12800,00
5	Патч-панель 24 port 19” cat.5E	шт.	1	837,00	837,00
6	Короб 40*25*2м	шт	60	70,60	4236,00
7	Комутатор SW_3 TP-Link ER605 (TL-R605)	шт.	1	2500,00	2500,00
8	Комутатор D-Link DGS- 1510-28/FL	шт.	2	16540,00	33080,00
10	Точка доступу Ubiquiti Unifi AC Lite AP (UAPКомутатор SW_1,	шт.	2	13000,00	26000,00

Продовження таблиці 4.3

1	2	3	4	5	6
	SW_2 TP-Link TL-SG2428P				
11	Точка доступу AP_1 – AP_2 TP-Link Omada EAP610	шт.	2	3700,00	7400,00
12	Сервер S_1 ARTLINE Business T19v30	шт.	1	62000,00	62000,00
Р а з о м					168649,40

4.4 Розрахунок витрат на електроенергію

Затрати на електроенергію 1-ці 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.

Для комп'ютера: W = 0,5 кВт.

Зе=0,5*25*15,94=199,25 грн.

4.5 Визначення транспортних затрат

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

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

де ТВ – транспортні витрати.

Тв=168649,40 *0,08=13491,25 грн.

4.6 Розрахунок суми амортизаційних відрахувань

Характерною особливістю застосування основних фондів у процесі виробництва є їх відновлення.

Для відновлення засобів праці у натуральному виразі необхідне їх відшкодування у вартісній формі, яке здійснюється шляхом амортизації.

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

Для визначення амортизаційних відрахувань застосовуємо формулу:

$$A = \frac{Б_В \cdot Н_А}{100\%} \quad (4.9)$$

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

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

НА – норма амортизації, %.

Для проектування даної комп’ютерної мережі використовується один комп’ютер (вартість якого становить 22850 грн.), який працює 25 годин.

А= 22850*0,04*25/150=1512,33 грн.

4.7 Обчислення накладних витрат

Накладні витрати пов’язані з обслуговуванням виробництва, утриманням апарату управління компанії та створення необхідних умов праці.

В залежності від організаційно-правової форми діяльності господарюючого суб’єкта, накладні витрати можуть становити 20–60 % від

суми основної та додаткової заробітної плати працівників.

$$Н_в = В_{о.п.} \cdot 0{,}2 \ldots 0{,}6 \qquad (4.10)$$

де, НВ – накладні витрати.

НВ=9338,00*0,5=4669,00 грн.

4.8 Складання кошторису витрат та визначення собівартості НДР

Результати проведених вище розрахунків зведемо у таблицю 4.4.

Таблиця 4.4 - Кошторис витрат на НДР

Зміст витрат	Сума, грн.	В % до заг. суми
1	2	3
Витрати на оплату праці	9338,00	6,62
Відрахування на соціальні заходи	3511,09	1,7
Матеріальні витрати	168649,40	81,62
Витрати на електроенергію	199,25	0,1
Транспортні витрати	13491,25	6,53
Амортизаційні відрахування	1512,33	0,73
Накладні витрати	4669,00	3,11
Собівартість	201371,22	100,00

Собівартість (СВ) НДР розрахуємо за формулою:

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

Св=19338,00+3511,09+168649,40+199,25+13491,25+1512,33+4669,00= 201371,22 грн.

4.9 Розрахунок ціни НДР

Ціну НДР можна визначити за формулою:

$$Ц = Св \cdot (1+Ррен) \cdot (1+ПДВ), \quad (4.12)$$

де Св – собівартість виконання НДР;

Ррен. – рівень рентабельності,

ПДВ – ставка податку на додану вартість,

Ц = 201371,22· (1+0,3) · (1+0,2) = 314139,1 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 ($T_{ОК}$).

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

де КВ – затрати на проект;

Гп – грошовий потік за t–ий рік;

t – відповідний рік проекту;

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

ЧТВ = □ 201371,22 +184657,9/(1+0,15)+ 184657,9/(1+0,15)2=

98828,8 (грн.)

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

Термін окупності визначається за формулою:

$$T_{ок} = T_{пв} + \frac{H_в}{Г_{пр}}, \quad (4.14)$$

де ТПВ – період до повного відшкодування витрат, років;

НВ – невідшкодовані витрати на початок року, грн.;

ГПР – грошовий потік на початок року, грн.

ТОК=1+40799,22/184657,9=1,2

Таблиця 4.5 - Економічні показники НДР

№ п/п	Показник	Значення
1	2	3
1.	Собівартість, грн.	201371,22
2.	Плановий прибуток, грн.	112767,9
3.	Ціна, грн.	314139,1
4.	Чиста теперішня вартість, грн	98828,8
5.	Термін окупності, рік	1,2

Враховуючи основі економічні показники, зведені у таблицю 4.5, можна зробити висновок, що при терміні окупності – 1,2 року проводити роботи по впровадженню даної мережі є доцільним та економічно вигідним.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

5.1 Санітарно-гігієнічні вимоги до параметрів мікроклімату серверних приміщень

Мікроклімат серверних приміщень — це сукупність параметрів внутрішнього середовища (температури, вологості та швидкості руху повітря), які мають подвійне значення: забезпечення технологічних умов для безперебійної роботи обладнання та створення безпечних умов для персоналу під час обслуговування техніки.

Оскільки персонал перебуває в серверній менше 50% робочого часу (або менше 2 годин безперервно), робочі місця тут класифікуються як непостійні. Нормування параметрів здійснюється відповідно до ДСН 3.3.6.042-99 («Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень») з урахуванням специфіки IT-інфраструктури.

Основні параметри мікроклімату та вимоги до них

Для серверних приміщень зазвичай встановлюються суворіші межі, ніж для стандартних робочих зон, оскільки перегрів або статична електрика можуть вивести обладнання з ладу.

– Температура повітря (T,◦C): Для обладнання: Оптимальний діапазон для стабільної роботи серверів зазвичай становить 20–25◦C (максимально допустима залежно від сезону може коливатися, але не повинна перевищувати 28◦C).

– Для людини (непостійне робоче місце): Має корелювати з температурою поверхонь обладнання. Температура поверхонь устаткування не повинна виходити більш ніж на 2◦C за межі нормованих величин повітря.

– Відносна вологість (ψ,%): Має підтримуватися в межах 40–60%.

