

Міністерство освіти і науки України
Відокремлений структурний підрозділ «Тернопільський фаховий коледж
Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя»
(повне найменування вищого навчального закладу)

Відділення телекомунікацій та електронних систем
(назва відділення)

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

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи бакалавра
(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: Розробка проекту комп'ютерної мережі ТОВ «Імперіал»

Виконав: студент VI курсу, групи КІБ-602

Спеціальності:

123 «Комп'ютерна інженерія»
(шифр і назва спеціальності)

Дмитро КОЗИЦЬКИЙ

(підпис)

(ім'я та прізвище)

Керівник

Володимир ЛІСОВИЙ

(підпис)

(ім'я та прізвище)

Рецензент

(підпис)

(ім'я та прізвище)

Тернопіль – 2023

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

Відділення телекомунікацій та електронних систем
Циклова комісія комп'ютерної інженерії
Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр
Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова циклової комісії
комп'ютерної інженерії

_____ Андрій ЮЗЬКІВ

“01” травня 2023 року

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

_____ Дмитра КОЗИЦЬКОГО _____

(ім'я, прізвище)

1. Тема роботи: Розробка проекту комп'ютерної мережі ТОВ “Імперіал”

керівник роботи: Володимир ЛІСОВИЙ
(ім'я, прізвище)

затверджені наказом вищого навчального закладу від 1.05.2023р. № 4/9-173

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи 21.06.2023р.

3. Вихідні дані до роботи: комунікаційні вимоги підприємства; план приміщень;
завдання на проектування; стандарти: ANSI/EIA/TIA 568 - “Commercial Building
Telecommunications Wiring Standart”, ANSI/EIA/TIA 569 - “Commercial Building
Standart for Telecommunications Pathwais and Spaces”

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Перелік термінів і скорочень

Вступ

1 Загальний розділ

1.1 Технічне завдання

1.1.1 Найменування та область застосування

1.1.2 Призначення розробки

1.1.3 Вимоги до апаратного та програмного забезпечення

1.1.4 Вимоги до документації

1.1.5 Техніко-економічні показники

1.1.6 Стадії та етапи розробки

1.1.7 Порядок контролю та прийому

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

2 Розробка технічного та робочого проекту

2.1 Опис та обґрунтування вибору логічного типу мережі

2.2 Розробка схеми фізичного розташування кабелів та вузлів:

2.2.1 Типи кабельних з'єднань та їх прокладка

2.2.2 Будова вузлів та необхідність їх застосування

2.3 Обґрунтування вибору комунікаційного обладнання

2.4 Особливості монтажу мережі

2.5 Обґрунтування вибору програмного забезпечення

2.6 Тестування та налагодження мережі

3 Спеціальний розділ

3.1 Інструкція налаштування Інтернет-шлюзу та захисту мережі

3.2 Налаштування активного комутаційного обладнання

3.3 Інструкція з використання тестових наборів та тестових програм

3.4 Інструкція з експлуатації та моніторингу в мережі

3.5 Моделювання мережі

4 Економічний розділ

4.1 Визначення стадій техпроцесу та загальної тривалості проведення НДР

4.2 Визначення витрат на оплату праці та відрахувань на соціальні заходи

4.3 Розрахунок матеріальних витрат

- 4.4 Розрахунок витрат на електроенергію
- 4.5 Визначення транспортних затрат
- 4.6 Розрахунок суми амортизаційних відрахувань
- 4.7 Обчислення накладних витрат
- 4.8 Складання кошторису витрат та визначення собівартості НДР
- 4.9 Розрахунок ціни НДР
- 4.10 Визначення економ. ефективності і терміну окупності кап. вкладень

5 Охорона праці, техніка безпеки та екологічні вимоги

- 5.1 Ергономічні вимоги до робочого місця користувача ВДТ
- 5.2 Організація пожежної безпеки ТОВ «Імперіал»

Висновки

Перелік посилань

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

- План приміщень
- Логічна топологія
- Фізична топологія
- Модель мережі
- Таблиця IP-адрес
- Таблиця техніко-економічних показників

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи бакалавра

Розділ	Ім'я, прізвище та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Економічний розділ	Оксана РЕДЬКВА 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	02.05	
2	Збір і узагальнення інформації по роботі	15.05	
3	Написання першого розділу	24.05	
4	Розробка технічного та робочого проекту	29.05	
5	Написання спеціального розділу	2.06	
6	Розрахунок економічної частини	5.06	
7	Написання розділу охорони праці	7.06	
8	Виконання графічної частини	12.06	
9	Оформлення проекту	16.06	
10	Проходження нормоконтролю	19.06	
11	Попередній захист роботи	21.06	
12	Захист роботи		

7. Дата видачі завдання 2.05.2023р.

Студент

Керівник кваліфікаційної роботи

(підпис)

Дмитро КОЗИЦЬКИЙ

(ім'я та прізвище)

(підпис)

Володимир ЛІСОВИЙ

(ім'я та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Козицький Д.О. Розробка проекту комп'ютерної мережі компанії ТОВ «Імперіал»: кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр, за спеціальністю 123 Комп'ютерна інженерія. Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2023. 82 с.

Кваліфікаційна робота присвячена розробці локальної комп'ютерної мережі ТОВ «Імперіал».

В результаті аналізу комунікаційних потреб ТОВ «Імперіал» сформовано технічне завдання на проектування локальної комп'ютерної мережі. Вибрано топологію та архітектуру, а також визначено перелік вузлів проектованої мережі. Проведено порівняльний аналіз та вибрано моделі: комутатора локальних мереж для ядра мережі, комутаторів рівня доступу, точок доступу, мережевих принтерів, серверів. Здійснено поділ проектованої локальної мережі на віртуальні підмережі. Вибрано операційні системи серверів та робочих станцій. Розроблено логічну та фізичну топології мережі. Наведено інструкцію з: налаштування Інтернет-шлюзу, конфігурування активного комутаційного обладнання, тестування мережі. З метою перевірки коректності налаштувань проведено моделювання мережі.

Ключові слова: локальна мережа, віртуальні підмережі, комутатори, сервери

Kozytskyi D.O. Development of the project of the computer network of "Imperial" LLC: qualifying work for obtaining a bachelor's degree, specialty 123 Computer Engineering. Ternopil: SSS "TPC TNTU", 2023. 82 p.

The qualification work is devoted to the development of the local computer network of "Imperial" LLC.

As a result of the analysis of the communication needs of "Imperial" LLC, a technical task for the design of a local computer network was formed. Topology, architecture and list of nodes of the projected network were determined. A comparative analysis was carried out and were selected models of: local area network switch for the network core, access level switches, access points, network printers, servers. The planned local network was divided into virtual subnets. Server and workstation operating systems were selected. The logical and physical topology of the network has been developed. Instructions were given for: setting up the Internet gateway, configuring active switching equipment, testing the network. In order to check the correctness of the settings, a network simulation was carried out.

Keywords: local network, virtual subnets, VLAN, switches, servers.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ.....	10
ВСТУП	11
1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ	13
1.1 Технічне завдання	13
1.1.1 Найменування та область застосування	13
1.1.2 Призначення розробки.....	13
1.1.3 Вимоги до апаратного і програмного забезпечення.....	13
1.1.4 Вимоги до документації	14
1.1.5 Техніко-економічні показники	15
1.1.6 Стадії та етапи розробки.....	16
1.1.7 Порядок контролю та прийому.....	16
1.2 Постановка задачі на розробку проекту. Характеристика організації, для якої створюється проект мережі	17
2 РОЗРОБКА ТЕХНІЧНОГО ТА РОБОЧОГО ПРОЕКТУ	20
2.1 Опис та обґрунтування вибору логічного типу мережі	20
2.2 Розробка схеми фізичного розташування кабелів та вузлів	22
2.2.1 Типи кабельних з'єднань та їх прокладка	22
2.2.2 Будова вузлів та необхідність їх застосування	23
2.3 Обґрунтування вибору обладнання для мережі.....	27
2.3.1 Вибір пасивного обладнання мережі	27
2.3.2 Вибір активного обладнання мережі.....	29
2.4 Особливості монтажу мережі	45
2.5 Обґрунтування вибору операційних систем та програмного забезпечення для серверів та робочих станцій в мережі	47
2.6 Тестування та налагодження мережі.....	48
3 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ	49
3.1 Інструкція налаштування Інтернет-шлюзу та захисту мережі.....	49

					<i>2023.КРБ.123.602.09.00.00 ПЗ</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Козицький Д.О.</i>			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Лисовий В.М.</i>			8	82	
<i>Реценз.</i>					<i>ВСП ТФК ТНТУ КІД-602</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Приймак В.А.</i>			<i>м. Тернопіль</i>		
<i>Затв.</i>							
					<i>Розробка проекту комп'ютерної мережі ТОВ «Імперіал» Пояснювальна записка</i>		

3.2	Налаштування активного комутаційного обладнання	52
3.3	Інструкція з використання тестових наборів та тестових програм.....	61
3.4	Інструкція з експлуатації та моніторингу в мережі.....	62
3.5	Моделювання мережі.....	62
4	ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	64
4.1	Визначення стадій технологічного процесу та загальної тривалості проведення НДР	64
4.2	Визначення витрат на оплату праці та відрахувань на соціальні заходи..	65
4.3	Розрахунок матеріальних витрат	67
4.4	Розрахунок витрат на електроенергію	68
4.5	Визначення транспортних затрат	69
4.6	Розрахунок суми амортизаційних відрахувань.....	69
4.7	Обчислення накладних витрат.....	70
4.8	Складання кошторису витрат та визначення собівартості НДР	70
4.9	Розрахунок ціни НДР.....	71
4.10	Визначення економічної ефективності і терміну окупності капітальних вкладень.....	71
5	ОХОРОНА ПРАЦІ, ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ВИМОГИ.....	73
5.1	Ергономічні вимоги до робочого місця користувача ВДТ	73
5.2	Організація пожежної безпеки ТОВ «Імперіал».....	77
	ВИСНОВКИ.....	80
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	81
	ДОДАТКИ.....	83
	Додаток А - Характеристики Edge-core ECS4620-28Т.....	83
	Додаток Б - Характеристики Edge-core ECS2100-28Т	89
	Додаток В – Конфігураційний файл firewall.sh	94

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

ACL – Access Control List;
CLI – Command Line Interface;
DHCP – Dynamic Host Configuration Protocol;
DNS – Domain Name System;
MAC – Media Access Control;
PDU – Protocol Data Unit;
QoS – Quality of service;
RAID – Redundant Array of Independent Disks;
RIP – requiescat in pace;
SFP - Small Form-factor Pluggable;
SNMP – Simple Network Management Protocol;
SSH – Secure Shell;
UTP – Unshielded twisted pair;
VLAN – Virtual Local Area Network;
ВДТ – відео-дисплейний термінал;
ЕОМ – електронно-обчислювальна машина;
НДР – науково-дослідні роботи;
ТОВ – товариство з обмеженою відповідальністю.

					<i>2023.КРБ.123.602.09.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>10</i>

ВСТУП

Актуальність використання комп'ютерної техніки в сучасному світі важко переоцінити. Однак не пов'язана між собою обчислювальна техніка піднімає ряд важливих питань, таких як: як зберігати використану інформацію, як її публікувати, як ділитися цією інформацією з іншими користувачами, як спільно використовувати дорогі ресурси (дисковий простір, периферійне обладнання, канал доступу до глобальної мережі) з кількома користувачами. Щоб дати відповіді на ці запитання, комп'ютери потрібно об'єднати обчислювальне обладнання в єдину комунікаційну систему, тобто в комп'ютерну мережу.

Комп'ютерна мережа - це система, в якій обробка інформації розподілена між комп'ютерами за допомогою засобів зв'язку [1]. Така мережа являє собою сукупність географічно розподілених комп'ютерів, які можуть обмінюватися повідомленнями один з одним через середовище передачі даних.

Світова тенденція до об'єднання комп'ютерних мереж обумовлена швидкістю передачі інформації, можливістю швидкого обміну інформацією між користувачами, можливістю отримувати і відправляти повідомлення (електронні листи, електронні конференції), не залишаючи робочого місця, миттєвим отриманням будь-якої інформації з будь-якої точки світу, можливістю здійснювати обмін інформацією між різними типами комп'ютерів різних виробників, що працюють з різним програмним забезпеченням під управлінням різних операційних систем, а також багато інших важливих причин [2].

Сучасний стан розвитку інформаційних технологій свідчить про необхідність прискорення їх використання як найбільш ефективного способу контролю, управління та обміну даними.

Дана кваліфікаційна робота вирішує проблему об'єднання в єдину інформаційну систему всієї обчислювальної техніки ТОВ «Імперіал».

					<i>2023.КРБ.123.602.09.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Реалізація запропонованого проекту дозволить зменшити внутрішню адміністративну роботу, підвищити продуктивність праці та скоротити час, що витрачається на обробку інформації за рахунок спільного використання таких ресурсів, як дисковий простір на серверах, периферійне устаткування та лінія з'єднання з провайдером Інтернет. За рахунок цього будуть вирішені проблеми повернення інвестицій та рентабельності впровадження локальної мережі. Реалізуювши цей проект і підключившись до глобальної мережі Інтернет, компанія отримає практично необмежені інформаційні можливості для своєї діяльності.

					<i>2023.КРБ.123.602.09.00.00 ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		12

1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Технічне завдання

1.1.1 Найменування та область застосування

Метою даної кваліфікаційної роботи бакалавра є: підготовка проектної документації для розгортання локальної комп'ютерної мережі компанії ТОВ «Імперіал» на основі плану приміщень та існуючого обчислювального устаткування.

1.1.2 Призначення розробки

Цей проект локальної мережі розробляється для забезпечення надійної передачі цифрової інформації, такої як дані, зображення, текст, мультимедійні повідомлення та електронні листи, між різними відділами товариства. Ця локальна мережа також буде використовуватися для спільного використання ресурсів, таких як дисковий простір, периферійні пристрої та доступ до глобальної мережі.

1.1.3 Вимоги до апаратного і програмного забезпечення

Локальні комп'ютерні мережі повинні виконувати наступні функції [3]:

- забезпечувати ефективну систему накопичення, зберігання та пошуку інформації про поточну та завершену роботу шляхом створення спільного масиву інформації, що часто використовується;
- створення спільний інформаційний простір, що охоплює інформацію, створену в різний час та різними засобами обробки даних, яка може бути використана в інтересах усіх користувачів, а також для розподілу

					<i>2023.КРБ.123.602.09.00.00 ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		13

та контролю виконання робіт, що відносяться до обробки цієї інформації;

- підвищувати достовірність інформації та надійності її зберігання шляхом створення комп'ютерних систем, які можуть створювати резервні копії та є стійкими до збоїв і втрат інформації;

забезпечувати авторизованим користувачам прозорий доступ до інформації відповідно до їхніх прав та привілеїв.

Апаратна частина мережевого обладнання повинна забезпечувати:

- продуктивність каналів передачі інформації в локальній мережі на рівні 1 Гбіт/с;
- продуктивність каналу доступу до глобальної мережі - не менше 50 Мбіт/с.

