

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

бакалавра

(освітньо-професійного ступеня)

на тему: **Розробка проєкту комп'ютерної мережі меблевої фабрики
“WoodStyle” з впровадженням системи бездротового доступу та IP-
телефонії**

Виконав: студент VII курсу, групи КІ6-703

Спеціальності **123 Комп'ютерна інженерія**

(шифр і назва спеціальності)

_____ Вадим ДЗЮБА
(ім'я та прізвище)

Керівник _____ Андрій ЛЯПАНДРА
(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 телекомунікацій та електронних систем

Циклова комісія комп'ютерної інженерії

Освітньо-професійний ступінь 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

“18” травня 2026 року

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

Дзьобі Вадиму Васильовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи: **Розробка проєкту комп'ютерної мережі меблевої фабрики “WoodStyle” з впровадженням системи бездротового доступу та IP-телефонії**

керівник роботи Ляпандра Андрій Степанович

(прізвище, ім'я, по батькові)

Затверджені наказом Відокремленого структурного підрозділу «Тернопільський фаховий коледж Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя» від 18.05.2026р № 4/9-252.

2. Строк подання студентом роботи: 22 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;
- модель мережі
- таблиця техніко-економічних показників.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Ім'я, прізвище та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Економічний розділ	Ірина ЛЕЩИК методист, викладач		
Охорона праці, техніка безпеки та екологічні вимоги	Володимир ШТОКАЛО викладач		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Отримання і аналіз технічного завдання	18.05	
2	Збір і узагальнення інформації	21.05	
3	Написання першого розділу	25.05	
4	Розробка технічного та робочого проекту	1.06	
5	Написання спеціального розділу	8.06	
6	Розрахунок економічної частини	11.06	
7	Написання розділу охорони праці	12.06	
8	Виконання графічної частини	14.06	
9	Оформлення проекту	18.06	
10	Погодження нормоконтролю	19.06	
11	Попередній захист роботи	22.06	
12	Захист кваліфікаційної роботи		

7. Дата видачі завдання: 18 травня 2026 року

Студент

(підпис)

Керівник роботи

(підпис)

Вадим ДЗЬОБА

(ім'я та прізвище)

Андрій ЛЯПАНДРА

(ім'я та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Дзьоба В.В. Розробка проекту інфраструктури комп'ютерної мережі меблевої фабрики "WoodStyle" з впровадженням системи бездротового доступу та IP-телефонії: кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня фаховий бакалавр за спеціальністю "123 – Комп'ютерна інженерія". Тернопіль: ВСП "ТФК ТНТУ", 2026. 106 с.

Кваліфікаційна робота передбачає розробку проекту комп'ютерної мережі меблевої фабрики "WoodStyle" згідно стандартів та вимог замовника. В проєктованій мережі використано сучасні стандарти Gigabit Ethernet IEEE 802.3ab, IEEE 802.11ax та Ethernet IEEE 802.3q. При цьому реалізовано розподіл мережі на віртуальні підмережі, планування та розподіл адресного простору. Розроблено інструкції з інсталяції та налаштування файлового та DHCP-сервера, програмної АТС, шлюзу доступу до мережі Інтернет, віртуальних підмереж та засобів захисту мережі.

Ключові слова: комп'ютерна мережа, файловий сервер, DHCP-сервер, маршрутизатор, комутатор, віртуальна мережа, VLAN, антивірус

ANNOTATION

Semukhina A.O. Development of a computer network project for the insurance company "Avangard-Polis": qualification work for the degree of professional junior bachelor in the specialty "123 - Computer Engineering". Ternopil: VSP "TFK TNTU", 2026. 106 p.

The qualification work involves the development of a computer network project for the insurance company "Avangard-Polis" according to the standards and requirements of the customer. The designed networks use modern Gigabit Ethernet IEEE 802.3ab, IEEE 802.11ac and Ethernet IEEE 802.3q standards. At the same time, the network is divided into virtual subnetworks, planning and allocation of address space are implemented. Instructions for installing and configuring a file server and DHCP server, an Internet access gateway, virtual subnets and network protection tools have been developed.

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

					2026.КРБ.123.703.07.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		4

ЗМІСТ

Перелік термінів і скорочень	7
Вступ.....	8
1 Загальний розділ.....	9
1.1 Технічне завдання	9
1.1.1 Найменування та область застосування.....	9
1.1.2 Призначення розробки.....	10
1.1.3 Вимоги до апаратного та програмного забезпечення	12
1.1.4 Вимоги до документації	14
1.1.5 Техніко-економічні показники.....	16
1.1.6 Стадії та етапи розробки.....	17
1.1.7 Порядок контролю та прийому	19
1.2 Формулювання завдання на розробку проекту мережі. Загальна характеристика меблевої фабрики «WoodStyle»	21
2 Розробка технічного та робочого проекту.....	27
2.1 Аналіз та обґрунтування вибору топології та технології мережі.....	27
2.2 Обґрунтування вибору мережевого обладнання.....	33
2.2.1 Вибір пасивного обладнання.....	34
2.2.2 Вибір активного обладнання.....	39
2.3 Обґрунтування вибору серверів.....	45
2.4 Обґрунтування вибору програмного забезпечення	48
2.5 Послідовність та особливості монтажу мережі	50
2.6 Розподіл адресного простору та поділ мережі на віртуальні підмережі..	51
2.7 Тестування та налагодження мережі.....	55
3 Спеціальний розділ	57
3.1 Інструкції з налаштування мережевих серверів.....	57
3.1.1 Інструкції із інсталяції операційної системи сервера.....	57
3.1.2 Інструкції із інсталяції та налаштування доменного контролера	61

					2026.КРБ.123.703.07.00.00 ПЗ				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розробив		Дзюба В.В.			Розробка проекту комп'ютерної мережі меблевої фабрики "WoodStyle" з впровадженням системи бездротового доступу та IP-телефонії Пояснювальна записка		Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірив		Ляпандра А.С.						5	
Н. Контр.		Приймак В.А.					ВСП ТФК ТНТУ гр. КІД-703 м. Тернопіль		
Затв.									

3.1.3 Інструкції з налаштування DHCP-сервера	63
3.1.4 Інструкції з налаштування програмної IP-АТС	65
3.2 Інструкції з налаштування комутаторів та маршрутизації між VLAN.	66
3.3 Інструкції з налаштування пріоритетизації голосового трафіку (QoS)	71
3.4 Інструкції з налаштування доступу до Інтернет	74
3.5 Інструкції з налаштування безпроводних точок доступу	75
3.6 Моделювання мережі в середовищі Cisco Packet Tracer.....	77
3.7 Інструкція із використання засобів тестування та моніторингу мережі	80
4 Економічний розділ.....	82
4.1 Визначення стадій технологічного процесу та загальної тривалості проведення НДР	82
4.2 Визначення витрат на оплату праці та відрахувань на соціальні заходи .	83
4.3 Розрахунок матеріальних витрат	85
4.4 Розрахунок витрат на електроенергію	87
4.5 Визначення транспортних затрат	87
4.6 Розрахунок суми амортизаційних відрахувань.....	87
4.7 Обчислення накладних витрат.....	88
4.8 Складання кошторису витрат та визначення собівартості НДР	89
4.9 Розрахунок ціни НДР.....	90
4.10 Визначення економ. ефективності і терміну окупності кап. вкладень .	90
5 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	92
5.1 Вжиті режимно-організаційні заходи, які забезпечують пожежну безпеку на меблевій фабриці "WoodStyle"	93
5.2 Охорона праці ІТ-персоналу в умовах впливу шкідливих виробничих факторів меблевої фабрики (деревообробний пил, шум, вібрація)	95
Висновки	98
Перелік посилань.....	99
Додатки.....	101
Додаток А План будівлі.....	101
Додаток Б Логічна топологія мережі	102
Додаток В Горизонтальна підсистема СКС мережі	103
Додаток Г Модель мережі в Cisco Packet Tracer.....	104
Додаток Д План евакуації на випадок пожежі.....	105

ПЕРЕЛІК ТЕРМІНІВ І СКОРОЧЕНЬ

CDP (Cisco Discovery Protocol) – пропрієтарний (закритий) мережевий протокол канального рівня (Layer 2), розроблений компанією Cisco Systems.

DNS (Domain Name System) – сервер доменних імен.

DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) – протокол динамічної конфігурації вузла.

HTTP (Hypertext Transfer Protocol) – протокол передачі гіпертексту.

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

IEEE 802.3z – стандарт Gigabit Ethernet на оптоволоконному кабелі.

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

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

IP (Internet Protocol) – Інтернет-протокол;

LAN (Local Area Network) – локальна мережа;

MAC (Media Access Control) – апаратна адреса ПК;

SIP (Session Initiation Protocol) – основний протокол сигналізації в IP-телефонії (VoIP),

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

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

UTP (Unshielded Twisted Pair) - неекранована скручена пара;

ОС – операційна система.

ПК – персональний комп'ютер.

САПР – Система автоматизованого проектування.

ЧПК – верстат з числовим програмним керуванням.

					2026.КРБ.123.703.07.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		7

ВСТУП

Сучасний етап розвитку промислового сектору України, зокрема деревообробної та меблевої галузей, характеризується жорсткою конкуренцією, інтеграцією у європейський економічний простір та стрімкою цифровізацією бізнес-процесів. Для забезпечення високої ефективності управління, мінімізації операційних витрат та підвищення продуктивності праці промислових підприємств надзвичайно важливою є наявність сучасної, надійної та масштабованої інформаційно-комунікаційної інфраструктури.

Меблева фабрика «WoodStyle» є типовим представником сучасного виробничого підприємства, структура якого охоплює адміністративний апарат, конструкторсько-дизайнерське бюро, виробничі цехи, логістичні комплекси та склади готової продукції. Ефективна взаємодія між цими підрозділами неможлива без створення єдиного інформаційного простору. Традиційні дротові мережі вже не здатні повною мірою задовольнити потреби підприємства, оскільки автоматизація складського обліку, мобільність персоналу та необхідність оперативного зв'язку вимагають впровадження бездротового доступу.

Окрім цього, традиційний телефонний зв'язок є економічно неефективним та обмеженим у функціоналі. Впровадження технології IP-телефонії (VoIP) дозволяє не лише суттєво знизити витрати на внутрішні та міжнародні розмови, але й інтегрувати голосовий зв'язок із CRM- та ERP-системами фабрики. Це забезпечує автоматизацію обробки замовлень, контроль якості обслуговування клієнтів та покращення внутрішньої координації. Таким чином, розробка комплексного проєкту інфраструктури комп'ютерної мережі з інтегрованими системами Wi-Fi та IP-телефонії для меблевої фабрики є важливим завданням.

Метою дипломної роботи є проєктування високонадійної, захищеної та масштабованої інфраструктури комп'ютерної мережі меблевої фабрики «WoodStyle» із впровадженням сучасних технологій бездротового зв'язку та корпоративної IP-телефонії для оптимізації виробничо-комерційної діяльності підприємства.

					2026.КРБ.123.703.07.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		8

1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Технічне завдання

1.1.1 Найменування та область застосування

Повне найменування розробки: «Проект інфраструктури комп'ютерної мережі меблевої фабрики “WoodStyle” з впровадженням системи бездротового доступу та IP-телефонії».

Скорочене найменування розробки: Проект ІКМ меблевої фабрики «WoodStyle» (де ІКМ – інфраструктури комп'ютерної мережі).

Областю застосування цієї розробки є деревообробна та меблева промисловість. Проект безпосередньо орієнтований на впровадження в інформаційно-комунікаційну інфраструктуру приватного підприємства –меблевої фабрики «WoodStyle», яка розташована та веде свою діяльність у місті Тернопіль.

Створена мережева архітектура призначена для забезпечення надійної, високошвидкісної та безпечної взаємодії між усіма ключовими структурними підрозділами, виробничими ділянками та складами підприємства в межах єдиного інформаційного простору.

Зокрема, розробка застосовується в адміністративному секторі для автоматизації роботи керівництва, бухгалтерії, фінансового відділу та служби маркетингу і збуту, забезпечуючи стабільний доступ до мережі Інтернет, внутрішніх баз даних, облікових систем класу BAS чи 1С та інструментів корпоративного зв'язку.

У конструкторсько-дизайнерському бюро проєктні рішення дозволяють оперативно обмінюватися об'ємними графічними файлами, макетами та картами розкрою, що створюються у системах автоматизованого проєктування.

На рівні виробничих цехів мережа забезпечує підключення сучасних верстатів із числовим програмним керуванням до єдиного інформаційного

					2026.КРБ.123.703.07.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		9

середовища для автоматизованого завантаження виробничих завдань та моніторингу роботи обладнання.

У складському господарстві та логістичному комплексі фабрики область застосування охоплює розгортання бездротової мережі Wi-Fi з підтримкою безшовного роумінгу, що є критично важливим для функціонування мобільних терміналів збору даних, автоматизації процесів штрихкодування, оперативного обліку сировини та відвантаження готової продукції.

Крім того, інфраструктура передбачає можливість організації ізольованого гостьового бездротового доступу для клієнтів, постачальників та бізнес-партнерів у зоні рецепції та демонстраційного залу підприємства.

1.1.2 Призначення розробки

Розробка проєкту інфраструктури комп'ютерної мережі меблевої фабрики «WoodStyle» має на меті створення єдиного, відмовостійкого, високошвидкісного та захищеного інформаційно-комунікаційного середовища підприємства.

Основним функціональним призначенням розробки є комплексна автоматизація виробничих, управлінських та логістичних процесів фабрики, що дозволить суттєво підвищити загальну ефективність оперативної діяльності, оптимізувати використання ресурсів та забезпечити гнучкість управління підприємством в умовах сучасного ринку.

У частині базової мережевої інфраструктури розробка призначена для надійного об'єднання всіх робочих місць адміністративного апарату, фінансово-економічного відділу, менеджерів зі збуту, конструкторів-дизайнерів та виробничих ділянок у цілісну локальну обчислювальну мережу. Це забезпечить миттєвий обмін даними, стабільний спільний доступ до корпоративних серверів, централізованих баз даних та систем бухгалтерського й управлінського обліку.

					2026.КРБ.123.703.07.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		10

Крім того, архітектура мережі розрахована на швидку та безперебійну передачу великих обсягів графічної інформації, специфікацій та цифрових карт розкрою з конструкторського бюро безпосередньо до автоматизованих верстатів із числовим програмним керуванням у виробничих цехах.

Призначенням підсистеми бездротового доступу є забезпечення високої мобільності персоналу та модернізація складської логістики фабрики. Розраховане бездротове покриття на базі сучасних стандартів Wi-Fi із технологією безшовного роумінгу призначене для безперервної інтеграції в загальну мережу мобільних терміналів збору даних, які використовуються на складах сировини та готової продукції. Це дозволить автоматизувати процеси штрихкодування, оперативно відстежувати рух матеріалів, мінімізувати помилки через людський фактор, а також суттєво прискорити проведення інвентаризацій та відвантаження продукції замовникам.

Окремим призначенням бездротової мережі є організація ізольованого гостьового сегмента для забезпечення безпечного доступу до мережі Інтернет для клієнтів та партнерів фабрики під час відвідування шоу-руму.

Впровадження системи корпоративної IP-телефонії на базі програмної АТС призначене для повної модернізації телефонного зв'язку підприємства та радикального зниження витрат на комунікації. Система розрахована на організацію безкоштовного внутрішнього зв'язку між усіма підрозділами фабрики, включаючи територіально віддалені склади чи виробничі майданчики в межах Тернопільської області.

Функціонально IP-АТС призначена для оптимізації взаємодії з клієнтами завдяки впровадженню багаторівневого голосового меню, інтелектуального розподілу черг дзвінків, запису розмов для контролю якості роботи менеджерів, а також для подальшої інтеграції телефонії з CRM-системою підприємства для автоматизації обробки замовлень.

З інженерно-технічної точки зору розробка призначена для логічного розподілу мережевого простору підприємства на віртуальні підмережі з метою ізоляції критично важливих потоків даних та підвищення рівня інформаційної

					2026.КРБ.123.703.07.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		11

безпеки. Мережа також призначена для реалізації механізмів пріоритезації голосового трафіку над іншими видами даних, що гарантує високу якість звуку під час телефонних розмов навіть у моменти пікових навантажень на канали зв'язку.

Спроектована інфраструктура має закладений потенціал масштабованості, що дозволить у майбутньому нарощувати кількість робочих місць, підключати нове обладнання та впроваджувати додаткові мережеві сервіси без необхідності повної перебудови чи заміни базових елементів мережі.

1.1.3 Вимоги до апаратного і програмного забезпечення

Вимоги до апаратного забезпечення проєкту інфраструктури комп'ютерної мережі меблевої фабрики «WoodStyle» визначаються потребою у створенні високопродуктивного, надійного та стійкого до відмов середовища, яке здатне забезпечити безперебійну роботу всіх підрозділів підприємства. Активне мережеве обладнання, що включає маршрутизатори та комутатори рівня ядра, агрегації та доступу, повинно мати підтримку технологій гігабітної передачі даних для виключення затримок під час обміну важкими графічними файлами та конструкторською документацією.

До комутаторів доступу висувається обов'язкова вимога щодо підтримки технології передачі живлення по крученій парі, що необхідно для підключення IP-телефонів та бездротових точок доступу без прокладання окремих силових ліній електромережі.

Бездротові точки доступу мають підтримувати сучасні стандарти зв'язку та функцію централізованого керування для організації безшовного роумінгу на території виробничих цехів та складів, забезпечуючи стабільний зв'язок для мобільних терміналів збору даних.

Апаратна архітектура серверної інфраструктури повинна проєктуватися за принципом резервування критично важливих компонентів, зокрема блоків

					2026.КРБ.123.703.07.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		12

живлення та накопичувачів у складі дискових масивів підвищеної надійності, для запобігання втраті комерційної інформації у разі технічних збоїв.

Обчислювальна потужність серверів має гарантувати швидку обробку транзакцій у базах даних та стабільну роботу сервісів програмної IP-АТС.

Робочі станції користувачів повинні відповідати специфіці їхньої професійної діяльності; так, комп'ютери конструкторсько-дизайнерського бюро потребують потужних багатоядерних процесорів та дискретних графічних адаптерів для роботи з системами автоматизованого проектування.

Мобільні термінали збору даних для складського господарства мають бути виконані у захищеному від пилу та вологи корпусі промислового класу. Усі елементи пасивного обладнання, включаючи кабелі крученої пари, комутаційні панелі та блоки розеток, повинні належати до категорій, що гарантують високу завадостійкість у виробничих умовах та мати достатній запас пропускної здатності на майбутнє.

Вимоги до програмного забезпечення охоплюють комплекс системних, телекомунікаційних, прикладних та захисних програмних засобів, які мають бути ліцензійними, стабільними в експлуатації та підтримувати регулярне оновлення розробниками.

На серверному рівні вимагається розгортання операційних систем корпоративного класу з підтримкою служб каталогів для централізованого керування обліковими записами користувачів, правами доступу та мережевими політиками безпеки.

Програмне забезпечення для організації корпоративної IP-телефонії повинно мати гнучкі інструменти маршрутизації викликів, підтримку багаторівневого інтерактивного голосового меню, функції запису розмов, ведення детальної статистики та відкриті інтерфейси для подальшої інтеграції з корпоративними інформаційними системами.

На клієнтських робочих місцях мають використовуватись сучасні операційні системи, повністю сумісні з офісними пакетами, спеціалізованими програмами для тривимірного моделювання та проектування меблів, а також із

					2026.КРБ.123.703.07.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		13

системами автоматизації бухгалтерського й управлінського обліку лінійки BAS або 1С.

Програмні засоби захисту інформації мають включати інструменти міжмережевого екранування для контролю зовнішнього периметра мережі, антивірусні комплекси з централізованою консоллю керування для захисту кінцевих точок від шкідливого програмного забезпечення, а також спеціалізовані утиліти для моніторингу та аналізу мережевого трафіку, які дозволять адміністраторам оперативно виявляти й усувати аномалії в роботі IT-інфраструктури фабрики.

1.1.4 Вимоги до документації

До документації, що розробляється в межах проєкту інфраструктури комп'ютерної мережі меблевої фабрики «WoodStyle», висуваються жорсткі вимоги щодо її повноти, структурованості, точності та відповідності чинним державним і міжнародним стандартам.

Усі текстові та графічні матеріали мають бути виконані згідно з вимогами Національних стандартів України (ДСТУ), Єдиної системи конструкторської документації (ЕКД) та Єдиної системи програмної документації (ЕСПД).

Головною вимогою до мови виконання є використання державної української мови, чітке дотримання науково-технічного стилю викладу, однозначність формулювань та використання загальноприйнятої комп'ютерної та телекомунікаційної термінології.

До складу проєктно-технічної документації обов'язково має входити комплекс матеріалів, які повністю описують архітектуру створеної мережі. Сюди відносяться пояснювальна записка, яка містить обґрунтування технічних рішень, схеми фізичної та логічної топології мережі, плани архітектурного розміщення обладнання в адміністративних будівлях, цехах та на складах фабрики, а також схеми організації кабельних трас структурованої кабельної системи (СКС).

					2026.КРБ.123.703.07.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		14

Текстова частина повинна містити детальні специфікації активного й пасивного мережевого обладнання, серверів та ліцензій на програмне забезпечення, кабельні журнали із зазначенням схеми маркування ліній, а також розгорнуті таблиці розподілу адресного простору та закріплення віртуальних підмереж за підрозділами.

Важливою складовою є розробка експлуатаційної документації, яка поділяється на керівництва для технічних спеціалістів та інструкції для кінцевих користувачів підприємства.

Для системного адміністратора фабрики мають бути створені покрокові інструкції з інсталяції, початкового налаштування, резервного копіювання та відновлення сервісів, включаючи доменний контролер, DHCP-сервер та програмну IP-АТС. Також документація повинна містити конфігураційні файли або чіткі описи параметрів налаштування комутаторів, маршрутизаторів та бездротових точок доступу.

Для персоналу фабрики, зокрема для працівників складів та офісу, розробляються лаконічні інструкції з користування апаратами IP-телефонії, підключення мобільних терміналів збору даних до бездротової мережі Wi-Fi та базових правил кібергігієни й інформаційної безпеки.

Усі матеріали розробленого проєкту мають бути надані замовнику у двох формах – паперовій та електронній. Друковані примірники повинні бути зброшуровані та оформлені належним чином із наявністю всіх необхідних підписів і специфікацій.

Електронна версія документації має постачатися на цифрових носіях у загальноприйнятих форматах, які піддаються редагуванню, зокрема текстові документи у форматах DOCX та PDF, а графічні схеми, креслення та топології мережі – у форматах DWG (для САПР) або VSDX (для векторних редакторів). Це необхідно для того, щоб у процесі подальшої експлуатації, розширення виробництва чи модернізації фабрики ІТ-персонал міг оперативно вносити зміни до актуальної документації.

.

					2026.КРБ.123.703.07.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		15

1.1.5 Техніко-економічні показники

Техніко-економічні показники проєкту інфраструктури комп'ютерної мережі меблевої фабрики «WoodStyle» визначають фінансову доцільність капіталовкладень та очікуваний комерційний ефект від впровадження розроблених інженерних рішень. Основною вимогою до економічної частини проєкту є досягнення оптимального балансу між вартістю впровадження ІТ-інфраструктури та її продуктивністю, надійністю й безпекою.

Очікувана економічна ефективність від реалізації проєкту формується за рахунок таких ключових факторів:

- зниження телекомунікаційних витрат. Перехід від традиційної аналогової телефонії до корпоративної ІР-телефонії дозволяє повністю скасувати тарифікацію внутрішніх розмов між усіма підрозділами фабрики (включаючи територіально віддалені склади чи виробничі майданчики в Тернопільській області), а також суттєво зменшити витрати на міжміські та міжнародні дзвінки клієнтам і постачальникам завдяки використанню багатоканальних SIP-транків;

- оптимізація складської та логістичної діяльності. Впровадження безшовної системи бездротового доступу (Wi-Fi) для роботи мобільних терміналів збору даних (ТСД) значно скорочує час на проведення інвентаризацій, приймання сировини та відвантаження готових меблів. Це мінімізує фінансові втрати підприємства від пересортиці та помилок, пов'язаних із «людським фактором»;

- підвищення продуктивності праці. Забезпечення стабільного та високошвидкісного (гігабітного) доступу до корпоративних серверів, баз даних, систем обліку (1C/BAS) та систем автоматизованого проєктування (САПР) ліквідує мережеві затримки. Це значно скорочує час простою інженерів, конструкторів та менеджерів під час обробки й передачі великих масивів інформації.

- зниження експлуатаційних витрат. Застосування сучасного керованого обладнання (з підтримкою PoE, VLAN) та засобів централізованого моніторингу зменшує навантаження на технічний персонал (ІТ-відділ), знижує витрати на обслуговування мережі та скорочує час реакції на можливі збої.

					2026.КРБ.123.703.07.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		16

Капітальні витрати на створення мережі обмежуються затвердженим бюджетом підприємства на модернізацію та повинні розраховуватися з урахуванням вартості:

- пасивного обладнання (кабелі крученої пари, патч-панелі, розетки, телекомунікаційні шафи);
- активного мережевого обладнання (маршрутизатори, комутатори, апаратні фаєрволи);
- серверного обладнання та систем безперебійного живлення;
- кінцевого обладнання (апаратні IP-телефони, бездротові точки доступу);
- ліцензій на системне та прикладне програмне забезпечення;
- монтажних та пусконаладжувальних робіт.