– Занизька вологість (менше 30%) призводить до накопичення статичної електрики, що може спалити мікросхеми. Зависока вологість (понад 60–75%) викликає конденсацію вологи та корозію контактів.

– Швидкість руху повітря:

– Повинна бути в межах 0,2–0,5 м/с. Це забезпечує ефективне охолодження (конвекцію) серверних стійок, але не створює протягів, які шкодять здоров'ю персоналу під час проведення ремонтних чи регламентних робіт.

Вплив на організм людини та класифікація умов

Коливання параметрів мікроклімату в серверній впливають на терморегуляцію людини. За ступенем впливу умови поділяють на:

– Оптимальні — забезпечують відчуття теплового комфорту без напруження системи терморегуляції, підтримуючи високу працездатність.

– Допустимі — можуть викликати дискомфорт та напруження механізмів терморегуляції, які швидко минають після виходу з приміщення. Не викликають ушкоджень здоров'я.

Теплове опромінення

У серверних приміщеннях джерелом теплового (інфрачервоного) опромінення є задні панелі серверів, блоки живлення та системи кондиціонування.

– Інтенсивність теплового опромінення від нагрітих поверхонь обладнання не повинна перевищувати 35,0 Вт/м^2 у разі опромінення понад 50% поверхні тіла працівника.

Забезпечення мікроклімату в серверних досягається шляхом встановлення прецизійних (точних) систем кондиціонування та вентиляції. Це дозволяє одночасно виконувати вимоги ДСН щодо захисту здоров'я працівників і забезпечувати безперебійну роботу обчислювальної техніки.

5.2 Номенклатура та необхідна кількість засобів гасіння пожежі в ТОВ “PrimeTech Engineering”

Комплекс заходів, спрямованих на ліквідацію пожежі що виникла, називається пожежегасінням. Важливе значення в системі пожежегасіння має

вибір найраціональніших способів та засобів припинення горіння згідно з ДБН В 2.5-13-98 “Пожежна автоматика будинків і споруд”

Основою пожежегасіння є примусове припинення процесу горіння. На практиці використовують декілька способів припинення горіння:

– припинення доступу окисника (O2, F2, Cl2) або його зниження до величин, за яких горіння неможливе;

– охолодження зони горіння нижче температури запалення;

– розведення горючих речовин негорючими (досягається введенням інертних газів та пари ззовні);

– інтенсивне гальмування швидкості хімічної реакції у полум’ї (вводяться галоїдно-похідні речовини, які припиняють екзотермічну реакцію, наприклад, бромистий етил, фреон та ін.);

– механічне відривання полум’я потужним струменем газу або води;

– створення вогнеперешкоди (створення умов, за яких полум’я не поширюється через вузькі канали, переріз яких менше критичного).

Реалізація способів припинення горіння досягається використанням вогнегасних речовин та технічних засобів. До вогнегасних належать речовини, що мають фізико-хімічні властивості, які дозволяють створювати умови для припинення горіння.

Кожному способу припинення горіння відповідає конкретний вид вогнегасних засобів:

– для охолодження зони горіння – вода, водні розчини, снігоподібна вуглекислота;

– для розбавлення горючого середовища – діоксид вуглецю, інертні гази, водяна пара;

– для ізоляції вогнища – піна, пісок пожежестійкі тканини, азбест, брезент;

– для хімічного гальмування горіння – брометил, хладон, спеціальні порошки;

Вода має декілька фізико-хімічних властивостей, що зумовлюють її

вогнегасні властивості, серед них можна виділити наступні:

– поглинає велику кількість тепла завдяки випаровуванню (для випаровування 1 кг води витрачається 2258,5 кДж тепла) і утворює парову хмару, яка перешкоджає доступу кисню і, змішуючись із горючими газами, що виділяються при горінні, розводить їх, утворюючи суміш, не здатну до горіння;

– висока технологічна стійкість (розкладання на кисень та водень відбувається за температури 1700°С) дає змогу використовувати воду для гасіння більшості горючих матеріалів та рідин.

Не рекомендується гасити водою цінні речі, обладнання, книги, документи та інші предмети, що приходить під виливом води до непридатного стану.

Піна – це колоїдна дисперсна система, яка складається із дрібних бульбашок, заповнених газом (утворюються із розчинів поверхнево-активних речовин і стабілізаторів).

До вогнегасних властивостей піни відносяться наступні:

– низька теплопровідність;

– перешкоджає випаровуванню горючих речовин, а також проникненню парів, газів, теплового випромінювання;

– охолоджувальні властивості.

Важливими характеристиками піни є її стійкість і кратність – відношення об’єму піни до об’єму піноутворюючої рідини. Низькократними пінами гасять вогонь на поверхнях, пінами середньої кратності (до 100) – рідини, високократні піни (100-150 та більше) використовують для об’ємного гасіння, витіснення диму, ізоляції технологічних установок від впливу теплових потоків.

Вуглекислий газ (CO_2) – безбарвний, не горить, в результаті стискання під тиском 3,5 МПа (35 кг/см^2) перетворюється на рідну, що називається вуглекислотою; яка зберігається і транспортується у стальних балонах під тиском. За нормальних умов вуглекислота випаровується, при цьому із 1 кг

кислоти отримують 509 л газу.

Для гасіння пожеж вуглекислоту застосовують у двох станах: у газоподібному та у вигляді снігу. Сніжинки вуглекислоти мають температуру -79ºС. При надходженні у зону горіння вуглекислота випаровується, сильно охолоджує зону горіння та предмет, що горить, і зменшує процентний вміст кисню.

Вуглекислота не є електропровідною. Застосовують її для гасіння електроустановок, що знаходяться під напругою, а також для гасіння цінних речей.

Інертні гази (азот, аргон, гелій) та димові гази мають здатність зменшувати концентрацію кисню в осередку горіння. Вогнегасна концентрація цих газів при гасінні пожеж у закритих приміщеннях складає 30 – 36% за об’ємом.