1.1.4 Вимоги до документації

Для того, щоб побудувати і підтримувати нормальне функціонування мережі, необхідно забезпечити адекватне ведення документації, у якій наявна інформація про [4]:

1. Топологію та архітектуру мережі. Ця інформація може бути надана у вигляді схем, що показують основні вузли мережі, такі як маршрутизатори, комутатори, брандмауери та сервери, і те, як вони пов'язані між собою;

2. Сервери. Тобто інформація, необхідна для управління та експлуатації сервера, така як: назва, призначення, IP-адреса, конфігурація диска, операційна система та пакети оновлень, дата та місце придбання, гарантія тощо;

3. Призначення портів комутаційного устаткування, включаючи такі деталі, як налаштування WAN і VLAN або призначення портів вузлам мережі за допомогою комутаційних панелей.

4. Корпоративну політику та профілі безпеки. Тобто політика безпеки для обмеження можливостей користувачів. Порядок створення профілів

					<i>2023.КРБ.123.602.09.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>14</i>

користувачів, які зберігатимуться на сервері, а не на локальній машині.

5. Критичні програми. Документація повинна містити інформацію про те, як такі програми підтримуються, що з ними найчастіше трапляється і як вирішувати такі проблеми.

6. Порядок налаштування критичних мережевих сервісів. Тобто існуючі процедури, що стосуються брандмауерів, мережевих протоколів, паролів, фізичної безпеки, порядок вирішення проблем, про які повідомляють користувачі, а також процедури регулярного обслуговування серверного устаткування.

1.1.5 Техніко-економічні показники

Пристрої та мережеві елементи повинні бути підібрані таким чином, щоб зробити мережу надійною, ефективною і в той же час недорогою. Мережа повинна бути масштабованою за рахунок впровадження більш продуктивного обладнання.

При розбудові мережі слід виділити кошти на придбання:

- активного обладнання (комутаційні пристрої);
- пасивного обладнання (кабелі, розетки, та ні.);
- коробів для прокладання мережевих кабелів.

Також потрібно забезпечити оплату:

- за споживання електроенергію;
- трудовитрати на прокладку коробів, підключення мережевих кабелів та організацію і встановлення відповідного обладнання згідно з існуючими нормами.

Загальна кількість людино-годин на весь технічний процес розробки та впровадження мережі не повинна перевищувати 90 годин. Загальна вартість цих робіт не повинна перевищувати 380 000 гривень.

					<i>2023.КРБ.123.602.09.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

1.1.6 Стадії та етапи розробки

Розробка проекту локальної мережі передбачає проходження таких етапів [5]:

- підготовка та збір документації про наявність комп'ютерів для підключення до локальної мережі в різних підрозділах організації;
- аналіз конфігурації комп'ютерів та можливості встановлення певної версії мережевої операційної системи чи апаратного підключення до спроектованого активного комутаційного обладнання;
- аналіз можливого навантаження на різні сегменти мережі при виконанні виробничих робіт;
- вибір технології та архітектури, на яких буде базуватися робота мережі;
- підбір комутаційного устаткування;
- конфігурування мережевого обладнання, операційних систем серверів та робочих станцій;
- підготовка визначеного об'єму критичної документації (маркування кабельних трас, налаштування комутаційного устаткування, простори адрес, шлюзів, налаштування інших мережевих сервісів);
- тестування працездатності мережі.

1.1.7 Порядок контролю та прийому

Після того, як проект комп'ютерної мережі введено в експлуатацію, створюється спеціальна комісія для перевірки ефективності та результативності роботи мережі. Ця комісія повинна складатися з представників: керівника підприємства (або уповноваженої особи) та представника компанії-розробника (керівника проекту, технічного спеціаліста або інженера).

					<i>2023.КРБ.123.602.09.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Комісія здійснює перевірку [5]:

- надійності з'єднань та продуктивність каналів передачі даних мережі
- коректності прав розмежування доступу до спільних ресурсів в мережі;
- наявності можливості коректного зберігання інформації на випадок надзвичайних ситуацій.

Після завершення перевірки виконаних робіт сторони підписують акт приймання-передачі, який засвідчує, що розробка комп'ютерної мережі виконана в повному обсязі і відповідно до визначених технічних умов.

1.2 Постановка задачі на розробку проекту. Характеристика організації, для якої створюється проект мережі

ТОВ "Імперіал" - рекламно-виробнича компанія, яка виготовляє всі види рекламної продукції з використанням поліграфії, офсетного та широкоформатного друку. Для офсетного друку компанія використовує професійне обладнання, що забезпечує швидкі терміни виготовлення продукції. Використовуючи як цифровий, так і офсетний друк, компанія пропонує широкий спектр поліграфічних послуг, від малих до великих тиражів. Серед постійних послуг компанії:

- книжково-журнальне видавництво;
- додруковий дизайн;
- повноколірний офсетний друк
- широкоформатний друк;
- дрібноформатний друк;
- виготовлення рекламної та сувенірної продукції;
- післядрукарська обробка;
- нанесення логотипів на сувенірну продукцію;
- ультра-фіолетове лакування;

					<i>2023.КРБ.123.602.09.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

- друк бланків та іншої продукції.

Компанія має друкарню та післядрукарський цех, а також власний видавничий комплекс, що випускає широкий асортимент листової та багатосторінкової продукції. Компанія спеціалізується на рекламі та періодичних виданнях.

Відділи компанії розташовані в одній будівлі. Всього до мережі необхідно підключити сорок вісім робочих станцій, два сервери, чотири мережевих принтери, а також обладнання для організації безпроводних частин мережі. Кількісний розподіл обчислювального обладнання по приміщеннях можна побачити у фізичній топології 2023.КРБ.123.602.09.00.00 ФТ, наведеній у графічній частині кваліфікаційної роботи бакалавра.

Особливістю проектування мережі є необхідність поділу всього адресного простору мережі на окремі підмережі для підвищення безпеки експлуатації та зменшення обчислювального навантаження на комутаційні пристрої в локальній мережі.

Поділ на підмережі повинен базуватися на організаційних підрозділах товариства. До таких підрозділів відносяться:

- менеджмент компанії, до якого входять директор, офіс-менеджер, відділ кадрів, юрист;
- поліграфічний підрозділ, до якого входять відділ дрібноформатного друку, відділ широкоформатного друку, склад, офсетна типографія, цех післядрукової обробки;
- підрозділ дизайну, до якого входять дизайн-студія, відділ розробки упакувань, відділ рекламної продукції, відділ сувенірної продукції;
- економічний підрозділ, до якого належать відділ замовлень, маркетинговий відділ, бухгалтерія, головний бухгалтер, відділ постачання, фінансовий відділ, підрядно-договірний відділ;
- інформаційний підрозділ, до якого входять відділ інтернет-реклами, серверна, довідкова служба.

					<i>2023.КРБ.123.602.09.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Отже, обладнання кожного з цих відділів повинно належати до окремої підмережі.

Ще однією особливістю проектування мережі є необхідність організації бездротового доступу до Інтернету в межах відділу замовлень та в коридорі у межах адміністрації компанії.

Всі комп'ютери компанії побудовані на x64-сумісних платформах, у кожному з яких вже інтегрований мережевий адаптер, наявність якого також потрібно врахувати при проектуванні мережі.

					<i>2023.КРБ.123.602.09.00.00 ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		19

2 РОЗРОБКА ТЕХНІЧНОГО ТА РОБОЧОГО ПРОЕКТУ

2.1 Опис та обґрунтування вибору логічного типу мережі

При проектуванні локальної комп'ютерної мережі першим кроком потрібно визначитися з топологією. Це вимагає ретельного аналізу таких характеристик мережі, як: обсяг планованого мережевого трафіку, що буде передаватися, кількість робочих станцій і серверів, тип з'єднань, необхідна швидкість передачі даних та потреба поділу мережі на сегменти. Вибір тієї чи іншої топології впливає на конфігурацію необхідного мережевого обладнання, його характеристики та можливість розширення мережі.

Топологія (розташування, конфігурація і структура) комп'ютерної мережі - це фізичне розташування її компонентів один відносно одного та спосіб їх з'єднання лініями зв'язку [3].

Базовими топологіями локальних мереж вважають шинну топологія, кільцеву топологію та зіркоподібну топологію.

Шинна топологія є найпростішим способом організації локальної мережі. У такій топології всі вузли підключені до загального середовища передачі, таким чином, що кожен вузол може "слухати" те, що передають інші учасники. Шинна топологія в даний час вважається морально-застарілою та не використовується при побудові нових локальних мереж [6].

При розгляді кільцевих топологій необхідно прояснити різницю між фізичною і логічною топологіями. У логічній кільцевій топології кадри передаються послідовно від вузла до вузла в заздалегідь визначеному порядку. Вузли утворюють замкнуте коло, тому вузол, який надсилає кадр, отримує його останнім. Прикладом мережі з топологією логічного кільця є мережа Token Ring. Однак фізична топологія мережі Token Ring - це "зірка". Фізична топологія кільцевої мережі означає, що кожен вузол з'єднаний з двома іншими вузлами, отримує інформацію від одного вузла і відправляє інформацію на

					<i>2023.КРБ.123.602.09.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>20</i>

інший вузол до тих пір, поки приймаючий вузол не отримає дані. Останній вузол з'єднаний з першим, замикаючи кільце. Дані передаються тільки в одному напрямку через кільце, послідовно від вузла до вузла [6].

Топологія "зірка" - одна з найпоширеніших топологій комп'ютерних мереж, яка найчастіше використовується в локальних мережах невеликих офісів. У цій топології всі вузли з'єднані лініями типу "точка-точка" з центральним пристроєм, таким як комутатор, маршрутизатор або точка доступу. Обмін даними між вузлами відбувається через центральний пристрій, який виконує і контролює функції, реалізовані в мережі, і підсилює сигнали, отримані через мережу [6].

Основними перевагами топології "зірка" є [6]:

- простота усунення несправностей мережі;
- простота підключення нових пристроїв;
- висока безпека експлуатації мережі;
- використання порівняно недорогого обладнання.

Складнішим варіантом реалізації такої топології є топологія типу «дерево», або яку ще називають «розширена зірка» (extended star). Дана топологія створюється на основі кілької топологій «зірка». Ця топологія має певну ієрархію вузлів. На самому верхньому рівні ієрархії знаходиться центральний пристрій, яке об'єднує між собою центральні пристрої окремих «зірок» лініями зв'язку «точка-точка». Рівнів ієрархії може бути кілька.

До «розширеної зірки» можуть бути приєднані мережі структури з іншою архітектурою, наприклад з «комірковою» топологією, яка використовується при розгортанні безпроводних мереж. Тобі загальна топологія називатиметься комбінованою, чи гібридно.

При розгляді існуючих топологій мереж, також потрібно звернути увагу на інші важливі питання, що впливають на вибір топології мережі. Вибрана топологія проєктованої мережі повинна забезпечувати:

- можливість управління потоками даних;

					<i>2023.КРБ.123.602.09.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

- стійкість до відмов вузлів, підключених до мережі, та обривів кабелів;
- можливість майбутнього розширення мережі та міграції на нові, швидші технології.

Оскільки в межах адміністрації компанії та відділі замовлень планується організація безпроводних частин мережі, тобто дані структури повинні бути обладнані бездротовими точками доступу, то очікувана топологія мережі буде являти собою комбінацію сегментів "розширеної зірки" та Wi-Fi. Це означає, що ця топологія буде змішаною або комбінованою (гібридною), з одним центральним вузлом у серверній кімнаті.

Логічний зв'язок між комп'ютерами показано в логічній топології, наведеній на плакаті 2023.ДП.123.602.09.00.00 ЛТ в графічній частині бакалаврської кваліфікаційної роботи.

2.2 Розробка схеми фізичного розташування кабелів та вузлів

2.2.1 Типи кабельних з'єднань та їх прокладка

Кабелі, що використовуються в комп'ютерних мережах, можна розділити на три основні групи [7]:

- мідні кабелі на основі витої пари;
- мідні коаксіальні кабелі;
- оптоволоконні кабелі.

Кожен кабель має свої переваги і недоліки, тому при виборі слід враховувати як характеристики конкретної мережі, в тому числі використовувану топологію, так і технічні характеристики поставленого завдання.

Враховуючи те, що проект мережі буде реалізовуватися на базі комбінованої топології, а також те, що до мережі будуть підключатися робочі

					<i>2023.КРБ.123.602.09.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

станції з наявними Ethernet-мережевими картами, доцільно вибрати кабель для проєктованої мережі типу вита пара. В таблиці 2.1 подані характеристики різних категорій кабелів цього типу [7].

Таблиця 2.1 – Характеристики категорій витої пари

Категорія	Пропускна здатність	Підтримувана швидкість передачі даних	використання
1	1,4 МГц	1 Мбіт/с	телефонний дріт
2	4 МГц	4 Мбіт/с	лінії електропередачі
3	16 МГц	16 Мбіт/с	10BaseT Ethernet
4	20 МГц	20 Мбіт/с	Token Ring
5	100 МГц	100 Мбіт/с	100BaseT Ethernet
5	100 МГц	1 Гбіт/с	Gigabit Ethernet
5e	100 МГц	1 Гбіт/с	Gigabit Ethernet
6	250 МГц	10 Гбіт/с	Gigabit Ethernet
7	600 МГц	10 Гбіт/с	Gigabit Ethernet
7a	1 ГГц	до 10 Гбіт/с	Gigabit Ethernet
8	2 ГГц	від 25 Гбіт/с до 40 Гбіт/с	центри обробки даних

Беручи до уваги, плановою пропускною здатністю внутрішніх каналі передачі даних є 1 Гбіт/с, а також вартість і наявність в роздрібній торгівлі кабелів тієї чи іншої категорії, було прийнято рішення використовувати для цієї мережі неекрановану виту пару категорії 5e (UTP Cat5e). Схема прокладки кабелю показана в графічній частині фізичної топології.

2.2.2 Будова вузлів та необхідність їх застосування

У розділі 1.2 зазначено, що рекомендованим підходом для підвищення безпеки експлуатації мережі є локалізація потоків даних в межах окремих підрозділів, що також зменшить взаємний вплив трафіку цих підрозділів. Тому

для кожного такого підрозділу на одному зі смарт-комутаторів буде налаштовуватися віртуальна мережа, яка і реалізує зазначену ідею.

Міркування, що стосуються допустимої довжини сегментів мережевого кабелю, розташування комп'ютерного обладнання в приміщенні, технічних характеристик цього обладнання, характеристик мережевого трафіку, можливості подальшої модернізації та вартості обладнання, привели до рішення використати в проєктованій мережі такі комутаційні вузли:

- один керований комутатор рівня L2 у приміщенні офсетної типографії, до якого будуть підключені робочі станції та принтери, що розміщені у кабінеті офіс-менеджера, кабінеті директора, кабінеті відділу кадрів, кабінеті юриста, відділі дрібноформатного друку, відділі широкоформатного друку, на складі, у приміщенні тієї ж офсетної топографії, в цеху післядрукової обробки;

- один керований комутатор рівня L2 у відділі рекламної продукції, до якого окрім обладнання цього відділу будуть також підключені робочі станції та принтери, що розміщені у приміщенні дизайн-студії, відділі розробки упакувань, відділі сувенірної продукції;

- один керований комутатор рівня L2 у бухгалтерії, до якого окрім обладнання цього приміщення будуть також підключені робочі станції та принтери, що розміщені у відділі замовлень, маркетинговому відділі, кабінеті головного бухгалтера, відділі постачання;

- один керований комутатор рівня L2+ чи L3 в серверній. До даного комутатора будуть підключені всі кінцеві мережеві вузли, розміщені у підрядно-договірному відділі, фінансовому відділі, відділі інтернет-реклами, та кабінеті довідкової служби. Також до даного комутатора будуть підключені інші комутатори проєктованої мережі та сервери компанії;

- одна точка доступу у коридорі біля кабінету офіс-менеджера для організації безпроводного доступу адміністрації до глобальної мережі;

- одна точка доступу у відділі замовлень.

