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

(освітній ступінь)

на тему: Розробка проекту комп'ютерної мережі компанії "Expert Transportation"

Виконав: студент <u>VI</u> курсу, групи <u>КІб-602</u>

Спеціальності <u>123 Комп'ютерна інженерія</u> (шифр і назва спеціальності)

Віталій ДРАГУЩАК

(ім'я та прізвище)

Керівник

Андрій ЮЗЬКІВ

(ім'я та прізвище)

Рецензент

(ім'я та прізвище)

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

Відділення <u>телекомунікацій та електронних систем</u> Циклова комісія <u>комп'ютерної інженерії</u> Освітній ступінь <u>бакалавр</u> Освітньо-професійна програма: <u>Комп'ютерна інженерія</u> Спеціальність: <u>123 Комп'ютерна інженерія</u> Галузь знань: <u>12 Інформаційні технології</u>

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова циклової комісії комп'ютерної інженерії _____ Андрій ЮЗЬКІВ "<u>06</u>" <u>травня 2025 року</u>

ЗАВДАННЯ на кваліфікаційну роботу студенту

<u> Драгущаку Віталію Ігоровичу</u>

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи **Розробка проекту комп'ютерної мережі компанії** <u>"Expert Transportation"</u>

керівник роботи <u>Юзьків Андрій Васильович</u> (прізвище, ім'я, по батькові)

затверджені наказом Відокремленого структурного підрозділу «Тернопільський фаховий коледж Тернопільського національного технічного університетут імені Івана Пулюя» від 05.05.2025 р №4/9-217.

2. Строк подання студентом роботи: 20 червня 2025 року.

3. Вихідні дані до роботи: <u>плани приміщень, завдання на проектування, стандарти</u> побудови СКС, документація на мережеве обладнання і сервери

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Загальний розділ. Розробка технічного та робочого проєкту. Спеціальний розділ. Економічний розділ. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці. 5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): <u>План</u> приміщень. Логічна топологія. Фізична топологія. Таблиця IP-адрес. Таблиця технікоекономічних показників. Модель мережі

6. Консультанти розділів роботи

	Ім'я, прізвище та посада	Підпи	ис, дата
Розділ	консультанта	завдання	завдання
		видав	прийняв
Економічний розділ	Оксана РЕДЬКВА заст. директора з НВР		
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	Володимир ШТОКАЛО викладач		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

N⁰	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання	Примітка
3/П		етапів роботи	
1	Отримання і аналіз технічного завдання	06.05	
2	Збір і узагальнення інформації	19.05	
3	Написання першого розділу	23.05	
4	Розробка технічного та робочого проекту	28.05	
5	Написання спеціального розділу	3.06	
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	Погодження нормоконтролю	18.06	
11	Попередній захист роботи	20.06	
12	Захист кваліфікаційної роботи		

7. Дата видачі завдання: <u>06 травня 2025 року</u>

Студент

(підпис)

Керівник роботи

<u>Віталій ДРАГУЩАК</u> _(ім'я та прізвище)

> Андрій ЮЗЬКІВ (ім'я та прізвище)

(підпис)

АНОТАЦІЯ

Драгущак В.І.. Розробка проекту комп'ютерної мережі компанії «Expert Transportation». Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр, за спеціальністю 123 Комп'ютерна інженерія. Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2025. -76с.

Об'єкт дослідження - комп'ютерна мережа підприємства. Мета роботи - проєктування комп'ютерної мережі для компанії «Expert Transportation» з урахуванням сучасних вимог до безпеки, швидкодії та функціональності.

Базова технологія побудови мережі - стандарт Gigabit Ethernet,. Практична реалізація теми кваліфікаційної роботи передбачає розробку комп'ютерної мережі та налаштування відповідного програмного забезпечення.

Одним із ключових аспектів проєктування стала безпека мережі. Для запобігання несанкціонованому доступу та організації спільного доступу до ресурсів Інтернету застосовано маршрутизатор Mikrotik, який було налаштовано відповідно до вимог компанії.