Галогенпохідні вуглеводнів (хладон, чотирихлористий вуглець, бромистий етил та ін.) здатні гальмувати хімічні реакції горіння, їх застосовують для гасіння твердих та рідких горючих матеріалів, найчастіше при пожежах у замкнених об’ємах. Вогнегасна концентрація цих речовин значно нижча за вогнегасну концентрацію інертних газів (для бромистого етилу – 4,5 %, для чотирихлористого вуглецю – 10,5 % за об’ємом). Більшість цих речовини є вкрай шкідливими, тому можуть застосовуватися за умови відсутності людей у приміщенні. Відносно помірну токсичність має хладон 114 В2, який забезпечує гасіння за концентрацій всього біля 2 %. Але за вимогами безпеки евакуація людей повинна бути завершена до його використання. Особи, що беруть участь у ліквідації пожежі, можуть заходити у приміщення, де використовують будь-які галогеннпохідні вуглеводнів, тільки у спеціальних засобах захисту органів дихання.

Вогнегасні порошки здатні хімічно гальмувати реакції горіння; утворювати на поверхні речовини, що горить, ізолювальну плівку; утворювати хмару порошку, яка має властивості екрану; механічно збивати полум'я твердими частинками; виштовхувати кисень із зони горіння за рахунок видалення CO_2. Вони використовуються для ліквідації горіння твердих, рідких

та газоподібних речовин, найчастіше – легкозаймистих і горючих рідин, електроустаткування, вуглецевих тліючих матеріалів, лужних та лужноземельних металів та інших речовин (калію, магнію, натрію), які не можна гасити водою та водними розчинами.

Стиснуте повітря використовують для гасіння горючих рідин з метою перемішування рідини, що горить. Стиснуте повітря, яке подається знизу, переміщує нижні, більш холодні шари рідини наверх, зменшуючи температуру верхнього шару. Стиснуте повітря використовують при гасінні пожеж у резервуарах нафтопродуктів великої місткості.

Для ліквідації невеликих осередків пожеж, а також для гасіння пожеж у початковій стадії їх розвитку силами персоналу об’єктів застосовуються первинні засоби пожежегасіння.

До первинних засобів пожежегасіння відносяться: вогнегасники, пожежний інвентар (покривала з негорючого теплоізоляційного полотна або повсті, ящики з піском, бочки з водою, пожежні відра, совкові лопати), пожежний інструмент (гаки, ломи, сокири тощо).

Вогнегасник – технічний засіб, призначений для припинення горіння подаванням вогнегасної речовини, що міститься в його корпусі, під дією надлишкового тиску, за масою і конструктивним виконанням придатний для транспортування і застосування людиною.

Переносний вогнегасник – вогнегасник, за масою і конструктивним виконанням придатний для перенесення та застосування однією людиною.

Маса спорядженого переносного вогнегасника не перевищує 20 кг.

Залежно від вогнегасних речовин, що використовуються, вогнегасники поділяються на:

– водяний вогнегасник (ВВ) – вогнегасник із зарядом водної вогнегасної речовини;

– водопінний вогнегасник(ВВП) – вогнегасник із зарядом водопінної вогнегасної речовини;

– аерозольний водопінний вогнегасник (ВВПА) – водопінний вогнегасник одноразового використання, з якого вогнегасна речовина подається в розпиленому вигляді;

– порошковий вогнегасник (ВП) – вогнегасник із зарядом вогнегасного порошку;

– вуглекислотний вогнегасник (ВВК) – вогнегасник із зарядом діоксиду вуглецю.

Цифра після позначення типу вогнегасника означає масу вогнегасної речовини в кілограмах, що міститься у його корпусі. Цифра після позначення аерозольного водопінного вогнегасника означає масу вогнегасної речовини в грамах, що міститься в його корпусі.

На даний час більш досконалими і такими, що відповідають тенденціям у розвитку засобів пожежегасіння є порошкові вогнегасники, які випускаються двох типів: з пусковим балоном і закачні. У вогнегасниках з пусковим балоном (ВП-2, ВП-5Б, ВП-5М, ВП-9, ВП-50) корпус, в якому знаходиться пусковий балон з газом чи повітрям під тиском, заповнюється вогнегасним порошком (у разі використання їх необхідно тримати у вертикальному положенні горловиною догори). У закачних вогнегасників (ВП-2(з), ВП-5(з)М, ВП-9(з), ВП-0(з)) відсутній пусковий балон, а тиск повітря чи газу підтримується безпосередньо у корпусі вогнегасника.

Вуглекислотні вогнегасники випускають трьох типів: ВВК-2, ВВК-5 та ВВК-8. Їх застосовують у випадку пожеж класів А, В і Е для гасіння твердих та рідких речовин окрім тих, що можуть горіти без доступу повітря), а також електроустановок, що знаходяться під напругою до 1000 В за умови обмеження наближення до струмопровідних частин на відстань не ближче 1 м (рисунок 8.1 в).

Вуглекислота у вогнегаснику знаходиться у рідкому стані під тиском 6 – 7 МПа. У випадку відкриванні вентилю балона вогнегасника, за рахунок швидкого адіабатичного розширення, вуглекислий газ миттєво перетворюється у снігоподібну масу, у вигляді якої він і викидається з

дифузора вогнегасника. Час дії вогнегасників цього типу 25 – 40 с, довжина струменя 1,5 – 3 м.

Вуглекислотно-брометилові вогнегасники ВВБ-3 та ВВБ-7 за зовнішнім виглядом та побудовою мало відрізняються від вуглекислотних. Їх заряджають сумішшю, що складається із 97 % бромистого етилу та 3 % вуглекислого газу. Завдяки високій змочувальній здатності бромистого етилу продуктивність цих вогнегасників у 4 рази вища за продуктивність вуглекислотних. У зв'язку з високою токсичністю бромистого етилу вказані вогнегасники мають обмежене використання і застосовуються в основному у випадку пожеж класів В, С, Е. В даному випадку використання спеціальних засобів захисту органів дихання особами, що беруть участь у гасінні пожежі, є обов’язковим.

Категорія будинків та приміщень виробничого і складського призначення за вибухопожежною або пожежною небезпекою визначається відповідно до вимог НАПБ Б.03.002-2007 Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою.

Відповідно до НАПБ Б.03.002-2007 будинки та приміщення виробничого і складського призначення за вибухопожежною або пожежною небезпекою поділяються на категорії А, Б, В, Г та Д (таблиці 8.1).

Визначення категорій приміщень слід здійснювати шляхом послідовної перевірки належності приміщення до категорій, які наведені у таблиці 8.2, від найвищої (категорія А) до найнижчої (категорія Д).