					<i>2023.КРБ.123.602.09.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>24</i>

Доступ до глобальної мережі Інтернет буде реалізований шляхом підключення до провайдера через локальну мережу за допомогою шлюзу. Шлюз буде реалізовано на одному з серверів. З точки зору апаратного забезпечення, на цьому сервері будуть встановлені два мережевих інтерфейси. Одним з цих інтерфейсів сервер-шлюз буде підключений до "внутрішньої" мережі компанії, а іншим - до мережі провайдера. Основна функція цього сервера полягатиме в маршрутизації між цими двома інтерфейсами. У випадку ТОВ "Імперіал" є можливість підключення до провайдера через кабельне з'єднання через локальну мережу.

У таблиці 2.2 наведено відповідну інформацію щодо:

- місцезнаходження та позначення вузлів в проєктованій мережі;
- приналежності кінцевого вузла мережі до певної віртуальної підмережі;
- IP-адреса підмережі.

Таблиця 2.2 – Вузли мережі

Позначення вузлів	Робоча група/к-сть вузлів		Назва кабінету	Номер VLAN	Адреса підмережі/ Маска
	2	3			
WS_1 – WS_5, PR_1	OFFICE	6	директор, офіс-менеджер, відділ кадрів, юрист	71	192.168.71.0/24
WS_6 – WS_14, SW_1	PRINT	11	відділ дрібноформатного друку, відділ широкоформатного друку, склад, офсетна типографія, цех післядрукової обробки	72	192.168.72.0/24

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4	5	6
WS_15 – WS_27, PR_2, SW_2	DESIGN	15	дизайн-студія, відділ розробки упакувань, відділ рекламної продукції, відділ сувенірної продукції	73	192.168.73.0/24
WS_28 – WS_43, PR_3, SW_3, PR_4	EKON	20	відділи замовлень, маркетинговий, бухгалтерія, головний бухгалтер, постачання, фінансовий, підрядно-договірний	74	192.168.74.0/24
WS_44 – WS_48, S_1, S_2, SW_4	INF	8	відділ інтернет-реклами, серверна, довідкова служба	75	192.168.75.0/24
AP_1	WF_INT	1	коридор	76	192.168.76.0/24
AP_2	WF_EXT	1	Відділ замовлень	77	192.168.77.0/24

У таблиці 2.3 подано інформацію про відповідність підключень кінцевих вузлів проектованої мережі до визначених портів активних комутаційних пристроїв. Також зазначено режим роботи цих портів.

Таблиця 2.3 - Таблиця конфігурування VLAN

№ п/п	Познач. вузла	Номер порту	Тип порту	Назва мереж. пр-ю	Номер порту	Тип порту	Номер VLAN
1	2	3	4	5	6	7	8
1	SW_1	1	trunk	SW_4	1	trunk	-

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4	5	6	7	8
2	SW_2	1	trunk	SW_4	2	trunk	-
3	SW_3	1	trunk	SW_4	3	trunk	-
4	PR_1	-	ETH	SW_1	2	Access	71
5	WS_1 – WS_5	-	-	SW_1	3-7	Access	71
6	WS_6 – WS_14	-	-	SW_1	8-16	Access	72
7	WS_15 – WS_21	-	-	SW_2	2-8	Access	73
8	PR_2	-	ETH	SW_2	9	Access	73
9	WS_22 – WS_27	-	-	SW_2	10-15	Access	73
10	WS_28 – WS_36	-	-	SW_3	2-10	Access	74
11	PR_3	-	ETH	SW_3	11	Access	74
12	WS_37 – WS_39	-	-	SW_3	12-14	Access	74
13	S_1(eth0)	eth0	-	SW_4	4	Access	75
14	S_2(eth0)	eth0	-	SW_4	5	Access	75
15	PR_4	-	ETH	SW_4	6	Access	74
16	WS_40 – WS_43	-	-	SW_4	7-10	Access	74
17	WS_44 – WS_48	-	-	SW_4	11-15	Access	75
18	AP_1	-	LAN	SW_4	16	Access	76
19	AP_2	-	LAN	SW_4	17	Access	77

2.3 Обґрунтування вибору обладнання для мережі

2.3.1 Вибір пасивного обладнання мережі

Пасивне мережеве обладнання – ті пристрої, які не споживають електроенергію і не потребують підключення до електромережі. Пасивне мережеве обладнання для передачі даних класифікується наступним чином [8]:

- компоненти мережі, призначені для прокладання кабелів (лотки, кронштейни, кабельні канали, кліпси та кабелепроводи);
- лінії зв'язку для передачі даних (кабелі, комутаційні панелі та розетки);
- компоненти для впорядкування структурованої кабельної системи (монтажні шафи, серверні стійки призначені для розміщення активного обладнання).

Перелік пасивного обладнання, рекомендований для використання у проєктованій мережі:

Зовнішні мережеві розетки з роз'ємами RJ-45. Кількість розеток дорівнює кількості пристроїв, які необхідно підключити до комутатора в дротовому сегменті мережі;

Патч-корди з кабелю типу «вита пара» для підключення кінцевих вузлів до розеток. Кількість патч-кордів дорівнює кількості розеток. Для створення патч-корду буде потрібен відрізок кабелю "вита пара" і два роз'єми RJ-45.

Всі елементи мережі повинні ідеально взаємодіяти один з одним і мати однакові характеристики, тому ці елементи повинні бути обрані в тій же категорії, що і кабелі. Це гарантує, що всі пристрої правильно виконують свої завдання і що мережа буде побудована таким чином, щоб забезпечити швидку, чітку, безпечну і безперебійну передачу даних у всіх формах.

Перелік пасивного обладнання, що використовується для розгортання передбачуваної мережі:

- кабель UTP Cat5e - 915 м;
- конектори RJ45 5e кат. 8P8C 50 мкм зі вставками RJ-45 - 300 шт;
- зовнішні мережеві розетки для робочих місць Cat5e - 56 шт;
- короб пластиковий 40*25, 2 м - 70 шт;
- патч-панель 24 портова UTP 19", кат.5e - 1 шт;
- серверна стійка CMS 16U однорамна - 1 шт;
- серверна шафа 4U – 1 шт.

					<i>2023.КРБ.123.602.09.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

2.3.2 Вибір активного обладнання мережі

Активне обладнання - це обладнання, яке отримує живлення від електромережі чи інших джерел та містить в собі електронні схеми, що виконують функцію підсилення, перетворення чи перенаправлення сигналів [9]. Таке обладнання має можливість обробляти сигнали за допомогою спеціальних алгоритмів. В комп'ютерних мережах дані передаються пакетами. Кожен пакет даних також містить технічну інформацію: джерело, місце призначення, контрольну суму інформації тощо, що дозволяє доставити пакет за призначенням. Активне мережеве обладнання не тільки приймає і передає сигнали, але й обробляє цю технічну інформацію і перенаправляє або розподіляє отриманий потік даних відповідно до алгоритмів, закладених в пам'ять обладнання.

Перелік комутаційних вузлів визначений в розділі 2.2.2. В основному в проєкті мережі будуть використовуватися інтелектуальні (керовані) комутатори із підтримкою VLAN. Також в мережі будуть використовуватися точки безпроводного доступу, мережеві принтери та сервери. В цьому розділі слід здійснити вибір активного комутаційного обладнання.

Перейдемо до вибору моделі комутатора для серверної.

Отже для забезпечення належного рівня гнучкості конфігурації мережі розглянемо деякі моделі комутаторів, які можуть бути встановлені в серверній кімнаті в якості центрального комутаційного вузла проєктованої мережі.

Сформулюємо критерії, яким повинні відповідати такі комутатори:

- тип комутатора - керований рівня L2+ або рівня L3;
- підтримка створення підмереж на основі тегів 802.1Q та маршрутизації між ними ;
- продуктивність портів - 1000 Мбіт/с.

Порівняльні характеристики пристроїв, що відповідають зазначеним параметрам, наведені в таблиці 2.4.

					<i>2023.КРБ.123.602.09.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Таблиця 2.4 – Порівняльна характеристика керованих L3 комутаторів

Модель	Zyxel XGS4600-32	HP Aruba 3810M 24G	Edge-core ECS4620-28T
1	2	3	4
Тип комутатора	Managed layer 3	Managed layer 3	Managed layer 3
Функції L3	Wire-speed IP forwarding RIP v1, v2 OSPF Static routing, DHCP server / relay VRRP	Layer 3 Advanced	RIP v1/v2 static routing
Кількість портів Gigabit Ethernet	28	24	24
Інші порти	4 * 10-Gigabit SFP+; Порт управління RJ-45	1 open module slot(4 SFP+ ports or 1 40GbE ports), 1 RJ-45 console port 1 RJ-45 out-of-band management port 1 dual-personality (RJ-45 or USB micro-B)	2 10G SFP+ ports, one 10G dual port expansion slot

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4
Комутаційна здатність, ГБіт/с	136	169	128
Монтаж у стійку	так (1U)	так (1U)	так (1U)
Стекування	+	-	+
Живлення	100-240В	100-240 В	100-240В
Розміри, мм	441x270x44	440x300x43,7	440x315x44
Вага, кг	5,7	4,5	3,7
Вартість, грн	85750	125930	75216

Розглянувши основні техніко-економічні показники вищевказаних моделей, ми прийшли до висновку, що в нашій мережі в якості центрального вузла використовується керований комутатор Edge-core ECS4620-28T (див. рис. 2.1).



Рисунок 2.1 - Комутатор Edge-core ECS4620-28T

Серія Edgescore ECS4620 — це сімейство високопродуктивних комутаторів Gigabit Ethernet рівня 3 із 28 або 52 портами; з 24/48 портами 10/100/1000BASE-T, 2 портами 10G SFP+ і одним двопортовим слотом розширення 10G. Комутатори ідеально підходять для агрегацій високопродуктивних серверів, таких як корпоративні центри обробки даних, де вони можуть підключати високоякісні або підключені до мережі файлові

сервери через оптоволоконні порти. Вони також можуть бути розгорнуті як оновлення магістралі або для забезпечення Gigabit-to-the-desktop для досвідчених користувачів. Ці комутатори наповнені функціями та є економічно ефективним рішенням, яке забезпечує постійну доступність, підвищену безпеку та розширену якість обслуговування на межі мережі, зберігаючи при цьому простоту керування [13].

Особливості комутаторів серії Edgescore ECS4620 [13]:

- високопродуктивні керовані комутатори рівня 3 Gigabit Ethernet із пропускною спроможністю 128 Гбіт/с;
- протокол IEEE 802.1w Rapid Spanning Tree Protocol забезпечує безпетлеву мережу та надлишкові з'єднання з основною мережею з швидкою конвергенцією, забезпечуючи швидше відновлення після несправних з'єднань і підвищуючи загальну стабільність і надійність мережі;
- комплексний QoS - пропонує вдосконалений QoS для маркування, класифікації та планування, щоб забезпечити найкращу в своєму класі продуктивність для передачі даних, голосу та відео на швидкості дротового зв'язку.
- покращена безпека - з обмеженнями безпеки портів, керування доступом на основі порту IEEE 802.1X або на основі MAC, відстеження DHCP, IP Source Guard, списки контролю доступу (ACL), приватні VLAN (сегментація трафіку на порт), DAI (динамічна перевірка ARP) , Secure Shell (SSH) і Secure Sockets Layer (SSL/HTTPS), що забезпечують безпечне керування мережею.
- просте керування. Стандартний для промисловості інтерфейс командного рядка (CLI), доступ до якого здійснюється через консольний порт або Telnet, забезпечує знайомий інтерфейс користувача та набір команд для керування комутатором;
- підтримка функцій IPv4/v6 L3.

Технічні характеристики комутатора Edge-core ECS4620-28T подано в

					<i>2023.КРБ.123.602.09.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

додатку А кваліфікаційної роботи бакалавра.

Перейдемо до вибору моделі 24-х портового гігабітного керованого комутатора другого рівня, який потрібно встановити у приміщенні офсетної типографії, відділі рекламної продукції та бухгалтерії.

Критерії для вибору моделі комутатора:

- можливість створення IEEE802.1Q tagged VLAN
- підтримка стандарту Gigabit Ethernet (1000BASE-T IEEE 802.3ab);
- кількість портів – більше 19.

Для вибору моделі розглянемо порівняльну таблицю 2.5 з кількома моделями комутаторів від різних виробників.

Таблиця 2.5 – Порівняльна характеристика L2 комутаторів

Параметр	Edge-Core ECS2100-28T	Ubiquiti USW-24	Planet GS-4210- 24T2S
1	2	3	4
Тип	керований рівня 2	керований рівня 2	Managed L2
Кількість портів 10/100/1000Base-T	24	24	24
Інші порти	4 (1G), 1 RJ45 console interface	2 Gigabits SFP	2 100/1000BASE- X mini- GBIC/SFP slots, RJ45 console interface
Комутаційна здатність матриці	56 Gbps	52 Gbps/non- blocking	52Gbps
Пропускна швидкість	41.7 Mpps	38.69 Mpps	38.6Mpps

Продовження таблиці 2.5

1	2	3	4
Розмір таблиці MAC	8 K	16K	8K
Монтаж в стійку	+	так (1U)	так (1U)
Моніторинг і конфігурування	CLI, Web, SNMP v1/v2c/v3, and Telnet management	CLI, Web- Інтерфейс	Console Web browser Telnet SNMP v1, v2c
Живлення	20 W 100~240VAC, 50~60Hz	мережа	100~240V AC, 50/60Hz, auto- sensing
Розміри (мм)	440 x 220 x 44	442.4 x 200 x 43.7	445 x 207 x 45
Вага (кг)	2.2 kg (4.86 lb)	2.7	2,1
Вартість, грн.	8703	10250	8364

В результаті аналізу таблиці 2.5 було обрано для встановлення в локальній мережі комутатор Edge-Core ECS2100-28T (див. рис. 2.2).



Рисунок 2.2 - Комутатор Edge-Core ECS2100-28T

Комутатори серії ECS2100 оснащені економічно ефективними комутаторами з веб-інтелектуальними функціями та забезпечують безліч можливостей керування, наприклад консольний порт на керованих комутаторах L2. Завдяки потужним програмним і апаратним функціям ECS2100 призначений для малого і середнього бізнесу та корпоративних

ринків. Окрім функцій IPv4 та IPv6, серія ECS2100 підтримує стабільну маршрутизацію L3. ECS2100 включає в себе найкращі екологічно чисті технології (IEEE 802.3az і Green-Ethernet). Використовуючи стандарт енергоефективного Ethernet, комутатор автоматично зменшує споживання енергії, коли мережевий трафік відсутній [14].