Операційні витрати в процесі експлуатації оновленої інфраструктури включатимуть витрати на спожиту електроенергію, абонентську плату інтернет-провайдерам, оплату послуг провайдерів IP-телефонії, а також амортизаційні відрахування на обладнання.

Остаточний розрахунок усіх техніко-економічних показників, складання детального кошторису витрат на науково-дослідну роботу (НДР), визначення собівартості проєкту та обчислення терміну окупності капітальних вкладень (який для інфраструктурних IT-проєктів у виробничому секторі зазвичай становить від 1 до 3 років) має бути наведений у спеціалізованому економічному розділі даної кваліфікаційної роботи.

1.1.6 Стадії та етапи розробки

Розробка проєкту інфраструктури комп'ютерної мережі меблевої фабрики «WoodStyle» здійснюється поетапно, згідно з вимогами державних стандартів щодо проєктування автоматизованих систем, а також відповідно до затвердженого календарного плану виконання дипломної роботи. Весь цикл створення проєкту поділяється на наступні логічні та взаємопов'язані стадії.

					2026.КРБ.123.703.07.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		17

Аналіз об'єкта автоматизації та формування вимог. На цьому етапі проводиться дослідження архітектурних і територіальних особливостей меблевої фабрики в Тернопільській області. Вивчається специфіка роботи офісу, конструкторського бюро, виробничих цехів та логістичних складів. Здійснюється збір початкових даних, виявлення проблемних зон у комунікаціях підприємства та формування базових вимог до майбутньої інфраструктури.

Розробка та затвердження технічного завдання. Етап включає чітке визначення мети та області застосування проєкту. Формулюються детальні технічні вимоги до пасивного кабельного обладнання, активних мережевих пристроїв, серверів, а також до системного й прикладного програмного забезпечення.

Створення технічного та робочого проєкту. Це основна інженерна стадія, під час якої виконується обґрунтування вибору топології та стандартів мережі. Здійснюється підбір конкретних моделей комутаторів, маршрутизаторів, IP-телефонів та точок доступу Wi-Fi. Проєктується схема розподілу IP-адрес, логічна сегментація на віртуальні підмережі (VLAN) та визначається послідовність монтажу.

Імітаційне моделювання та розробка інструкцій. На цій стадії створюється віртуальна модель розробленої мережі в спеціалізованому середовищі Cisco Packet Tracer для перевірки коректності прийнятих архітектурних рішень. Паралельно розробляється комплекс практичних інструкцій для системного адміністратора: налаштування доменного контролера, DHCP, маршрутизації, програмної IP-АТС, точок доступу та механізмів пріоритезації трафіку (QoS).

Техніко-економічне обґрунтування. Проводиться розрахунок усіх капітальних і поточних витрат на впровадження комп'ютерної мережі та телефонії. Складається загальний кошторис, обчислюються амортизаційні відрахування, визначається собівартість проєкту та розраховується очікуваний термін окупності інвестицій для підприємства.

Опрацювання питань охорони праці та безпеки життєдіяльності. Розробляються нормативні заходи та правила техніки безпеки, яких необхідно

					2026.КРБ.123.703.07.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		18

дотримуватися під час виконання монтажних і пусконаладжувальних робіт, а також при подальшій щоденній експлуатації серверного та комутаційного обладнання працівниками фабрики.

Оформлення проєктної документації. Завершальний етап, який передбачає систематизацію всіх отриманих результатів, розрахунків та інструкцій. Формується фінальний текст пояснювальної записки, створюються графічні додатки (плани будівлі з розташуванням обладнання, логічні топології, схеми СКС) відповідно до вимог діючих державних стандартів (ДСТУ) для підготовки до захисту дипломної роботи.

1.1.7 Порядок контролю та прийому

Порядок контролю та прийому результатів розробки проєкту інфраструктури комп'ютерної мережі меблевої фабрики «WoodStyle» визначає процедуру перевірки відповідності виконаних робіт вимогам технічного завдання. Цей процес поділяється на два ключові рівні: академічний контроль (у межах захисту дипломної роботи) та виробничий контроль (у межах потенційного впровадження проєкту на реальному підприємстві).

На етапі академічного контролю перевірка здійснюється керівником дипломної роботи, рецензентами та членами екзаменаційної комісії. Контроль відповідності проєкту нормативним вимогам ДСТУ та технічному завданню виконується під час проходження нормоконтролю та передзахисту. Оцінка працездатності запропонованих архітектурних рішень, схем маршрутизації, розподілу віртуальних підмереж (VLAN) та пріоритезації голосового трафіку (QoS) здійснюється шляхом демонстрації розробленої імітаційної моделі в середовищі Cisco Packet Tracer. Кінцевим етапом прийому на цьому рівні є успішний публічний захист дипломної роботи.

На етапі виробничого контролю та прийому (у разі реалізації проєкту безпосередньо на базі меблевої фабрики «WoodStyle» в Тернопільській області) процедура виконується спеціально створеною комісією, до складу якої входять

					2026.КРБ.123.703.07.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		19

представники замовника (керівництво фабрики, системний адміністратор) та представники виконавця. Прийом робіт здійснюється поетапно:

- контроль пасивної інфраструктури (СКС). Включає візуальний огляд прокладених кабельних трас, комутаційних шаф і розток на відповідність планам будівлі. Обов'язковим етапом є інструментальне тестування ліній крученої пари за допомогою кабельних аналізаторів на відповідність категорії (перевірка на відсутність обривів, коротких замикань та на відповідність стандартам згасання сигналу);

- контроль активного та бездротового обладнання. Передбачає перевірку працездатності комутаторів, маршрутизаторів та точок доступу Wi-Fi. Контролюється коректність ізоляції трафіку через VLAN, робота безшовного роумінгу на складах і в цехах, а також стабільність підключення мобільних терміналів збору даних;

- контроль підсистеми IP-телефонії. Включає тестування якості голосового зв'язку, перевірку відсутності затримок та втрати пакетів при одночасному завантаженні мережі іншим трафіком (перевірка роботи QoS). Також тестується коректність роботи інтерактивного голосового меню (IVR), черг дзвінків та функцій запису розмов;

- контроль безпеки та резервного копіювання. Перевіряється працездатність міжмережевого екрана, ізоляція гостьової мережі Wi-Fi від корпоративних ресурсів, а також налаштування політик створення резервних копій конфігурацій та баз даних IP-АТС і доменного контролера.

Прийом проєкту в експлуатацію завершується проведенням комплексних приймально-здавальних випробувань протягом затвердженого тестового періоду (зазвичай від 3 до 7 робочих днів). У разі відсутності критичних зауважень, збоїв у роботі сервісів та за умови надання повного комплексу технічної і робочої документації, сторонами підписується «Акт прийому-передачі виконаних робіт», що засвідчує успішне введення інфраструктури комп'ютерної мережі та IP-телефонії в промислову експлуатацію.

.

					2026.КРБ.123.703.07.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		20

1.2 Формулювання завдання на розробку проєкту мережі. Загальна характеристика меблевої фабрики «WoodStyle»

Важливим етапом проєктування інформаційно-комунікаційної інфраструктури є детальний аналіз об'єкта автоматизації. Приватне підприємство «Меблева фабрика “WoodStyle”», розташоване в місті Тернопіль, є високо-технологічним виробничим комплексом із повним циклом обробки деревини та виготовлення готової продукції. Проєктне рішення передбачає консолідацію всіх служб фабрики в межах єдиної двоповерхової будівлі, що дозволяє оптимізувати топологію структурованої кабельної системи (СКС) та централізувати керування мережею.

Перший поверх будівлі безпосередньо пов'язаний із виробничими процесами, складською логістикою та взаємодією з клієнтами. Зона реєстрації та демонстраційного залу (шоу-руму) є першою точкою контакту з відвідувачами та великими оптовими замовниками. Тут функціонують два робочих місця (секретар та менеджер-консультант), завдання яких охоплюють презентацію продукції, оформлення первинних заявок та координацію візитів.

Найбільшу площу першого поверху займає виробничий цех. Це високоавтоматизована зона, де розгорнуто чотири важкі верстати з числовим програмним керуванням (ЧПК), що виконують точний розкрій, фрезерування та крайкування матеріалів. Для оперативного контролю виробничих планів безпосередньо в цеху облаштовано два робочих місця майстрів змін, які використовують захищені промислові ПК.

Суміжно з виробництвом розташоване складське господарство, розділене на дві технологічні зони:

- склад сировини, де зберігається плитні матеріали, масив деревини, лакофарбова продукція, фурнітура;
- склад готової продукції, підготовленої до відвантаження.

В логістичному секторі працюють два комірники за стаціонарними робочими місцями. Для динамічного обліку, приймання та відвантаження товарів

					2026.КРБ.123.703.07.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		21

використовуються чотири мобільні термінали збору даних (ТСД), які потребують стабільного бездротового зв'язку.

Повний перелік пристроїв першого поверху, що підлягають підключенню, адресації та розподілу за підмережами, наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Загальний перелік кінцевих вузлів першого поверху будівлі меблевої фабрики «WoodStyle»

Структурний підрозділ (відділ)	Тип кінцевого вузла мережі	К-сть, шт.	Фізичний тип підключення
Шоу-рум та рецепція	Персональний комп'ютер	2	Провідний
	Апаратний IP-телефон	2	Провідний
	Точка доступу Wi-Fi	1	Провідний
Виробничий цех	Автоматизовані верстати з ЧПК	4	Провідний
	Промисловий ПК майстра	2	Провідний
	Промислова точка доступу Wi-Fi	2	Провідний
Складське господарство	Персональний комп'ютер	2	Провідний
	Апаратний IP-телефон	2	Провідний
	Термінал збору даних	4	Бездровідний
	Точка доступу Wi-Fi	2	Провідний
Разом на 1 поверсі		24	

Другий поверх будівлі є адміністративно-управлінським центром фабрики. Кабінети керівництва (кабінет генерального директора, заступника з комерційних питань та приймальня) утворюють три робочих місця, які потребують безперебійного доступу до аналітичної та управлінської інформації.

Бухгалтерія та фінансовий відділ налічують чотири робочих місця. Специфіка цього підрозділу вимагає підвищеного захисту інформації, оскільки тут здійснюється обробка персональних даних, взаємодія з банківськими установами, податковими сервісами та робота з корпоративними базами даних.

Для друку звітності та фінансових документів у відділі встановлено спільний мережевий багатофункціональний пристрій (БФП).

Відділ маркетингу та збуту є найбільш динамічним підрозділом, що налічує вісім робочих місць менеджерів із продажу. Ефективність їхньої роботи прямо залежить від якості зовнішнього зв'язку та швидкості доступу до CRM-системи. Для забезпечення друку маркетингових матеріалів та договорів у відділі передбачено мережевий принтер.

Конструкторсько-дизайнерське бюро складається з п'яти робочих місць інженерів-конструкторів. Вони використовують спеціалізовані високопродуктивні робочі станції для тривимірного моделювання меблів у системах САПР (CAD/CAM). Для виведення на друк великоформатних креслень, карт розкрою та шаблонів у бюро інтегровано мережевий інженерний плоттер.

Окреме місце в структурі другого поверху посідає служба охорони праці та безпеки життєдіяльності. Робоче місце інженера з охорони праці оснащено стаціонарним ПК та IP-телефоном для ведення журналів інструктажів, розробки внутрішніх інструкцій та моніторингу відповідності виробництва державним нормам безпеки.

Оскільки його обов'язки пов'язані з регулярним інспектуванням цехів та складів, для нього додатково передбачено бездротовий вузол – мобільний планшет із доступом до внутрішньої мережі Wi-Fi, що дозволяє фіксувати порушення чи перевіряти стан обладнання на місці.

Для забезпечення бездротового зв'язку на підприємстві розгортається мережа точок доступу Wi-Fi під керуванням єдиного контролера. На першому поверсі монтується одна точка в шоу-румі, дві промислові точки у виробничому цеху (з урахуванням високого рівня завад та пилу) та три точки на складах для безшовного роумінгу ТСД. На другому поверсі встановлюється одна точка доступу для покриття адміністративних кабінетів.

На основі детального аналізу структури підрозділів меблевої фабрики «WoodStyle» та класифікації інформаційних потоків сформовано повну специфікацію кінцевих вузлів мережі. Усі робочі місця, де встановлено

					2026.КРБ.123.703.07.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		23

комп'ютер та телефон, підключаються за гібридною схемою через один фізичний порт комутатора, що дозволяє раціонально використовувати ресурси кабельної системи та активного обладнання.

Повний перелік пристроїв другого поверху, що підлягають підключенню, адресації та розподілу за підмережами, наведено в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Загальний перелік кінцевих вузлів другого поверху будівлі меблевої фабрики «WoodStyle»

Структурний підрозділ (відділ)	Тип кінцевого вузла мережі	К-сть, шт.	Фізичний тип підключення
Кабінети керівництва	Персональний комп'ютер	3	Провідний
	Апаратний IP-телефон	3	Провідний
	Точка доступу Wi-Fi	1	Провідний
Бухгалтерія та фінанси	Персональний комп'ютер	4	Провідний
	Апаратний IP-телефон	4	Провідний
	Мережевий БФП (принтер)	1	Провідний
Відділ маркетингу та збуту	Персональний комп'ютер	8	Провідний
	Апаратний IP-телефон	8	Провідний
	Мережевий принтер	1	Провідний
Конструкторське бюро	Робоча станція САПР (ПК)	5	Провідний
	Апаратний IP-телефон	5	Провідний
	Мережевий інженерний плоттер	1	Провідний
Служба охорони праці	Персональний комп'ютер (ПК)	1	Провідний
	Апаратний IP-телефон	1	Провідний
	Планшет мобільного аудиту	1	Бездротове
Разом на 2 поверсі		47	
Разом по фабриці		71	

Отже, згідно даних таблиці 1.1 та таблиці 1.2 в єдину мережу меблевої фабрики «WoodStyle» потрібно об'єднати 24 пристроїв на першому поверсі та 47 – другим. Разом 71 мережевий вузол.

Функціонування меблевої фабрики «WoodStyle» супроводжується безперервним обміном інформацією між її підрозділами, зовнішніми контрагентами та державними структурами. Залежно від функціонального призначення, обсягу даних та вимог до затримок, усі інформаційні потоки підприємства поділяються на чотири основні класи.

Управлінсько-адміністративні інформаційні потоки. Цей клас потоків забезпечує операційну діяльність офісу, бухгалтерії та керівництва. Він включає обмін документами через систему електронного документообігу (СЕД), роботу з базами даних BAS/1С, відправку податкової звітності, роботу з банківськими клієнтами (клієнт-банк), а також взаємодію через корпоративну електронну пошту та мережу Інтернет.

Ці потоки характеризуються середньою інтенсивністю та значною важливістю для бізнесу. Головними вимогами до них є високий рівень конфіденційності, цілісності даних та захист від несанкціонованого доступу. Для цього в проєкті передбачено логічну ізоляцію цих даних усередині окремих віртуальних підмереж (для адміністрації та для бухгалтерії).

Виробничо-технологічні інформаційні потоки. Даний тип потоків виникає між конструкторсько-дизайнерським бюро та виробничим цехом. Інженери-конструктори генерують великі за обсягом файли тривимірних моделей меблів, специфікації фурнітури та цифрові карти розкрою плитних матеріалів. Ці дані передаються з робочих станцій другого поверху на сервери зберігання файлів, а звідти – безпосередньо на автоматизовані верстати з ЧПК у виробничому цеху для виконання програм порізки чи фрезерування.

Ці потоки мають пульсуючий характер (передача великих масивів даних у моменти запуску нових моделей у виробництво). Основними вимогами тут є висока пропускна здатність каналів зв'язку (гігабітні лінії Gigabit Ethernet) та мінімальна ймовірність спотворення пакетів даних, що забезпечується

					2026.КРБ.123.703.07.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		25

використанням якісного пасивного обладнання та екранованого кабелю в зоні цеху.

Логістично-операційні інформаційні потоки. Цей клас даних обслуговує складське господарство та процеси обліку матеріальних цінностей. Потік формується в момент сканування штрихкодів сировини або готової продукції за допомогою мобільних ТСД. Дані з терміналів через бездротові точки доступу Wi-Fi передаються на сервер бази даних для миттєвого оновлення залишків на складах, формування накладних або підготовки замовлень до відвантаження. Сюди ж відносяться потоки даних від планшета інженера з охорони праці під час проведення мобільних перевірок.

Головною вимогою до цього типу трафіку є безперервність з'єднання та миттєвий відгук системи. Мережа повинна підтримувати технологію безшовного роумінгу, щоб при переміщенні працівника між складами та цехами сесія зв'язку не переривалася, а дані не втрачалися.

Голосові та мультимедійні інформаційні потоки (VoIP). Даний тип трафіку генерується апаратними IP-телефонами всіх підрозділів фабрики, а особливо – відділом маркетингу та збуту і рецепцією. Він включає внутрішні розмови між співробітниками, вхідні дзвінки від клієнтів, які надходять через багатоканальні лінії SIP-транків, та маршрутизацію викликів через інтерактивне голосове меню (IVR) сервера IP-АТС.

Особливістю голосового трафіку є його чутливість до затримок (Delay), коливань затримок (Jitter) та втрати пакетів (Packet Loss). Навіть незначні збої в мережі призводять до погіршення якості звуку або розриву зв'язку. Для забезпечення бездоганної якості мовлення голосовий трафік повністю ізолюється в окрему підмережу, а на всіх комутаторах впроваджуються механізми пріоритезації трафіку QoS (Quality of Service), які надають голосу найвищий пріоритет над усіма іншими типами даних на підприємстві.

					2026.КРБ.123.703.07.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		26

2 РОЗРОБКА ТЕХНІЧНОГО ТА РОБОЧОГО ПРОЕКТУ

2.1 Аналіз та обґрунтування вибору топології та технології мережі

Проект розгортання мережі для меблевого підприємства «WoodStyle» вимагає комплексного підходу до вибору її архітектурної побудови. На етапі технічного проектування визначальним фактором є вибір фізичної та логічної топології, а також базової технології передачі даних.

Оскільки проектувана мережа має об'єднати 71 кінцевий вузол, розподілений між виробничим цехом, складськими приміщеннями та адміністративним апаратом, обране інженерне рішення повинно гарантувати високий рівень відмовостійкості, захист від промислових завад та можливість гнучкого масштабування інфраструктури.

У процесі аналізу можливих варіантів архітектоніки мережі було розглянуто кілька класичних типів топології, оцінка яких здійснювалася крізь особливості деревообробного та меблевого виробництва.

Першим із розглянутих варіантів була лінійна топологія типу «шина». Основними перевагами такої схеми є мінімальні витрати на кабельну продукцію та простота монтажу, оскільки всі пристрої підключаються до єдиного магістрального каналу.

Проте для умов меблевої фабрики цей варіант є абсолютно неприйнятним через низьку живучість. Обрив магістрального кабелю в будь-якій точці виробничого цеху, наприклад, внаслідок механічного пошкодження під час транспортування сировини, призведе до повного паралічу як виробничих верстатів із ЧПК, так і адміністративних служб. Крім того, за наявності понад сімдесяти вузлів у такій мережі неминуче виникатимуть колізії, що призведе до критичного падіння швидкості передачі даних.

Альтернативним рішенням могла б стати топологія типу «кільце», де дані передаються послідовно між суміжними вузлами за допомогою спеціального маркера. Така схема забезпечує чітко детермінований час доставки пакетів, що є корисним для автоматизованих систем керування.

					2026.КРБ.123.703.07.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		27

Незважаючи на відсутність колізій, кільцева топологія має аналогічний недолік – вихід з ладу мережевого інтерфейсу одного комп'ютера або розрив лінії призводить до зупинки всього підприємства. Більше того, будь-яка модернізація, додавання нового робочого місця в конструкторському бюро чи відділі маркетингу вимагатиме тимчасового вимкнення всієї мережі, що зумовлює значні технологічні простої та фінансові збитки для фабрики.

Для досягнення максимальної надійності в інженерній практиці іноді застосовують повнозв'язну або комірчасту топологію (mesh), де кожен пристрій має пряме з'єднання з усіма іншими вузлами. Безумовно, така архітектура забезпечує абсолютну відмовостійкість, адже вихід з ладу більшості ліній зв'язку не перериває обмін даними завдяки наявності дублюючих маршрутів.

Проте впровадження повнозв'язної схеми для 71 вузла є економічно та технічно необґрунтованим. Це вимагатиме прокладання надзвичайно великої кабельних ліній та встановлення на кожному офісному комп'ютері чи IP-телефоні великої кількості мережевих плат, що призведе до надмірного подорожчання проєкту без реальної практичної потреби на рівні кінцевих користувачів.

У сучасних мережах стандартом де-факто при проектуванні мереж є вибір топології «зірка». У межах цієї схеми кожен кінцевий вузол мережі підключається окремим виділеним кабелем безпосередньо до одного центрального комутаційного пристрою.

Головною перевагою такої конфігурації є ізоляція ліній зв'язку: пошкодження провідника або вихід з ладу мережевої плати конкретного комп'ютера жодним чином не впливає на працездатність інших учасників обміну. Пошук та локалізація несправностей у «простій зірці» триває мінімальний час, оскільки кожен порт комутатора чітко асоційований із конкретною розеткою.

Однак застосування «зірки» у масштабах фабрики «WoodStyle» натрапляє на серйозні географічні та конструктивні обмеження. За наявності 71 пристрою, територіально розкиданого на два поверхи великої промислової будівлі, концепція одного центрального комутатора призведе до екстремального перевитрачання кабельної продукції.

					2026.КРБ.123.703.07.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		28

Мідні кабелі від кожного верстата ЧПК, кожного складського ТСД та кожної Wi-Fi точки з першого поверху довелося б тягнути через міжповерхове перекриття безпосередньо в єдину стійку на другому поверсі. Окрім значного здорожчання монтажних робіт, це створило б значні кабельні траси, які фізично важко закласти у стінові канали, а довжина деяких ліній від дальніх кутів виробничого цеху та складів підійшла б до критичної межі у 100 метрів, визначеної стандартами для мідної крученої пари.

Ураховуючи проведені зіставлення, найбільш оптимальним і технічно виправданим вибором для меблевої фабрики «WoodStyle» є топологія «ієрархічна зірка», або деревоподібна структура. За такої організації кожне робоче місце та виробничий верстат підключаються окремим променем до комутатора свого рівня, а самі комутатори зводяться до центрального комутаційного вузла, розташованого в ізольованій серверній кімнаті.

Головною перевагою цього підходу є локалізація несправностей: випадкове пошкодження кабелю на складі чи в цеху вимкне лише один конкретний пристрій, тоді як решта мережі функціонуватиме у штатному режимі. Ця топологія дозволяє централізовано керувати трафіком, впроваджувати віртуальні локальні мережі (VLAN) для ізоляції технологічних процесів від загального офісного контуру, а також легко масштабувати мережу шляхом додавання нових комутаторів без зупинки виробництва.

Організація ієрархічних рівнів доступу дозволяє гнучко ізолювати різні типи даних. Так, робочі місця вищого керівництва, приймальні та сектору маркетингу об'єднуються у мережу управління підприємством MGMT_ADMIN.

Фінансові операції, конфіденційні бази даних та робочі станції планово-економічного відділу виділяються у спеціалізований сегмент FIN_BUH, який закривається окремими політиками міжмережевого екрана. Найбільш ресурсомісткий офісний трафік інженерів-конструкторів, пов'язаний із передаванням об'ємних тривимірних креслень, локалізується всередині мережі розробки та дизайну ENG_CAD.

					2026.КРБ.123.703.07.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		29

Особлива увага в архітектурі приділяється першому поверху фабрики, де технологічні та логістичні процеси потребують підвищеного захисту від зовнішнього втручання. Трафік промислових верстатів із ЧПК та терміналів цехових майстрів замикається всередині виробничої підмережі PROD_CNC, що повністю ізолює чутливу промислову автоматику від офісного контуру та можливих вірусних загроз.

Робота складів сировини та готової продукції, яка базується на використанні бездротових терміналів збору даних, координується підмережею складської логістики LOG_WAREHOUSE. Нарешті, для обслуговування засобів зв'язку, мультимедійної IP-телефонії та бездротових точок доступу розгортаються окремі технологічні сегменти CORP_VOICE, WIFI_INTERNAL та ізольована гостьова мережа WIFI_GUEST, що дозволяє реалізувати механізми пріоритезації трафіку (QoS) та гарантувати високу якість корпоративного зв'язку.

Для систематизації архітектури логічних підмереж та їх детального представлення в графічній або табличній частині дипломного проєкту розроблено зведену специфікацію сегментації мережі.

Таблиця 2.1 – Специфікація та функціональне призначення віртуальних підмереж (VLAN) підприємства

VLAN ID	Назва VLAN	Функціональне призначення
1	2	3
10	MGMT_ADMIN	Забезпечує роботу робочих місць директора, заступника, секретаря,
15	FIN_BUH	Ізольований сегмент для головного бухгалтера та бухгалтерів.
20	ENG_CAD	Робочі станції інженерів-конструкторів КБ та мережевий плоттер формату A1.