Якщо на об'єкті можливі осередки пожеж різних класів, то слід вибирати вогнегасники окремо для кожного класу пожежі або віддавати перевагу більш універсальному вогнегаснику щодо області застосування. При виборі таких вогнегасників їх кількість повинна дорівнювати більшому значенню, що отримане для кожного класу пожежі окремо.

Вибираючи вогнегасники необхідно врахувати відповідність його температурних меж використання кліматичним умовам експлуатації приміщень, будівель та споруд (таблиця 8.6) та користуватися переліками,

наведеними в таблиці 8.7.

Громадські та адміністративно-побутові будинки на кожному поверсі повинні мати не менше двох переносних (порошкових, водопінних або водяних) вогнегасників з масою заряду вогнегасної речовини 5 кг і більше. Крім того, слід передбачати по одному вуглекислотному вогнегаснику з величиною заряду вогнегасної речовини 3 кг і більше:

– на 20 м^2 площі підлоги в таких приміщеннях: офісні приміщення з ПЕОМ, комори, електрощитові, вентиляційні камери та інші технічні приміщення;

– на 50 м^2 площі підлоги приміщень архівів, машзалів, бібліотек, музеїв.

Додатково вищевказані приміщення можуть оснащуватися аерозольними водопінними вогнегасниками з масою заряду вогнегасної речовини 400 г і більше.

При захисті від пожежі приміщення з наявністю ПЕОМ, телефонних станцій тощо слід використовувати вуглекислотні вогнегасники або аерозольні водопінні вогнегасники.

Приміщення, у яких розміщені ПЕОМ, слід оснащувати переносними вуглекислотними вогнегасниками з розрахунку один вогнегасник ВВК-1,4 чи ВВК-2 або один ВВПА-400 на три ПЕОМ, але не менше ніж один вогнегасник зазначених типів на приміщення.

Приміщення, обладнані модульними установками автоматичного пожежогасіння, якщо в них немає постійного перебування людей, можуть забезпечуватися вогнегасниками на 50 % від їх норм належності для цих приміщень.

Відстань між місцями розташування вогнегасників не повинна перевищувати: 15 м – для приміщень категорій А, Б, В (горючі гази та рідини); 20 м – для приміщень категорій В, Г, а також для громадських будівель та споруд.

Для захисту квартир житлових будинків і будинків індивідуальної забудови слід використовувати переносні вогнегасники з розрахунку один

водяний (ВВ-5, ВВ-6) чи водопінний (ВВП-6) вогнегасник або один порошковий (ВП-2, ВП-3) вогнегасник на одну квартиру або на один будинок індивідуальної забудови. Кухні або кімнати для приготування їжі вищевказаних будинків додатково можуть оснащуватися одним аерозольним водопінним вогнегасником з масою заряду вогнегасної речовини 400 г і більше.

5.3 Законодавча база з питань охорони праці на якій ґрунтується безпека праці в ТОВ “PrimeTech Engineering”

Законодавство України про охорону праці - це система взаємозв'язаних законів та інших нормативно-правових актів, що регулюють відносини у сфері реалізації державної політики щодо соціального захисту її громадян в процесі трудової діяльності.

Законодавство про охорону праці складається з (відповідно до ст. З Закону України «Про охорону праці») : Закону України «Про охорону праці»: Кодексу законів про працю України: Закон}7 України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрат}7 працездатності»: прийнятих відповідно до них нормативно-правових актів.

Складові законодавства України про охорон}7 праці:

– Конституція України (ст. 43, 45, 46, 49, 57)

Ст. 43. Кожен має право на працю, що включає можливість заробляти собі на життя працею, яку він вільно обирає або на як}7 вільно погоджується. ... Використання примусової праці забороняється. ... Кожен має право на належні, безпечні і здорові умови праці, на заробітну плату, не нижчу від визначеної законом. Використання праці жінок і неповнолітніх на небезпечних для їхнього здоров'я роботах забороняється. ...

Ст. 45. Кожен, хто працює, має право на відпочинок. Це право забезпечується наданням днів щотижневого відпочинку, а також оплачуваної щорічної відпустки, встановленням скороченого робочого дня щодо окремих

професій і виробництв, скороченої тривалості роботи у нічний час. Максимальна тривалість робочого часу, мінімальна тривалість відпочинк}7 та оплачуваної щорічної відпустки, вихідні та святкові дні, а також інші умови здійснення цього права визначаються законом.

Ст. 46. Громадяни мають право на соціальний захист, що включає право на забезпечення їх у разі повної, часткової або тимчасової втрати працездатності, втрати годувальника, безробіття з незалежних від них обставин, а також у старості та в інших випадках, передбачених законом. Це право гарантуються загальнообов'язковим державним соціальним страхуванням за рахунок страхових внесків громадян, підприємств, установ і організацій...

Ст. 49. Кожен має право на охорону здоров'я, медичну допомогу7 та медичне страхування.

– Міжнародні договори та угоди (конвенції Міжнародної організації праці (МОП), Директиви Європейського Союзу: резолюції ООН, Міжнародного агентства з атомної енергії (МАГАТЕ), Всесвітньої організація охорони здоров'я (ВООЗ), Міжнародної організації по стандартизації (ISO), Міжнародної організації авіації (ІКАО)). до яких приєдналась Україна у встановленому' порядку7 (ратифіковані Україною), договори та угоди, підписані в рамках Співдружності Незалежних Держав і двосторонні договори та угоди.

Конвенція - міжнародний договір на рівні урядів держав в питаннях трудових стосунків (включаючи охорону7 праці), який передбачає дотримання загальновизнаних, погоджених правил. Для окремої держави - члена МОП конвенція стає юридично обов’язковою тільки після ратифікації її вищим органом державної влади (в Україні - Верховною Радою). Кожна конвенція після ратифікації діє протягом 10 років. Якщо після цього вона не була денонсована (скасовано її чинність), то конвенція продовжує термін своєї дії на наступний період.

Рекомендація не є міжнародним договором і не повинна бути ратифікована. Рекомендація є побажанням, пропозицією ввести відповідні

норми в національне законодавство.

Якщо ратифікованим міжнародним договором встановлені інші правила, ніж передбачені законами і іншими нормативними правовими актами, що містять норми трудового права, застосовуються правила міжнародного договору.

Україною ратифіковано 71 конвенцію, зокрема:

– 8 із 8 основоположних конвенцій МОП,

– 4 з 4 директивних конвенцій,

– 59 із 177 технічних конвенцій.