Особливості ECS2100-28T [14]:

- продуктивність та масштабованість з можливістю комутації 56 Гбіт/с;
- безперервна доступність - IEEE802.1w Rapid Spanning Tree Protocol, IEEE 802.1s Multiple Spanning Tree Protocol, IEEE 802.1Q VLAN-сегментований і IEEE 802.3ad Link Aggregation Control Protocol (LACP);
- всеосяжний QoS - трафік визначається як пріоритетний відповідно до 802.1p або DSCP, забезпечуючи оптимальну продуктивність в режимах реального часу, таких як голос і відео;
- Multi Management - підтримує CLI, Web, SNMP v1/v2c/v3 та Telnet управління для забезпечення доступу до декількох мережевих керувань;
- розширена безпека з обмеженнями доступу до портів у відповідності до протоколу IEEE 802.1X на основі портів або на основі MAC, включаючи протоколи DHCP, списки контролю доступу (ACL), динамічну віртуальну локальну мережу, захист IP-джерела та захищену оболонку (SSH) та захищений сокет (SSL/HTTPS). Шифрування Telnet та веб-доступу до комутатора;
- розумне розгортання мережі - автоматична голосова VLAN для швидкого розгортання VoIP, а також автоматична VLAN для відео, що допоможе розгортати систему керування на основі IP.

Детальні характеристики комутатора описані в додатку Б до бакалаврської роботи.

Крім того, в мережі будуть використовуватися дві точки доступу для організації бездротової мережі в адміністративному підрозділі та у відділі

					<i>2023.КРБ.123.602.09.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

замовлень.

Критерії вибору моделей точок доступу наступні:

- повинна підтримувати два діапазони Wi-Fi;
- повинна підтримувати стандарти передачі даних 802.11ac або 802.11ax;
- повинні мати інтерфейс гігабітної локальної мережі.

У таблиці 2.6 наведено порівняльну характеристику декількох моделей точок доступу, які відповідають цим критеріям.

Таблиця 2.6 – Порівняльна характеристика точок доступу

Модель пристрою	Edge-core EAP101	HPE Aruba AP-505	ZyXEL NWA50AX
1	2	3	4
Тип пристрою	Точка доступу	Точка доступу	Точка доступу
Стандарт	802.11ax	802.11ax	802.11ax
Робота у двох діапазонах	є	є	є
Максимальна швидкість з'єднання, Мбіт/с	Up to 574 Mbps (2.4 GHz) Up to 1200 Mbps (5 GHz)	1 774	1800
Підтримка Multiple SSID	є	+ (16)	—
Інтерфейс підключення	1 x 10/100/1000/2500 Base-T Ethernet, Auto MDIX, RJ-45 with 802.3at PoE	1x10 / 100/1000 Ethernet	1x10 / 100/1000
USB	1 x USB 2.0 Port	1xUSB 2.0	—

Продовження таблиці 2.6

1	2	3	4
Тип антени (внутр/зовн)	внутрішня	внутрішня	внутрішня
Кількість антен	3 x Built-in antenna (2 x 2.4 GHz & 5 GHz, 1 x Bluetooth Low Energy)	2	—
MU-MIMO	є	є	є
Коефіцієнт посилення антени, дБи	4.8 dBi (2.4 GHz), 6 dBi (5 GHz), 4.6 dBi (BLE)	4,9 і 5,7	4
Потужність передавача, дБм	2.4 GHz: Up to 26 dBm*2 ; 5 GHz: Up to 26 dBm*2	21	25
Веб-інтерфейс	Web User Interface (HTTP/HTTPS)	є	є
Розміри, мм	195 x 195 x 39	161 x 160 x 37	140 x 140 x 37.5
Маса, г	650	500	290
Розширені режими шифрування	WPA-Personal WPA-Enterprise WPA2-Personal WPA2-Enterprise WPA3-Personal WPA3-Enterprise MAC Address Authentication	—	WPA/WPA2/WPA3 Personal

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

2023.КРБ.123.602.09.00.00 ПЗ

Арк.

37

Продовження таблиці 2.6

1	2	3	4
Живлення (PoE/адаптер)	12V / 2.0A (Power adapter included)/ PoE: 802.3at compliant (PoE injector not included)	+/+	+/+
Вартість, грн.	6363	18099	8699

Таким чином в результаті аналізу таблиці 2.6 було прийнято рішення встановити у проєктованій мережі модель точки доступу Edge-core EAP101, яка підтримує стандарт передачі 802.11 ах та має можливість працювати в двох частотних діапазонах.

Edge-core EAP101 — це дводіапазонна точка доступу корпоративного класу з дводіапазонним Wi-Fi 6, призначена для встановлення у приміщенні. Edge-core EAP101 підтримує 2x2:2 висхідну та низхідну MU-MIMO між точкою доступу та декількома клієнтами із сумарною швидкістю передачі даних до 1,7 Гбіт/с. Edge-core EAP101 оснащено радіостанцією Bluetooth Low Energy (BLE), яка дає змогу використовувати додаткові програми, такі як iBeacon [15].

Виборемо модель принтера для організацій друку по мережі.

Відповідно до корпоративної стратегії компанії, принтери з можливістю друку через мережу будуть встановлені у: кабінеті офіс-менеджера, відділі розробки упакувань, підрядно-договірному відділі та бухгалтерії.

Для централізації обслуговування принтерів було вирішено використовувати однакову модель монохромного лазерного принтера з мережевим інтерфейсом у всіх зазначених відділах. Розглянемо таблицю 2.7, у якій порівнюються декілька моделей таких принтерів.

Таблиця 2.7 – Вибір моделі мережевого принтера

Модель принтера	HP M209dwe (6GW62E)	Pantum P3500DN	Xerox B230 + Wi-Fi
1	2	3	4
Тип	Принтер	Принтер	Принтер
Клас пристрою	офісний	офісний	офісний
Технологія і палітра друку	лазерна чорно-біла	лазерна чорно-біла	лазерна чорно-біла
Формат паперу	A4	A4	A4
Роздільна здатність друку, dpi	600x600	1200x1200	600x600
Швидкість чорно-білого друку, стор./хв	18	33	36
Вихід першої чорно-білої сторінки, сек	7	немає	6,8
Максимальний обсяг друку, стор./міс	20000	80000	30000
Дуплекс	є	—	є
Щільності паперу, г/м ²	60-163	65-180	65-200
Конфігурація картриджів	чорний	тонер-картридж	чорний
Кількість картриджів	1	1	1
Чорний картридж	W1350A	немає	006R04403
Додаткові картриджі	HP 135X	—	—
Ресурс чорного картриджа, стор.	1100	3000	3000
USB	є	є	є

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

2023.КРБ.123.602.09.00.00 ПЗ

Арк.

39

Продовження таблиці 2.7

1	2	3	4
Друк з USB-накопичувачів	немає	немає	немає
Друк з мобільних пристроїв	+ (Apple AirPrint, Google Cloud Print, HP ePrint, Mopria (Android), Wi-Fi Direct)	немає	+ (Apple AirPrint, Mopria, Wi-Fi Direct)
Wi-Fi	є	немає	є
Bluetooth	є	немає	немає
Ethernet	є	є	є
Ємність подачі, стор	150	250	250
Ємність прийому, стор	100	немає	150
Розміри, мм	355 x 279,5 x 205	370x286x370	355 x 333 x 215
Вага, кг	5,6	9,5	6,8
Вартість, грн	7339	7667	5 885

За результатами порівняння було прийнято рішення обрати модель принтера Xerox B230 + Wi-Fi, який має високу швидкість друку та здатен витримувати офісні об'єми навантаження.

У проєктованій мережі буде встановлено два сервери. Сервер, позначений на топологіях як S_1, буде виконувати роль файлового сервера, а сервер S_2 буде шлюзом до Інтернету.

В якості сервера S_1 буде обрано мережеве сховище. Для цього розглянемо порівняльну таблицю 2.8.

Таблиця 2.8 – Вибір мережевого сховища (NAS)

Модель NAS	Synology DS220+	Qnap TS-251D-4G	WD My Cloud Pro Series PR2100
1	2	3	4
Тип	Мережевий накопичувач	Мережевий накопичувач	Мережевий накопичувач
Процесор	Intel Celeron J4025	Intel Celeron J4005	Intel Pentium N3710 Quad-core 1,6 - 2,56 ГГц
Операційна система	DSM	QTS	WD My Cloud OS
Пам'ять	2ГБ DDR4	4GB DDR4 + 4GB (Flash-пам'ять)	4 Гб DDR3L
Слоти для дисків	2x 2,5 "/ 3,5" SATA	2 x 2,5" або 3,5" HDD/SSD з інтерфейсом SATA II або SATA III до 36 ТБ	2x 3,5 "HDD SATA
Попередньо встановлені диски	відсутні	немає	немає
Керування дисками	Synology Hybrid RAID (SHR), Basic, JBOD, RAID 0, RAID 1	RAID 0, 1, JBOD, одинарний	JBOD, RAID 0/1
Керування пристроєм	Web-браузер, додатки iOS / Android	Web-браузер, утиліта	Internal Explorer 10+, Safari 6.0+, Firefox 30+, Google Chrome 31+

Продовження таблиці 2.8

1	2	3	4
LAN	2 (GbE)	1 (GbE)	2x (GbE)
USB	2 x USB 3.0	3xUSB 3.2 Gen 1, 2xUSB 2.0	2x USB 3.0
Файл-сервер	SMB, NFS, AFP	CIFS/SMB, AFP, NFS, FTP/FTPS, HTTP/HTTPS (веб-менеджер файлів), WebDAV	CIFS / SMB, AFP, NFS
FTP-сервер	SSL/TLS і SFTP	FTP через SSL/TLS (явний), підтримка FXP	FTP
Вашер-сервер	є	HBS 3 (Hybrid Backup Sync)	є
Інші мережі та протоколи	CalDAV, iSCSI, Telnet, SSH, SNMP, VPN (PPTP, OpenVPN, L2TP), DNS Server, RADIUS Server, Log Center	iSCSI (IP SAN), Qsync, Qfiling, Virtualization Station, myQNAPcloud і т.д.	HTTP, HTTPS, FTP, FTPS, PPPoE, POP3, PPTP, TCP/IP, DyDNS, iSCSI
Розміри, мм	165x108x232,2	168 x 105 x 226	216,1x108,6x147,8
Вага без HDD, г	1,3	1,5	2,2
Охолодження	1 x 92мм	1 x 70мм	1x 80 мм

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

2023.КРБ.123.602.09.00.00 ПЗ

Арк.

42

Продовження таблиці 2.8

1	2	3	4
Живлення	від адаптера	від мережі 100-240V зовнішній блок живлення, 65 Вт	від мережі 100-240 В / 50-60 Гц
Вартість, грн.	15593	16539	20350

В результаті порівняння було обрано модель мережевого сховища Synology DS220+.

Виберемо модель сервера S_2, який буде виконувати роль шлюза-маршрутизатора в Інтернет. Критичними параметрами для належної роботи сервера є наявність:

- щонайменше двох гігабітних інтерфейсів;
- ефективною системою кешування даних;
- підвищеною обчислювальною здатністю процесорної частини сервера.

Розглянемо таблицю 2.9, в якій порівнюються деякі моделі серверного обладнання, що відповідають вищезазначеним критеріям.

Таблиця 2.9 – Порівняльна характеристика серверів

Модель сервера	ARTLINE Business R13 (R13v16)	HPE ProLiant DL20 Gen9 (871429-B21)	Dell PE R250 (210-R250-2314)
1	2	3	4
Тип шасі	2U	1U Стойка	Rack
Чіпсет	Intel H670	Intel C232	Intel C256
Тип процесора	Intel Pentium Gold G7400	Intel Xeon E3-1220v6	Intel Xeon E-2314
Частота, GHz	3,7	3,0-3,3	2,8

Продовження таблиці 2.9

1	2	3	4
Кількість ядер	2	4	4
Кількість процесорів встановлене/максимальне	1/1	1/1	1/1
Обсяг RAM, ГБ	16	8	—
Стандарт RAM	DDR4-3200	DDR4-2400	DDR4
Максимальний обсяг, ГБ	128	64	128
Тип слотів	DIMM	DIMM	UDIMM
Кількість слотів	4	4	4
Обсяг жорстких дисків , ГБ	2x500 SSD + 2x2000 HDD	немає	—
Інтерфейс жорстких дисків	—	SAS, SATA	SAS, SATA
Контролер жорстких дисків	Вбудований у чіпсет	Dynamic Smart Array B140i	PERC H355
Мережевий адаптер	2.5Gbit	2x Gigabit Ethernet	2xGigabit Ethernet
Потужність БЖ, Вт	450	290	450
Розміри, мм	432 x 88.5 x 520	382,2x434,6x43,2	42,8 x 482 x 598,6
Вага, кг	10	7,7	12,48
Вартість, грн	27750	37209	57257

За результатами порівняння було обрано модель сервера ARTLINE Business R13v16.

Таким чином в цьому розділі здійснено вибір моделей активного комутаційного обладнання, серверів та мережевих принтерів.

В результаті проведеного аналізу і вибору обладнання було створено зведену таблицю 2.10

Таблиця 2.10 - Зведена таблиця вибраного обладнання

Назва елемента	Позначення	Модель	Ціна, грн.	Од. вим.	К-ть
Кабель	-	UTP Cat5e	14,60	м	915
Конектори	-	RJ-45	0,85	шт.	300
Комунікаційна розетка	-	RJ-45	55,50	шт.	56
Короб	-	40*25*2000	35	шт.	70
Патч-панель RJ45	-	24 порти 19"	914	шт.	1
Серверна стійка	-	CSV 19" 16U	3500	шт.	1
Серверна шафа	-	EServer 4U	3413	шт.	1
Комутатор	SW_1	Edge-core ECS4620-28T	75216	шт.	1
Комутатор	SW_2	Edge-Core ECS2100-28T	8703	шт.	3
Точка доступу	AP_1, AP_2	Edge-core EAP101	6363	шт.	2
Принтер	PR_1 - PR_4	Xerox B230 + Wi-Fi	5885	шт.	4
NAS	S_1	Synology DS220+	15593	шт.	1
Сервер	S_2	ARTLINE Business R13v16	27750	шт.	1

2.4 Особливості монтажу мережі

В якості середовища передачі даних у пректованій мережі вибрано кабель UTP cat. 5e. Відповідно вся інша мережева інфраструктура також

					<i>2023.КРБ.123.602.09.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

повинна мати характеристики та властивості категорії не менше, ніж 5Е.

Всі кабелі будемо прокладати у пластиковому коробі розміру 40*25 мм. Перед тим, як кріпити короб, потрібно визначитися з розташуванням робочих місць. У проєктованій мережі робочі місця будуть розташовані так, як показано на фізичній топології 2023.КРБ.123.602.09.00.00 ФТ у графічній частині роботи.

Біля кожного місця буде змонтовано на стіну зовнішню мережеву розетку. Від кожної розетки до комутатора в коробі потрібно прокласти суцільні відрізки кабелю вита пара.