Продовження таблиці 2.1

1	2	3
25	MARKETING_SALES	Об'єднує 8 робочих станцій та 8 IP-телефонів відділу маркетингу та збуту та один мережевий принтер
30	PROD_CNC	Об'єднує чотири промислові верстати з ЧПК та робочі місця майстрів цеху.
35	SHOWROOM	Об'єднує 2 ПК із 2 IP-телефонами консультантів шоу-руму та 1 точку доступу
40	LOG_WAREHOUSE	Обслуговує робочі місця комірників та мобільні термінали збору даних (ТСД) на складах сировини та готової продукції.
50	CORP_VOICE	Виділений сегмент для всіх стаціонарних IP-телефонів фабрики.
60	WIFI_INTERNAL	Забезпечує роботу бездротового планшета інженера з охорони праці та внутрішніх ноутбуків персоналу
99	WIFI_GUEST	Ізольована гостьова мережа для відвідувачів виставкового залу.

Паралельно з вибором топології було здійснено аналіз базових технологій передачі даних, які формують фізичний та канальний рівні мережі. Використання застарілого стандарту Fast Ethernet із пропускною здатністю до 100 Мбіт/с було відхилено на початковому етапі. Хоча таке обладнання є найдешевшим, воно не здатне забезпечити сучасні потреби підприємства.

Конструкторсько-дизайнерське бюро фабрики активно працює з важкими тривимірними моделями меблів у системах автоматизованого проектування (САПР). Передавання таких масивів даних, а також великих карт розкрою плитових матеріалів на верстати через канали 100 Мбіт/с створюватиме штучні затримки та черги пакетів, уповільнюючи роботу всього інженерного складу.

Натомість як основну провідну технологію для робочих місць користувачів та обладнання з ЧПК було обрано Gigabit Ethernet (стандарт IEEE 802.3ab), що забезпечує швидкість до 1 Гбіт/с. Дане рішення повністю задовольняє вимоги щодо пропускну здатності для САПР, систем корпоративного обліку та мультимедійного трафіку IP-телефонії.

Важливим інженерним аспектом є використання для ліній першого поверху екранованого кабелю крученої пари категорії Cat6 STP. Оскільки у виробничому цеху функціонують потужні електродвигуни промислових верстатів, вони створюють сильні електромагнітні наведення. Застосування екранованого кабелю дозволяє нівелювати вплив промислових завад і гарантує стабільну передачу сигналів.

Додатково технологія підтримує стандарт Power over Ethernet (PoE), що спрощує розгортання засобів зв'язку та бездротового доступу без прокладання окремих силових ліній живлення.

Для виключення виникнення так званих «пляшкових горл» (backbone bottlenecks) на рівні ядра мережі, у проєкті обґрунтовано часткове застосування технології 10-Gigabit Ethernet (IEEE 802.3an). Магістральний канал (Uplink), який піднімається через вертикальний кабельний стояк від комутатора першого поверху до головного комутатора ядра в серверній кімнаті, функціонуватиме саме на швидкості 10 Гбіт/с. Це дозволить безперешкодно агрегувати та передавати весь сумарний трафік від верстатів, складських терміналів та шоу-руму до центральних серверів.

З метою забезпечення мобільності персоналу та автоматизації складської логістики провідна інфраструктура доповнюється бездротовою технологією стандарту Wi-Fi 6 (IEEE 802.11ax). Аналіз умов роботи складів сировини та готової продукції показав, що використання стаціонарних комп'ютерів є неефективним через велику площу приміщень.

Впровадження Wi-Fi 6 у діапазонах 2.4 та 5 ГГц із підтримкою технологій MU-MIMO та OFDMA дозволяє розгорнути систему безперебійного зчитування штрихкодів за допомогою мобільних терміналів збору даних

					2026.КРБ.123.703.07.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		32

(ТСД). Завдяки налаштуванню протоколів безшовного роумінгу (802.11r/k/v), комірники можуть вільно переміщатися складом без ризику розриву сесії зв'язку з базою даних.

Бездротовий сегмент також закриває потребу інженера з охорони праці у проведенні мобільних аудитів за допомогою планшета та забезпечує ізольований гостьовий доступ для клієнтів у зоні шоу-руму.

Таким чином, запропонована гібридна модель, представлена на рисунку 2.1, що поєднує топологію «ієрархічна зірка», магістралі 10-Gigabit Ethernet, клієнтські лінії Gigabit Ethernet на базі кабелю Cat6 STP та бездротову мережу Wi-Fi 6, є оптимальним інженерним рішенням.

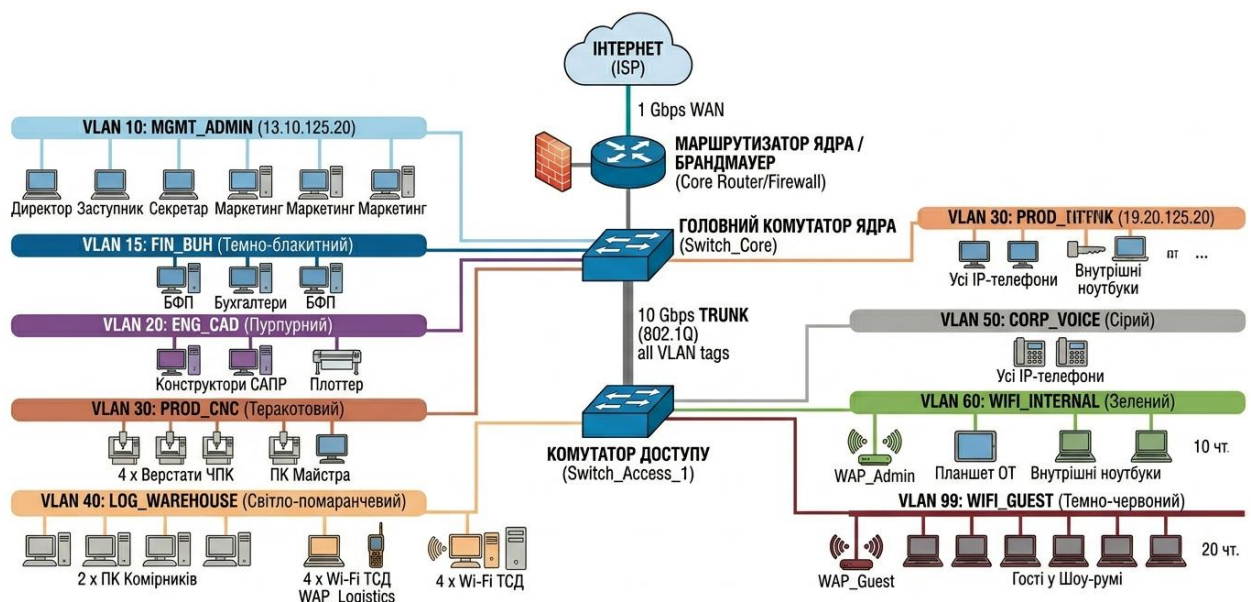


Рисунок 2.1 – Гібридна топологія мережі меблевої фабрики «WoodStyle»

Вона забезпечує високу надійність, захист від завад і повністю відповідає сучасним вимогам меблевої фабрики «WoodStyle».

2.2 Обґрунтування вибору комунікаційного обладнання

Вибір комунікаційного обладнання здійснювався на основі розрахованої щільності робочих місць, просторового розділення об'єкта на два поверхи, логічної сегментації на віртуальні підмережі, а також із урахуванням жорстких умов промислового середовища виробничого цеху.

Комплектація інфраструктури розділена на пасивну складову, яка формує фізичні канали зв'язку, та активні пристрої, що забезпечують комутацію, маршрутизацію, фільтрацію та пріоритезацію інформаційних потоків.

2.2.1 Вибір пасивного обладнання

Пасивне обладнання є основою структурованої кабельної системи (СКС) підприємства, від фізичної якості якої залежить загасання сигналу, рівень перехресних завад та довговічність експлуатації мережі під впливом зовнішніх чинників. Основним елементом горизонтальної та магістральної підсистем виступає мережевий кабель.

З метою підтримки національного виробника, оптимізації кошторису проєкту та забезпечення високої експлуатаційної якості, як базового постачальника кабельної продукції в проєкті обрано провідний український завод «Одескабель», продукція якого повністю сертифікована за міжнародними стандартами ISO/IEC 11801 та EN 50173.

Для організації провідних ліній другого поверху (адміністрація, бухгалтерія, маркетинг, конструкторське бюро), де відсутні джерела інтенсивних електромагнітних завад, обрано неекранований мідний кабель крученої пари типу U/UTP категорії 6 марки ОДЕСКАБЕЛЬ КПВ-ВП (250) 4x2x0,57.

Цей кабель має монолітні жили з чистої електротехнічної міді діаметром 0,57 мм (23 AWG), оболонку з полівінілхлориду (ПВХ) та внутрішній пластиковий хрестоподібний сепаратор, який ізолює пари одну від одної. Така конструкція дозволяє впевнено підтримувати передачу даних на швидкості до 1 Гбіт/с на відстані до 100 метрів та мінімізує міжканальні наведення, що дуже важливо для стабільної роботи інженерних станцій САПР.

Для першого поверху (виробничий цех, склади сировини та готової продукції), де пускові струми промислових деревообробних верстатів створюють сильні наведення, обрано екрановану кручену пару типу F/UTP категорії 6 марки ОДЕСКАБЕЛЬ КПВЕ-ВП (250) 4x2x0,57. Дана модифікація оснащена загальним екраном з алюмополімерної стрічки (фольги) та

					2026.КРБ.123.703.07.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		34

дренажним залудженим дротом. За умови правильного підключення до заземлювального контуру комутаційної шафи, такий екран повністю нівелює вплив імпульсних промислових завад, захищаючи пакети даних під час передачі керуючих карт розкрою на верстати з ЧПК.

Розрахунок необхідної кількості кабелю базувався на загальній кількості вузлів, яка для першого поверху становить 24 одиниць, що включає верстати, кабінети шоу-руму, склади та бездротові точки. При середній довжині горизонтальної траси у 40 метрів з урахуванням технологічного запасу на обробку, необхідно приблизно 960 метрів екранованого кабелю F/UTP (3 бухти по 305 м).

Для другого поверху, де розташовано 47 робочих місць, при середній довжині траси 30 метрів, загальна потреба складає близько 1410 метрів кабелю U/UTP (5 бухт).

Магістральний зв'язок між комутаційними центрами реалізується за допомогою багатомодового оптичного кабелю ОКБ-В-4G50/125-ОМ3, що забезпечує швидкість 10 Гбіт/с та надійну ізоляцію офісної частини від наведень виробничої зони. Цей кабель містить 4 багатомодові волокна стандарту ОМ3 в щільному буферному покритті (Tight Buffer), захищений шаром арамідних зміцнюючих ниток та вогнестійкою безгалогенною оболонкою (LSZH), що не виділяє токсичного диму при пожежі. Оптичне волокно типу ОМ3 дозволяє передавати дані на швидкості 10 Гбіт/с за допомогою лазерних приймачів на відстань до 300 метрів, що повністю покриває архітектурні габарити фабрики із величезним запасом пропускної здатності на майбутнє.

Організація головного комутаційного вузла (MDF) у серверній кімнаті на другому поверсі вимагає встановлення шафи підвищеної ємності, оскільки вона одночасно обслуговує 47 локальних вузлів та виконує роль ядра мережі.

У кросовій шафі MDF розміщуються:

- дві патч-панелі DIGITUS Cat.6 UUTP по 24 порти кожна (2U) для обслуговування другого поверху, одна оптична патч-панель ODF (1U),
- два стійкові сервери (4U), маршрутизатор ядра та центральний комутатор (2U),

					2026.КРБ.123.703.07.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		35

- блоки розеток та кабельні організатори (3U), а також джерело безперебійного живлення (2U).

Сумарна зайнята ємність у 14 юнітів обумовлює вибір підлогової шафи 19" заввишки 24U моделі CMS 19" 24U 600x800.

Висота у 24 юніти дозволяє вільно розмістити обладнання, забезпечити ефективне охолодження та залишити технологічний запас для встановлення додаткового дискового масиву чи комутатора.

Для організації головного комутаційного центру (MDF) на другому поверсі обрано підлогову шафу EServer 600x600x907 артикул ES-E1860B (див. рис. 2.2).



Рисунок 2.2 – Зовнішній вигляд комутаційної шафи EServer 600x600x907 артикул ES-E1860B

Ця модель має посилений сталевий каркас, що витримує статичне навантаження до 800 кг, та перфоровані двері, які сприяють ефективному відведенню тепла від серверів. Глибина 600 мм дозволяє вільно розмістити в ній не лише комутаційне обладнання, а й повнорозмірні стійкові сервери та джерело безперебійного живлення.

Комутація мідних кабельних ліній усередині шаф здійснюється за допомогою крос-панелей. На другому поверсі в шафу MDF встановлюються

					2026.КРБ.123.703.07.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		36

дві 24-портові неекрановані патч-панелі серії DIGITUS 1U Cat.6 UUTP (модель DN-91624U). Її зовнішній вигляд представлено на рисунку 2.3.

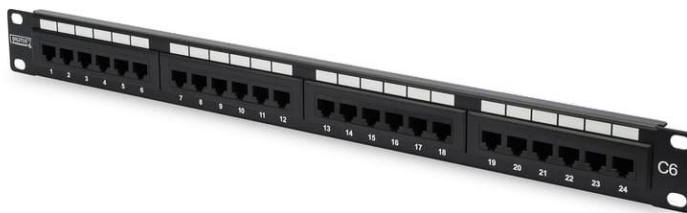


Рисунок 2.3 – Зовнішній вигляд патч-панелі DIGITUS DN-91624U

Для виробничої зони (вузол IDF) обрано спеціалізовану настінну шафу Mirsan 19" 12U 600x600 серії IP54 (див. рис. 2.4). Її конструкція передбачає наявність гумових ущільнювачів на дверях та герметичних кабельних вводів, що є необхідною умовою для захисту активних пристроїв від дрібного деревного пилу та вологи, характерних для меблевого виробництва.



Рисунок 2.4 – Зовнішній вигляд комутаційної шафи Mirsan 19" 12U 600x600 серії IP54

Для першого поверху в шафу IDF встановлюється 24-портова екранована патч-панель DIGITUS 1U Cat.6 FTP (модель DN-91624S), конструкція якої має спільну заземлювальну шину для відведення наведених струмів з екранів кабелів ОДЕСКАБЕЛЬ F/UTP.

Усередині шафи розміщується одна екранована патч-панель DIGITUS Cat.6 FTP на 24 порти (1U), комутатор доступу (1U), оптична полиця для

					2026.КРБ.123.703.07.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		37

магістралі (1U) та організатори. Зайнятість у 5-6 юнітів у 12-юнітовій шафі є оптимальною для промислових умов, забезпечуючи зручність обслуговування та циркуляцію повітря.

Магістральний зв'язок між шафами забезпечує оптична патч-панель ODF 19" 1U (CMS-ODF-1U-24SC) (див. рис.2.5), укомплектована дуплексними адаптерами LC, що дозволяє організувати надійне з'єднання по багатомодовому волокну OM3.

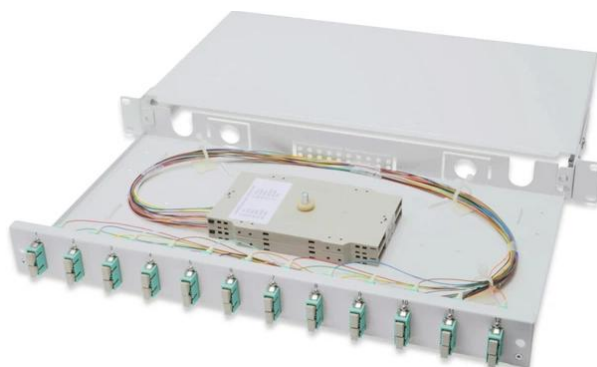


Рисунок 2.5 – Зовнішній вигляд патч-панелі ODF CMS-ODF-1U-24SC

Кінцеві розетки користувачів реалізовані за модульним принципом із використанням внутрішніх коробок CMS (UA-SBB2) та вставок Keystone.

В офісній зоні застосовано модулі Digitus Cat.6 RJ45 (DN-93601) з безінструментальним типом монтажу, а у виробничій – повністю екрановані модулі Digitus Cat.6 Shielded (DN-93612) у металевому корпусі.

Для комутації обладнання у шафах використовуються патч-корди Digitus Cat.6 S-FTP (серія DK-1644-010) з литими ковпачками та захистом клямки, що запобігає випадковому від'єднанню кабелю при проведенні технічного обслуговування.

Обраний перелік моделей забезпечує цілісність системи заземлення та високу продуктивність мережі протягом усього терміну експлуатації.

Лінійне прокладання кабельних трас по будівлі здійснюється всередині металевих перфорованих лотків серії SCaT по стелі першого поверху та в негорючих пластикових ПВХ-кабель-каналах торговельної марки Koros

вздовж стін офісних приміщень, що гарантує пожежну безпеку та естетичний вигляд структурованої кабельної системи меблевої фабрики.

2.3.2 Вибір активного обладнання

Активне мережеве обладнання є інтелектуальним ядром інформаційної системи меблевої фабрики «WoodStyle», оскільки саме воно відповідає за обробку інформаційних пакетів, забезпечення безпеки передачі даних та динамічний розподіл ресурсів між підрозділами.

Активна складова повинна виконувати комутацію на другому рівні моделі OSI для локального обміну даними, маршрутизацію на третьому рівні для зв'язку між віртуальними підмережами (VLAN) та фільтрацію трафіку на рівні прикладних програм для захисту від кіберзагроз.

Ураховуючи розраховану щільність вузлів (24 на першому поверсі та 47 на другому), обране обладнання повинно мати значний запас продуктивності комутаційної матриці, підтримувати технологію Power over Ethernet (PoE) для живлення периферії та забезпечувати високу швидкість на магістральних стиках. Крім того, наявність виробничих верстатів із ЧПК та фінансових баз даних вимагає впровадження рішень із централізованим керуванням, що дозволяють адміністратору миттєво реагувати на аномалії в трафіку та налаштовувати пріоритезацію трафіку (QoS) для IP-телефонії.

Виходячи з цих вимог, центральним вузлом безпеки та точкою входу зовнішнього каналу Інтернет у проєкті обрано міжмережевий екран наступного покоління Cisco Firepower 1010 (FPR1010-ASA-K9), зовнішній вигляд якого представлено на рисунку 2.6.



Рисунок 2.6 – Зовнішній вигляд міжмережевого екрана Cisco Firepower 1010

					2026.КРБ.123.703.07.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		39

Вибір цієї моделі замість звичайного маршрутизатора зумовлений необхідністю глибокої інспекції пакетів (DPI) та захисту промислового контуру від вторгнень. Завдяки високій пропускній здатності та підтримці сучасних алгоритмів шифрування, Firepower 1010 надійно ізолює бухгалтерський сегмент та виробничі верстати від публічного сегмента шоу-руму.

Цей пристрій також виконує функцію маршрутизації між VLAN, виступаючи шлюзом за замовчуванням для всієї інфраструктури, що дозволяє реалізувати гнучкі політики доступу (ACL) та гарантувати, що трафік із зони Wi-Fi для гостей ні за яких умов не потрапить у внутрішню мережу підприємства.

На рівні агрегації та доступу другого поверху, де сконцентровано 47 робочих місць, встановлюється керований комутатор Cisco Business 350-48P-4X (CBS350-48P-4X), зовнішній вигляд якого представлено на рисунку 2.7.



Рисунок 2.7 – Зовнішній вигляд комутатора Cisco Business 350-48P-4X

Його вибір є важливим рішенням, оскільки наявність 48 гігабітних портів дозволяє підключити всі існуючі станції адміністрації та конструкторського бюро з мінімальним резервом, а чотири порти SFP+ на швидкості 10 Гбіт/с забезпечують безперешкодний зв'язок із ядром та серверами.

Підтримка технології PoE+ на всіх портах комутатора є важливим для живлення IP-телефонів бухгалтерії та точки доступу без розгортання окремої електричної мережі. Дана модель комутатора має потужний функціонал Layer 3, що розвантажує центральний маршрутизатор, виконуючи статичну

маршрутизацію всередині локального сегмента, що суттєво знижує затримки при роботі з важкими графічними моделями меблів у системах САПР.

Для обслуговування першого поверху, де розташовано 24 вузли, обрано комутатор Cisco Business 350-48P-4X (ідентичної моделі до другого поверху) або його 24-портову модифікацію CBS350-24P-4X. Проте, враховуючи необхідність підключення 24 стаціонарних вузлів (верстати, ПК майстрів, шоу-рум) та додатково п'яти бездротових точок доступу, загальна кількість портів перевищує стандартні 24. Тому використання 48-портової моделі на першому поверсі є технічно виправданим, оскільки воно створює необхідний 30-відсотковий запас портів для майбутнього розширення складських зон чи додавання нових верстатів.

Наявність ідентичного обладнання на обох поверхах спрощує адміністрування та дозволяє використовувати єдиний конфігураційний шаблон. З'єднання між комутаторами першого та другого поверхів здійснюється за допомогою оптичних трансиверів Cisco SFP-10G-SR, які інтегруються у відповідні SFP+ слоти та забезпечують транзит даних по багатомодовому волокну на швидкості 10 Гбіт/с.

Особлива увага в проєкті приділена бездротовій інфраструктурі, для побудови якої обґрунтовано використання двох типів точок доступу залежно від умов експлуатації.

Для покриття виробничого цеху, складів та офісного простору другого поверху обрано високопродуктивні точки доступу Cisco Business 240AC (CBW240AC-E). Зовнішній вигляд даної моделі представлено на рисунку 2.8.



Рисунок 2.8 – Зовнішній вигляд точки доступу Cisco Business 240AC

					2026.КРБ.123.703.07.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		41

Вибір цього обладнання зумовлений потребою в стабільній роботі терміналів збору даних (ТСД) на складах та мобільних пристроїв у шоу-румі. Точки підтримують технологію MU-MIMO 4x4, що дозволяє обслуговувати велику кількість клієнтів одночасно без падіння швидкості. Інтеграція цих точок у загальну інфраструктуру через PoE порти комутаторів дозволяє налаштувати безшовний роумінг: працівник складу може вільно переміщатися від зони відвантаження до виробничого цеху без розриву сесії зв'язку з базою даних обліку сировини.

Натомість для зони шоу-руму та прийому відвідувачів на першому поверсі обрано настінну точку доступу Cisco Business 145AC (CBW145AC-E), зображену на рисунку 2.9.



Рисунок 2.9 – Зовнішній вигляд точки доступу Cisco Business 145AC

Дана модель виконана у форматі Wall Plate і монтується безпосередньо у підрозетник. Вибір цього типу обладнання зумовлений двома факторами: по-перше, вона має естетичний вигляд, що важливо для виставкового залу, а по-друге, оснащена інтегрованим 3-портовим гігабітним комутатором.

Це дозволяє безпосередньо від точки доступу підключити стаціонарний ПК консультанта або касовий термінал, заощаджуючи кабельні лінії. Дана точка забезпечує окрему ізольовану гостьову мережу Wi-Fi, що дозволяє клієнтам користуватися Інтернетом без ризику доступу до внутрішніх ресурсів фабрики.

Таким чином, комбінація потужних точок CBW 240AC у виробництві та компактних CBW 145AC у клієнтській зоні створює гнучку та професійну

бездротову мережу підприємства «WoodStyle». З огляду на специфіку складів із високими стелажми та значною кількістю деревини, що інтенсивно поглинає радіосигнал, для покриття зон сировини та готової продукції передбачено встановлення 2 одиниць продуктивних точок Cisco Business 240AC.

Ще 2 аналогічні точки розміщуються безпосередньо у виробничому цеху для забезпечення зв'язку мобільних терміналів майстрів та переносних діагностичних модулів верстатів.

П'ята точка доступу на першому поверсі – настінна модель Cisco Business 145AC – встановлюється у шоу-румі. Вона розрахована на обмежений радіус дії, що дозволяє локалізувати гостьовий трафік відвідувачів у межах виставкового залу, не створюючи завад для промислового сегмента.

Для другого поверху, де зосереджено 47 робочих місць адміністративного персоналу, розраховано встановлення 2 точок доступу Cisco Business 240AC. Хоча площа офісного блоку може бути меншою за цехову, висока концентрація мобільних пристроїв (смартфонів, ноутбуків менеджерів та планшетів дизайнерів) вимагає рівномірного розподілу навантаження.

Використання двох точок дозволяє реалізувати технологію балансування клієнтів: якщо одна точка перевантажується запитами від відділу маркетингу, частина пристроїв автоматично перемикається на сусідню точку в зоні конструкторського бюро. Окрім того, така конфігурація забезпечує резервування: у разі технічного обслуговування однієї з точок, офіс не залишається без зв'язку.

Впровадження системи IP-телефонії на базі протоколу SIP є завершальним етапом формування активної інфраструктури фабрики «WoodStyle», що дозволяє об'єднати територіально рознесені підрозділи (офіс, цех, склади) у єдину систему цифрового зв'язку.

Вибір термінального обладнання здійснювався за принципом функціональної відповідності: для керівництва та конструкторського бюро – пристрої з розширеними мультимедійними можливостями, для загальних відділів –

					2026.КРБ.123.703.07.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		43

надійні гігабітні телефони, а для виробничих зон – максимально прості та витривалі апарати.

Оскільки в проєкті вже задіяні комутатори Cisco Business із підтримкою PoE, всі обрані моделі отримують живлення безпосередньо через мережевий кабель, що спрощує монтаж та дозволяє централізовано забезпечити безперебійну роботу зв'язку через ДБЖ у серверній.