В даний час 63 конвенції чинні, 8 - денонсовано.

– Закони України:

– ЗУ “Про охорону праці”, 14.10.1992 № 2694-ХП;

– Кодекс законів про працю України, 10.12.1971 № 322-VHI;

– ЗУ “Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування”, від 23.09.1999 № 1105-XIV (в редакції від 2014 р.);

– Кодекс цивільного захисту України, 2.10.2012 № 5403-VI;

– Основи законодавства У країни про охорон}- здоров'я, 19.11.1992 № 2801-XII:

– ЗУ “Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку”, 8.02.1995 № 39/95-ВР;

– ЗУ «Про дозвільну систему у сфері господарської діяльності» (2005 р.)

– ЗУ “Про основні засади державного нагляду (контролю) у сфері господарської діяльності”, 5.04.2007 № 877-V;

– ЗУ “Про забезпечення санітарного й епідемічного благополуччя населення”, 24.02.1994 №4004-XII:

– ЗУ «Про об'єкти підвищеної небезпеки» (2001 р.);

– ЗУ «Про державний ринковий нагляд і контроль нехарчової продукції» (2010 р)

– Нормативно-правові акти з охорони праці (НПАОП) (ст. 27 ЗУ “Про охорону праці”) - це правила, норми, регламенти, положення, інструкції та інші документи, обов'язкові для виконання.

Державні міжгалузеві та галузеві нормативні акти про охорону праці (ст. 157 Кодексу законів про працю України) - це правила, стандарти, норми, положення, інструкції та інші документи, яким надано чинність правових норм, обов'язкових для виконання.

Державний реєстр міжгалузевих і галузевих нормативних актів про охорону пращ (Реєстр НПАОП, до 2004 р. - Реєстр ДНАОП) - офіційне видання, що підлягає використанню власниками та посадовими особами підприємств, установ, організацій незалежно від форм власності: посадовими особами і спеціалістами

міністерств, відомств, асоціацій, корпорацій, органів державного нагляду за охороною праці, місцевих органів державної виконавчої влади. У 1993 р. у перший Реєстр ДНАОП було включено 263] нормативних актів: 234 міжгалузевих і 2014 галузевих, 344 міждержавних стандартів системи стандартів безпеки пращ (ССБТ) і 39 державних стандартів України (ДСТУ), 697 правил, 94 норм, 200 положень і статутів, 327 інструкцій, 162 керівництв або вказівок, вимог, рекомендацій, 75 технічних умов безпеки. 49 переліків і інших нормативних актів.

Сьогодні до Реєстру НПАОП включено нормативні акти з охорони праці, затверджені відповідними органами нагляд}7 протягом останніх років, внесено офіційні зміни і доповнення, що містяться в інформаційних повідомленнях, враховано зауваження міністерств і відомств щодо уточнення назв нормативних актів, дат їх затвердження...

До НПАОП не включено :

– ДСТУ (Державний Стандарт України);
– ДСанПіН (Державні Санітарні Правила і Норми);
– ДБН (Державні Будівельні Норми);

– ДСН (Державні Санітарні Норми) та ДСП (Державні Санітарні Правила)

– Нормативні документи з пожежної та техногенної безпеки (до 2018 р. НАПБ - Нормативно-правові Акти з Пожежної Безпеки)

Дані про затвердження та введення в дію НПАОП оформлюються у вигляді покажчика НПАОП: який затверджується наказом Держпраці раз на півріччя.

У версії Покажчика НПАОП станом на 22.12.2020 р. міститься 422 діючих НПАОП.

Основні положення законодавства України про працю і охорону праці

Закон України «Про охорону праці» визначає основні положення з реалізації конституційного права громадян на охорону їхнього життя й здоров'я у процесі трудової діяльності, регулює за участю відповідних державних органів відносини між власником підприємства і працівником з питань безпеки праці, виробничої санітарії, встановлює єдиний порядок організації охорони праці у виробничій сфері в Україні. Чинність ЗУ «Про ОП» поширюється на всі підприємства, установи, організації (далі - підприємства) незалежно від форм власності й видів діяльності, що використовують найману працю, і на всіх працюючих.

Закон визначає основні принципи державної політики в області охорони праці, серед яких чільне місце займають (ст.4 ЗУ «Про ОП»):

– пріоритет життя й здоров'я працівників стосовно результатів виробничої діяльності підприємства:

– повна відповідальність власника підприємства за створення безпечних і нешкідливих умов праці:

– соціальний захист працівників;

– повне відшкодування шкоди особам, які потерпіли на виробництві від нещасних випадків або професійних захворювань.

Окремо виділені статті Закону присвячені регулюванню охорони праці жінок, неповнолітніх, інвалідів, видам відповідальності за порушення

законодавства і нормативних актів про охорон}' праці, за створення перешкод для діяльності посадових осіб органів державного нагляду за охороною праці і представників профспілок.

Колективний договір — це локальний акт, який укладають роботодавець та профспілковий орган. В колективному договорі регулюються трудові і соціально- економічні відносини між працівниками і роботодавцями, зокрема з питань охорони праці. Питанням охорони праці присвячений спеціальний розділ колективного договору', що називається «Охорона пращ». Передзимовою для укладення колективного договору мають бути колективні переговори, що починаються сторонами за три місяці до закінчення терміну дії попереднього договору.

Зобов'язання, які пропонується включити в колективний договір за результатами переговорів, повинні бути реальними й всебічно обгрунтованими, тому що після схвалення і підписання документа вони стають обов'язковою нормою дія виконання, яка діє в рамках підприємства.

Зобов'язання, викладені в КД, не повинні суперечити законам й нормативним актам України. Гарантії, пільги і компенсації, наведені в Договорі згідно з чинним законодавством, вважаються обов'язковими для виконання при будь-яких обставинах.

КД повинен обов'язково містити заходи щодо захисту прав і соціальних інтересів осіб, які постраждали на виробництві від нещасних випадків, а також їх утриманців і членів родин загиблих. Вони повинні включати такі положення:

– з відшкодування нанесеного збитку здоров'ю потерпілим;

– про виплату одноразової допомоги, компенсації витрат на придбання медикаментів, на додаткове оплачуване лікування;

– про надання потерпілим, відповідно до медичного висновку, більш легкої роботи, при одночасному' збереженні середнього заробітку;

– про організацію навчання, перекваліфікації потерпілих, працевлаштування інвалідів праці, наданню таким інвалідам допомоги у вирішенні соціально- побутових питань і т. п.