Робочі місця будуть підключатися до мережевих розеток за допомогою патч-кордів з витої пари. Довжина конгого патч-корду не повинна перевищувати 4 м.

В приміщенні офсетної типографії, оскільки це приміщення є виробничим, буде встановлено серверний шкаф 4U. У ньому буде встановлений комутатор SW_1.

В серверній буде встановлено серверну стійку 16 U, у яку буде встановлено комутатор SW_4 та патч-панель для нього.

Всі екабелі та розетки у проєктованій мережі потірно змонтувати у відповідності до одного коліного стандарту - TIA/EIA-568-B.

При інсталяції мережі були дотримані наступні рекомендації (відповідно до стандарту EIA/TIA 569 [10]):

- головний комутаційний вузол повинен буде встановлений в окремій серверній кімнаті;
- приміщення повинно відповідати технічним нормам пожежної безпеки та санітарно-гігієнічним умовам;
- забезпечено вільний доступ до кабелів та комутаційних вузлів.
- двері серверної кімнати мають ширину не менше 90 см і відкриваються назовні, а таж здатні обмежувати доступ стороннім працівникам;

					<i>2023.КРБ.123.602.09.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

- обладнання повинно бути розташоване на відстані не менше 50 см від стіни;
- всі кабелі повинні бути прокладені в коробах;
- кабелі не повинні прокладатися паралельно силовим лініям електропередач;
- всі кабелі повинні бути промарковані з обох сторін;
- кольорова розкладка кабелів і розеток повинна відповідати стандарту T568B і бути однаковою по всій кабельній мережі.

2.5 Обґрунтування вибору операційних систем та програмного забезпечення для серверів та робочих станцій в мережі

Як зазначалося вище, один із серверів проектованої мережі (сервер S_1) є файловим сервером компанії; другий сервер є шлюзом для надання іншим робочим станціям доступу до Інтернету.

Мережеві операційні системи повинні забезпечити набір певних мережевих послуг, таких як спільний доступ до файлів, принтерів та Інтернету. Вони також повинні забезпечити належний рівень відмовостійкості за рахунок використання RAID-масивів та підтримки кластерних відмовостійких архітектур [11].

Мережеві операційні системи серверів та робочих станції проектованої мережі повинні забезпечити [11]:

- ефективну систему для виконання файлових операцій;
- можливість інтеграції різних операційних систем для обміну даними;
- підтримку мережевих сервісів: файлові сервіси, сервіси друку, безпека даних та відмовостійкість, архівування даних, сервіси обміну повідомленнями, різноманітні бази даних тощо;
- підтримку різноманітних апаратних хост-платформи;

					<i>2023.КРБ.123.602.09.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

- підтримку визначеного стеку транспортних протоколів.

Беручи до уваги вищезазначені критерії, було прийнято рішення про використання в мережі таких операційних систем:

- для сервера S_1 (NAS) власна інтегрована операційна системи Synology DSM 7;
- для сервера S_2 - linux CentOS 8;
- для всіх робочих станцій - Windows 10 Pro.

2.6 Тестування та налагодження мережі

Основними причинами некоректої роботи мережі можуть бути [12]:

- порушення цілісності мережевих кабелів та з'єднань;
- несправність комутаційного обладнання;
- хибне налаштування мережевих адаптерів, серверного та комутаційного устаткування;
- перевантаженість мережевої інфраструктури.

Пошук несправностей починають перевірки стану світлодіодних індикаторів мережевих адаптерів та портів комутаційного обладнання. При відсутності сигналу про наявність зв'язку використовують кабельні тестери для перевірки цілісності кабельних сегментів, коректності обжиму конекторів кабелів та наявності з'єднань в розетках.

За умови цілісності кабелів перевіряють коретність встановлення драйверів та налаштування мережевих інтерфейсів. На даному етапі можуть використовуватися діагностичні утиліти операційних систем.

Для перевірки завантаженості мережі потрібні інструменти, які дозволяють генерувати мережевий трафік та аналізувати швидкість обміну даними. Для цього можна скористатися певним прикладним програмним забезпеченням з потрібним функціоналом, а також діагностичним інструментарієм активного комутаційного устаткування.

					<i>2023.КРБ.123.602.09.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

3 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Інструкція налаштування Інтернет-шлюзу та захисту мережі

В даній мережі функціонуватиме два сервери. Сервер S_1 - це файловий сервер компанії, а сервер S_2 - це сервер-маршрутизатор для доступу до Інтернету з брандмауером для захисту мережі від зовнішнього вторгнення. Відповідно до пункту 2.6 цієї пояснювальної записки, в якості операційної системи для сервера S_2 було обрано CentOS 8. Розглянемо кроки з налаштування цього сервера.

Розглянемо варіант налаштування сервера-шлюзу (S_2) для надання доступу до Інтернету на основі зв'язки CentOS + squid + sarg + iptables [16].

Зв'язка буде складатися з:

1. squid - кешуючий проксі-сервер
2. sarg - аналізатор логів для Squid (існує дві схожі версії цієї програми, Free-SA та LightSquid)
3. iptables - утиліта для налаштування вбудованого брандмауера.

На сервері буде функціонувати два мережеві інтерфейси.

IP-адреса внутрішньої мережі: 192.168.75.0/24

IP-адреса внутрішнього мережевого інтерфейсу: 192.168.75.202

IP-адреса зовнішнього мережевого інтерфейсу: 10.175.50.35/24

IP-адреса DNS сервера провайдера: 217.15.11.11

На сервері мережеві інтерфейси визначені як:

eth0 – зовнішній інтерфейс Інтернет;

eth1 – внутрішній інтерфейс LAN/

Відкриємо перший конфігураційний файл, який відповідає за перший зовнішній мережевий інтерфейс. Внесемо відповідні зміни для підключення до Інтернет.

```
#vi /etc/sysconfig/network-scripts/ifcfg-eth0
```

					2023.КРБ.123.602.09.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

```
DEVICE = "eth0"
HWADDR = "QQ: QQ: QQ: WW:WW:WW"
NM_CONTROLLED = "no"
ONBOOT = "yes"
GATEWAY = 10.175.50.5
IPADDR = 10.175.50.35
PREFIX = 24
BROADCAST = 10.175.50.255
DNS1 = 10.175.50.1
```

Відкриємо конфігураційний файл другого інтерфейсу, який відповідає за підключення до локальної мережі.

```
# vi / etc/sysconfig/network-scripts/ifcfg-eth1
DEVICE = "eth1"
HWADDR = "AA:AA:AA:SS:SS:SS"
NM_CONTROLLED = "no"
ONBOOT = "yes"
IPADDR = 192.168.75.102
PREFIX = 24
```

Після збереження змін перезапускаємо мережеві служби для того, щоб зміни набрали чинності:

```
#service network restart
```

На наступному етапі налаштовуємо мережеву частину, тобто приступаємо до налаштування безпосередньо проксі сервера.

Встановимо і початково налаштуємо squid.

```
#yum install squid -y
```

Налаштуємо squid під наші потреби:

```
/etc/squid/squid.conf -> http_port 3128 transparent
```

Встановимо службу проксі сервера у автозавантаження:

```
# chkconfig squid on
```

					<i>2023.КРБ.123.602.09.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

Підніmemo його сервіс:

```
# service squid start
```

Встановимо певний допоміжний софт, тобто веб сервер apache та утиліту закачування файлів «wget».

```
#yum install httpd wget gd system-config-firewall-tui mc setuptool
```

Сконфігуруємо шлюз та дозволимо пересилання через нього пакетів:

```
# vi /etc/sysctl.conf
```

```
net.ipv4.ip_forward = 1
```

Налаштуємо аналізатор логів, для цього встановимо sarg:

```
# wget http://pkgs.repoforge.org/sarg/sarg.rpm
```

```
# rpm -ivh sarg.rpm
```

Змінимо конфігураційний файл /etc/sarg/sarg.conf

```
# vi /etc/sarg/sarg.conf
```

Внесемо певні зміни у файл:

```
access_log /var/log/squid/access.log # вказуємо лог для аналізу squid
```

Відкриємо файл sarg.conf:

```
# vi /etc/httpd/conf.d/sarg.conf
```

У цьому файлі додаємо рядок:

```
allow from all
```

Цей параметр дозволяє доступ до звітів аналізатора на всіх ПК.

Запустимо і помістимо в автозавантаження веб сервер apache:

```
#chkconfig -level 35 httpd on
```

```
#service httpd start
```

запустимо аналізатор sarg в тестовому режимі:

```
# sarg -x
```

На екран буде виведено багато інформації для налагодження. Якщо в процесі першого запуску будуть виявлені помилки, потрібно їх усунути та запуснути аналізатор ще раз. Якщо помилки відсутні – в директорії /var/www/sarg/ буде доступний звіт. Також до цього звіту можна доступитися з

браузера при введенні `http:// 192.168.75.202/sarg`

Далі потрібно налаштувати фаєрвол.

Відключаємо вбудований ланцюжок «RH-Input»:

```
#setup
```

Firewall Configuration -> Прибрати зірочку -> OK -> YES-> QUIT

Для настройки брандмауера, створюємо файл `/etc/sysconfig/firewall.sh`

```
# vi /etc/sysconfig/firewall.sh
```

Далі в цей файл вставляємо контент, поданий в додатку В кваліфікаційної роботи.

Вставляємо даний скрипт в автозавантаження:

```
# chmod +x /etc/sysconfig/firewall.sh
```

```
# vi /etc/rc.d/rc.local
```

```
touch /var/lock/subsys/local
```

```
/etc/sysconfig/firewall.sh # скрипт правил фаєрвола
```

Далі потрібно перевірити роботу шлюзу, для цього з довільної робочої станції, що знаходиться у підмереді 192.168.75.0 перевіримо, чи налаштування мережевої карти прописано:

IP адреса - 192.168.75.XXX

Маска - 255.255.255.0

Адреса шлюзу - 192.168.75.250

DNS сервер - 8.8.8.8

Або адреса DNS сервера з'ясовуємо у провайдера.

Відкриємо браузер і введемо `www.hotline.ua`

3.2 Налаштування активного комутаційного обладнання

Наступним етапом конфігурування проектованої мережі є налаштування підмереж на керованих комутаторах. Розглянемо основні способи налаштування цих комутаторів. Підключитися до кожного з обраних

					<i>2023.КРБ.123.602.09.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

комутаторів можна кількома способами: через консольний порт, http, https+ssl, TELNET і SNMP.

Розглянемо варіант конфігування через підключення до комутатора по SSH. Для цього необхідно знати його логін і пароль, які за замовчуванням залишаються порожніми. З міркувань безпеки рекомендується відразу після налаштування з'єднання встановити інші логін і пароль.

Щоб підключитися до комутатора по SSH, потрібно:

1. Переконайтеся, що мережеве з'єднання між комутатором і комп'ютером активне.
2. Для підключення запустити SSH-клієнт, наприклад, SecureCRT, щоб отримати доступ до пристрою.
3. З'явиться запит на вхід в систему.

Після входу в систему отримаємо доступ до інтерфейсу командного рядка комутатора. Для першого входу замість користувача з паролем можна натиснути два рази ENTER, оскільки користувач та пароль не сконфігуровані на комутаторі.

Розглянемо перелік команд, які потрібно використати для налаштування підмереж на комутаторах SW_1, SW_2 та SW_3. Всі команди будемо вводити після консольного підключення до комутаторів.

Налаштуємо комутатор SW_1.

Переходимо у привілейований режим конфігурування.

```
Switch>enable
```

```
Switch#configure
```

Установлюємо ім'я комутатора.

```
Switch(config)#hostname SW_1
```

Призначаємо йому IP-адресу.

```
SW_1(config)#interface vlan 1
```

```
SW_1(config-if)#ip address 192.168.222.1 255.255.255.0
```

```
SW_1(config-if)#exit
```

					<i>2023.КРБ.123.602.09.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

Конфігуруємо шлюз за замовчуванням. Шлюзом призначаємо комутатор SW_4.

```
SW_1(config)#ip default-gateway 192.168.222.4
```

Налаштовуємо пароль на віддалений доступ по консолі.

```
SW_1(config)#line vty 0 4
```

```
SW_1(config-line)#password iUKMbC8taU37ykO
```

```
SW_1(config-line)#exit
```

Переводимо перший порт у режим «trunk». Даним портом комутатор з'єднаний з комутатором SW_4.

```
SW_1(config)#interface gigabitEthernet0/1
```

```
SW_1(config-if)#switchport mode trunk
```

```
SW_1(config-if)#exit
```

Переводимо решту задіяних портів комутатора у режим «access».

```
SW_1(config)#interface range gigabitEthernet0/2-16
```

```
SW_1(config-if-range)#switchport mode access
```

```
SW_1(config-if-range)#exit
```

Створюємо віртуальні підмережі та додаємо в них порти комутатора.

```
SW_1(config)#vlan 71
```

```
SW_1(config-vlan)#name OFFICE
```

```
SW_1(config-vlan)#exit
```

```
SW_1(config)#interface range gigabitEthernet0/2-7
```

```
SW_1(config-if-range)#switchport access vlan 71
```

```
SW_1(config-if-range)#no shutdown
```

```
SW_1(config-if-range)#exit
```

```
SW_1(config)#vlan 72
```

```
SW_1(config-vlan)#name PRINT
```

```
SW_1(config-vlan)#exit
```

```
SW_1(config)#interface range gigabitEthernet0/8-16
```

```
SW_1(config-if-range)#switchport access vlan 72
```

```
SW_1(config-if-range)#no shutdown
```

```
SW_1(config-if-range)#exit
```

По такому самому принципу конфігуруємо підмережі на комутаторі SW_2. Переходимо у привілейований режим конфігурування.

```
Switch>enable
```

```
Switch#configure
```

Установлюємо ім'я комутатора.

```
Switch(config)#hostname SW_2
```

Призначаємо йому IP-адресу.

```
SW_2(config)#interface vlan 1
```

```
SW_2(config-if)#ip address 192.168.222.2 255.255.255.0
```

```
SW_2(config-if)#exit
```

Конфігуруємо шлюз за замовчуванням. Шлюзом призначаємо комутатор SW_4.

```
SW_2(config)#ip default-gateway 192.168.222.4
```

Налаштовуємо пароль на віддалений доступ по консолі.

```
SW_2(config)#line vty 0 4
```

```
SW_2(config-line)#password yemFc0sZlSRDgio
```

```
SW_2(config-line)#exit
```

Переводимо перший порт у режим «trunk». Даним портом комутатор з'єднаний з комутатором SW_4.

```
SW_2(config)#interface gigabitEthernet0/1
```

```
SW_2(config-if)#switchport mode trunk
```

```
SW_2(config-if)#exit
```

Переводимо решту задіяних портів комутатора у режим «access».

```
SW_2(config)#interface range gigabitEthernet0/2-15
```

```
SW_2(config-if-range)#switchport mode access
```

```
SW_2(config-if-range)#exit
```

Створюємо віртуальні підмережі та додаємо в них порти комутатора.