Для кабінетів на другому поверсі обрано мультимедійні IP-телефони Cisco IP Phone 8841 (див. рис. 2.10). Ця модель оснащена великим 5-дюймовим кольоровим дисплеєм високої роздільної здатності та підтримує широкосмугове аудіо (HD Voice), що забезпечує кришталево чистий звук під час переговорів. Наявність вбудованого гігабітного комутатора дозволяє підключити робочу станцію дизайнера через телефон, не втрачаючи швидкість передачі важких CAD-файлів, що критично важливо при щільності у 47 вузлів на другому поверсі.



Рисунок 2.10 – Зовнішній вигляд IP-телефона Cisco IP Phone 8841

Оскільки на другому поверсі розташовано 47 вузлів, використання моделі 8841 дозволяє реалізувати схему підключення «ПК через телефон», що суттєво економить порти головного комутатора та спрощує кабельну топологію без втрати продуктивності мережі.

Для виробничого цеху, складів та зони відвантаження на першому поверсі обрано базові моделі Cisco IP Phone 7811 (див. рис. 2.11). Це компактні пристрої з однією лінією та монохромним дисплеєм, конструкція яких передбачає настінного монтажу, що є ідеальним для обмеженого простору майстерень. Вони позбавлені зайвих мультимедійних функцій, що

підвищує їхню надійність в умовах виробництва. Для шоу-руму також застосовується модель 8841, щоб консультанти могли оперативно перемикаєти клієнтів на різні відділи фабрики.



Рисунок 2.11 – Зовнішній вигляд IP-телефона Cisco IP Phone 7811

Усі обрані телефони підтримують протоколи LLDP-MED, що дозволяє комутаторам автоматично розпізнавати голосові термінали та миттєво призначати їх у виділений Voice VLAN (VLAN 50). Це гарантує найвищий пріоритет (QoS) для голосового трафіку над передачею файлів чи Інтернет-серфінгом, повністю виключаючи затримки або переривання звуку під час розмови. Таким чином, вибраний модельний ряд IP-телефонів Cisco створює професійне комунікаційне середовище, інтегроване у загальну систему безпеки та управління фабрики.

2.3 Обґрунтування вибору серверів

Формування серверної інфраструктури меблевої фабрики «WoodStyle» є важливим етапом проєктування, оскільки саме на обчислювальні потужності покладається завдання централізованого зберігання корпоративних даних, керування обліковими записами користувачів та забезпечення функціонування ресурсомістких систем управління підприємством.

Враховуючи специфіку роботи фабрики, яка передбачає одночасну роботу бухгалтерів у системі BAS, інженерів із важкими CAD-файлами та майстрів, що завантажують карти розкрою на верстати з ЧПК, архітектуру

					2026.КРБ.123.703.07.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		45

серверного вузла доцільно розділити на два незалежні апаратні сегменти. Такий розподіл ролей дозволяє уникнути єдиної точки відмови та оптимізувати дискові підсистеми під різні типи навантажень: високошвидкісні транзакції для баз даних та потокове читання великих об'ємів для файлового сховища.

Для забезпечення безперебійної роботи корпоративної системи управління ресурсами підприємства (ERP), бази даних BAS, а також контролера домену Active Directory, обрано високопродуктивний стійковий сервер Dell PowerEdge R450, що представлений на рисунку 2.12.



Рисунок 2.12 – Зовнішній вигляд сервера Dell PowerEdge R450

Вибір цієї моделі у компактному форм-факторі 1U обґрунтований наявністю сучасних масштабованих процесорів Intel Xeon Silver, які гарантують відсутність обчислювальних затримок при одночасній обробці запитів від усіх 47 користувачів офісу та мобільних терміналів збору даних на складах.

Сервер комплектується 64 гігабайтами оперативної пам'яті з підтримкою апаратної корекції помилок (ECC), що є вимогою для запобігання пошкодженню транзакцій у фінансових базах. Для дискової підсистеми застосовано апаратний RAID-контролер з організацією масиву рівня RAID 10 на базі високошвидкісних твердотільних накопичувачів NVMe.

Це забезпечує максимальну кількість операцій вводу-виводу за секунду, необхідну для миттєвого формування бухгалтерських звітів та складських накладних. Інтеграція сервера в локальну мережу здійснюється через встановлену мережеву карту стандарту 10G SFP+, що дозволяє підключити його безпосередньо до головного комутатора ядра на швидкості 10 Гбіт/с.

Функцію централізованого файлового сховища, сервера резервного копіювання та бібліотеки креслень конструкторського бюро виконує мережевий накопичувач корпоративного класу Synology RackStation RS1221+, зображений на рисунку 2.13.



Рисунок 2.13 – Зовнішній вигляд сервера (мережевого сховища) Synology RackStation RS1221+

Цей пристрій у форм-факторі 2U ідеально підходить для надійного зберігання масивних графічних проєктів САПР та технологічних файлів верстатів. Сховище укомплектоване вісьмома жорсткими дисками корпоративної серії WD Gold об'ємом по 8 терабайт кожен, які об'єднані у відмовостійкий масив RAID 6. Така конфігурація гарантує повне збереження всієї інтелектуальної власності фабрики навіть у випадку одночасного виходу з ладу двох жорстких дисків. Для прискорення доступу конструкторів до часто використовуваних тривимірних проєктів, у NAS додатково встановлено плату розширення з двома SSD-накопичувачами, які виконують роль високошвидкісного кешу на читання та запис. Пристрій також оснащений мережевим адаптером на 10 Гбіт/с, що виключає виникнення вузьких місць при одночасному збереженні великих обсягів даних кількома інженерами.

Обидва апаратні рішення монтуються у головну телекомунікаційну шафу MDF на другому поверсі та займають сумарно три юніти простору.

Вони підключаються до різних ліній живлення через потужне джерело безперебійного живлення для забезпечення максимальної відмовостійкості системи.

Впровадження серверів Dell та Synology створює надійну, продуктивну та масштабовану обчислювальну платформу, яка повністю задовольняє

					2026.КРБ.123.703.07.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		47

поточні інформаційні потреби меблевої фабрики та має достатній резерв потужності для розгортання нових цифрових сервісів у майбутньому без необхідності радикальної модернізації обладнання.

2.4 Обґрунтування вибору програмного забезпечення

Ефективне та безпечне функціонування апаратної інфраструктури меблевої фабрики «WoodStyle» неможливе без впровадження відповідного комплексу системного, мережевого та прикладного програмного забезпечення.

Вибір програмних продуктів здійснювався з урахуванням необхідності централізованого управління мережею із 71 вузла, забезпечення надійного захисту комерційної таємниці та підтримки специфічних виробничих процесів деревообробного підприємства.

Основою логічної архітектури виступає серверна операційна система, від стабільності якої залежить робота всіх корпоративних сервісів. Для розгортання на головному сервері Dell PowerEdge R450 обрано операційну систему Microsoft Windows Server 2022 у редакції Standard. Це рішення дозволяє розгорнути службу каталогів Active Directory для централізованого управління обліковими записами всіх працівників, незалежно від того, працюють вони в офісі на другому поверсі чи за комп'ютерами в цеху.

Використання групових політик безпеки дозволяє жорстко регламентувати права доступу, забороняючи, наприклад, підключення несанкціонованих USB-накопичувачів до комп'ютерів майстрів або верстатів із ЧПК, що мінімізує ризик занесення шкідливого коду ззовні.

Клієнтські робочі станції адміністративного персоналу, інженерів та працівників складу функціонують під управлінням операційної системи Microsoft Windows 11 Pro. Вибір професійної редакції є обов'язковою вимогою для повноцінної інтеграції комп'ютерів у корпоративний домен та підтримки технології апаратного шифрування дисків BitLocker, що захищає локальні дані у випадку фізичної крадіжки техніки з підприємства.

					2026.КРБ.123.703.07.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		48

Для забезпечення специфічних потреб конструкторського бюро на робочих станціях інженерів розгортаються спеціалізовані системи автоматизованого проєктування, такі як AutoCAD та профільні меблеві надбудови, які генерують керуючі G-коди для подальшої передачі на верстати.

Водночас фінансовий відділ та складське господарство використовують комплексну систему управління підприємством лінійки BAS, база даних якої централізовано обробляється на сервері, забезпечуючи миттєву синхронізацію залишків сировини між першим поверхом та бухгалтерією.

Файлове сховище на базі пристрою Synology функціонує під управлінням оптимізованої операційної системи DiskStation Manager, яка надає вбудовані інструменти Active Backup for Business для автоматизованого щоденного резервного копіювання критично важливих баз даних та інженерних проєктів без придбання додаткових ліцензій.

Для моніторингу та управління розгалуженою мережевою інфраструктурою підприємства впроваджується спеціалізована платформа Cisco Business Dashboard. Це програмне забезпечення дозволяє системному адміністратору з єдиної консолі контролювати стан усіх комутаторів першого та другого поверхів, керувати пулами IP-адрес, відстежувати завантаженість оптичної магістралі та налаштовувати параметри бездротових точок доступу.

Завдяки цій системі можна оперативно виявляти спроби несанкціонованого підключення до мережі або діагностувати падіння продуктивності на портах, що живлять IP-телефонію.

Завершальним рівнем програмної архітектури є система антивірусного захисту корпоративного класу ESET PROTECT. Вона передбачає встановлення легких агентів на всі 71 кінцеві точки та сервери фабрики, забезпечуючи проактивний захист від вірусів-шифрувальників та фішингових атак.

Централізована веб-консоль ESET дозволяє адміністратору автоматично оновлювати вірусні сигнатури та ізолювати інфіковані комп'ютери від загальної мережі до моменту їх повного очищення, гарантуючи безперервність виробничого процесу фабрики «WoodStyle».

					2026.КРБ.123.703.07.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		49

2.5 Послідовність та особливості монтажу мережі

Монтаж структурованої кабельної системи (СКС) та активного обладнання меблевої фабрики «WoodStyle» проводиться у чіткій відповідності до стандартів TIA/EIA-568-B та ISO/IEC 11801 [4]. Процес інсталяції розділений на декілька етапів, кожен з яких враховує специфіку виробничих умов першого поверху та офісного середовища другого поверху.

Підготовчий етап та монтаж несучих конструкцій. Роботи починаються з розмітки кабельних трас та встановлення кабельних лотків і кабель-каналів. На першому поверсі, з огляду на відкриті стелі виробничих зон, використовуються металеві перфоровані лотки, що кріпляться до перекриттів на шпильках.

У місцях спуску до верстатів із ЧПК кабель захищається гофрованими трубами з ПВХ, що не підтримує горіння. На другому поверсі монтаж проводиться в декоративних пластикових коробах розміром 100x50 мм вздовж периметра кімнат, що забезпечує естетичний вигляд та легкий доступ для обслуговування.

Наступний етап – прокладка кабельних ліній та маркування. Прокладка ведеться методом «від центру до периферії». Для вузлів другого поверху кабель U/UTP Cat.6 прокладається з мінімальним радіусом вигину (не менше 4-х діаметрів кабелю), щоб уникнути деформації внутрішнього сепаратора.

На першому поверсі особлива увага приділяється екранованому кабелю F/UTP: він прокладається на відстані не менше 30 см від силових ліній 380В, щоб уникнути наведень. На обох кінцях кожної лінії наклеюється стійке маркування (наприклад, 1.01, 1.02... для першого поверху), що відповідає проектній документації.

Третій етап – облаштування комутаційних вузлів (MDF та IDF). У серверній кімнаті другого поверху встановлюється підлогова шафа CMS 18U.

Монтаж обладнання в шафі проводиться з дотриманням юніт-плану: важке обладнання (ДБЖ, сервери) розміщується в нижній частині для зміщення центру ваги. У шафі Mirsan 12U на першому поверсі проводиться розключення

					2026.КРБ.123.703.07.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		50

екранованих патч-панелей із обов'язковим приєднанням дренажного дроту кожної лінії до заземлювальної шини панелі, яка, у свою чергу, під'єднується до загального контуру заземлення будівлі.

Наступний етапі – термінування та тестування ліній. Жили крученої пари забиваються в модулі Keystone розеток та патч-панелей за стандартом T568B за допомогою інструменту типу LSA.

Після завершення монтажу кожна лінія проходить обов'язкове тестування кабельним аналізатором на відповідність категорії 6.

Далі йде етап монтажу активного обладнання та пусконаладка. Встановлення комутаторів Cisco проводиться із використанням кабельних організаторів для впорядкування патч-кордів.

Особливістю монтажу бездротових точок доступу є їх розміщення: на складах точки CBW 240AC монтуються на кронштейнах нижче рівня металевих балок для кращого розповсюдження сигналу, а в шоу-румі точка CBW 145AC встановлюється приховано у підрозетник. На фінальному етапі проводиться конфігурування VLAN, налаштування безпеки на Cisco Firepower та перевірка проходження голосового трафіку IP-телефонії.

2.6 Розподіл адресного простору та поділ мережі на віртуальні підмережі

Для забезпечення безпеки, відмовостійкості та керованості інфраструктури впроваджується технологія віртуальних локальних мереж (VLAN), яка дозволяє розбити єдине фізичне середовище на логічні сегменти, що відповідають функціональному призначенню підрозділів. Такий підхід мінімізує вплив широкомовних штормів та дозволяє застосовувати індивідуальні політики доступу для кожного відділу на рівні міжмережевого екрана.

Процес формування адресного простору базується на використанні масок підмереж змінної довжини (VLSM). На відміну від традиційної класової адресації, алгоритм VLSM дозволяє ієрархічно розділяти базову мережу на

					2026.КРБ.123.703.07.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		51

підмережі довільного розміру, що забезпечує максимальну економію доступних IP-адрес та створює чітку структуру для маршрутизації. За базовий адресний простір для проєкту обрано приватну мережу 192.168.0.0/24, яка надає 256 адрес.

На першому етапі проводиться ранжування всіх сегментів мережі за кількістю необхідних вузлів – від найбільшого до найменшого, к це представлено в таблиці 2.2. Це важливо, оскільки виділення адрес починається з найбільшої групи для уникнення накладання діапазонів.

Таблиця 2.2 – Ранжування п ідмереж об'єкта «WoodStyle» за кількістю вузлів

Назва VLAN	VLAN ID	Кількість вузлів (шт.)	Розрахунковий блок
CORP_VOICE	50	32 IP-телефони ()	64
WIFI_GUEST	99	30 резерв для відвідувачів	32
MGMT_ADMIN	10	18 (ПК, моб, точки доступу)	32
LOG_WAREHOUSE	40	11 (ПК, ТСД, телефони, ТД)	16
ENG_CAD	20	10 (ПК конструкторського бюро, плоттер, моб, ТД)	16
PROD_CNC	30	10 (Верстати, ПК майстра, ТД)	16
MARKETING_SALES	25		
FIN_BUH	15	6 (ПК бухгалтерії, БФП)	8
SHOWROOM	35	3 (2 ПК + 1 ТД шоу-руму)	8
WIFI_INTERNAL	60	5 (Планшет ОП, ноутбуки)	8
SERVERS	100	1 сервер AD DS та 1 файловий сервер та шлюз	8

На другому етапі для кожного сегмента визначається найменша степінь двійки, яка може вмістити сумарну кількість вузлів (з урахуванням двох службових адрес: адреси мережі та широкомовного домену).

Третій етап полягає у визначенні відповідної маски підмережі (CIDR) та розрахунку початкових і кінцевих адрес для кожного діапазону.

Виділення адрес починається з найбільших діапазонів для уникнення їх накладання. В таблиці 2.3 представлено остаточний план розподілу адрес за методом VLSM

Таблиця 2.3 – План розподілу IP-адрес за методом VLSM

Назва підмережі	VLAN ID	Адреса мережі	Маска (десятькова)	Діапазон адрес хостів	Broadcast
CORP_VOICE	50	192.168.0.0/26	255.255.255.192	192.168.0.1 – .62	192.168.0.63
WIFI_GUEST	99	192.168.0.64/27	255.255.255.224	192.168.0.65 – .94	192.168.0.95
MGMT_ADMIN	10	192.168.0.96/27	255.255.255.224	192.168.0.97 – .126	192.168.0.127
LOG_WAREHOUSE	40	192.168.0.128/28	255.255.255.240	192.168.0.129 – .142	192.168.0.143
ENG_CAD	20	192.168.0.144/28	255.255.255.240	192.168.0.145 – .158	192.168.0.159
PROD_CNC	30	192.168.0.160/28	255.255.255.240	192.168.0.161 – .174	192.168.0.175
MARKETING_SALES	25	192.168.0.176/28	255.255.255.240	192.168.0.177 – .190	192.168.0.191
FIN_BUH	15	192.168.0.192/29	255.255.255.248	192.168.0.193 – .198	192.168.0.199
SHOWROOM	35	192.168.0.200/29	255.255.255.248	192.168.0.201 – .206	192.168.0.207
WIFI_INTERNAL	60	192.168.0.208/29	255.255.255.248	192.168.0.209 – .214	192.168.0.215
SERVERS	100	192.168.0.216/29	255.255.255.248	192.168.0.217 – .222	192.168.0.223

Особливістю даної схеми є виділення серверного сегмента SERVER_FARM (VLAN 100).

Це дозволяє зосередити сервери обробки даних та зберігання (NAS Synology) в ізольованій зоні, доступ до якої суворо регламентується правилами Firewall. Наприклад, доступ до баз даних дозволено лише для підмережі FIN_BUH, а доступ до інженерних файлів – для ENG_CAD.

Перша доступна адреса кожного діапазону призначається шлюзом за замовчуванням для відповідного підрозділу, згідно із даними таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – План розподілу IP-адрес із визначеними шлюзами

Назва підмережі	Адреса мережі	Діапазон адрес хостів	Шлюз
CORP_VOICE	192.168.0.0/26	192.168.0.2 – 192.168.0.62	192.168.0.1
WIFI_GUEST	192.168.0.64/27	192.168.0.66 – 192.168.0.94	192.168.0.65
MGMT_ADMIN	192.168.0.96/27	192.168.0.98 – 192.168.0.126	192.168.0.97
LOG_WAREHOUSE	192.168.0.128/28	192.168.0.130 – 192.168.0.142	192.168.0.129
ENG_CAD	192.168.0.144/28	192.168.0.146 – 192.168.0.158	192.168.0.145
PROD_CNC	192.168.0.160/28	192.168.0.162 – 192.168.0.174	192.168.0.161
MARKETING_SALES	192.168.0.176/28	192.168.0.178 – 192.168.0.190	192.168.0.177
FIN_BUH	192.168.0.192/29	192.168.0.194 – 192.168.0.198	192.168.0.193
SHOWROOM	192.168.0.200/29	192.168.0.202 – 192.168.0.206	192.168.0.201
WIFI_INTERNAL	192.168.0.208/29	192.168.0.210 – 192.168.0.214	192.168.0.209
SERVERS	192.168.0.216/29	192.168.0.218 – 192.168.0.222	192.168.0.217

Гостьова мережа WIFI_GUEST (VLAN 99) залишається повністю ізольованою, забезпечуючи відвідувачам лише вихід у мережу Інтернет без доступу до внутрішніх ресурсів фабрики.

2.7 Тестування та налагодження мережі

Процес введення спроектованої мережі меблевої фабрики «WoodStyle» в експлуатацію передбачає комплексне тестування всіх її рівнів, починаючи від фізичного з'єднання і закінчуючи перевіркою високорівневих сервісів та політик безпеки.

Першочерговим етапом налагодження є верифікація цілісності кабельної системи, де кожна лінія категорії 6 проходить сертифікацію на відповідність стандартам TIA/EIA-568-B. Використання професійних кабельних аналізаторів дозволяє переконатися у відсутності перехресних наводок та підтвердити, що загасання сигналу в лініях, які з'єднують віддалені склади з серверною, не перевищує допустимих меж. Тільки після отримання позитивних результатів фізичного рівня розпочинається етап конфігурації активного обладнання Cisco.

Наступна стадія тестування зосереджена на перевірці коректності впровадженої схеми VLSM та міжінкапсуляційної маршрутизації.

Налагодження розпочинається з аналізу таблиць комутації та перевірки належності портів до відповідних віртуальних мереж, таких як FIN_BUN чи ENG_CAD. Основним інструментом на цьому етапі є перехресна перевірка зв'язку між підрозділами за допомогою утиліт діагностики мережевого стеку.

Особлива увага приділяється верифікації ізоляції сегмента WIFI_GUEST, де за допомогою контрольних запитів підтверджується неможливість доступу відвідувачів до внутрішніх ресурсів фабрики, включаючи серверну ферму та мережу управління.

Важливою частиною пусконаладжувальних робіт є оптимізація сегмента CORP_VOICE, де функціонує IP-телефонія. Оскільки голосовий трафік є вкрай чутливим до затримок, проводиться стрес-тестування каналів

					2026.КРБ.123.703.07.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		55

зв'язку під навантаженням. Це дозволяє переконатися, що налаштовані механізми пріоритезації трафіку (QoS) ефективно виділяють ресурси для голосу навіть під час інтенсивного обміну даними між конструкторським бюро та файловим сховищем.

Одночасно із цим проводиться радіообстеження приміщень для налагодження бездротової інфраструктури. На цьому етапі вимірюється рівень сигналу в найбільш віддалених зонах цеху та складу, а також відпрацьовується безшовний роумінг, що має забезпечити безперервну роботу мобільних терміналів збору даних при переміщенні персоналу між точками доступу.

Завершується етап налагодження глибокою перевіркою системи безпеки на міжмережевому екрані. Фахівець проводить імітацію спроб несанкціонованого доступу до сегмента SERVERS, щоб підтвердити працездатність правил фільтрації та системи запобігання вторгненням.

Лише після підтвердження того, що всі сервіси працюють згідно з технічним завданням, а час відгуку критичних систем не перевищує встановлені норми, мережа вважається готовою до передачі в промислову експлуатацію. Сформовані під час тестування звіти стають основою виконавчої документації проекту, яка гарантує стабільну роботу IT-інфраструктури підприємства WoodStyle у довгостроковій перспективі.

					2026.КРБ.123.703.07.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		56

3 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Інструкції з налаштування мережевих серверів

В основі серверного сегмента меблевої фабрики «WoodStyle» лежить продуктивне обладнання Dell PowerEdge, яке інтегрується в загальну мережеву структуру через виділений сегмент SERVERS (VLAN 100). Налаштування серверів виконується за принципом ешелонованого захисту, що передбачає поетапне розгортання операційної системи, конфігурування дискових масивів для забезпечення відмовостійкості даних та впровадження політик безпеки на рівні системного ядра.

Особлива увага приділяється інтеграції сервера з мережевим сховищем Synology для створення гібридної системи зберігання, де найбільш важливі для виробництва дані дублюються в режимі реального часу.

3.1.1 Інструкції із інсталяції операційної системи сервера

Процедура інсталяції операційної системи розпочинається з попереднього налаштування апаратної частини сервера через інтерфейс інтегрованого контролера віддаленого доступу (iDRAC) або безпосередньо через консоль керування Lifecycle Controller.

На початковому етапі адміністратор проводить повну перевірку стану дискових накопичувачів та ініціалізацію RAID-контролера для створення логічного тому, що забезпечить надійність зберігання системних файлів. Для серверів «WoodStyle» рекомендовано використання масиву RAID 10 (дзеркалювання та чергування), що потребує мінімум чотирьох дискових накопичувачів, що дозволяє значно підвищити швидкість читання та запису інформації за рахунок паралельної роботи декількох дискових груп.

Під час запуску сервера слід перейти до утиліти налаштування RAID. Для цього натискають клавішу F10 (щоб відкрити Lifecycle Controller) або

комбінацію Ctrl+R. На головному екрані, що відкриється (див. рис. 3.1), слід знайти ліве меню та перейти до пункту Hardware Configuration.

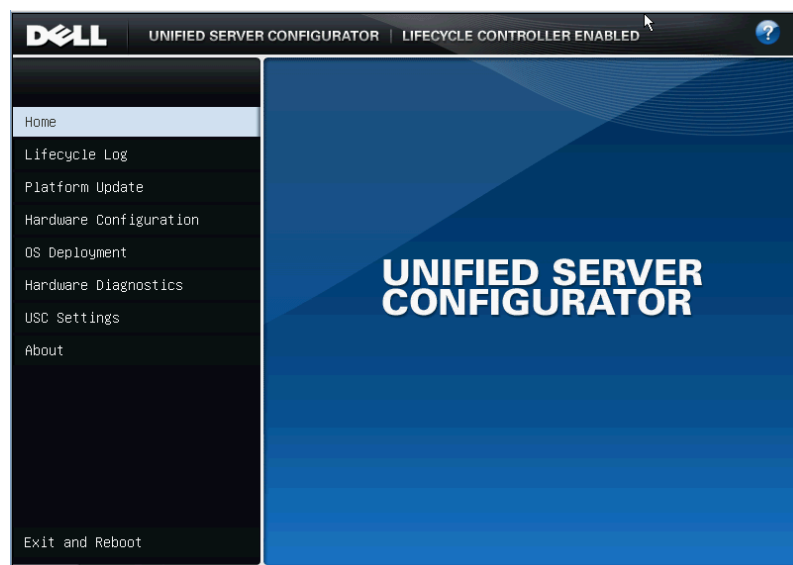


Рисунок 3.1 – Головна сторінка Lifecycle Controller

У наступному екрані слід вибрати Configuration Wizards (Майстри налаштування), а потім – RAID Configuration [3].

На наступному етапі слід вибрати RAID-контролер та натиснути Next . Далі у списку опцій вибрати RAID 10 (див. рис. 3.2).