Усі працівники, відповідно до законодавства, підлягають обов'язковому страхуванню від нещасних випадків на виробництві і професійних захворювань, що призвели до втрати працездатності (1.7).

Згідно із ст. 20 ЗУ «Про ОП» в підрозділі колективного договору про охорону праці повинні бути обов'язково відображені наступні заходи:

– забезпечення працівникам соціальних гарантій в області охорони праці на рівні, не нижче передбаченого законодавством;

– комплексні заходи для досягнення нормативів безпеки праці й виробничої санітарії;

– заходи з підвищення існуючого рівня охорони праці, попередження випадків виробничого травматизму, професійних захворювань, аварій і пожеж.

ВИСНОВКИ

В кваліфікаційній роботі розроблено проект мережі підприємства.

В першому розділі кваліфікаційної роботи розроблено технічне завдання на проект, а також охарактеризовано стан комп'ютеризації компанії та її комунікаційні потреби.

В розділі розробки технічного та робочого проекту вибрано і вказано характеристики мережевого кабелю, активного та пасивного комутаційного обладнання. Вибрано операційні системи серверів та робочих станції.

За результатами виконання другого розділу розроблено схему логічних зв'язків між об'єктами мережі та показано спосіб її фізичної реалізації. Логічна та фізична топології представлені на окремих плакатах графічної частини кваліфікаційної роботи.

В спеціальному розділі кваліфікаційної роботи подано вказівки з налаштування серверів компанії, активного комутаційного обладнання мережі та інструкції з тестування мережі.

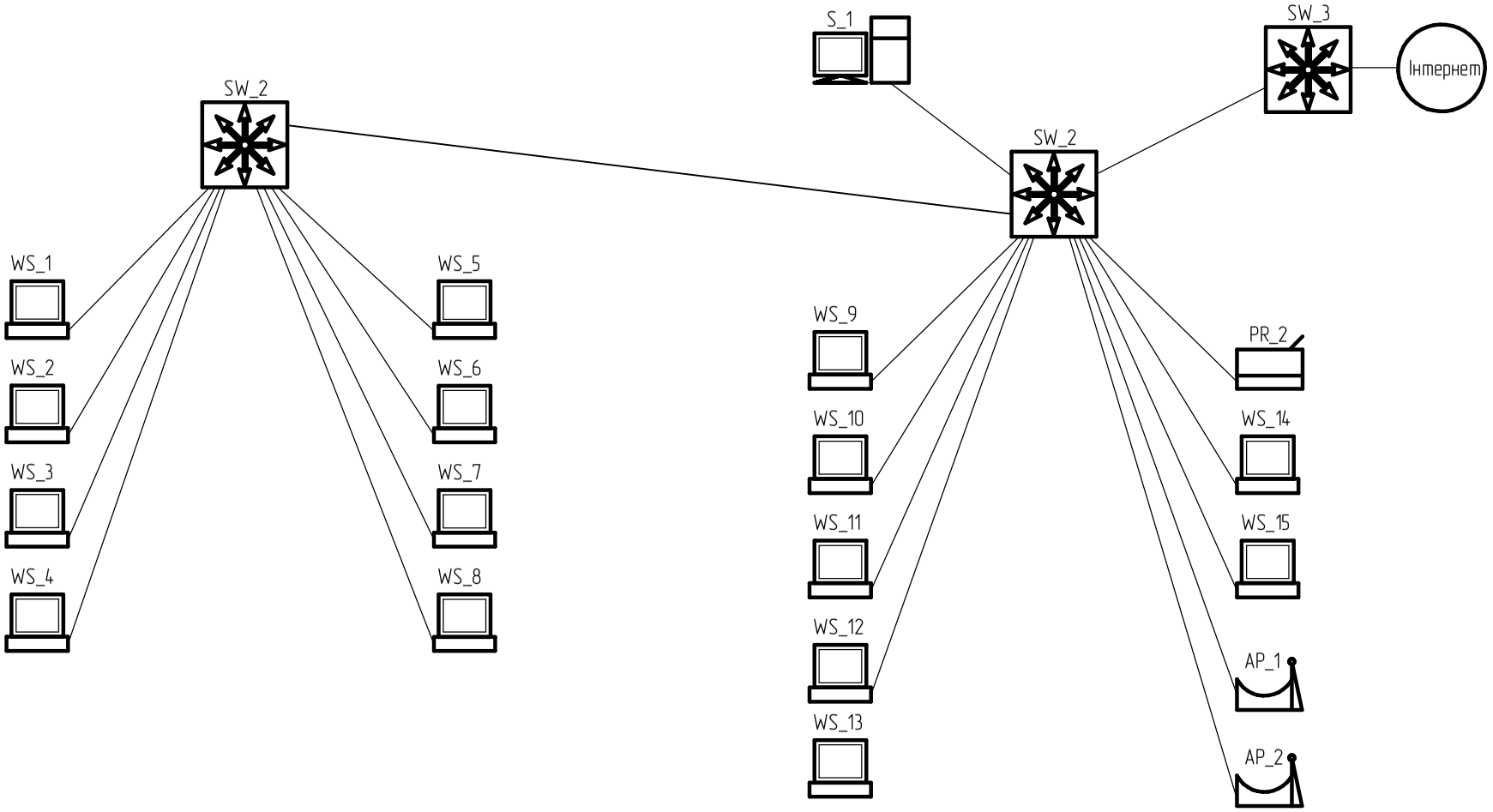
В розділі економічної частини виконано розрахунок собівартості робіт по проектуванню, встановленню і запуску в експлуатацію мережі.

Останній розділ кваліфікаційної роботи описує питання охорони праці та техніки безпеки при роботі з обчислювальним обладнанням.