					<i>2023.КРБ.123.602.09.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

```
SW_2(config)#vlan 73
```

```
SW_2(config-vlan)#name DESIGN
```

```
SW_2(config-vlan)#exit
```

```
SW_2(config)#interface range gigabitEthernet0/2-15
```

```
SW_2(config-if-range)#switchport access vlan 73
```

```
SW_2(config-if-range)#no shutdown
```

```
SW_2(config-if-range)#exit
```

Конфігуруємо підмережі на комутаторі SW_3.

```
Switch>enable
```

```
Switch#configure
```

Установлюємо ім'я комутатора.

```
Switch(config)#hostname SW_3
```

Призначаємо йому IP-адресу.

```
SW_3(config)#interface vlan 1
```

```
SW_3(config-if)#ip address 192.168.222.3 255.255.255.0
```

```
SW_3(config-if)#exit
```

Конфігуруємо шлюз за замовчуванням. Шлюзом призначаємо комутатор SW_4.

```
SW_3(config)#ip default-gateway 192.168.222.4
```

Налаштовуємо пароль на віддалений доступ по консолі.

```
SW_3(config)#line vty 0 4
```

```
SW_3(config-line)#password qt3znNbMxQOiROs
```

```
SW_3(config-line)#exit
```

Переводимо перший порт у режим «trunk». Даним портом комутатор з'єднаний з комутатором SW_4.

```
SW_3(config)#interface gigabitEthernet0/1
```

```
SW_3(config-if)#switchport mode trunk
```

```
SW_3(config-if)#exit
```

Переводимо решту задіяних портів комутатора у режим «access».

					<i>2023.КРБ.123.602.09.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56


```
SW_3(config)#interface range gigabitEthernet0/2-14
```

```
SW_3(config-if-range)#switchport mode access
```

```
SW_3(config-if-range)#exit
```

Створюємо віртуальні підмережі та додаємо в них порти комутатора.

```
SW_3(config)#vlan 74
```

```
SW_3(config-vlan)#name EKON
```

```
SW_3(config-vlan)#exit
```

```
SW_3(config)#interface range gigabitEthernet0/2-14
```

```
SW_3(config-if-range)#switchport access vlan 74
```

```
SW_3(config-if-range)#no shutdown
```

```
SW_3(config-if-range)#exit
```

Конфігуруємо центральний L3 комутатор (SW_4) методом, аналогічним до конфігурування попередніх комутаторів, тобто через Command Line Interface.

Заходимо у привілейований режим конфігурування.

```
Switch>enable
```

```
Switch#configure
```

Конфігуруємо назву комутатора та його IP-адресу.

```
Switch(config)#hostname SW_4
```

```
SW_4(config)#interface vlan 1
```

```
SW_4(config-if)#ip address 192.168.222.4 255.255.255.0
```

```
SW_4(config-if)#no shutdown
```

```
SW_4(config-if)#
```

Встановлюємо пароль на віддалений доступ.

```
SW_4(config-if)#line vty 0 4
```

```
SW_4(config-line)#password op0Tnqu55w1mZEr
```

```
SW_4(config-line)#exit
```

Переводимо порти 1, 2 та 3 у режим роботи «trunk».

```
SW_4(config)#interface range gigabitEthernet0/1-3
```

					<i>2023.КРБ.123.602.09.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

```
SW_4(config-if-range)#switchport trunk encapsulation dot1q
```

```
SW_4(config-if-range)#switchport mode trunk
```

```
SW_4(config-if-range)#exit
```

Налаштовуємо назви віртуальних мереж.

```
SW_4(config)#vlan 71
```

```
SW_4(config)#name OFFICE
```

```
SW_4(config-vlan)#exit
```

```
SW_4(config)#vlan 72
```

```
SW_4(config)#name PRINT
```

```
SW_4(config-vlan)#exit
```

```
SW_4(config)#vlan 73
```

```
SW_4(config)#name DESIGN
```

```
SW_4(config-vlan)#exit
```

```
SW_4(config)#vlan 74
```

```
SW_4(config)#name EKON
```

```
SW_4(config-vlan)#exit
```

```
SW_4(config)#vlan 75
```

```
SW_4(config)#name INF
```

```
SW_4(config-vlan)#exit
```

```
SW_4(config)#vlan 76
```

```
SW_4(config)#name WF_INT
```

```
SW_4(config-vlan)#exit
```

```
SW_4(config)#vlan 76
```

```
SW_4(config)#name WF_EXT
```

```
SW_4(config-vlan)#exit
```

Включаємо до сконфігурованих підмереж відповідні порти комутатора.

```
SW_4(config)#interface gigabitEthernet0/16
```

```
SW_4(config-if)#switchport mode access
```

```
SW_4(config-if)#switchport access vlan 76
```

					<i>2023.КРБ.123.602.09.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>58</i>

```

SW_4(config-if)#no shutdown
SW_4(config-if)#exit
SW_4(config)#interface gigabitEthernet0/17
SW_4(config-if)#switchport mode access
SW_4(config-if)#switchport access vlan 77
SW_4(config-if)#no shutdown
SW_4(config-if)#exit
SW_4(config)#interface range gigabitEthernet0/4-5
SW_4(config-if-range)#switchport mode access
SW_4(config-if-range)#switchport access vlan 75
SW_4(config-if-range)#no shutdown
SW_4(config-if-range)#exit
SW_4(config)#interface range gigabitEthernet0/11-15
SW_4(config-if-range)#switchport mode access
SW_4(config-if-range)#switchport access vlan 75
SW_4(config-if-range)#no shutdown
SW_4(config-if-range)#exit
SW_4(config)#interface range gigabitEthernet0/6-10
SW_4(config-if-range)#switchport mode access
SW_4(config-if-range)#switchport access vlan 74
SW_4(config-if-range)#no shutdown
SW_4(config-if-range)#exit

```

Конфігуруємо віртуальні IP-інтерфейси, які будуть виступати шлюзами для підмереж.

```

SW_4(config)#interface vlan 71
SW_4(config-if)#
SW_4(config-if)#ip address 192.168.71.250 255.255.255.0
SW_4(config-if)#exit
SW_4(config)#interface vlan 72

```

					<i>2023.КРБ.123.602.09.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		59

```
SW_4(config-if)#ip address 192.168.72.250 255.255.255.0
SW_4(config-if)#no shutdown
SW_4(config-if)#exit
SW_4(config)#interface vlan 73
SW_4(config-if)#ip address 192.168.73.250 255.255.255.0
SW_4(config-if)#no shutdown
SW_4(config-if)#exit
SW_4(config)#interface vlan 74
SW_4(config-if)#ip address 192.168.74.250 255.255.255.0
SW_4(config-if)#no shutdown
SW_4(config-if)#exit
SW_4(config)#interface vlan 75
SW_4(config-if)#ip address 192.168.75.250 255.255.255.0
SW_4(config-if)#no shutdown
SW_4(config-if)#exit
SW_4(config)#interface vlan 76
SW_4(config-if)#ip address 192.168.76.250 255.255.255.0
SW_4(config-if)#no shutdown
SW_4(config-if)#exit
SW_4(config)#interface vlan 77
SW_4(config-if)#ip address 192.168.77.250 255.255.255.0
SW_4(config-if)#no shutdown
SW_4(config-if)#exit
```

Конфігуруємо IP-адресу сервера S_2 шлюзом за замовчуванням для комутатора SW_4.

```
SW_4(config)# ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 192.168.75.202
SW_4(config)#exit
Включаємо маршрутизацію між IP- інтерфейсами
SW_4(config)#ip routing
```

					<i>2023.КРБ.123.602.09.00.00 ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>60</i>

3.3 Інструкція з використання тестових наборів та тестових програм

Несправності, що можуть виникати у проєктованій локальній мережі, можна розділити на три типи [12]:

1. Фізичні проблемами (обриви проводів, поганий контакт, ізоляція, заземлення і т.д.).
2. Порушеннями мережевих протоколів.
3. Перевантаженням мережі або її сегментів.

Для виявлення першого типу несправностей використовуються локальні мережеві тестери (LAN-тестери).

Другий тип несправностей можна вирішити за допомогою діагностичних утиліт командного рядка. У операційній системі Windows потрібно натиснути Win+R – cmd і натиснути Enter.

З'явиться командний рядок (аналог термінального вікна linux).

За допомогою команди ipconfig /all можна переглянути конфігурацію мережевих інтерфейсів. За допомогою цієї утиліти можна звільнити та наново отримати IP-адресу, а також очистити кеш DNS.

За допомогою утиліти ping [ip-адреса хоста] [-t] можна визначити час відповіді від певного хоста. Великі часові затримки сигналізують про повільну роботу мережевого обладнання. Ключ [-t] запустить команду у безперервному режимі відсилання ехо-запитів. Для того, щоб зупинити їх відсилання потрібно натиснути "Ctrl+C". За замовчуванням, без цього ключа, ping відішле ехо-запит тільки чотири рази, чого може бути не достатньо.

Утиліта tracert [ip-адреса хоста] виконує трасування пакету до місця призначення, надсилаючи ехо-повідомлення. Повідомлення надсилаються за протоколом ICMP з постійно зростаючим часом життя пакетів. Шлях, що відображається, є списком найближчих маршрутизаторів на шляху від вузла джерела до вузла призначення. При виконанні без параметрів команда tracert виводить довідку.

					<i>2023.КРБ.123.602.09.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

3.4 Інструкція з експлуатації та моніторингу в мережі

Регулярні операції моніторингу поточного стану локальної мережі можна розділити на такі завдання перевірки [12]:

- аналіз зовнішнього стану серверів і навколишнього середовища;
- перевірка функціонування мережевих служб;
- перевірка працездатності інтернет-каналу, можливості надсилання та отримання електронної пошти, зворотнього зв'язку з інформаційним сервером компанії тощо;
- аналіз індикаторів апаратних засобів;
- перевірка коректності роботи операцій резервного копіювання;
- перевірка доступності спільних мережевих ресурсів;
- перевірка роботи служб, які запускається автоматично.

Моніторинг системи - важлива вимога до сучасних інформаційних систем.

Традиційно моніторинг системи здійснюється наступними способами:

- аналіз повідомлень в системних журналах;
- використання протоколу SNMP для моніторингу активних комутаційних пристроїв;
- моделювання тестових запитів до спільних ресурсів;
- використання різних агентів, додатково встановлених в системі для розширеного моніторингу.

3.5 Моделювання мережі

Програмні системи моделювання локальних комп'ютерних мереж є корисним інструментом для адміністраторів корпоративних мереж, особливо на етапі проектування нових мереж або при внесенні значних змін в існуючу архітектуру мережі. Програмні продукти цієї категорії дозволяють попередньо проаналізувати результати впровадження того чи іншого рішення ще до його

					<i>2023.КРБ.123.602.09.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

впровадження. Звичайно, більшість цих програмних пакетів порівняно дорогі, однак можлива економія може бути суттєвою. Програмне забезпечення для моделювання мереж використовує дані про розташування компонентів мережі, кількість її вузлів, конфігурацію зв'язків, швидкість передачі інформації, використовуване обладнання та додатки, що працюють в мережі.

Для створення моделі проектованої мережі було обрано програмний продукт Cisco Packet Tracer, який є інструментом моделювання та візуалізації мереж, в основному призначений для навчання студентів та просунутих користувачів. Дана програма дозволяє зімітувати топологію проектованої мережі, перевірити коректність налаштування активного комутаційного обладнання, особливо в плані правильності налаштування підмереж.

При проектуванні цієї комп'ютерної мережі було використано саме програмне забезпечення Cisco Packet Tracer для створення моделі мережі (див. рис. 3.1). Модель дозволяє перевірити працездатність мережі, правильність побудови підмереж, перевірити маршрутизацію між підмережами та проаналізувати можливі ситуації, спричинені різними умовами роботи обладнання та об'єктів мережі.

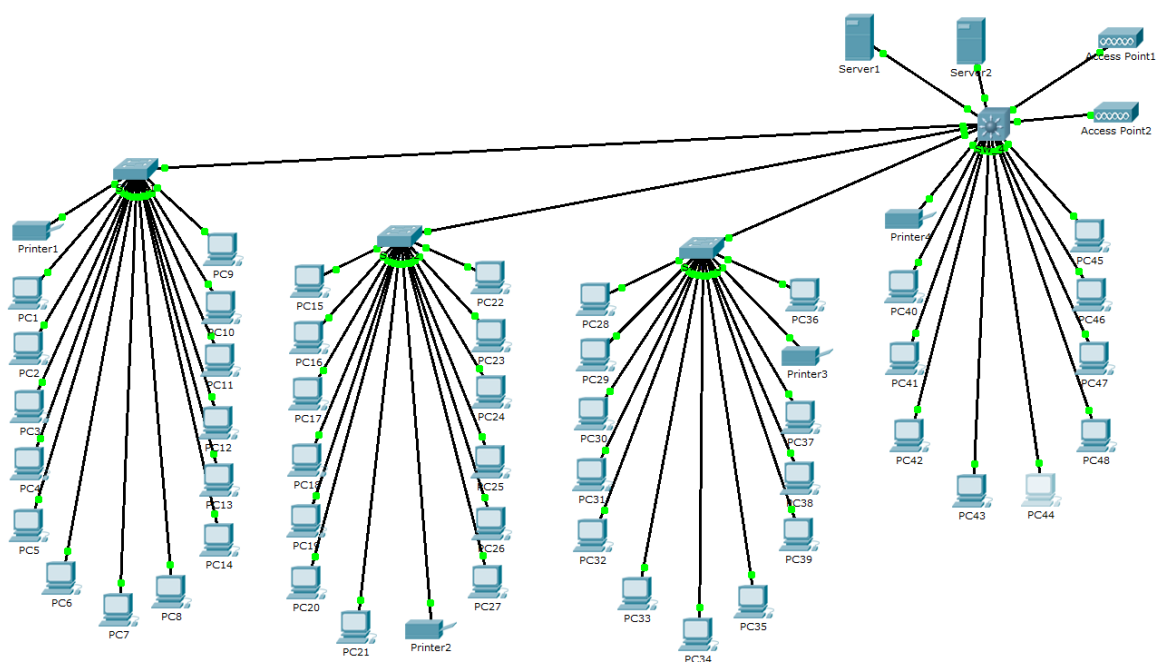


Рисунок 3.1 – Модель мережі ТОВ «Імперіал»

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

2023.КРБ.123.602.09.00.00 ПЗ

Арк.

63

4 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

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

Для розрахунку вартості НДР необхідно виконати наступні етапи:

- описати технологічний процес розробки із зазначенням трудомісткості кожної операції;
- визначити суму витрат на оплату праці основного і допоміжного персоналу, включаючи відрахування на соціальні заходи;
- визначити суму матеріальних затрат;
- обчислити витрати на електроенергію для науково-виробничих цілей;
- розрахувати транспортні витрати;
- нарахувати суму амортизаційних відрахувань;
- визначити суму накладних витрат;
- скласти кошторис та визначити собівартість НДР;
- розрахувати ціну НДР;
- визначити економічну ефективність та термін окупності продукту.

4.1 Визначення стадій технологічного процесу та загальної тривалості проведення НДР

Для визначення загальної тривалості проведення НДР доцільно дані витрат часу по окремих операціях технологічного процесу звести у таблицю 4.1.