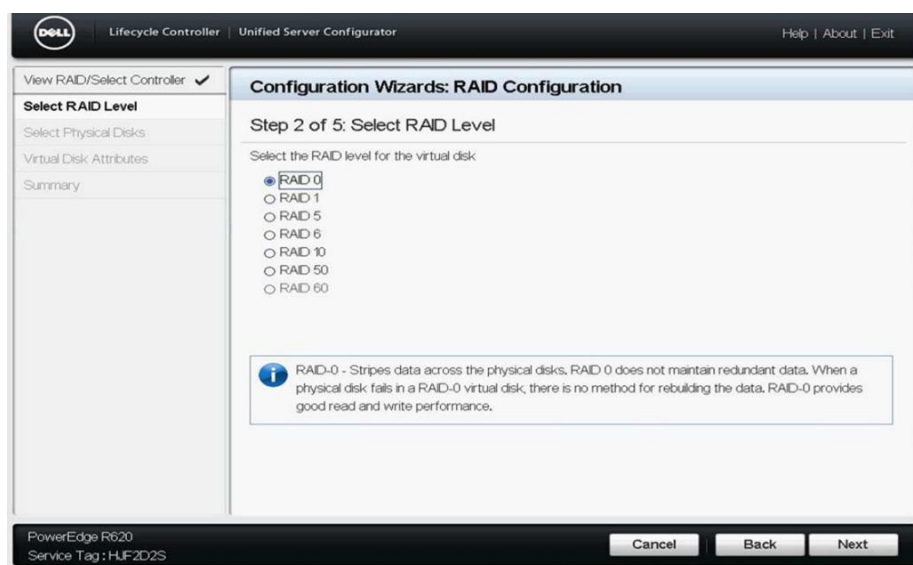


Рисунок 3.2 – Вибір типу RAID

У меню конфігурації сховища обирається режим RAID 10, де фізичні диски об'єднуються у відповідний масив, проводиться вибір оптимального розміру блоку даних (strip size) та виконується повна ініціалізація, яка гарантує відсутність помилок на поверхні накопичувачів перед записом системних файлів.

На третьому етапі необхідно вказати параметри віртуального диска [4]:

- в полі Virtual Disk Name вказати назву логічного тому;
- Stripe Element Size залишити за замовчуванням (128 KB – це оптимально для баз даних);
- Read Policy вибрати для прискорення читання параметр Adaptive Read Ahead;
- Write Policy вибрати Write Back.

Вказавши всі параметри слід натиснути кнопку Next і в наступному вікні вибрати кнопку Finish.

Після успішного створення масиву слідує етап підготовки завантажувального носія, де через інтерфейс віртуальної консолі iDRAC монтується ISO-образ обраної операційної системи та підключається пакет драйверів Dell OS Driver Pack. Це дозволяє уникнути проблем із розпізнаванням сучасних NVMe або SAS контролерів безпосередньо під час інсталяції, оскільки Lifecycle Controller автоматично підготує необхідне середовище для розгортання.

Далі виконується перезавантаження сервера з вибором віртуального оптичного диска як першочергового пристрою завантаження, що призводить до запуску програми встановлення операційної системи в графічному режимі.

Наступна фаза інсталяції полягає в конфігуруванні дискового простору, де необхідно створити розділи для системного завантажувача, кореневої директорії операційної системи та окремий розділ для файлу підкачки.

Важливо стежити за тим, щоб основна частина даних баз даних розташовувалася на створеному раніше швидкісному масиві RAID 10, що забезпечить максимальну віддачу від апаратного рішення.

					2026.КРБ.123.703.07.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		59

Після підтвердження схеми розмітки розпочинається автоматичне копіювання файлів операційної системи, розпакування компонентів та встановлення базових системних модулів, під час якого сервер може кілька разів перезавантажитися для завершення налаштування апаратної конфігурації.

На завершальному етапі, після першого входу в систему під обліковим записом адміністратора, проводиться інсталяція фірмового програмного забезпечення Dell OpenManage Server Administrator для моніторингу стану заліза в реальному часі. На рисунку 3.3 представлено вікно програми.

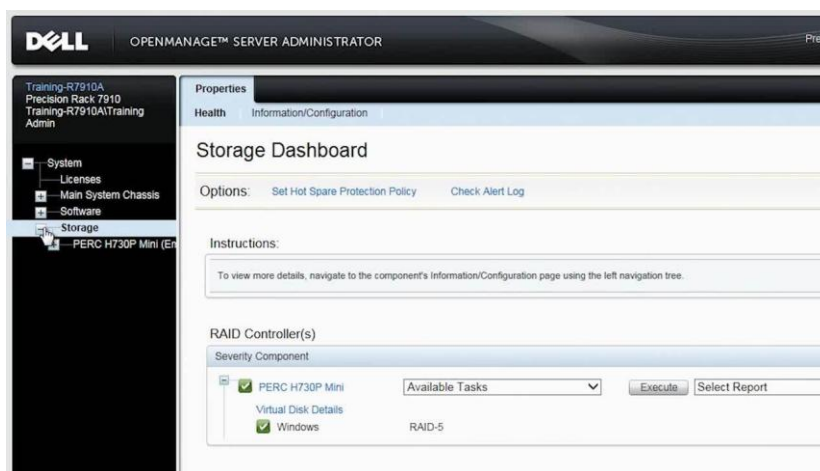


Рисунок 3.3 – Вікно Dell OpenManage Server Administrator

Далі виконується налаштування мережевих інтерфейсів із присвоєнням статичної IP-адреси згідно з розробленим планом VLSM для сегмента SERVERS. Згідно даних таблиць 2.3 та 2.4 потрібно вказати IP-адресу доменного контролера (IP Address) – 192.168.0.218, маска підмережі (Subnet Mask) – 255.255.255.248, мережевий шлюз (Default Gateway) – 192.168.0.217, DNS-сервер 8.8.8.8.

Після цього необхідно виконати активацію служб віддаленого робочого столу та встановлення останніх пакетів оновлень безпеки.

Завершується процедура перевіркою працездатності системи резервного копіювання та тестуванням швидкості доступу до дискового масиву.

3.1.2 Інструкції із інсталяції та налаштування доменного контролера

Щоб забезпечити централізоване керування обліковими записами працівників меблевої фабрики «WoodStyle», було впроваджено доменну структуру на базі служби каталогів Active Directory.

Реалізація цього рішення передбачає розгортання контролера домену на базі операційної системи Microsoft Windows Server 2022.

Всі адміністративні налаштування сервера здійснюються через централізований засіб адміністрування Server Manager (див. рис. 3.4).

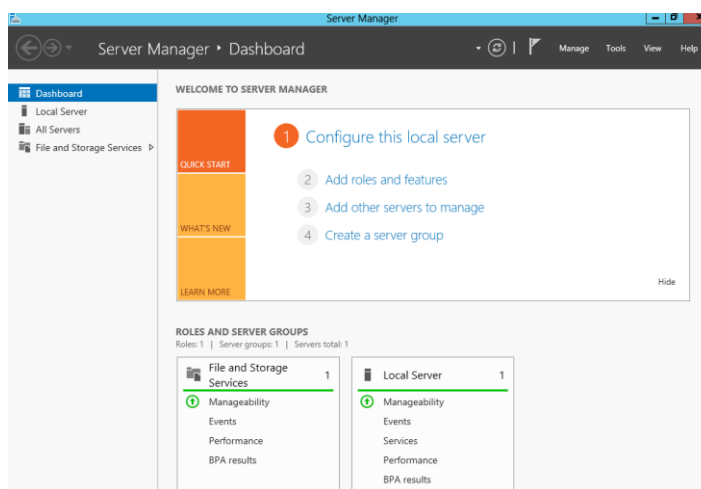


Рисунок 3.4 – Вікно Server Manager

Після перевірки мережевих налаштувань адміністратор переходить до консолі Server Manager, де запускається майстер додавання ролей та компонентів. У переліку доступних ролей обирається Active Directory Domain Services (AD DS) (див. рис. 3.5), після чого система автоматично додає необхідні засоби адміністрування та інструменти керування груповими політиками.

Після успішного встановлення бінарних файлів ролі необхідно підвищити статус сервера до доменного контролера, натиснувши на відповідне сповіщення в центрі керування.

У майстрі конфігурування доменних служб обирається варіант створення нового лісу, оскільки це перший сервер у мережі підприємства, та задається кореневе доменне ім'я, наприклад woodstyle.local.

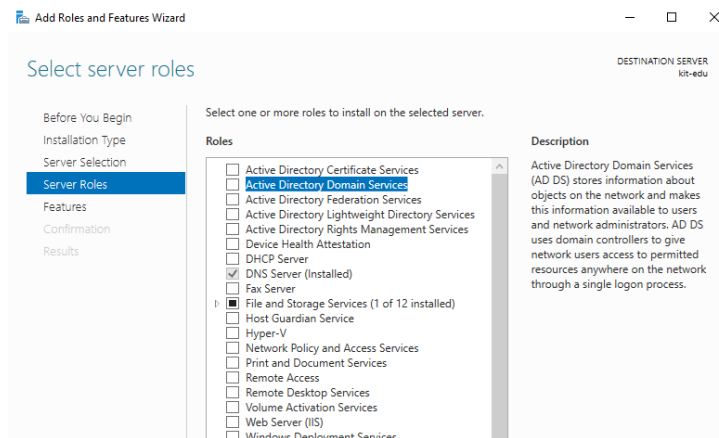


Рисунок 3.5 – Вибір ролей для встановлення

На наступному кроці встановлюється рівень функціонування лісу та домену, який має відповідати версії інстальованої операційної системи для забезпечення підтримки сучасних методів шифрування та безпеки. Обов'язково вказується складний пароль для режиму відновлення доменних служб (DSRM), який буде необхідний у випадку критичних збоїв бази даних.

Далі система автоматично перевіряє можливість створення делегування DNS та переходить до етапу призначення шляхів зберігання бази даних NTDS, лог-файлів та папки SYSVOL. Рекомендується залишати ці шляхи за замовчуванням на швидкісному масиві RAID 10, який ми сконфігурували раніше, для забезпечення максимальної швидкодії при зверненні клієнтських станцій до домену. Після проходження фінальної перевірки всіх технічних вимог розпочинається процес інсталяції, що завершується автоматичним перезавантаженням сервера.

Після завантаження системи та входу в обліковий запис адміністратора домену проводиться завершальне налагодження служби DNS. В інтерфейсі керування DNS додаються сервери пересилання (forwarders), якими зазвичай виступають IP-адреси DNS-серверів провайдера або публічні сервери Google, що дозволяє користувачам фабрики резолвити зовнішні імена в мережі Інтернет.

Завершальним етапом є створення структури організаційних підрозділів (OU) в оснастці Active Directory Users and Computers, де об'єкти групуються

відповідно до відділів: Бухгалтерія, Конструкторське бюро, Склад та Адміністрація. Така ієрархія дозволяє в подальшому гнучко налаштовувати права доступу та автоматизувати розгортання програмного забезпечення для кожного підрозділу окремо.

3.1.3 Інструкції з налаштування DHCP-сервера

Після успішного завершення процесу підвищення ролі сервера до рівня контролера домену наступним етапом налаштування мережевих сервісів меблевої фабрики «WoodStyle» є конфігурування служби DHCP. Відповідно до прийнятої на підприємстві політики безпеки та розробленої логічної структури мережі, механізм автоматичного розподілу динамічних IP-адрес застосовується виключно для сегмента гостьового доступу WIFI_GUEST (VLAN 99), тоді як для всіх корпоративних вузлів та пристроїв адміністративного сектору передбачено використання статичної адресації для посилення контролю за підключеннями.

Для ініціалізації налаштувань у головному вікні диспетчера сервера необхідно перейти до розділу засобів адміністрування та активувати консоль керування DHCP. У внутрішньому дереві навігації адміністратор обирає вузол локального сервера і через контекстне меню протоколу IPv4 запускає майстер створення нової області адрес. На початковому етапі конфігурування задається назва області, наприклад WIFI_GUEST_SCOPE, що дозволяє системному адміністратору миттєво ідентифікувати належність даного пулу адрес до конкретного віртуального сегмента виставкового залу.

Згідно з раніше проведеними математичними розрахунками за методом VLSM, які зафіксовані у таблицях 2.3 та 2.4, у вікні визначення діапазону IP-адрес встановлюються параметри, що відповідають межах підмережі 192.168.0.0/27. При заповненні полів початкової та кінцевої адреси необхідно врахувати резервування адреси шлюзу за замовчуванням, тому для динамічної видачі клієнтським пристроям відвідувачів призначається робочий діапазон,

					2026.КРБ.123.703.07.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		63

що починається з адреси 192.168.0.2 та завершується адресою 192.168.0.30, із обов'язковим зазначенням довжини маски підмережі 255.255.255.224.

З огляду на те, що межі адресного пулу були заздалегідь розраховані за методикою VLSM з урахуванням службових ідентифікаторів, етап внесення виключень у вікні Add Exclusions можна пропустити або використовувати його для створення додаткового технічного резерву під майбутнє розширення інфраструктури.

Наступним кроком конфігурації є встановлення тривалості оренди IP-адреси у розділі Lease Duration. Для сегмента гостьового доступу WIFI_GUEST доцільно призначити час оренди тривалістю 8 годин, що забезпечує раціональне використання адресного простору та автоматичне очищення пулу від ідентифікаторів пристроїв тих відвідувачів виставкового залу, які вже покинули територію підприємства.

Процес налаштування параметрів DHCP Options передбачає введення критично важливих мережевих атрибутів, необхідних для коректної роботи клієнтських терміналів. У полі Router (Default Gateway) вказується адреса шлюзу, яка для даного сегмента, згідно з розрахунковими даними плану адресації, становить 192.168.0.1.

Для забезпечення розв'язання доменних імен у розділі DNS Servers прописується IP-адреса локального контролера домену 192.168.0.161 або, у разі потреби прямого виходу в глобальну мережу в обхід внутрішніх ресурсів, публічні DNS-сервери.

Після завершення роботи майстра створену область необхідно активувати для запуску процесу розповсюдження адрес. Важливою безпечною процедурою в доменній структурі «WoodStyle» є авторизація DHCP-сервера в каталозі Active Directory.

Дана операція виконується через контекстне меню сервера за допомогою пункту Authorize і виступає захисним бар'єром проти появи в мережі несанкціонованих серверів, які можуть порушити роботу інфраструктури.

					2026.КРБ.123.703.07.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		64

Завершальним етапом контролю є моніторинг активності через вкладку Address Leases, де системний адміністратор має можливість у режимі реального часу відстежувати поточні підключення гостей пристроїв та аналізувати ступінь заповнення виділеного пулу адрес.

3.1.4 Інструкції з налаштування програмної IP-АТС

Для забезпечення меблевої фабрики «WoodStyle» якісним та безперебійним корпоративним зв'язком, у серверному сегменті SERVERS (VLAN 100) розгорнуто програмну IP-АТС на базі Asterisk із графічною оболонкою управління FreePBX.

Вся мережева комунікація базується на сучасному протоколі встановлення сеансу SIP, що дозволяє інтегрувати в єдину систему як апаратні IP-телефони, так і програмні софтверні на комп'ютерах працівників. Налаштування телефонної мережі здійснюється через веб-інтерфейс системи та поділяється на кілька ключових етапів.

Перший етап полягає у створенні внутрішніх номерів (Extensions) для кожного працівника підрозділів адміністрації, конструкторського бюро та відділу продажів. У головному меню FreePBX для цього використовується розділ додатків, де через функцію додавання нових розширень обирається драйвер каналу Chan_PJSIP.

Під час конфігурування на вкладці загальних налаштувань заповнюються основні ідентифікаційні поля, де вказується унікальний номер користувача, наприклад, 101 для менеджера шоу-руму, відображуване ім'я працівника та надійний пароль реєстрації. Після збереження даних через кнопку Submit обов'язковим є застосування конфігурації за допомогою кнопки Apply Config для оновлення параметрів у ядрі системи Asterisk.

Другий етап передбачає підключення фабрики до зовнішніх мереж зв'язку через створення SIP-транків. Це дозволяє підприємству здійснювати виклики на міські та мобільні номери клієнтів і постачальників фурнітури.

					2026.КРБ.123.703.07.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		65

У меню підключень створюється новий PJSIP-транк, де вказується технічна назва провайдера та вносяться реєстраційні дані, отримані від оператора послуг, зокрема адреса SIP-сервера, логін та пароль доступу.

Третій етап присвячений налаштуванню правил маршрутизації викликів (Routing). У розділі вихідної маршрутизації створюється правило, яке скеровує дзвінки працівників через зовнішній транк провайдера за певним шаблоном набору. Для вхідних дзвінків на загальний номер фабрики «WoodStyle» доцільно налаштувати маршрут, що спрямовує клієнта на інтерактивне голосове меню (IVR).

Четвертий етап включає конфігурування безпосередньо голосового меню, яке дозволяє розподіляти вхідні запити клієнтів по відділах автоматично.

У відповідному розділі створюється нове меню та завантажується аудіоповідомлення з привітанням фабрики «WoodStyle» та пропозицією обрати відділ продажів або конструкторський відділ шляхом натискання клавіш 1 або 2. У налаштуваннях IVR Entries здійснюється прив'язка цих цифр до відповідних внутрішніх номерів спеціалістів.

Завершальним кроком налагодження є конфігурування кінцевих пристроїв у корпоративних підмережах. На персональні комп'ютери інженерів та менеджерів встановлюється програмний телефон, у налаштуваннях якого вказується IP-адреса сервера Asterisk 192.168.0.161, що належить до сегмента SERVERS, а також індивідуальні облікові дані працівника. Після успішної реєстрації у системі статус пристрою змінюється на активний, що підтверджує готовність мережі до повноцінної експлуатації.

3.2 Інструкції з налаштування комутаторів та маршрутизації між VLAN

Налаштування мережевої інфраструктури розпочинається з базової конфігурації комутатора рівня доступу. Після підключення до консольного порту адміністратор потрапляє у користувацький режим, з якого необхідно

перейти до привілейованого режиму командою `enable` для отримання повних прав управління, а потім до режиму глобальної конфігурації за допомогою `configure terminal`.

Першою дією є створення віртуальних локальних мереж, що дозволяє розділити фізичний пристрій на логічні сегменти. Команда `vlan` з відповідним номером ініціює створення сегмента в базі даних комутатора, а субкоманда `name` призначає текстову мітку для ідентифікації трафіку. Це важливо для подальшого адміністрування, оскільки дозволяє швидко визначити, до якого підрозділу фабрики належить конкретний VLAN. Перелік команд для налаштування комутатора першого поверху представлено на рисунку 3.6.

```
Switch>enable
Switch#configure terminal
Switch(config)#hostname WoodStyle-SW-01
WoodStyle-SW-01(config)#vlan 10
WoodStyle-SW-01(config-vlan)#name MGMT_ADMIN
WoodStyle-SW-01(config-vlan)#vlan 15
WoodStyle-SW-01(config-vlan)#name FIN_BUH
WoodStyle-SW-01(config-vlan)#vlan 20
WoodStyle-SW-01(config-vlan)#name ENG_CAD
WoodStyle-SW-01(config-vlan)#vlan 25
WoodStyle-SW-01(config-vlan)#name MARKETING_SALES
WoodStyle-SW-01(config-vlan)#vlan 30
WoodStyle-SW-01(config-vlan)#name PROD_CNC
WoodStyle-SW-01(config-vlan)#vlan 35
WoodStyle-SW-01(config-vlan)#name SHOWROOM
WoodStyle-SW-01(config-vlan)#vlan 40
WoodStyle-SW-01(config-vlan)#name LOG_WAREHOUSE
WoodStyle-SW-01(config-vlan)#vlan 50
WoodStyle-SW-01(config-vlan)#name CORP_VOICE
WoodStyle-SW-01(config-vlan)#vlan 60
WoodStyle-SW-01(config-vlan)#name WIFI_INTERNAL
WoodStyle-SW-01(config-vlan)#vlan 99
WoodStyle-SW-01(config-vlan)#name WIFI_GUEST
WoodStyle-SW-01(config-vlan)#vlan 100
WoodStyle-SW-01(config-vlan)#name SERVERS
WoodStyle-SW-01(config-vlan)#exit
```

Рисунок 3.6 – Налаштування бази даних VLAN на комутаторі другого поверху

Аналогічні команди слід ввести на комутаторі першого поверху (комутатор рівня доступу Sw2), змінивши лише команду призначення імені на команду:

Наступним етапом є розподіл фізичних портів комутатора. Особливістю корпоративної мережі є використання апаратних IP-телефонів, які підключаються в один фізичний порт комутатора разом із робочим комп'ютером працівника (ПК підключається в порт телефону, а телефон – у комутатор).

Для коректного розділення цього трафіку порт налаштовується в режимі доступу до мережі даних командою `switchport access vlan [ID]`, а для голосового трафіку застосовується спеціальна команда `switchport voice vlan 50`.

Завдяки протоколу CDP (Cisco Discovery Protocol) комутатор повідомляє телефону, що голосові пакети необхідно тегувати міткою VLAN 50, тоді як трафік від комп'ютера йде без тегів і потрапляє у відповідну робочу мережу (наприклад, VLAN 10 для адміністрації). Функція `spanning-tree portfast` дозволяє портам миттєво переходити у стан пересилання даних.

У конфігурації використовуються наступні типи портів:

- Access Port (порт доступу) – мідні інтерфейси Gi0/1-24, що призначені для підключення кінцевого обладнання. Вони працюють у межах однієї VLAN. Вибір здійснюється введенням команди «`switchport mode access`» та вказанням ідентифікатора VLAN пристрій якої під'єднано до мережі «`switchport access vlan номер`». Ідентифікатор всіх VLAN представлено у таблиці 2.3;

- Voice VLAN – технологія, що дозволяє одному фізичному порту одночасно обслуговувати нетегований трафік комп'ютера та тегований трафік IP-телефона, В даному випадку це VLAN із ідентифікатором 50;

- Trunk Port (магістральний порт) – високошвидкісні оптичні інтерфейси. Використовують інкапсуляцію IEEE 802.1Q для передачі трафіку всіх VLAN між комутаторами та маршрутизатором, забезпечуючи захист від електромагнітних завад промислового обладнання. порт Переводиться в режим транка командою `switchport mode trunk`

Повний перелік команд налаштування інтерфейсів комунікатора другого поверху Sw1 (WoodStyle-SW-01) представлено на рисунку 3.7 а для комутатора другого поверху Sw2 (WoodStyle-SW-02) на рисунку 3.8.

```
WoodStyle-SW-01(config)#interface range gigabitEthernet 0/1 - 10
WoodStyle-SW-01(config-if-range)#description ADMIN_DEPT_PC_AND_VOIP
WoodStyle-SW-01(config-if-range)#switchport mode access
WoodStyle-SW-01(config-if-range)#switchport access vlan 10
WoodStyle-SW-01(config-if-range)#switchport voice vlan 50
WoodStyle-SW-01(config-if-range)#spanning-tree portfast
WoodStyle-SW-01(config-if-range)#no shutdown
WoodStyle-SW-01(config-if-range)#exit
WoodStyle-SW-01(config)#interface range gigabitEthernet 0/11 - 15
WoodStyle-SW-01(config-if-range)#description BUH_DEPT_PC_AND_VOIP
WoodStyle-SW-01(config-if-range)#switchport mode access
WoodStyle-SW-01(config-if-range)#switchport access vlan 15
WoodStyle-SW-01(config-if-range)#switchport voice vlan 50
WoodStyle-SW-01(config-if-range)#spanning-tree portfast
WoodStyle-SW-01(config-if-range)#no shutdown
WoodStyle-SW-01(config-if-range)#exit
WoodStyle-SW-01(config)#interface range gigabitEthernet 0/16 - 22
WoodStyle-SW-01(config-if-range)#description ENG_CAD_STATIONS
WoodStyle-SW-01(config-if-range)#switchport mode access
WoodStyle-SW-01(config-if-range)#switchport access vlan 20
WoodStyle-SW-01(config-if-range)#spanning-tree portfast
WoodStyle-SW-01(config-if-range)#no shutdown
WoodStyle-SW-01(config-if-range)#exit
WoodStyle-SW-01(config)#interface gigabitEthernet 0/23
WoodStyle-SW-01(config-if)#description TRUNK_TO_SW02
WoodStyle-SW-01(config-if)#switchport trunk encapsulation dot1q
WoodStyle-SW-01(config-if)#switchport mode trunk
WoodStyle-SW-01(config-if)#switchport trunk allowed vlan 10,15,20,30,40,50,60,99,100
WoodStyle-SW-01(config-if)#no shutdown
WoodStyle-SW-01(config-if)#exit
WoodStyle-SW-01(config)#interface gigabitEthernet 0/24
WoodStyle-SW-01(config-if)#description UPLINK_TO_ROUTER
WoodStyle-SW-01(config-if)#switchport trunk encapsulation dot1q
WoodStyle-SW-01(config-if)#switchport mode trunk
WoodStyle-SW-01(config-if)#switchport trunk allowed vlan 10,15,20,30,40,50,60,99,100
WoodStyle-SW-01(config-if)#no shutdown
WoodStyle-SW-01(config-if)#end
WoodStyle-SW-01#copy running-config startup-config
```

Рисунок 3.7 – Налаштування портів комутатора другого поверху

```
WoodStyle-SW-02(config)#interface range gigabitEthernet 0/1 - 10
WoodStyle-SW-02(config-if-range)#description PRODUCTION_CNC
WoodStyle-SW-02(config-if-range)#switchport mode access
WoodStyle-SW-02(config-if-range)#switchport access vlan 30
WoodStyle-SW-02(config-if-range)#switchport voice vlan 50
WoodStyle-SW-02(config-if-range)#no shutdown
WoodStyle-SW-02(config-if-range)#exit
WoodStyle-SW-02(config)#interface range gigabitEthernet 0/11 - 16
WoodStyle-SW-02(config-if-range)#description WAREHOUSE
WoodStyle-SW-02(config-if-range)#switchport mode access
WoodStyle-SW-02(config-if-range)#switchport access vlan 40
WoodStyle-SW-02(config-if-range)#switchport voice vlan 50
WoodStyle-SW-02(config-if-range)#no shutdown
WoodStyle-SW-02(config-if-range)#exit
WoodStyle-SW-02(config)#interface tenGigabitEthernet 1/1
WoodStyle-SW-02(config-if)#description TRUNK_TO_SW01
WoodStyle-SW-02(config-if)#switchport trunk encapsulation dot1q
WoodStyle-SW-02(config-if)#switchport mode trunk
WoodStyle-SW-02(config-if)#switchport trunk allowed vlan 10,15,20,25,30,35,40,50,60,99,
WoodStyle-SW-02(config-if)#no shutdown
```

Рисунок 3.8 – Налаштування портів комутатора першого поверху

					2026.КРБ.123.703.07.00.00 ПЗ	Арх
Зм.	Арх	№ докум.	Підпис	Дата		69

Безпекова політика вимагає чіткого визначення переліку дозволених мереж на магістралі, що реалізується командою `switchport trunk allowed vlan`.