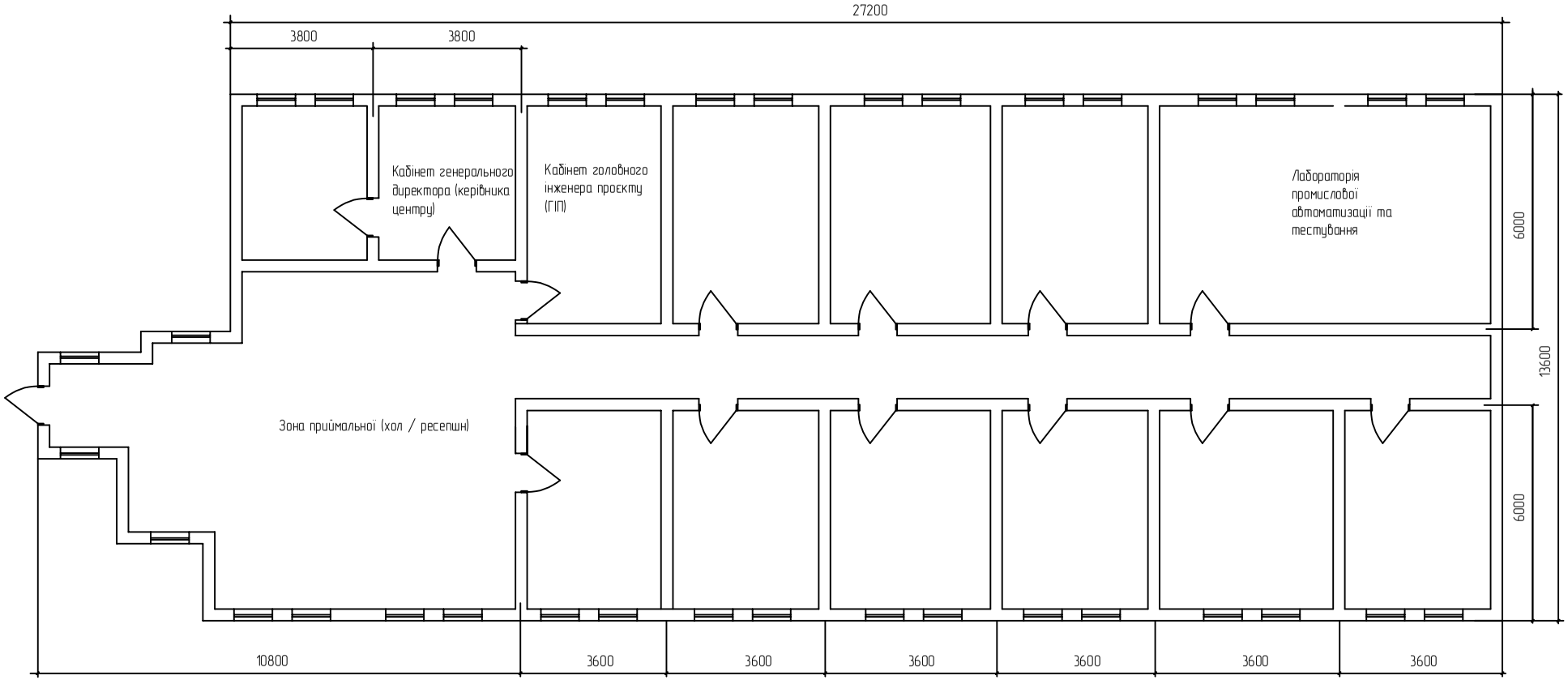
Отже робота містить комплексну документацію по проектуванню та впровадженню в експлуатацію локальної мережі вказаної організації.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Буров Є. “Комп’ютерні мережі”. Львів.: СП ”БаК”, 1999. 468 с., іл.
2. Райський Ю.С., Олексюк В.П., Балик А.В. Адміністрування комп'ютерних мереж і систем: Навч. пос. Тернопіль: Навчальна книга Богдан. 2010. 196 с.
3. Городецька, О. С. Г70 Комп’ютерні мережі : навчальний посібник / О. С. Городецька, В. А. Гикавий, О. В. Онищук. Вінниця : ВНТУ, 2017. 129 с.
4. Усатенко, Каченюк, Терехова. Выполнение электрических схем по ЕСКД: Справочник. М.: Издательство стандартов, 1989. 325с.
5. Тхір І.Л., Юзьків А.В., Калушка В.П. Посібник користувача ПК. Тернопіль: Технічний коледж ТДТУ, 2005. : іл.
6. Чирва Ю.О., Баб'як О.С. Безпека життєдіяльності Навчальний псібник.- К.: Атаса, 2001.-304 с.
7. Комп’ютерні мережі URL: https://comp-net.at.ua/index/topologija_komp_39_juternikh_merezh/0-6 (дата звернення:4.04.2026).
8. Побудова та адміністрування INTRANET-мереж URL:https://ami.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2018/01/Intranet1.pdf (дата звернення:4.05.2026).
9. Побудова та адміністрування INTRANET-мереж URL: https://trigada.ucoz.com/publ/prokladka_vitoj_pary/1-1-0-229 (дата звернення:14.05.2026).
10. Тестування та діагностика локальних мереж. URL:https://skomplekt.com/tools/134446.html/ (дата звернення:24.05.2026).
11. Монтаж кабеля витої пари URL: https://e-server.com.ua/sovety/123-pravilnyj-montazh-kabelya-vitoj-pary (дата звернення:23.05.2026).
12. ОСНОВИ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ URL: https://sites.google.com/view/mamchur-natalia/ОСНОВИ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ (дата звернення:19.05.2024).



								2026.КВР.123.405.16.00.00 /ІТ	
Зм.	Арк.	№Докум.	Підпис	Дат.					
Розроб.		Чернівецький Я.І.			Розробка проекту комп'ютерної мережі ТОВ "PrimeTech Engineering" /Логічна Топологія		Літ.	Маса	Масшт.
Керів.		Болюбаш Р.І.							
Н.контр.		Шпаківський А.В.					Аркуш 1	Аркушів 1	
Рецензія							ВСП ТФК ТНТУ КІ-405, м.Тернопіль		
затв.									



						2026.КВР.123.405.16.00.00 ПП	
Зм.	Арк.	№Докум.	Підпис	Дат.	Розробка проекту комп'ютерної мережі ТОВ "PrimeTech Engineering" План Приміщень	Літ.	Маса	Масшт.
Розроб.		Чербанці Я.І.						1:100
Керів.		Болюбаш Р.І.				Аркуш 1	Аркушів 1	
Нконтр.		Фазикіш А.В.				ВСП ТФК ТНТУ КІ-405, м.Тернопіль		
Рецензія								
затв.								