					<i>2023.КРБ.123.602.09.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

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

№ п/п	Назва операції (стадії)	Виконавець	Середній час виконання операції, год.
1.	Підготовка	Керівник	7
2	Розробка проекту мережі	Інженер	33
3	Монтаж кабелів та розеток	Лаборант	30
4	Налаштування активного комутаційного обладнання	Технік	5
5	Інсталяція та налаштування серверів	Технік	5
6	Тестування мережі	Технік	2
Разом		–	82

Таким чином, загальний час виконання всіх операцій по створенню мережі становить 82 години.

4.2 Визначення витрат на оплату праці та відрахувань на соціальні заходи

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

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

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

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

Основна заробітна плата розраховується за формулою:

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

де T_c – тарифна ставка, грн.;

K_z – кількість відпрацьованих годин.

Тарифні ставки: керівник проекту – 68 грн./год, інженер – 57 грн./год., лаборант – 45 грн./год., технік – 50 грн./год.

$$Z_{о.к.} = 68 \cdot 7 = 476 \text{ грн.}$$

$$Z_{о.і.} = 57 \cdot 33 = 1881 \text{ грн.}$$

$$Z_{о.л.} = 45 \cdot 30 = 1350 \text{ грн.}$$

$$Z_{о.т.} = 50 \cdot 12 = 600 \text{ грн.}$$

$$Z_{осн.} = Z_{о.к.} + Z_{о.і.} + Z_{о.л.} + Z_{о.т.} \quad (4.2)$$

$$Z_{осн.} = 476 + 1881 + 1350 + 600 = 4307 \text{ грн.}$$

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

$$Z_{дод.} = Z_{осн.} \cdot K_{дод.}, \quad (4.3)$$

де $K_{дод.}$ – коефіцієнт додаткових виплат працівникам (прийнято 15%).

$$Z_{д.к.} = 476 \cdot 0,15 = 71,40 \text{ грн.}$$

$$Z_{д.і.} = 1881 \cdot 0,15 = 282,15 \text{ грн.}$$

$$Z_{д.л.} = 1360 \cdot 0,15 = 202,50 \text{ грн.}$$

$$Z_{д.т.} = 600 \cdot 0,15 = 90,00 \text{ грн.}$$

$$Z_{дод.} = Z_{д.к.} + Z_{д.і.} + Z_{д.л.} + Z_{д.т.} \quad (4.4)$$

$$Z_{дод.} = 71,40 + 282,15 + 202,50 + 90,00 = 646,05 \text{ грн.}$$

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

					<i>2023.КРБ.123.602.09.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

$$B_{o.n.} = Z_{ocn.} + Z_{oob.} \quad (4.5)$$

$$B_{o.n.} = 4307,00 + 646,05 = 4953,05 \text{ грн.}$$

Крім того, слід визначити відрахування на заробітну плату:

– єдиний соціальний внесок – 22 %.

Отже, сума відрахувань на соціальні заходи буде становити:

$$B_{з.с.} = \Phi ОП \cdot 0,22, \quad (4.6)$$

де $\Phi ОП$ – фонд оплати праці, грн.

$$B_{з.с.} = 4953,05 \cdot 0,22 = 1089,67 \text{ грн.}$$

Проведені розрахунки витрат на оплату праці зведемо у таблицю 4.2.

Таблиця 4.2 – Зведені розрахунки витрат на оплату праці

№ п/п	Категорія працівників	Основна заробітна плата, грн.			Дод. заробітна плата, грн.	Нарах. на ФОП, грн.	Всього витрати на опл. пр., грн.
		Тарифна ставка, грн.	К-сть від-працьов. год.	Фактично нарах. з/пл., грн.			
1	Керівник	68	7	476,00	71,40	-	-
2	Інженер	57	33	1881,00	282,15	-	-
3	Лаборант	45	30	1350,00	202,50	-	-
4	Технік	50	12	600,00	90,00	-	-
	Разом	-	-	4307,00	646,05	1089,67	6042,72

4.3 Розрахунок матеріальних витрат

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

$$M_{Bi} = q_i \cdot p_i, \quad (4.7)$$

де q_i – кількість витраченого матеріалу і-го виду;

p_i – ціна матеріалу і-го виду.

					<i>2023.КРБ.123.602.09.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

Звідси, загальні матеріальні витрати можна визначити:

$$Z_{M.B.} = \sum M_{Bi} \quad (4.8)$$

$$Z_{M.B.} = 13359 + 255 + 3108 + 2450 + 914 + 3500 + 3413 + 75216 + 26109 + 12726 + 23540 + 15593 + 27750 = 207933,00 \text{ грн.}$$

Проведені розрахунки занесемо у таблицю 4.3.

Таблиця 4.3 - Зведені розрахунки матеріальних витрат

№ п/п	Найменування матеріальних ресурсів	Од. виміру	Факт. витр. матеріалів	Ціна 1-ці, грн.	Заг. сума витрат, грн.
1	Кабель UTP Cat5e	м	915	14,6	13359
2	Конектори RJ-45 Cat5e	шт	300	0,85	255
3	Розетки RJ-45 Cat5e	шт	56	55,5	3108
4	Короб 40*25*2000	шт	70	35	2450
5	Патч-панель 24 порти 19" UTP	шт	1	914	914
6	Серверна стійка CSV 19" 16U	шт	1	3500	3500
7	Серверна шафа EServer 4U	шт	1	3413	3413
8	Edge-core ECS4620-28T	шт.	1	75216	75216
9	Edge-Core ECS2100-28T	шт.	3	8703	26109
10	Точка доступу Edge-core EAP101	шт.	2	6363	12726
11	Принтер Xerox B230 + Wi-Fi	шт.	4	5885	23540
12	NAS Synology DS220+	шт.	1	15593	15593
13	Сервер ARTLINE Business R13v16	шт.	1	27750	27750
Р а з о м					207933,00

4.4 Розрахунок витрат на електроенергію

Затрати на електроенергію 1-ці обладнання визначаються за формулою:

$$Z_e = W \cdot T \cdot S \quad (4.9)$$

					<i>2023.КРБ.123.602.09.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

де W – необхідна потужність, кВт;
 T – кількість годин роботи обладнання;
 S – вартість кіловат-години електроенергії.

Для комп'ютера: $W = 0,5$ кВт. Час роботи комп'ютера становить 52 години. Вартість 1 кВт/год становить 1,68 грн.

$$Z_e = 0,5 * 52 * 1,68 = 43,68 \text{ грн.}$$

4.5 Визначення транспортних затрат

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

$$T_B = Z_{м.в.} \cdot 0,08..0,1, \quad (4.10)$$

де T_B – транспортні витрати.

$$T_B = 207933 * 0,08 = 16634,64 \text{ грн}$$

4.6 Розрахунок суми амортизаційних відрахувань

Характерною особливістю застосування основних фондів у процесі виробництва є їх відновлення. Для відновлення засобів праці у натуральному виразі необхідне їх відшкодування у вартісній формі, яке здійснюється шляхом амортизації. Амортизація – це процес перенесення вартості основних фондів на вартість новоствореної продукції з метою їх повного відновлення.

Для визначення амортизаційних відрахувань застосовуємо формулу:

$$A = \frac{B_B \cdot H_A \cdot T}{150\%}, \quad (4.11)$$

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

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

H_A – норма амортизації, %.

Для проектування даної комп'ютерної мережі використовується один

					<i>2023.КРБ.123.602.09.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

комп'ютер вартістю 35400 грн., який працює 52 години.

$$A = 35400 * 0,04 * 52 / 150 = 490,88 \text{ грн.}$$

4.7 Обчислення накладних витрат

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

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

$$H_B = B_{o.n.} \cdot 0,2 \dots 0,6, \quad (4.12)$$

де H_B – накладні витрати.

$$H_B = 4953,05 * 0,2 = 990,61 \text{ грн.}$$

4.8 Складання кошторису витрат та визначення собівартості НДР

Результати проведених розрахунків зведемо у таблицю 4.4.

Таблиця 4.4 – Кошторис витрат на НДР

Зміст витрат	Сума, грн.	В % до загальної суми
Витрати на оплату праці	4953,05	2,13
Відрахування на соціальні заходи	1089,67	0,47
Матеріальні витрати	207933	89,57
Витрати на електроенергію	43,68	0,02
Транспортні витрати	16634,64	7,17
Амортизаційні відрахування	490,88	0,21
Накладні витрати	990,61	0,43
Собівартість	232135,53	100,00

Собівартість (C_B) НДР розраховуємо за формулою:

$$C_B = B_{o.n.} + B_{c.z.} + Z_{m.e.} + Z_e + T_e + A + H_e \quad (4.13)$$

$$C_B = 4953,05 + 1089,67 + 207933 + 43,68 + 16634,64 + 490,88 + 990,61 = \\ = 232135,53 \text{ грн.}$$

4.9 Розрахунок ціни НДР

Ціну НДР можна визначити за формулою:

$$Ц = \frac{C_B (1 + P_{рен.}) \cdot K + B_{i.n.}}{K} \cdot (1 + ПДВ), \quad (4.14)$$

де $P_{рен.}$ – рівень рентабельності, 30 %;

K – кількість замовлень, од. (приймаємо $K=1$);

$B_{i.n.}$ – вартість носія інформації, грн. (приймаємо $B_{i.n.} = 0$);

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

$$Ц = 232135,53 \cdot (1 + 0,3) \cdot (1 + 0,2) = 362131,43 \text{ грн.}$$

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.

Економічна ефективність (E_p) полягає у відношенні результату виробництва до затрачених ресурсів:

$$E_p = \frac{П}{C_B} \quad (4.15)$$

де $П$ – прибуток;

C_B – собівартість.

Прибуток становить:

$$П = Ц - C_B \quad (4.16)$$

					<i>2023.КРБ.123.602.09.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

$$P=362131,43-232135,53=129995,90 \text{ грн.}$$

$$E_p=129995,90/232135,53=0,56$$

Поряд із економічною ефективністю розраховують термін окупності капітальних вкладень (T_p):

$$T_p = \frac{1}{E_p} \quad (4.17)$$

$$T_p=1/0,56=1,8 \text{ р.}$$

Таблиця 4.5 – Економічні показники НДР

№ п/п	Показник	Значення
1.	Собівартість, грн.	232135,53
2.	Плановий прибуток, грн.	129995,90
3.	Ціна, грн.	362131,43
4.	Економічна ефективність	0,56
5.	Термін окупності, рік	1,8

Приймаючи до уваги економічні показники, зведені у таблицю 4.5, можемо прийти до висновку, що при терміні окупності – 1,8 року проводити роботи по впровадженню даної мережі є доцільним та економічно вигідним.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ, ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ВИМОГИ

Метою даної кваліфікаційної роботи бакалавра є створення проекту локальної комп'ютерної мережі для ТОВ «Імперіал». Під час роботи з персональним комп'ютером користувачі піддаються впливу різноманітних шкідливих і небезпечних факторів у виробничому середовищі, таких як підвищений рівень шуму, підвищена зовнішня температура навколишнього середовища, незадовільне освітлення на робочому місці, недостатнє освітлення робочої зони, електромагнітні поля, статична електрика, гіперактивність психіки, перевантаження зорового та слухового аналізаторів, монотонність роботи, емоційні перевантаження та ін.

Таким чином, навіть комп'ютерні технології та сучасні методи та процеси, від яких безсумнівно залежать комп'ютери, за своєю суттю є небезпечними.

Оскільки кваліфікаційна робота передбачає проектування мережі, доцільно в цьому розділі розглянути основні вимоги щодо охорони праці при використанні обчислювальної техніки.

5.1 Ергономічні вимоги до робочого місця користувача ВДТ

Вимоги до виробничих приміщень для експлуатації ПК, до організації і обладнання робочих місць наведені в ДСанПіН 3.3.2.007-98 та НПАОП 0.00-1.28-10. Об'ємно-планувальні рішення будівель та приміщень для роботи з ВДТ мають відповідати вимогам ДСанПіН 3.3.2.007-98. Розміщення робочих місць з ПК у підвальних приміщеннях, на цокольних поверхах заборонено [17].

Площа на одне робоче місце становить не менше ніж 6,0 м², а об'єм – не менше ніж 20,0 м³, відстань між робочими столами – щонайменше 2,5 м у ряду

					<i>2023.КРБ.123.602.09.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>73</i>

і 1,2м між рядами. Стіни приміщень потрібно фарбувати у пастельні тони з коефіцієнтом відбиття 0,5 – 0,6.

Виробничі приміщення повинні обладнуватись шафами для зберігання документів, полицями, стелажми, тумбами тощо, з урахуванням вимог до площі приміщень.

Обладнання і організація робочого місця працюючих з ЕОМ мають забезпечувати відповідність конструкції всіх елементів робочого місця та їх взаємного, розташування ергономічним вимогам з урахуванням характеру і особливостей трудової діяльності (ДСТУ 8604:2015, ДСТУ 7299:2013, ДСТУ 7951:2015).

Конструкція робочого місця користувача ЕОМ з ВДТ має забезпечити підтримання оптимальної робочої пози.

При розміщенні робочих столів з ВДТ слід дотримувати такі відстані між бічними поверхнями ВДТ 1,2 м, відстань від тильної поверхні одного ВДТ до екрана іншого ВДТ – 2,5 м.

Конструкція робочого столу має відповідати сучасним вимогам ергономіки і забезпечувати оптимальне розміщення на робочій поверхні використовуваного обладнання (дисплея, клавіатури, принтера) і документів.

Висота робочої поверхні робочого столу з ВДТ має регулюватися в межах 680...800 мм, а ширина і глибина – забезпечувати можливість виконання операцій у зоні досяжності моторного поля (рекомендовані розміри: 600...1400 мм, глибина – 800..1000 мм).

Робочий стіл повинен мати простір для ніг заввишки не менше ніж 600 мм, завширшки не менше ніж 500 мм, завглибшки (на рівні колін) не менше ніж 450 мм, на рівні простягнутої ноги – ніж 650 мм.

Велика кількість наявних в продажі у даний час комп'ютерних столів не відповідають вимогам ДСанПіН 3.3.2.007-98 за висотою робочої поверхні над підлогою. Практично всі комп'ютерні столи мають підставку, що висувається, для розташування клавіатури, виконання якої не відповідає вимогам

					<i>2023.КРБ.123.602.09.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

Директиви № 90/270/ЕЄС "Про мінімум вимог безпеки і гігієни праці при роботі з екранними пристроями (п'ята окрема директива в рамках тлумачення Статті 16 Директиви 89/391/ЕЄС)". Вимога цієї статті – забезпечення достатнього простору перед клавіатурою, наявність опори для рук оператора. У конструкції спеціального комп'ютерного столу з підставкою, що висувається, така вимога не забезпечується.

Робочий стілець має бути підйомно-поворотним, регульованим за висотою, з кутом і нахилу сидіння та спинки і за відстанню від спинки до переднього краю сидіння поверхня сидіння має бути плоскою, передній край - заокругленим. Регулювання за кожним із параметрів має здійснюватися незалежно, легко і надійно фіксуватися. Шаг регулювання елементів стільця має становити: для лінійних розмірів – 15...20 мм, для кутових 2...5. Зусилля регулювання має не перевищувати 20 Н.

Висота поверхні сидіння має регулюватися в межах 400...500 мм, а ширина і глибина становити не менше ніж 400 мм. Кут нахилу сидіння – до 15 вперед і до 5 назад.