Заключним етапом є налаштування маршрутизації між VLAN (Inter-VLAN routing) на інтерфейсі центрального маршрутизатора.

Фізичний інтерфейс розбивається на логічні субінтерфейси за кількістю віртуальних мереж командою [5]:

`interface [тип] [номер].[VLAN_ID].`

Першою командою всередині субінтерфейсу обов'язково є `encapsulation dot1q [VLAN_ID]`,

Дана команда вказує маршрутизатору використовувати протокол IEEE 802.1Q. та весь трафік, який приходить з тегом VLAN 10, обробляти на цьому субінтерфейсі.

Далі призначається IP-адреса з відповідною маскою, яка стає основним шлюзом (Default Gateway) для пристроїв. Усі дев'ять шлюзів прописуються е відповідності із даними розрахункових таблиць 2.3 та 2.4. Для цього використовується команда:

«ip address адреса маска»

Повний перелік команд налаштування підінтерфейсів роутера для створення маршрутизації між VLAN представлена на рисунку 3.9 та рисунку 3.10.

```
Router>enable
Router#configure terminal
Router(config)#hostname WoodStyle-Router
WoodStyle-Router(config)#interface gigabitEthernet 0/0
WoodStyle-Router(config-if)#description LINK_TO_SW01
WoodStyle-Router(config-if)#no ip address
WoodStyle-Router(config-if)#no shutdown
WoodStyle-Router(config-if)#exit
WoodStyle-Router(config)#interface gigabitEthernet 0/0.10
WoodStyle-Router(config-subif)#description MGMT_ADMIN
WoodStyle-Router(config-subif)#encapsulation dot1q 10
WoodStyle-Router(config-subif)#ip address 192.168.0.65 255.255.255.224
WoodStyle-Router(config-subif)#exit
WoodStyle-Router(config)#interface gigabitEthernet 0/0.15
WoodStyle-Router(config-subif)#description FIN_BUH
WoodStyle-Router(config-subif)#encapsulation dot1q 15
WoodStyle-Router(config-subif)#ip address 192.168.0.145 255.255.255.248
WoodStyle-Router(config-subif)#exit
```

Рисунок 3.9 – Налаштування віртуальних підінтерфейсів на роутері

					2026.КРБ.123.703.07.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		70

```

WoodStyle-Router(config)#interface gigabitEthernet 0/0.20
WoodStyle-Router(config-subif)#description ENG_CAD
WoodStyle-Router(config-subif)#encapsulation dot1q 20
WoodStyle-Router(config-subif)#ip address 192.168.0.113 255.255.255.240
WoodStyle-Router(config-subif)#exit
WoodStyle-Router(config)#interface gigabitEthernet 0/0.25
WoodStyle-Router(config-subif)#description MARKETING_SALES
WoodStyle-Router(config-subif)#encapsulation dot1q 25
WoodStyle-Router(config-subif)#ip address 192.168.0.177 255.255.255.240
WoodStyle-Router(config-subif)#exit
WoodStyle-Router(config)#interface gigabitEthernet 0/0.30
WoodStyle-Router(config-subif)#description PROD_CNC
WoodStyle-Router(config-subif)#encapsulation dot1q 30
WoodStyle-Router(config-subif)#ip address 192.168.0.129 255.255.255.240
WoodStyle-Router(config-subif)#exit
WoodStyle-Router(config)#interface gigabitEthernet 0/0.35
WoodStyle-Router(config-subif)#description SHOWROOM
WoodStyle-Router(config-subif)#encapsulation dot1q 35
WoodStyle-Router(config-subif)#ip address 192.168.0.201 255.255.255.248
WoodStyle-Router(config-subif)#exit
WoodStyle-Router(config)#interface gigabitEthernet 0/0.40
WoodStyle-Router(config-subif)#description LOG_WAREHOUSE
WoodStyle-Router(config-subif)#encapsulation dot1q 40
WoodStyle-Router(config-subif)#ip address 192.168.0.97 255.255.255.240
WoodStyle-Router(config-subif)#exit
WoodStyle-Router(config)#interface gigabitEthernet 0/0.50
WoodStyle-Router(config-subif)#description CORP_VOICE
WoodStyle-Router(config-subif)#encapsulation dot1q 50
WoodStyle-Router(config-subif)#ip address 192.168.0.33 255.255.255.224
WoodStyle-Router(config-subif)#exit
WoodStyle-Router(config)#interface gigabitEthernet 0/0.60
WoodStyle-Router(config-subif)#description WIFI_INTERNAL
WoodStyle-Router(config-subif)#encapsulation dot1q 60
WoodStyle-Router(config-subif)#ip address 192.168.0.153 255.255.255.248
WoodStyle-Router(config-subif)#exit
WoodStyle-Router(config)#interface gigabitEthernet 0/0.99
WoodStyle-Router(config-subif)#description WIFI_GUEST
WoodStyle-Router(config-subif)#encapsulation dot1q 99
WoodStyle-Router(config-subif)#ip address 192.168.0.1 255.255.255.224
WoodStyle-Router(config-subif)#exit
WoodStyle-Router(config)#interface gigabitEthernet 0/0.100
WoodStyle-Router(config-subif)#description SERVERS
WoodStyle-Router(config-subif)#encapsulation dot1q 100
WoodStyle-Router(config-subif)#ip address 192.168.0.161 255.255.255.248
WoodStyle-Router(config-subif)#exit

```

Рисунок 3.10 – Налаштування маршрутизації між inter-VLAN на роутері

3.3 Інструкції з налаштування пріоритезації голосового трафіку

Для забезпечення безперебійної роботи IP-телефонії в умовах високого навантаження на мережу меблевої фабрики «WoodStyle» впроваджується механізм якості обслуговування QoS. Основне завдання налаштування – виділення голосового трафіку (VLAN 50) у пріоритетну чергу.

					2026.КРБ.123.703.07.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		71

На першому етапі на комутаторах активується глобальний процес обробки черг командою `mls qos`. На портах доступу, куди підключені телефони, встановлюється режим довіри до міток CoS (Class of Service) командою:

`mls qos trust cos`

Це дозволяє комутатору зчитувати пріоритет, встановлений самим телефоном. Команда `priority-queue out` резервує апаратну чергу для миттєвої відправки пакетів реального часу. На магістральних оптичних портах налаштовується довіра до міток DSCP, щоб пріоритет зберігався при передачі між комутаторами та маршрутизатором.

На оптичних Trunk-портах 2 застосовується команда `mls qos trust dscp`. Це необхідно для збереження пріоритету при переході трафіку на рівень L3 (маршрутизатор). На відміну від CoS, мітка DSCP (Differentiated Services Code Point) міститься всередині IP-пакета, що дозволяє маршрутизатору ідентифікувати голос навіть після того, як Ethernet-заголовок був змінений.

Налаштування обробки черг на комутаторі Sw1 (WoodStyle-SW-01) представлено на рисунку 3.11, а для комутатора Sw2 (WoodStyle-SW-02) – рисунку 3.12.

```
WoodStyle-SW-01>enable
WoodStyle-SW-01#configure terminal
WoodStyle-SW-01(config)#mls qos
WoodStyle-SW-01(config)#interface range gigabitEthernet 0/1 - 15
WoodStyle-SW-01(config-if-range)#mls qos trust cos
WoodStyle-SW-01(config-if-range)#priority-queue out
WoodStyle-SW-01(config-if-range)#exit
WoodStyle-SW-01(config)#interface tenGigabitEthernet 1/1
WoodStyle-SW-01(config-if)#mls qos trust dscp
WoodStyle-SW-01(config-if)#exit
WoodStyle-SW-01(config)#interface tenGigabitEthernet 1/2
WoodStyle-SW-01(config-if)#mls qos trust dscp
WoodStyle-SW-01(config-if)#do write
```

Рисунок 3.11 – Налаштування обробки черг на комутаторі WoodStyle-SW-01

```
WoodStyle-SW-02>enable
WoodStyle-SW-02#configure terminal
WoodStyle-SW-02(config)#mls qos
WoodStyle-SW-02(config)#interface range gigabitEthernet 0/1 - 16
WoodStyle-SW-02(config-if-range)#mls qos trust cos
WoodStyle-SW-02(config-if-range)#priority-queue out
WoodStyle-SW-02(config-if-range)#exit
WoodStyle-SW-02(config)#interface tenGigabitEthernet 1/1
WoodStyle-SW-02(config-if)#mls qos trust dscp
WoodStyle-SW-02(config-if)#do write
```

Рисунок 3.12 – Налаштування обробки черг на комутаторі WoodStyle-SW-02

					2026.КРБ.123.703.07.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		72

На маршрутизаторі налаштовується політика обслуговування (Policy Map) (див. рис. 3.13), яка ідентифікує голосовий трафік за тегом VLAN 50 і резервує для нього гарантовану смугу пропускання (LLQ – Low Latency Queuing). Це запобігає затримкам голосу при передачі даних між різними підмережами через оптичний аплінк.

```
Router>enable
Router#configure terminal
Router(config)#class-map match-all VOICE_CLASS
Router(config-cmap)#match vlan 50
Router(config-cmap)#exit
Router(config)#policy-map QOS_POLICY
Router(config-pmap)#class VOICE_CLASS
Router(config-pmap-c)#priority 1000
Router(config-pmap-c)#exit
Router(config-pmap)#exit
Router(config)#interface tenGigabitEthernet 1/0
Router(config-if)#service-policy output QOS_POLICY
Router(config-if)#do write
```

Рисунок 3.13 – Налаштування політики обслуговування на маршрутизаторі

Команда `class-map match-all VOICE_CLASS` створює фільтр, який відбирає весь трафік, що належить до VLAN 50.

Команда `policy-map QOS_POLICY` визначає дію для цього фільтра.

Використання команди `priority 1000` створює чергу з низькою затримкою (Low Latency Queueing). Це гарантує, що для телефонії завжди буде зарезервована необхідна смуга пропускання, а пакети голосу будуть оброблятися процесором маршрутизатора позачергово.

Прив'язка політики до інтерфейсу командою `service-policy output QOS_POLICY` завершує налаштування. Параметр `output` вказує, що пріоритезація відбувається в момент виходу трафіку з маршрутизатора в сторону комутаторів WoodStyle. Це забезпечує чистий звук без переривань навіть у моменти пікового завантаження каналів зв'язку між підрозділами фабрики. Команда `do write` копіює всі внесені зміни з оперативної пам'яті в енергонезалежне сховище NVRAM для збереження конфігурації після перезавантаження.

3.4 Інструкції з налаштування доступу до Інтернет

Налаштування доступу до мережі Інтернет для фабрики «WoodStyle» базується на використанні технології NAT (Network Address Translation), яка дозволяє багатьом пристроям з приватними адресами виходити в глобальну мережу через одну публічну адресу провайдера. Також налаштовується статична маршрутизація (Default Route) для пересилання всього зовнішнього трафіку на обладнання провайдера.

Для роботи NAT необхідно чітко розмежувати зони мережі. Внутрішніми інтерфейсами (inside) є всі субінтерфейси на оптичному порту, які обслуговують VLAN підрозділів. Зовнішнім інтерфейсом (outside) є порт GigabitEthernet 0/1, до якого підключено кабель інтернет-провайдера. Команди розмежування інтерфейсів представлено на рисунку 3.14.

```
Router(config)#interface gigabitEthernet 0/1
Router(config-if)#description INTERNET_PROV_LINK
Router(config-if)#ip address 203.0.113.2 255.255.255.252
Router(config-if)#ip nat outside
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#exit
Router(config)#interface tenGigabitEthernet 1/0.10
Router(config-subif)#ip nat inside
Router(config-subif)#exit
Router(config)#interface tenGigabitEthernet 1/0.15
Router(config-subif)#ip nat inside
Router(config-subif)#exit
Router(config)#interface tenGigabitEthernet 1/0.20
Router(config-subif)#ip nat inside
Router(config-subif)#exit
Router(config)#interface tenGigabitEthernet 1/0.25
Router(config-subif)#ip nat inside
Router(config-subif)#exit
Router(config)#interface tenGigabitEthernet 1/0.30
Router(config-subif)#ip nat inside
Router(config-subif)#exit
Router(config)#interface tenGigabitEthernet 1/0.35
Router(config-subif)#ip nat inside
Router(config-subif)#exit
Router(config)#interface tenGigabitEthernet 1/0.40
Router(config-subif)#ip nat inside
Router(config-subif)#exit
Router(config)#interface tenGigabitEthernet 1/0.50
Router(config-subif)#ip nat inside
Router(config-subif)#exit
Router(config)#interface tenGigabitEthernet 1/0.60
Router(config-subif)#ip nat inside
Router(config-subif)#exit
Router(config)#interface tenGigabitEthernet 1/0.99
Router(config-subif)#ip nat inside
Router(config-subif)#exit
Router(config)#interface tenGigabitEthernet 1/0.100
Router(config-subif)#ip nat inside
Router(config-subif)#exit
```

Рисунок 3.14 – Розмежування внутрішніх та зовнішніх інтерфейсів на маршрутизаторі

Команда access-list визначає, яким саме підмережам фабрики дозволено проходити через трансляцію адрес. У список включаються всі VLAN, розраховані за схемою VLSM, щоб забезпечити доступ для адміністрації, цеху, складів та серверів (див. рис. 3.15).

```
Router(config)#access-list 1 permit 192.168.0.64 0.0.0.31
Router(config)#access-list 1 permit 192.168.0.144 0.0.0.7
Router(config)#access-list 1 permit 192.168.0.112 0.0.0.15
Router(config)#access-list 1 permit 192.168.0.176 0.0.0.15
Router(config)#access-list 1 permit 192.168.0.128 0.0.0.15
Router(config)#access-list 1 permit 192.168.0.200 0.0.0.7
Router(config)#access-list 1 permit 192.168.0.96 0.0.0.15
Router(config)#access-list 1 permit 192.168.0.32 0.0.0.31
Router(config)#access-list 1 permit 192.168.0.152 0.0.0.7
Router(config)#access-list 1 permit 192.168.0.0 0.0.0.31
Router(config)#access-list 1 permit 192.168.0.160 0.0.0.7
Router(config)#do write
```

Рисунок 3.15 – Створення списків доступу

Останнім етапом є зв'язування створеного списку доступу із зовнішнім інтерфейсом та налаштування статичного маршруту на шлюз провайдера (див. рис. 3.16). Це дозволяє маршрутизатору пересилати всі запити до веб-ресурсів за межі локальної мережі.

```
Router(config)#ip nat inside source list 1 interface gigabitEthernet 0/1 overload
Router(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 203.0.113.1
Router(config)#do write
```

Рисунок 3.16 – Створення списків доступу

Використання команди overload є обов'язковим для забезпечення доступу всієї кількості хостів через одну публічну IP-адресу..

3.4 Інструкції з налаштування безпроводної точки доступу

Налаштування бездротової інфраструктури фабрики «WoodStyle» передбачає розділення трафіку на корпоративний (VLAN 60) та гостьовий (VLAN 99). Для цього точка доступу підключається до комутатора через Trunk-порт, що дозволяє транслювати кілька SSID одночасно.

Налаштування починається з активації фізичного порту Ethernet та створення логічних субінтерфейсів для кожної бездротової мережі (див. рис. 3.17). Використання стандарту 802.1Q на точці доступу дозволяє маркувати трафік клієнтів відповідними тегамі перед відправкою на комутатор WoodStyle-SW-02.

```
ap>enable
ap#configure terminal
ap(config)#dot11 vlan-name CORP_WIFI vlan 60
ap(config)#dot11 vlan-name GUEST_WIFI vlan 99
ap(config)#interface GigabitEthernet 0
ap(config-if)#no shutdown
ap(config-if)#exit
ap(config)#interface GigabitEthernet 0.60
ap(config-subif)#encapsulation dot1q 60
ap(config-subif)#exit
ap(config)#interface GigabitEthernet 0.99
ap(config-subif)#encapsulation dot1q 99
ap(config-subif)#exit
```

Рисунок 3.17 – Створення логічних субінтерфейсів для бездротових мереж

Команда dot11 vlan-name створює логічний зв'язок між назвою мережі та її цифровим ідентифікатором у системі. Створення субінтерфейсів Gigabit Ethernet 0.60 та 0.99 необхідне для того, щоб точка доступу могла передавати трафік у комутатор WoodStyle-SW-02 у тегованому вигляді через Trunk-порт.

Для корпоративної мережі використовується шифрування WPA2-AES з надійним паролем для захисту внутрішніх даних фабрики. Гостьова мережа налаштовується як відкрита або з простішим паролем, але вона ізольована від основних ресурсів підприємства на рівні маршрутизації. Перелік команд налаштування представлено на рисунку 3.18.

```
ap(config)#dot11 ssid WoodStyle_Corp
ap(config-ssid)#vlan 60
ap(config-ssid)#authentication open
ap(config-ssid)#authentication key-management wpa version 2
ap(config-ssid)#wpa-psk ascii WoodStyle2024Corp
ap(config-ssid)#guest-mode
ap(config-ssid)#exit
ap(config)#dot11 ssid WoodStyle_Guest
ap(config-ssid)#vlan 99
ap(config-ssid)#authentication open
ap(config-ssid)#guest-mode
ap(config-ssid)#exit
```

Рисунок 3.18 – Налаштування захисту точок доступу

У блоці dot11 ssid визначаються параметри трансляції назви мережі. Команда guest-mode робить назву мережі видимою для пошуку клієнтами. Налаштування шифрування wpa-psk ascii забезпечує захист передачі даних по радіоканалу, запобігаючи несанкціонованому перехопленню інформації.

Для поширення сигналу необхідно активувати радіомодулі (2.4 GHz або 5 GHz) та призначити їм створені ідентифікатори мереж. Команда station-role root переводить пристрій у режим класичної точки доступу, що обслуговує клієнтів (див. рис. 3.19).

```
ap(config)#interface dot11Radio 0
ap(config-if)#encryption vlan 60 mode ciphers aes-ccm
ap(config-if)#encryption vlan 99 mode ciphers aes-ccm
ap(config-if)#ssid WoodStyle_Corp
ap(config-if)#ssid WoodStyle_Guest
ap(config-if)#station-role root
ap(config-if)#no shutdown
ap(config-if)#exit
ap(config)#do write
```

Рисунок 3.19 – Активування радіомодулів

Активація інтерфейсу dot11Radio 0 запускає фізичне випромінювання сигналу. Команда encryption vlan mode ciphers aes-ccm вказує алгоритм шифрування для кожної конкретної VLAN, що дозволяє використовувати різні рівні безпеки для персоналу фабрики та відвідувачів. Збереження налаштувань командою do write гарантує відновлення роботи Wi-Fi після можливих перебоїв у живленні виробничих цехів.

3.6 Моделювання мережі в середовищі Cisco Packet Tracer

Процес побудови віртуальної моделі мережі WoodStyle розпочинається з етапу вибору обладнання та формування топології. На робочу область додаються два комутатори WoodStyle-SW-01 та WoodStyle-SW-02, а також маршрутизатор серії 2911 або 4331.

Далі здійснюється розміщення кінцевих пристроїв: персональних комп'ютерів адміністрації, IP-телефонів, серверів у дата-центрі та контролерів

верстатів у виробничому цеху. На етапі фізичної комутації використовується мідний прямий кабель для з'єднання хостів із портами доступу та волоконно-оптичний кабель для формування магістральних каналів між мережевими пристроями.

На робоче поле було додано маршрутизатор серії 2911 та два комутатори рівня доступу. Кінцеві вузли, такі як персональні комп'ютери, сервери та IP-телефони, розподілені за групами відповідно до поверхів та відділів підприємства. З'єднання пристроїв виконано мідним кабелем категорії 5е. Для магістральних лінків між WoodStyle-SW-01 та WoodStyle-SW-02 використано порти GigabitEthernet, а для підключення кінцевих пристроїв застосовано порти GigabitEthernet. Кожному підрозділу присвоєно окремий колір для візуальної ідентифікації приналежності до певного віртуального сегмента.

У процесі моделювання виникла потреба забезпечити високу щільність портів на одному логічному вузлі, що перевищує стандартні 48 одиниць. Оскільки типові моделі комутаторів мають фіксовану кількість інтерфейсів, проблему було вирішено шляхом використання універсального комутатора Switch-PT. У фізичному режимі налаштування пристрій було попередньо вимкнено, після чого в порожні слоти розширення встановлено необхідні інтерфейсні модулі PT-SWITCH-NM-1CE для гігабітних з'єднань та PT-SWITCH-NM-1CFE для стандартних підключень.

Для налаштування статичної адреси на комп'ютері необхідно натиснути лівою кнопкою миші на іконку пристрою на робочому полі. У вікні, що відкриється, слід обрати вкладку Desktop та натиснути на іконку IP Configuration. У цій вкладці необхідно встановити перемикач у положення Static.

У полі IP Address вводиться адреса з діапазону відповідної підмережі, наприклад, 192.168.0.66 для ПК у VLAN 10. У полі Subnet Mask вказується маска підмережі, наприклад 255.255.255.224. Поле Default Gateway має містити IP-адресу субінтерфейсу маршрутизатора, яка була призначена для цієї VLAN,

					2026.КРБ.123.703.07.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		78

наприклад 192.168.0.65. Після введення даних вікно можна закрити, налаштування зберігаються автоматично.

Налаштування IP-телефонів у Cisco Packet Tracer відрізняється від комп'ютерів, оскільки вони зазвичай отримують адреси динамічно, але для роботи потребують фізичного живлення та вказання сервера. Спочатку необхідно відкрити вкладку Physical та під'єднати блок живлення з правої панелі до роз'єму телефону. Оскільки на маршрутизаторі налаштовано субінтерфейс для Voice VLAN 50 з адресою 192.168.0.33, телефон має бути підключений до порту комутатора, де активовано команду `switchport voice vlan 50`.

Для перевірки отриманих параметрів можна відкрити вкладку GUI або зачекати на ініціалізацію пристрою. Якщо потрібно вказати сервер вручну, це робиться у вкладці Config у розділі Settings, де в полі TFTP Server вказується адреса шлюзу або сервера телефонії.

Налаштування серверів виконується у вкладці Desktop через інструмент IP Configuration у режимі Static. Згідно з актуальною таблицею адресації для сегмента SERVERS (VLAN 100), використовується підмережа 192.168.0.216 з маскою 255.255.255.248. Для сервера вручну призначається IP-адреса 192.168.0.218. У полі Subnet Mask вказується значення 255.255.255.248. У полі Default Gateway обов'язково вказується адреса субінтерфейсу роутера 192.168.0.217, яка слугує виходом для даного сегмента мережі. Це забезпечує доступність сервера для інших підрозділів та можливість його виходу в зовнішню мережу через налаштовані правила трансляції адрес NAT.

Процес конфігурування активного обладнання розпочався зі створення бази даних віртуальних мереж VLAN 10–100 та присвоєння їм назв згідно з відділами. Після цього було проведено налаштування магістральних портів за стандартом IEEE 802.1Q для передачі маркованого трафіку між комутаторами та маршрутизатором.

На маршрутизаторі реалізовано технологію Router-on-a-Stick, де для кожного VLAN створено логічний субінтерфейс з відповідною IP-адресою, що

					2026.КРБ.123.703.07.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		79

виконує роль шлюзу за замовчуванням. Для забезпечення виходу в інтернет налаштовано трансляцію адрес NAT через визначення внутрішніх мереж у списках контролю доступу та активацію режиму Overload на зовнішньому інтерфейсі. Кінцеві порти комутаторів переведено в режим доступу з чіткою прив'язкою до віртуальних мереж, а для ліній з IP-телефонією додатково активовано Voice VLAN.

Остаточний вигляд топології мережі представлено у додатку Г.