Таблиця IP-адрес

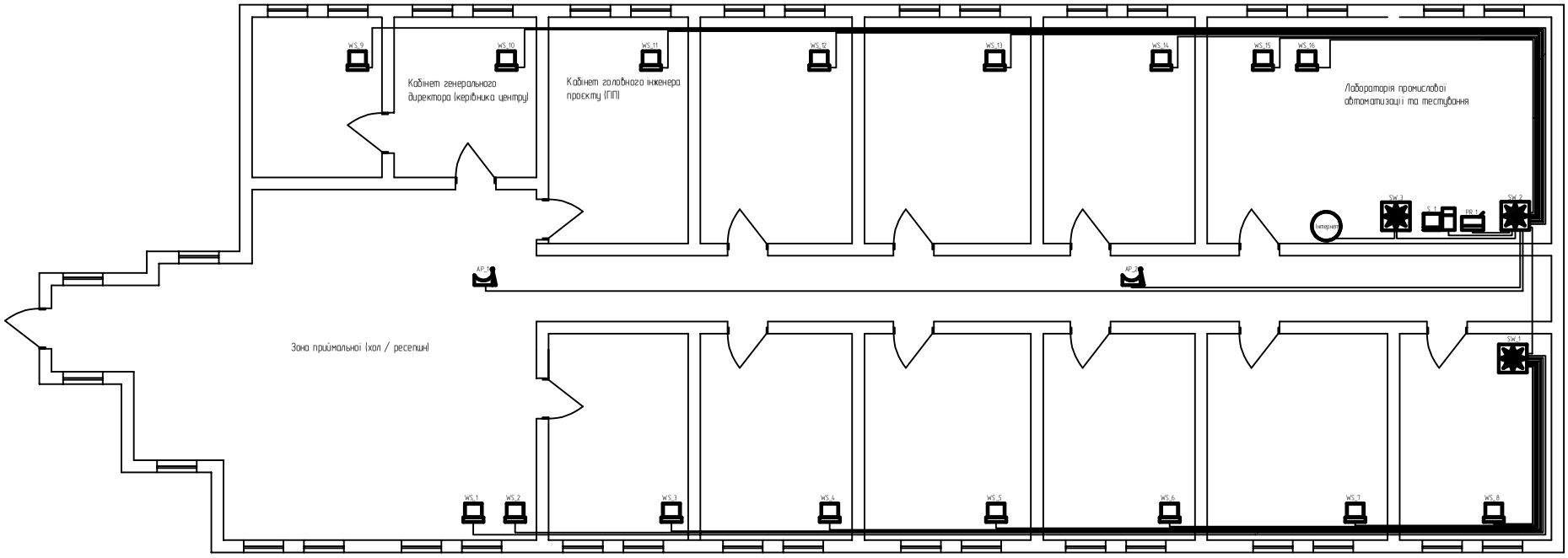
Пристрій / Сегмент	VLAN	IP-адреса (або мережа)	Маска підмережі	Шлюз (Gateway)	Призначення
WAN (ISP)	–	192.0.2.2	255.255.255.252	192.0.2.1	Зовнішнє підключення
Адміністрація	10	192.168.10.0/24	255.255.255.0	192.168.10.1	ПК, управління, контролер
Staff Wi-Fi	20	192.168.20.0/24	255.255.255.0	192.168.20.1	Робоча бездротова мережа
Guest Wi-Fi	30	192.168.30.0/24	255.255.255.0	192.168.30.1	Гостьовий доступ
Omada Controller	10	192.168.10.100	255.255.255.0	192.168.10.1	Керування мережею
Switch Management	10	192.168.10.2	255.255.255.0	192.168.10.1	IP комутатора

						2026.КВР.123.405.16.00.00 ТА	
Зм.	Арк.	№Докум.	Підпис	Дат.	Розробка проекту комп'ютерної мережі ТОВ "PrimeTech Engineering" Таблиця IP адресації	Літ.	Маса	Масшт.
Розроб.		Чербанці Я.І.						
Керів.		Болюбаш Р.Й.				Н		
Нконтр.		Фазикіш А.В.				Аркуш 1	Аркушів 1	
Рецензія						ВСП ТФК ТНТУ КІ-405, м.Тернопіль		
затв.								

Таблиця техніко-економічних показників

№ п/п	Параметр	Одиниці вимірювання	Значення	№ п/п	Параметр	Одиниці вимірювання	Значення
1	Топологія мережі	–	Комбінована (гібридна)	11	Кількість мережевих принтерів	шт.	1
2	Середовище передачі даних	–	Вита пара UTP cat. 5E, радіо-канал	12	Марка сервера	–	ARTLINE Business T19v30
3	Кількість комутаторів	шт.	3	13	ОС робочих станцій	–	Windows 11 Pro
4	Центральний комутатор	–	TP-Link ER605 (TL-R605)	14	Макс. швидкість передачі даних	Мбіт/с	1000
5	Комутатори рівня доступу	–	TP-Link TL-SG2428P	15	Тип доступу до Інтернет	–	По локальній мережі
6	Кількість серверів	шт.	1	14	Матеріальні витрати, грн.	грн.	168649,40
7	Операційна система серверів	–	Debian 13	15	Собівартість	грн.	201371,22
8	Кількість робочих станцій	шт.	20	16	Ціна	грн.	314139,10
9	Кількість точок доступу	шт.	2	17	Плановий прибуток	грн.	112767,90
10	Модель точки доступу	–	TP-Link Omada EAP610	18	Термін окупності	рік	1,2

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дат.	2026.КВР.123.405.16.00.01 ТБ		
Розроб.		Чербанцы Я.І.			Розробка проекту комп'ютерної мережі ТОВ "PrimeTech Engineering" Таблиця техніко-економічних показників	Літ.	Маса	Масшт.
Керів.		Болюбаш Р.Й.				Н		
Нконтр.		Вакьків А.В.				Аркуш 1	Аркушів 1	
Рецензія						ВСП ТФК ТНТУ КІ-405, м.Тернопіль		
затв.								



						2026.КВР.123.405.16.00.00 ФТ	
Зм.	Арк.	№Докум.	Підпис	Дат.	Розробка проекту комп'ютерної мережі ТОВ "PrimeTech Engineering" Фізична Топологія	Літ.	Маса	Масшт.
Розроб.		Чербанюк Я.І.						1:100
Керів.		Болюбаш Р.І.				Аркуш 1	Аркушів 1	
Нконтр.		Мазький А.В.				ВСП ТФК ТНТУ КІ-405, м.Тернопіль		
Рецензія								
затв.								