Висота спинки стільця має становити (300±20) мм, ширина – не менше ніж 380 мм, радіус кривизни горизонтальної площини – 400 мм. Кут нахилу спинки має регулюватися в межах 1...30 від вертикального положення. Відстань від спинки до переднього краю сидіння має регулюватися в межах 260...400 мм.

Для зниження статичного напруження м'язів верхніх кінцівок слід використовувати стаціонарні або змінні підлокітники завдовжки не менше ніж 250 мм, завширшки 50...70 мм, що регулюються за висотою над сидінням у межах 230...260 мм і відстанню між підлокітниками в межах 350...500 мм.

Екран ВДТ має розташовуватися на оптимальній відстані від очей користувача, що становить 600...700 мм, але не ближче ніж за 600 мм з урахуванням розміру літерно-цифрових знаків і символів.

Розташування екрана ВДТ має забезпечувати зручність зорового

					<i>2023.КРБ.123.602.09.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

спостереження у вертикальній площині під кутом $+30^\circ$ до нормальної лінії погляду працюючого.

Монітори потрібно розміщувати на висоті рівня очей (висота від підлоги до нижнього краю екрана має становити 95-100 см) на відстані 60-70 см від оператора (відстань від краю столу – 50-70 см). Кут зору працюючого щодо екрана має дорівнювати 10-30, але не більше 40, кут між верхнім краєм монітора і рівнем очей користувача має становити менш як 10. Найдоцільніше розміщувати екран перпендикулярно до лінії погляду користувача. Кут нахилу екрана по вертикалі має становити 0-30. З цією метою сучасні монітори комплектують підставкою з поворотним кронштейном, що дає змогу регулювати кут нахилу монітора і горизонтально обертати його навколо вертикальної осі. Висоту екрана від поверхні підлоги регулюють змінюючи висоту робочої поверхні столу. Іноді монітори встановлюють на спеціальні підставки, що уможлиблює його переміщення у просторі у вертикальному та горизонтальному напрямках. Правильне положення користувача ПК зображено на рисунку 5.1.

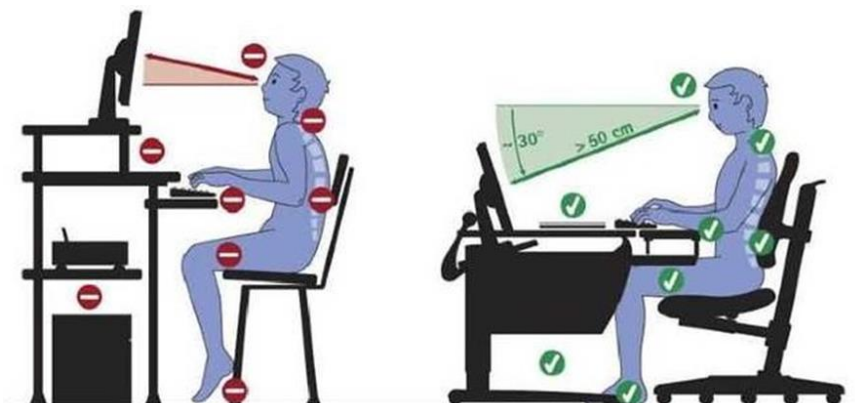


Рисунок 5.1 – Правильне положення користувача ПК

З метою зменшення напруження очей потрібно, щоб відстань між краями сусідніх точок зображення на моніторі не перевищувала Г. Оптимальний розмір літеро-цифрових знаків – 16-20, складних знаків – 35-40. Оптимальні співвідношення параметрів літер і цифр такі: ширина знака – 0,75

їх висоти, товщина ліній при зворотному контрасті – 1/6-1/8, відстань між знаками – 0,25-0,5 висоти знака, між словами – 0,75-1, між рядками – 0,5-1.

Розташування пристрою введення – виведення інформації має забезпечувати добру видимість екрана ВДТ, зручність ручного керування в зоні досяжності моторного поля і за висотою – 900-1300 мм, за шириною 400-500 мм.

Робоче місце з ВДТ слід обладнати пюпітром для документів, що легко переміщуються.

5.2 Організація пожежної безпеки ТОВ «Імперіал»

Робота з організації і забезпечення пожежної безпеки на підприємстві покладається на його керівника, а в цехах, службах, відділах і дільницях наказом керівника підприємства - на відповідних керівників [17].

Постійно діюча пожежно-технічна комісія створюється на кожному підприємстві і очолюється головним інженером підприємства. Комісія проводить пожежно-технічне обстеження цехів, дільниць підприємства, розробляє заходи щодо зниження пожежної небезпеки окремих технологічних процесів і пожежної безпеки виробничих приміщень, обладнання, складів і всього підприємства загалом.

Пожежна охорона підприємства забезпечується добровільною пожежною дружиною, що складаються із службовців та інженерно-технічних працівників. З робітниками та інженерно-технічними працівниками, які влаштовуються на роботу, проводиться вступний загальний інструктаж з пожежної безпеки на підприємстві. Первинний інструктаж для них проводиться безпосередньо на робочому місці керівником з демонстрацією прийомів праці, що забезпечують пожежну і вибухову безпеку. Робітники, пов'язані з пожежонебезпечними речовинами і матеріалами, проходять додатково навчання за програмою пожежно-технічного мінімуму з подальшою перевіркою знань.

					<i>2023.КРБ.123.602.09.00.00 ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		77

Пожежна охорона підприємств контролюється органами Державного пожежного нагляду, Головним управлінням пожежної охорони Міністерства внутрішніх справ України, відділами Державного пожежного нагляду, відділами внутрішніх справ, виконавчих комітетів, міських, районних Рад народних депутатів, частинами пожежної охорони міст, селищ міського типу і районних центрів. Державний пожежний нагляд виконує такі функції:

- використовує контроль забезпечення об'єктів народного господарства і населених пунктів коштами на протипожежний захист, пожежною технікою і дотримання правил і норм пожежної безпеки;
- розробляє рекомендації з посилення протипожежного захисту об'єктів народного господарства і сприяє їх реалізації;
- розробляє правила пожежної безпеки будівель, споруд із зацікавленими організаціями;
- готує висновки згідно з проектами стандартів, що встановлюють вимоги пожежної безпеки, а також стандартів і технічних умов на пожежну техніку;
- контролює виконання проектними і будівельними організаціями протипожежних вимог;
- в складі державних комісій приймає в експлуатацію підприємства, будівлі і споруди; бере участь у розв'язанні питань організації пожежної охорони об'єктів народного господарства;
- веде пропаганду з питань боротьби з пожежами.

Організація, проведення пожежно-профілактичних заходів і контроль за дотриманням протипожежного режиму покладені на керівників служби підприємств. Керівники служби зобов'язані:

- встановити на кожному об'єкті служби відповідний протипожежний режим і зобов'язати суворо дотримуватися його всіма працівниками служби;
- вжити заходів щодо негайної ліквідації виявлених недоліків з пожежної безпеки і забезпечити інструктаж з пожежної безпеки для всіх

					<i>2023.КРБ.123.602.09.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

робітників і службовців;

– проводити постійну роз'яснювальну роботу з питань пожежної безпеки.

Випадки виникнення пожежі ретельно аналізуються комісією, що призначається керівником підприємства. На основі матеріалів розслідування розробляються профілактичні протипожежні заходи.

Кількість евакуаційних виходів залежить від кількості працівників і розміру приміщення. Наприклад, для офісу площею не більше 300 м² і одночасного перебування не більше 15 осіб достатньо одного евакуаційного виходу.

На евакуаційному виході повинен бути напис "вихід", а на шляху евакуації - стрілка напрямку назовні. Двері на шляхах евакуації повинні відкриватися в напрямку виходу з будівлі. Тому вони не заважають людям виходити. Коридори не повинні бути завалені меблями, сміттям тощо.

Якщо одночасно присутні більше 10 осіб, потрібно підготувати план евакуації (див. рис. 5.2) та розмістити його на видному місці. При цьому розміщати його можуть тільки ліцензовані установи.

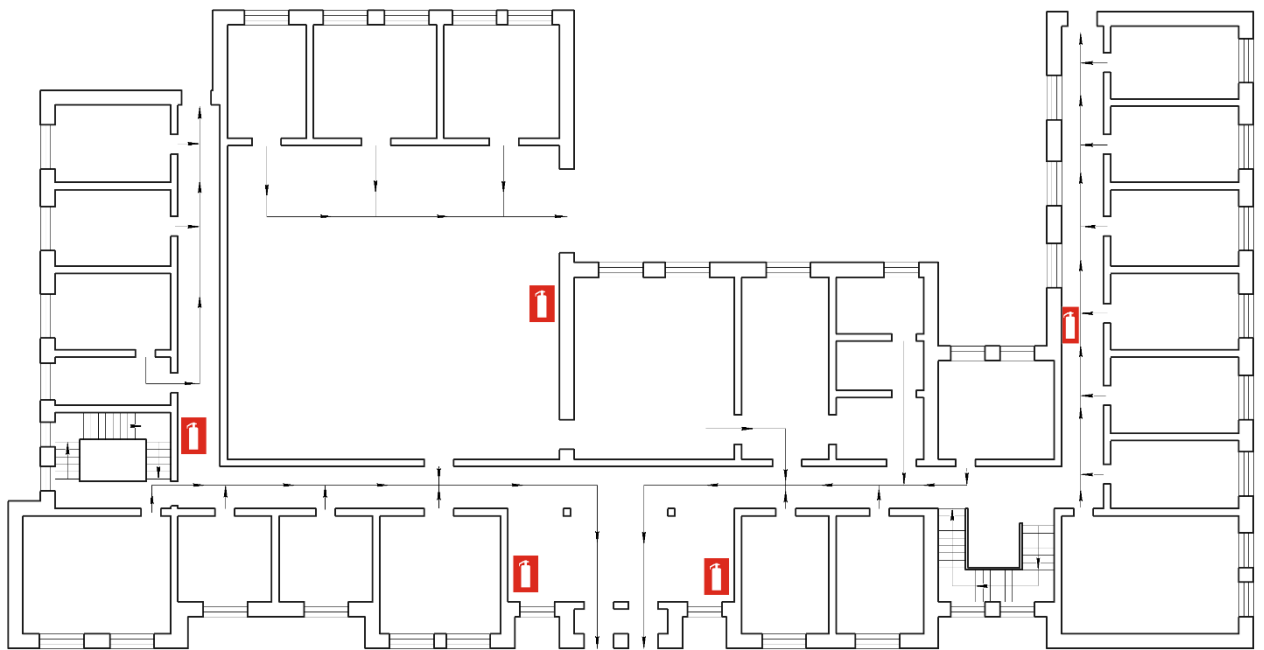


Рисунок 5.2 – Схема евакуації ТОВ «Імперіал»

ВИСНОВКИ

В даній кваліфікаційній роботі бакалавра розроблено документацію на впровадження мережі компанії ТОВ «Імперіал».

В першому розділі розроблено технічне завдання на проект мережі. Тут описано розміщення комп'ютерної техніки компанії, розглянуто її організаційну структуру та описано основні комунікаційні потреби.

У другому розділі вибрано топологію, на базі якої в подальшому проводилося проектування. Топологія проектованої мережі є комбінованою. Мережа поділена на підмережі з використанням технології віртуальних мереж IEEE 802.1Q VLAN. В цьому розділі також підібрано тип кабелю. В якості середовища передачі даних в кабельному сегменті мережі буде використовуватися кабель UTP cat. 5E. Тут вибрано марки активного комутаційного обладнання. Мережа побудована на базі комутаторів Edge-core ECS4620-28T та Edge-Core ECS2100-28T, а також точок доступу Edge-core EAP101. В якості ОС серверів вибрано linux CentOS 8.

В третьому розділі розроблено інструкції з налаштування відповідних служб серверів проектованої мережі, інструкція з налаштування комутаторів, а також інструкція з тестування мережі.

План приміщень, логічна топологія мережі, фізична топологія, таблиця IP-адрес об'єктів мережі та таблиця техніко-економічних показників подані на окремих плакатах в графічній частині кваліфікаційної роботи бакалавра.

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

Останній розділ кваліфікаційної роботи бакалавра описує питання охорони праці та техніки безпеки при роботі з комп'ютерною технікою.

					<i>2023.КРБ.123.602.09.00.00 ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>80</i>

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Антонов В. М. Сучасні комп'ютерні мережі. — К.: "МК-Прес", 2005. — 480 с., іл.
2. Воробієнко П., Нікітюк Л., Резниченко П. елекамунікаційні та інформаційні мережі - Саміт-книга, 2010. – 640 с.
3. Жураковський Б. Ю., Зенів І.О. Комп'ютерні мережі [навчальний посібник] - КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 336 с
4. Коробейнікова Т. І., Захарченко С. М. Комп'ютерні мережі - Львівська політехніка, 2022. – 228 с
5. Кулаков Ю.О., Луцький Г.М. Комп'ютерні мережі - Київ, "Юніор", 2015. – 397 с.
6. Лунтовський А., Мельник І. Комп'ютерні мережі та телекомунікації - Університет "Україна", 2017. – 274 с.
7. Микитишин А.Г., Митник М.М., Стухляк П.Д., В.В. Пасічник. Комп'ютерні мережі [навчальний посібник] – Львів, «Магнолія 2006», 2013. – 256 с.
8. Николайчук Я.М., Возна Н.Я., Пітух І.Р. Проектування спеціалізованих комп'ютерних систем. Навчальний посібник. - Тернопіль: ТЗОВ “Терно-граф”, 2010. - 394с.
9. Олексюк В., Балик Н., Балик А. Організація комп'ютерної локальної мережі. - Видавництво: -Тернопіль: «Підручники та посібники», 2006. – 80 с.
10. Олещенко Л.М. Організація комп'ютерних мереж [конспект лекцій] – Київ: КПІ ім. І. Сікорського, 2018. – 225 с.
11. Погорілий С. Д. Комп'ютерні мережі. Апаратні засоби та протоколи передачі даних - К.: ВПЦ "Київський університет", 2007. - 455 с.
12. Рамський Ю., Олексюк В., Балик А. Адміністрування комп'ютерних мереж та систем - Богдан НК, 2010. – 196 с
13. ECS4620-28T L3 Gigabit Ethernet Stackable Switch [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.edge->

					<i>2023.КРБ.123.602.09.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		81

core.com/productsInfo.php?cls=&cls2=1&cls3=50&id=33 – Дата доступу: 19.05.2023.

14. ECS2100-28T Gigabit web-smart Pro switches [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.edge-core.com/productsInfo.php?cls=2&cls2=14&cls3=56&id=64> – Дата доступу: 19.05.2023

15. EAP101 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://wifi.edge-core.com/products/wifi6-access-point/wifi6-EAP101> – Дата доступу: 19.05.2023

16. Linux setup a transparent proxy with Squid in three easy steps [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.cyberciti.biz/tips/linux-setup-transparent-proxy-squid-howto.html> – Дата доступу: 19.05.2023

17. Охорона праці – Москальова В.М. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://studentbooks.com.ua/content/view/1327/76/> – Дата доступу: 20.05.2023.

					<i>2023.КРБ.123.602.09.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		82