3.7 Інструкція із використання засобів тестування та моніторингу мережі

Для перевірки коректності налаштувань та загальної працездатності спроектованої мережі в середовищі Cisco Packet Tracer застосовується комплекс вбудованих утиліт та режимів візуалізації трафіку. Базове тестування зв'язності між вузлами різних підрозділів здійснюється за допомогою утиліти ping. Для її запуску необхідно відкрити вікно кінцевого пристрою, перейти у вкладку Desktop, запустити Command Prompt та ввести команду ping із зазначенням IP-адреси цільового вузла.

Успішне отримання відповідей свідчить про правильне налаштування міжвіланової маршрутизації, коректно вказані шлюзи за замовчуванням та відсутність блокувань на рівні списків контролю доступу.

Для відстеження повного маршруту проходження пакетів від джерела до призначення використовується утиліта tracer. Вона дозволяє виявити конкретний інтерфейс або маршрутизатор, на якому відбувається втрата з'єднання або виникає затримка передачі даних.

Команда вводиться в командному рядку кінцевого пристрою та послідовно відображає всі транзитні вузли, через які проходить IP-пакет, що є необхідним інструментом для локалізації мережевих помилок.

Розширений аналіз мережевих процесів виконується за допомогою режиму симуляції Simulation Mode, який активується у нижній правій частині

					2026.КРБ.123.703.07.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		80

робочого простору середовища віртуалізації. У панелі налаштувань фільтрів обираються необхідні протоколи, наприклад ICMP для перевірки базового зв'язку, ARP для аналізу розпізнавання MAC-адрес або TCP для перевірки роботи конкретних сервісів. Запуск покрокового відтворення дозволяє наочно спостерігати за рухом пакетів між пристроями, процесом інкапсуляції на кожному рівні моделі OSI, а також детально переглядати вміст заголовків пакетів на кожному вузлі.

Моніторинг стану активного мережевого обладнання здійснюється безпосередньо через інтерфейс командного рядка маршрутизатора та комутаторів. За допомогою команди `show ip route` перевіряється наявність усіх необхідних записів у таблиці маршрутизації.

Команда `show ip interface brief` надає зведену інформацію про фізичний стан портів та призначені IP-адреси. Для контролю роботи технології трансляції адрес на маршрутизаторі використовується команда `show ip nat translations`, яка відображає поточні відповідності між внутрішніми локальними та зовнішніми глобальними IP-адресами.

Стан магістральних каналів зв'язку на комутаторах контролюється командою `show interfaces trunk`, що дозволяє впевнитися у вільному проходженні всіх необхідних віртуальних локальних мереж через налаштовані порти агрегації.

.

4 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Визначення стадій техпроцесу та загальної тривалості проведення НДР

Розрахунок загального часового ресурсу, необхідного для реалізації науково-дослідної роботи (НДР), базується на детальному аналізі тривалості кожної стадії технологічного циклу. Відповідні відомості, що включають перелік етапів та їхню середню тривалість, систематизовано у таблиці 4.1. Процес моніторингу та верифікації часових витрат покладено на профільну робочу групу у складі керівника проекту, провідного інженера та техніка.

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

№ п/п	Назва операції (стадії)	Викона- вець	Середній час виконання операції, год.
1	2	3	4
1.	Постановка задачі, формування технічного завдання на проект локальної мережі. Узгодження майбутнього розміщення мережевих розеток.	Керів- ник проекту	15
2.	Проектування логічної та фізичної топології локальної мережі. Аналіз інформаційних потоків локальної мережі меблевої фабрики. Вибір оптимальної логічної та фізичної топології. Розробка логічної адресації та конфігурації для апаратного та програмного забезпечення. Врахування структури підприємства для сегментування локальної мережі на підмережі.	Інженер	30

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4
3.	Монтаж мережі (прокладання кабельних каналів, вертикальних та горизонтальних кабельних каналів). Здійснюється монтаж та підключення пасивного обладнання. Перевірка СКС локальної мережі на відповідність вибраній технології.	Технік	40
4.	Конфігурування мережевого обладнання (налаштування апаратного та програмного забезпечення). Налагодження мережі. Тестування конфігурацій апаратного та програмного забезпечення служб ЛОМ.	Інженер	30
5.	Підготовка документації. Написання кабельного журналу, списку мережевого обладнання та його технічних характеристик.	Інженер	5
Разом			120

Сумарний час виконання операцій технологічного процесу проектування мережі становить 120 години, з них 15 годин – робота керівника проекту, 65 години – інженера, 40 години – техніка.

4.2 Визначення витрат на оплату праці та відрахувань на соціальні заходи

Оплата праці трактується як грошовий еквівалент вартості та ціни специфічного товару – робочої сили. Вона реалізується у вигляді винагороди, що виплачується роботодавцем персоналу за фактично виконаний обсяг робіт. Рівень індивідуального заробітку корелює з підсумковими показниками ефективності діяльності суб'єкта господарювання, підлягає державному оподаткуванню та не має встановленої верхньої межі.

Основна заробітна плата розраховується за формулою:

$$Z_{осн} = T_c \cdot K_z, \quad (4.1)$$

де T_c – тарифна ставка, грн.;

K_z – кількість відпрацьованих годин.

Виходячи з рекомендованих тарифних ставок встановимо таку ставку для керівник проекту – 280 грн, інженера – 200 грн./год. а для техніка – 160 грн./год.

Отже, основна заробітна плата для:

- керівника проекту – $Z_{осн1} = 15 \cdot 280 = 4200$ грн.
- інженера – $Z_{осн2} = 65 \cdot 200 = 13000$ грн.
- техніка – $Z_{осн3} = 40 \cdot 160 = 6400$ грн.

Сумарна основна заробітна плата становить

$$Z_{осн} = 4200 + 13000 + 6400 = 23600 \text{ грн.}$$

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

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

де $K_{дод}$ – коефіцієнт додаткових виплат працівникам, 0,1–0,15.

Отже, додаткова заробітна плата по категоріях працівників становить:

- керівника $Z_{дод1} = 4200 \cdot 0,12 = 504$ грн.
- інженера $Z_{дод2} = 13000 \cdot 0,12 = 1560$ грн.
- техніка $Z_{дод3} = 6400 \cdot 0,12 = 768$ грн.

Сумарна додаткова заробітна плата становить:

$$Z_{дод} = 504 + 1560 + 768 = 2832 \text{ грн.}$$

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

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

Отже, загальні витрати на оплату праці становлять:

$$B_{о.п.} = 23600 + 2832 = 26432 \text{ грн.}$$

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

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

					2026.КРБ.123.703.07.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		84

де ФОП – фонд оплати праці, грн.

$$B_{с.з} = 26432 \cdot 0,22 = 5815,04 \text{ грн.}$$

Проведені розрахунки витрат на оплату праці зведемо у таблицю 4.2.

Таблиця 4.2 – Зведені розрахунки витрат на оплату праці

№ п/	Категорія працівни- ків	Основна заробітна плата, грн.			Додатк. заробітна плата, грн.	Нарах. на ФОП, грн.	Всього витрати на оплату праці, грн
		Тарифна ставка, грн.	К-сть відпрац. год.	Фактично нарах. з/пл., грн.			
1	Керівник	280	15	4200	504	-	-
2	Інженер	200	65	13000	1560	-	-
3	Технік	160	40	6400	768	-	-
Разом				23600	2832	5815,04	32247,04

Отже, загальні витрати на оплату праці становлять 32247,04 грн.

4.3 Розрахунок матеріальних витрат

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

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

де q_i – кількість витраченого матеріалу i -го виду;

p_i – ціна матеріалу i -го виду.

Звідси, загальні матеріальні витрати можна визначити:

$$Z_{м.в.} = \sum M_{Bi} \quad (4.6)$$

Проведені розрахунки занесемо у таблицю 4.3.

					2026.КРБ.123.703.07.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		85

Таблиця 4.3 – Зведені розрахунки матеріальних витрат

№ п/п	Найменування матеріальних ресурсів	Од. виміру	К-сть	Ціна, грн.	Сума, грн.
1	2	3	4	5	6
1	Комутаційна шафа EServer ES-E1860B	шт.	1	9362	9362
2	Комутаційна шафа Mirsan 19" 12U 600x600	шт.	1	10944	10944
3	Патчпанель DIGITUS DN-91624U	шт.	2	1200	2400
4	Патчпанель DIGITUS DN-91624S	шт.	1	1334	1334
5	Патчпанель ODF CMS-ODF-1U	шт.	2	1729	2558
6	Розетка RJ-45 (категорія 6)	шт.	41	120	4920
7	Роз'єм 8P8C (100 шт)	шт.	1	590	590
8	Короб Корос (середня ціна)	м.	103	115	11845
9	Лотки серії SCaT	м.	90	225	20250
10	Кабель UTP (кат. 6) (бухта)	шт.	5	5353	26765
11	Кабель F/UTP (кат. 6) (бухта)	шт.	3	6479	19437
12	Кабель ОКБ-В-4G50/125-ОМЗ	м.	12	77,26	927,12
13	Патчкорди (кат. 6)	шт.	47	56	2632
14	Патчкорди Digitus Cat.6 S-FTP	шт.	24	85	2040
15	Кабель оптоволоконний	м.	72	35	2520
16	Маршрутизатор Cisco Firepower 1010	шт.	1	43345	43345
17	Комутатор Cisco Business 350-48P-4X	шт.	2	42732	85464
18	Трансивер Cisco SFP-10G-SR	шт.	2	250	500
19	Точка доступу Cisco Business 145AC	шт.	1	5641	5641
20	Точка доступу Cisco Business 240AC	шт.	6	7297	43782
21	Сервер Dell PowerEdge R450	шт.	1	39678	39678
22	Сервер Synology RackStation RS1221+	шт.	1	54173	54173
23	ДБЖ APC Back-UPS Pro 1500VA	шт.	2	4680	9360
Р а з о м			-	-	400467,12

Отже, загальна сума матеріальних витрат на розробку мережі становить 400467,12 грн.

4.4 Розрахунок витрат на електроенергію

Затрати на електроенергію одиниці обладнання визначаються за формулою:

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

де W – необхідна потужність, кВт;

T – кількість годин роботи обладнання;

S – вартість кіловат-години електроенергії.

Час роботи ПК над даним проектом становить 10 годин, споживана потужність – 0,5 кВт/год, вартість 1 кВт електроенергії – 9 грн. Тому витрати на електроенергію будуть становити::

$$Z_e = 0,5 \cdot 10 \cdot 9 = 45 \text{ грн.}$$

4.5 Визначення транспортних затрат

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

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

де T_B – транспортні витрати.

Отже,

$$T_B = 400467,12 \cdot 0,08 = 32037,37 \text{ грн.}$$

4.6 Розрахунок суми амортизаційних відрахувань

В процесі використання основних фондів виконуються заходи що до їх відновлення. Для відновлення засобів праці у натуральному виразі необхідне їх

					2026.КРБ.123.703.07.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		87

відшкодування у вартісній формі, яке здійснюється шляхом амортизації. Амортизація – це процес перенесення вартості основних фондів на вартість новоствореної продукції з метою їх повного відновлення. Комп'ютери та оргтехніка належать до четвертої групи основних фондів. Мінімально допустимі строки їх використання 2 роки.

Для визначення амортизаційних відрахувань застосовуємо формулу:

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

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

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

H_A – норма амортизації, %;

T – кількість годин роботи обладнання, год.

Враховуючи, що ПК працює над даним проектом 10 год., балансова вартість ПК - 28000 грн., тому, то амортизаційні відрахування становлять:

$$A = \frac{28000 \cdot 0,04}{150} \cdot 10 = 7,5 \text{ грн}$$

4.7 Обчислення накладних витрат

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

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

$$H_B = B_{o.n.} \cdot 0,2...0,6, \quad (4.10)$$

де H_B – накладні витрати.

$$H_B = 32247,04 \cdot 0,4 = 12898,82 \text{ грн.}$$

					2026.КРБ.123.703.07.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		88

4.8 Складання кошторису витрат та визначення собівартості НДР

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

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

Таблиця 4.4 - Кошторис витрат на НДР

Зміст витрат	Сума, грн.	в % до загального
Витрати на оплату праці (основну і додаткову заробітну плату)	26432	2,28
Відрахування на соціальні заходи	5815,04	0,5
Матеріальні витрати	400467,12	34,51
Витрати на електроенергію	45	0,01
Транспортні витрати	32037,37	2,76
Амортизаційні відрахування	7,50	0,01
Накладні витрати	12898,82	1,11
Собівартість	477702,85	100

В таблиці 4.4 зазначено наступні види витрат: витрати на оплату праці, відрахування на соціальні заходи, матеріальні витрати, витрати на електроенергію, транспортні витрати, амортизаційні відрахування, накладні витрати, тобто собівартість (Св) НДР розрахуємо за формулою:

$$C_B = B_{o.п.} + B_{c.п.} + Z_{м.в.} + Z_e + T_B + A + H_B \quad (4.11)$$

Отже, собівартість дорівнює $C_B = 477702,85$ грн.

4.9 Розрахунок ціни НДР

Ціну НДР можна визначити за формулою:

$$\text{Ц} = C_{\text{в}} \cdot (1 + P_{\text{рен}}) \cdot (1 + \text{ПДВ}) \quad (4.12)$$

де $P_{\text{рен}}$ – рівень рентабельності;

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

Отже, ціна НДР становить:

$$\text{Ц} = 477702,85 \cdot (1 + 0,3) \cdot (1 + 0,2) = 745\,216,45 \text{ грн}$$

4.10 Визначення економічної ефективності і терміну окупності капітальних вкладень

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

Прибуток розраховується за формулою:

$$\text{П} = \text{Ц} - C_{\text{в}} \quad (4.13)$$

де П – прибуток;

$C_{\text{в}}$ – собівартість;

$$\text{П} = 745\,216,45 - 477702,85 = 267513,6 \text{ грн}$$

Економічна ефективність (E_p) полягає у відношенні результату виробництва до затрачених ресурсів і розраховується за формулою:

$$E_p = \frac{\text{П}}{C_{\text{в}}} = \frac{267513,6}{477702,85} = 0,56 \quad (4.14)$$

Поряд із економічною ефективністю розраховують термін окупності капітальних вкладень T_p :

$$T_p = \frac{1}{E_p} \quad (4.15)$$

Допустимим вважається термін окупності до 5 років. В даному випадку:

					2026.КРБ.123.703.07.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		90

$$T_p = \frac{1}{0,56} = 1,8$$

Всі дані внесемо в зведену таблицю 4.5 економічних показників.

Таблиця 4.5 – Економічні показники НДР

№п/п	Показник	Значення
1.	Собівартість, грн.	477702,85 грн.
2.	Плановий прибуток, грн.	267513,6 грн.
3.	Ціна, грн.	745 216,45 грн.
4.	Економічна ефективність	0,56
5.	Термін окупності, рік	1,8

Загальна вартість розробленої комп'ютерної мережі для меблевої фабрики «WoodStyle» становить 745216,45 грн. Зважаючи на високі показники економічної ефективності – 0,56, кошти, вкладені в проведення проектних робіт окупляться за 1,8 року.

5 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

Науково-технічний прогрес та автоматизація сучасних виробничих процесів внесли серйозні зміни в умови діяльності як працівників розумової праці, так і персоналу безпосередньо на виробничих майданчиках. Сучасне меблеве виробництво характеризується високою інтенсивністю процесів, що вимагає від персоналу значних витрат розумової, емоційної та фізичної енергії. Це зумовлює необхідність комплексного вирішення проблем ергономіки, гігієни та організації праці, а також чіткої регламентації режимів роботи та відпочинку.

Особливістю меблевої фабрики «WoodStyle» є поєднання в межах одного об'єкта розвиненої комп'ютерної інфраструктури, яка забезпечує керування та проектування, та потужного деревообробного цеху з верстатами із ЧПК.

Під час виконання своїх професійних обов'язків персонал фабрики піддається дії низки небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

Працівники адміністративного апарату, конструкторського бюро та ІТ-спеціалісти під час роботи за комп'ютерною технікою зазнають впливу електромагнітних полів, статичної електрики, шуму, а також значного нервово-емоційного та зорового напруження.

У свою чергу, персонал виробничого цеху піддається підвищеним ризикам травматизму через наявність рухомих елементів обладнання, високу концентрацію горючого деревного пилу та підвищений рівень акустичного навантаження.

Забезпечення належного рівня безпеки праці, раціональна конструкція і розташування елементів робочих місць, а також впровадження ефективних режимів протипожежного захисту мають вирішальне значення для підтримки оптимального стану здоров'я людини-оператора та запобігання виникненню надзвичайних ситуацій на підприємстві.

					2026.КРБ.123.703.07.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		92

5.1 Вжиті режимно-організаційні заходи, які забезпечують пожежну безпеку на меблевій фабриці "WoodStyle"

Меблева фабрика «WoodStyle» належить до категорії підприємств із підвищеним рівнем пожежної небезпеки. Така специфіка зумовлена наявністю у виробничих зонах великої кількості горючих матеріалів, включаючи масив деревини, плитні матеріали, лакофарбові вироби та фурнітуру, що зберігаються на складах сировини та готової продукції.

Додатковим фактором ризику є функціонування розгалуженої ІТ-інфраструктури, яка об'єднує 71 мережевий вузол, серверне та комутаційне обладнання, розміщене у шафах серверної та на поверхах будівлі. З метою запобігання виникненню пожеж, мінімізації ризиків короткого замикання та забезпечення безпеки персоналу на підприємстві впроваджено комплекс режимно-організаційних та інженерно-технічних заходів.

Основою протипожежного режиму на фабриці є суворе дотримання державних нормативних актів та внутрішніх інструкцій. Відповідно до наказу генерального директора, на підприємстві чітко розмежовано зони відповідальності за пожежну безпеку.

На першому поверсі, де розташовані безпосередньо виробничий цех, склади та шоу-рум, контроль покладено на майстрів змін. На другому поверсі, який займають адміністративні приміщення, конструкторське бюро та серверна кімната, відповідальним призначено інженера з охорони праці.

Усі штатні працівники та залучені спеціалісти проходять обов'язкові вступні, первинні та регулярні повторні протипожежні інструктажі. Проведення будь-яких робіт у виробничих зонах суворо регламентовано і допускається лише за нарядом-допуском після повного очищення робочого простору від деревного пилу та тирси. Для забезпечення належного санітарного та протипожежного стану затверджено графік щоденного прибирання горючих відходів, які накопичуються на верстатах із ЧПК та біля комутаційних шаф першого поверху.

					2026.КРБ.123.703.07.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		93

Куріння на всій території фабрики категорично заборонено, для цього облаштовано спеціальні ізольовані зони поза межами будівлі.

Технічне забезпечення пожежної безпеки об'єкта розроблено з урахуванням особливостей матеріальних цінностей у різних приміщеннях. Будівля повністю обладнана автоматичною системою пожежної сигналізації з димовими та тепловими сповіщувачами, виведеними на центральний пульта охорони.

Підбір первинних засобів пожежогасіння здійснено відповідно до класу можливих пожеж у конкретних зонах. У виробничому цеху та на логістичних складах першого поверху розміщено порошкові вогнегасники, які є найбільш ефективними для гасіння твердих горючих речовин. Натомість у серверній кімнаті, де розташований головний кросовий вузол, та в адміністративних кабінетах другого поверху використовуються виключно вуглекислотні вогнегасники.

Це дозволяє оперативно ліквідувати загоряння активного мережевого обладнання, серверів та комп'ютерної техніки без ризику їхнього безповоротного пошкодження хімічним нальотом. Наочне просторове розміщення всіх первинних засобів пожежогасіння, включаючи вогнегасники, пожежні щити та гідранти на території підприємства, детально відображено на додатку Д.

Для організації швидкого та безпечного виведення персоналу з будівлі у разі надзвичайної ситуації розроблено та затверджено плани евакуації для обох поверхів. Усі евакуаційні шляхи та виходи постійно утримуються вільними від готової продукції чи сторонніх предметів, а у виробничому цеху нанесено чітке маркування пішохідних зон усім маршрутом руху до виходу.

Над дверима евакуаційних виходів та вздовж коридорів встановлено світлові покажчики з автономним живленням, які спрацьовують при відключенні основної електромережі. Розроблений план чітко розподіляє обов'язки персоналу під час евакуації. Наприклад, системний адміністратор у разі небезпеки має знеструмити центральну серверну стійку, а працівники складу – забезпечити відкриття резервних ролетних воріт для безперешкодного виходу людей.

					2026.КРБ.123.703.07.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		94

Графічне виконання плану евакуації із зазначенням основних та запасних маршрутів руху з першого та другого поверхів меблевої фабрики наведено на додатку Д.

5.2 Охорона праці ІТ-персоналу в умовах впливу шкідливих виробничих факторів меблевої фабрики (деревообробний пил, шум, вібрація)

Професійна діяльність ІТ-спеціалістів на меблевій фабриці «WoodStyle» суттєво відрізняється від роботи в класичних офісних центрах через безпосередню близькість до виробничих потужностей.

Розгортання та обслуговування мережевої інфраструктури, включаючи налаштування точок бездротового доступу та обслуговування комутаційних шаф безпосередньо у цехах, піддає персонал впливу специфічних шкідливих факторів, серед яких ключовими є деревообробний пил, підвищений рівень шуму та вібрація.

Деревообробний пил є одним із найбільш небезпечних факторів на об'єкті, оскільки він має схильність до швидкого розповсюдження та проникнення в усі приміщення через вентиляційні системи та відкриті технологічні отвори.

Для ІТ-персоналу небезпека полягає не лише у ризику виникнення алергічних реакцій чи захворювань верхніх дихальних шляхів, а й у накопиченні пилу всередині системних блоків та серверного обладнання. Це може призводити до перегріву компонентів, виникнення статичної електрики та підвищення пожежної небезпеки на робочому місці.

Для мінімізації цього впливу в адміністративних приміщеннях, де працює персонал, передбачено встановлення систем припливно-витяжної вентиляції з багатоступеневою фільтрацією повітря, а при проведенні монтажних робіт у цеху спеціалісти зобов'язані використовувати індивідуальні засоби захисту органів дихання, такі як респіратори класу захисту не нижче FFP2 [6].

					2026.КРБ.123.703.07.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		95

Шумове навантаження на фабриці генерується роботою деревообробних верстатів, систем аспірації та охолоджувальними системами у серверних кімнатах. Постійний вплив шуму, що перевищує встановлені санітарні норми у 60 дБА для приміщень з ПЕОМ, призводить до швидкої втомлюваності, зниження концентрації уваги під час програмування чи налаштування мережі, а також може спричинити розлади нервової та серцево-судинної систем.

Для забезпечення нормативних умов праці ІТ-персоналу стіни серверної та конструкторського бюро мають підвищену звукоізоляцію, а робочі місця розташовані на максимальному видаленні від найбільш галасливого обладнання першого поверху. У випадках тривалого перебування спеціалістів у виробничій зоні для обслуговування ІР-телефонії чи бездротових точок доступу передбачено використання протишумних навушників або берушів.

Вібрація, як шкідливий виробничий фактор, виникає внаслідок роботи масивних верстатів та передається через будівельні конструкції підлоги та стін. Тривалий вплив загальної вібрації на персонал може призводити до порушень у роботі опорно-рухового апарату та загального погіршення самопочуття. Крім того, вібрація негативно впливає на стабільність роботи жорстких дисків у серверному обладнанні Synology та може спричинити пошкодження паяних з'єднань у комутаторах.

З метою нейтралізації цього фактору робочі столи ІТ-спеціалістів оснащуються вібропоглинаючими підставками, а серверне обладнання в шафах MDF встановлюється на спеціальні антивібраційні опори або демпфуючі прокладки.

Окрім зазначених факторів, важливу роль відіграє організація робочого місця згідно з вимогами НПАОП 0.00-7.15-18 [14]. Це передбачає забезпечення оптимальної освітленості, використання ергономічних крісел для зниження статичного навантаження на хребет та дотримання регламентованих перерв.

Поєднання технічних засобів захисту, таких як герметичні корпуси для мережевого обладнання з рівнем захисту IP54, та організаційних заходів, включаючи періодичні медичні огляди та інструктажі, дозволяє створити

					2026.КРБ.123.703.07.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		96

безпечні умови праці для ІТ-персоналу меблевої фабрики «WoodStyle», що є критично важливим для стабільного функціонування всієї інформаційної системи підприємства.

Ергономіка робочого місця ІТ-спеціаліста базується на суворому дотриманні просторових параметрів розміщення меблів та обладнання. Конструкція робочого стільця передбачає можливість регулювання висоти сидіння, кута нахилу спинки та висоти підлокітників, що дозволяє індивідуально адаптувати крісло під антропометричні дані кожного працівника та знизити статичне навантаження на м'язи шийно-плечової зони [6].

Клавіатура і миша розташовуються на відстані не менше десяти сантиметрів від краю столу для забезпечення опори для кистей рук. Монітор встановлюється на відстані від шістдесяти до сімдесяти сантиметрів від очей користувача, а верхня кромка екрана повинна знаходитися на рівні очей або трохи нижче.

Впровадження таких ергономічних рішень у поєднанні з обов'язковими регламентованими перервами тривалістю п'ятнадцять хвилин через кожні дві години роботи дозволяє повністю компенсувати негативний вплив гіподинамії та зберегти високу працездатність колективу протягом усього робочого дня.

					2026.КРБ.123.703.07.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		97

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі розроблено проєкт комп'ютерної мережі для меблевої фабрики «WoodStyle» у місті Тернополі.

Під час виконання роботи були досягнуті наступні результати. Основою побудови мережі став логічний поділ архітектури на окремі віртуальні сегменти з використанням технології VLAN. Завдяки цьому вдалося ефективно ізолювати мережевий трафік різних відділів, зокрема адміністрації, бухгалтерії, інженерного відділу, виробничого цеху, складу, маркетингу та шоуруму.

Виділення окремих мереж для серверного обладнання та корпоративної IP-телефонії дозволило оптимізувати навантаження на магістральні канали, гарантувати якість обслуговування голосового трафіку та підвищити загальний рівень захисту інформації.

Для фізичної реалізації проєкту було підібрано оптимальний комплекс активного мережевого обладнання на базі пристроїв Cisco. Використання комутаторів рівня доступу з підтримкою гігабітних інтерфейсів та застосування модульних розширень вирішило проблему високої щільності підключень на окремих ділянках. Маршрутизація між створеними віртуальними підмережами успішно реалізована на межовому маршрутизаторі за допомогою технології Router-on-a-Stick, що забезпечило повноцінну керовану взаємодію між усіма дозволеними вузлами підприємства.

Логічна та фізична топології локальної мережі подано в графічній частині.

В економічній частині зроблено розрахунком повної вартості робіт по проектуванню, встановленню і запуску в експлуатацію мережі. Отримана вартість мережі 745 216,45 грн є в межах запропонованої замовником. Термін окупності інвестицій становить 1,8 років, що підтверджує економічну вигоду розробки.

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

					2026.КРБ.123.703.07.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		98

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Базові поняття мережевих технологій. URL: <http://um.co.ua/8/8-17/8-1748.html>. Дата звернення: 25.05.2026.
2. Берлін О. М. Ергономіка робочого місця оператора ПЕОМ: Навчальний посібник. Житомир: ЖДТУ, 2019. 156 с.
3. Буров Є., Митник М. Комп'ютерні мережі. (у 2-х томах) Львів, Магнолія, 2018.
4. Єфіменко А. А. Основи побудови локальних комп'ютерних мереж Ethernet на базі керованих комутаторів компанії Cisco : навчальний посібник. – Житомир : Житомирська політехніка, 2021. – 116 с.
5. Комп'ютерні мережі / О. Д. Азаров, С. М. Захарченко, О. В. Кадук, М. М. Орлова, В. П. Тарасенко // Навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2016 – 500 с.
6. Курепін В. М. Основи охорони праці: навчальний посібник для студентів закладів вищої освіти аграрної галузі. Миколаїв : МНАУ, 2022. – 347 с.
7. PowerEdge R240. URL: <https://www.dell.com/support/product-details/uk-ua/product/poweredge-r240/overview> – Дата звернення: 29.05.2026.
8. Джерело безперебійного живлення APC Back-UPS 1500 ВА, авторегулювання напруги, 230 В, СНД URL: <https://www.apc.com/ua/uk/product/BR1500G-RS> – Дата звернення: 7.06.2026).
9. КПВ-ВП (250) URL: <https://lantorg.com/products/odeskabel-kpv-vp-250-4h2h057-utp---cat6-vnutrenniy-korobka-305m/>. – Дата звернення: 6.06.2026.
10. Одескабель Cat.6 URL: <https://odeskabel.com/ua/products/katalog-lan/lan-kabeli-kategorii-6/uutp-4pr-indoor.html>. (Дата доступу: 29.05.2026).
11. Південкабель ОПТ-24А4 URL: <https://www.yuzhcable.info/edata/mrr/501001090120072144/lang/en>. – Дата звернення: 29.05.2026.
12. Посібник користувача Cisco Packet Tracer 8.2. URL: <https://www.netacad.com/courses/packet-tracer>. Дата звернення: 28.05.2026.

					2026.КРБ.123.703.07.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		99

13. Поширені питання про життєвий цикл–Windows URL: <https://learn.microsoft.com/uk-ua/lifecycle/faq/windows>. – Дата звернення: 29.05.2026.

14. Про затвердження Вимог щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями : НПАОП 0.00-7.15-18 : наказ Міністерства соціальної політики України від 14 лют. 2018 р. № 207. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0305-18> – Дата звернення: 05.06.2026.

15. Телефонна + комп'ютерна розетка RJ11 + RJ45, кат. 6, неэкр. UTP з пружинними затискачами, Алюміній, Sedna SDN5200160. URL: <https://schneider.kiev.ua/telefonna--kompyuterna-rozetka-rj11--rj45-kat-6-neekr-utp-z-pruzhinnimi-zatiskachami-alyuminij-sedna-sdn5200160> – Дата звернення – 6.06.2026.

					2026.КРБ.123.703.07.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		100

ДОДАТКИ

Додаток А. План будівлі меблевої фабрики «WoodStyle»

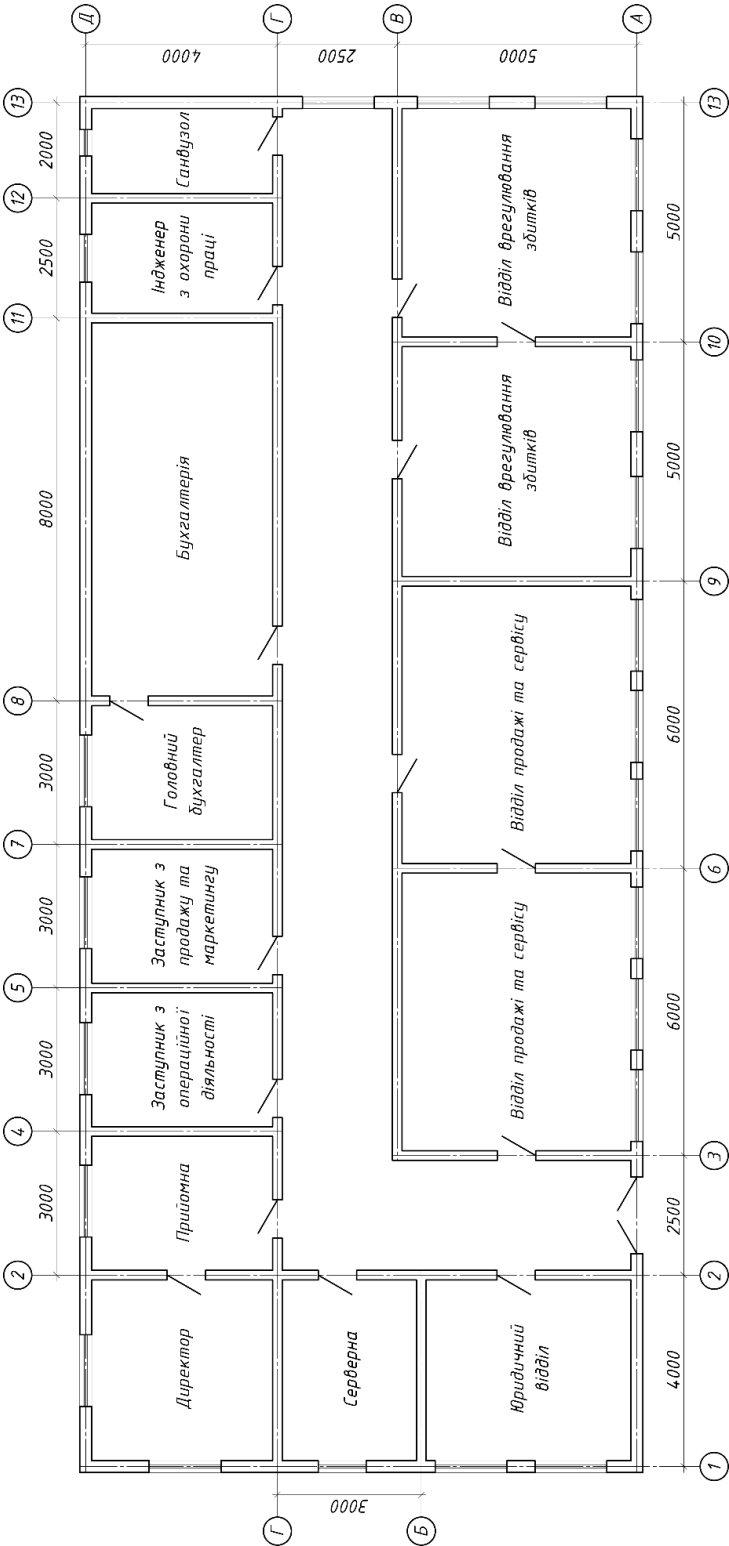
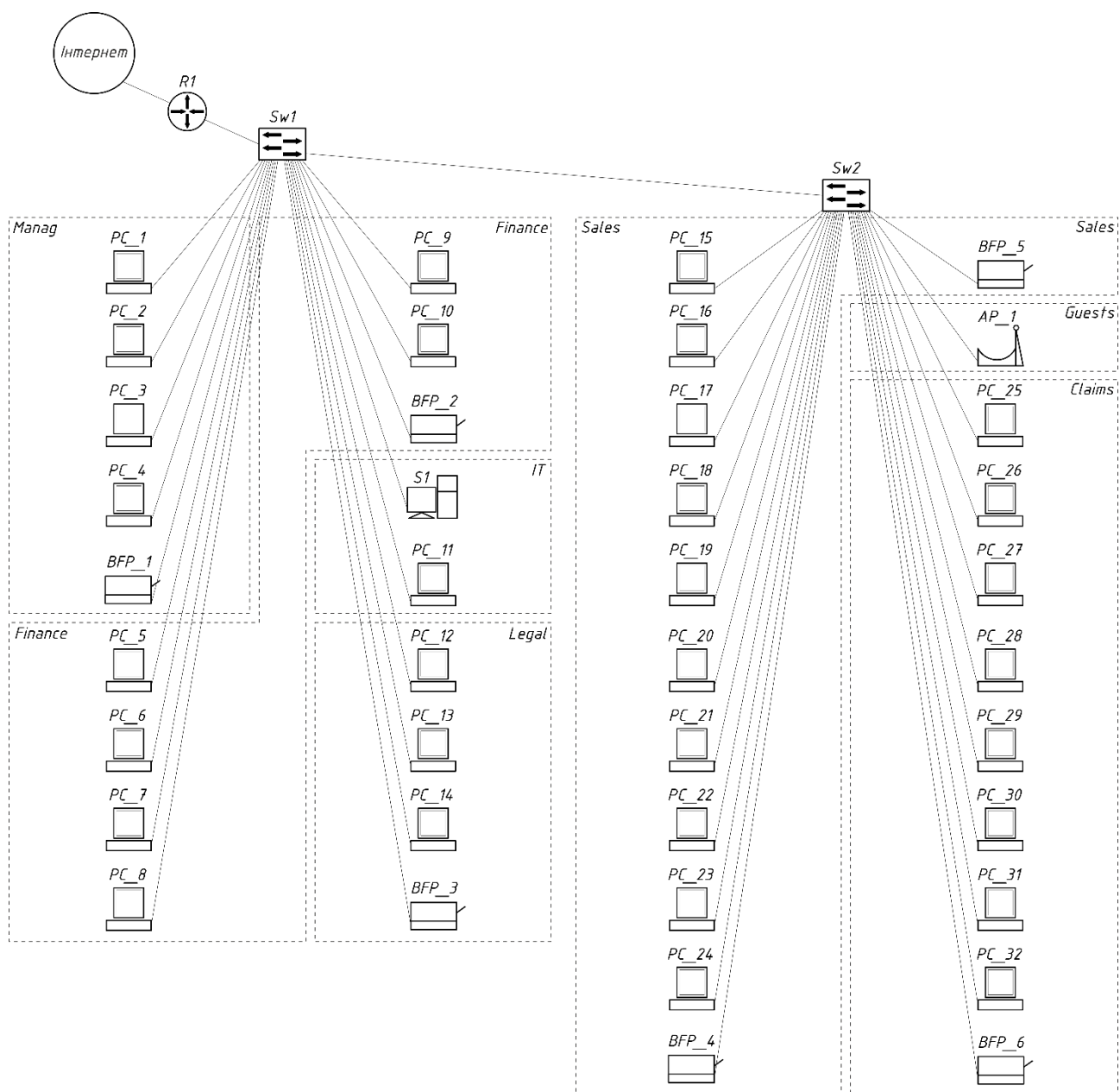
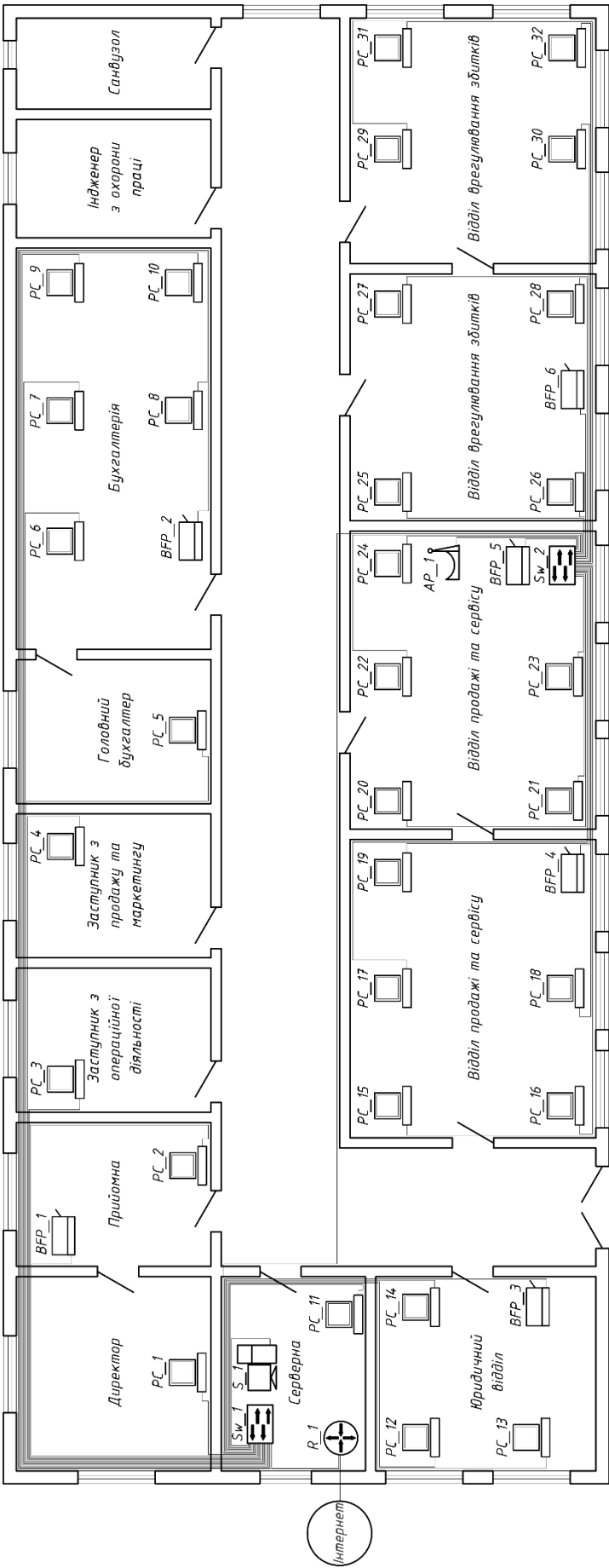


Рисунок А.1 – План першого поверху будівлі

ДОДАТОК Б. Логічна топологія мережі



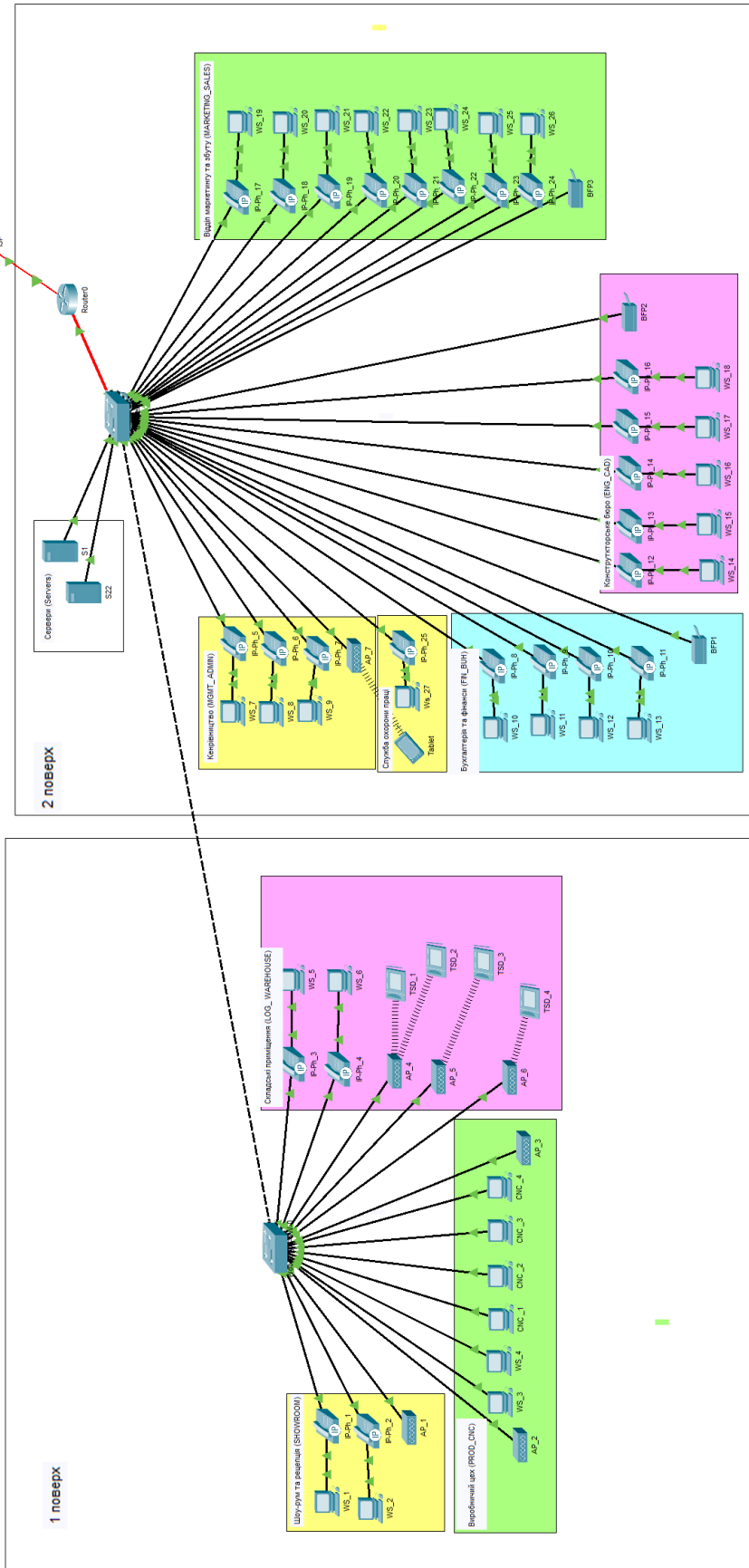
ДОДАТОК В. Горизонтальна підсистема СКС мережі



Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

2026.КРБ.123.703.07.00.00 ПЗ

ДОДАТОК Г. Модель мережі в Cisco Packet Tracer



ДОДАТОК Д. План евакуації на випадок пожежі

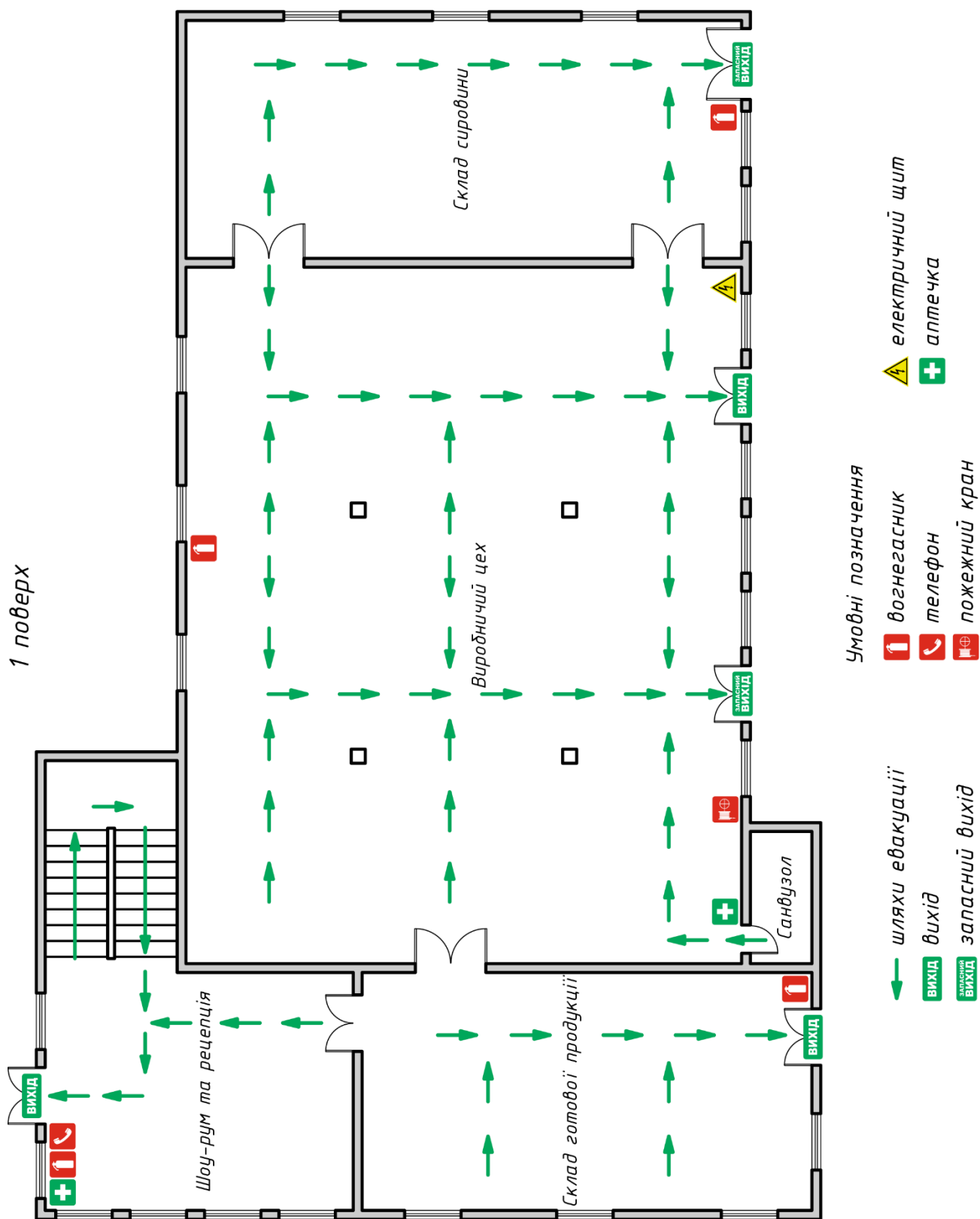


Рисунок Д.1 – План евакуації із 1 поверху будівлі на випадок пожежі

2 поверх

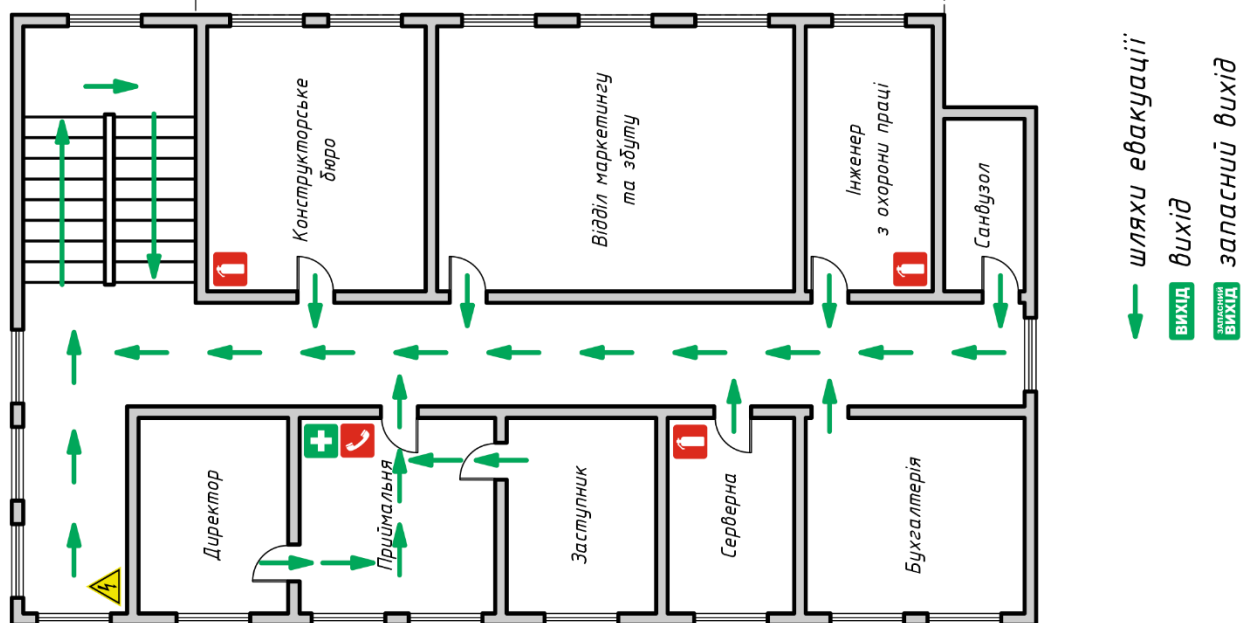


Рисунок Д.2 – План евакуації із 2 поверху будівлі на випадок пожежі