Кваліфікаційна робота має практичну спрямованість і її результати будуть виконані при проектуванні і налаштуванні мережі

Робота має прикладне спрямування, а її результати можуть бути використані при реалізації та конфігурації мережі на практиці. У межах проєктування виконано моделювання функціонування мережевої інфраструктури з урахуванням сучасних вимог.

Ключові слова: комп'ютерна мережа, VLAN, Mikrotik, NAT.

ANNOTATION

Drahushchak V.I. Development of a Computer Network Project for the Company "Expert Transportation". Qualification work for obtaining a bachelor's degree, specialty 123 Computer Engineering. Ternopil: Separate Structural Subdivision "Ternopil Professional College of Ivan Puluj National Technical University", 2025. -76p.

Object of research: the company's computer network. Purpose of the work: to design a computer network for the "Expert Transportation" company, taking into account modern requirements for security, performance, and functionality.

The basic network technology used in the project is the Gigabit Ethernet standard. The practical implementation of the qualification paper includes the development of a network infrastructure and the configuration of the corresponding software.

One of the key focuses of the network design is security. To protect against unauthorized access and to enable shared Internet use, a Mikrotik router was deployed and configured according to the company's needs.

This qualification paper has a practical orientation, and its results can be applied during the actual design and configuration of the network. The project includes modeling of network infrastructure performance based on current standards and demands.

Keywords: computer network, VLAN, Mikrotik, NAT.

3MICT

ПЕРЕЛІК ТЕРМІНІВ І СКОРОЧЕНЬ	8
ВСТУП	9
1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ	10
1.1 Технічне завдання:	10
1.1.1 Найменування та область застосування	10
1.1.2 Призначення розробки	11
1.1.3 Вимоги до апаратного та програмного забезпечення	11
1.1.4 Вимоги до документації	12
1.1.5 Техніко-економічні показники	13
1.1.6 Стадії та етапи розробки	15
1.1.7 Порядок контролю та прийому	15
1.2 Постановка задачі на розробку проекту. Характеристика підприємства,	
для якого створюється проект мережі	16
2 РОЗРОБКА ТЕХНІЧНОГО ТА РОБОЧОГО ПРОЕКТУ	18
2.1 Опис та обгрунтування вибору логічного типу мережі	18
2.2 Розробка схеми фізичного розташування кабелів та вузлів:	20
2.3 Обгрунтування вибору комунікаційного обладнання	21
2.4 Особливості монтажу мережі	23
2.5 Обґрунтування вибору операційних систем та програмного	
забезпечення для серверів та робочих станцій в мережі	24
2.6 Обгрунтування вибору засобів захисту мережі	25
2.7 Тестування та налагодження мережі	27
3 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ	28
3.1 Інструкції з налаштування програмного забезпечення серверів	28

			2025.КРБ.123.60	2.12.00.	ОО ПЗ	
№ докум.	Підпис	Дата				
Драгущак В.І.			Разпабка полекти кама'ютернаї	Лim.	Арк.	Аркушів
Юзьків А.В.			мережі компанії «Expert		5	76
			, Transportation»		ΒርΠ ΤΦΚ	THTY
Приймак В.А.			Пояснювальна записка		гр. КІб-6	02п
					м. Герно.	ПІЛЬ

Зм.

Розробив

Перевірив

Н. Контр. Затв.

Арк.

3.1.1 Інструкція з налаштування файлового сервера	28
3.2 Інструкції з налаштування активного комутаційного обладнання	29
3.2.1 Інструкція з базового налаштування маршрутизатора	29
3.2.2 Інструкції з базового налаштування центрального комутатора	34
3.2.3 Інструкції з налаштування комутаторів робочих груп	38
3.3 Інструкція з використання тестових наборів та тестових програм	39
3.4 Інструкції з налаштування мережевих засобів безпеки	41
3.5 Інструкція з експлуатації та моніторингу в мережі	42
3.6 Моделювання роботи локальної мережі	43
4 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ	46
4.1 Визначення стадій технологічного процесу та загальної	
тривалості проведення НДР	46
4.2 Визначення витрат на оплату праці та відрахувань на соціальні заходи	47
4.3 Розрахунок матеріальних витрат	49
4.4 Розрахунок витрат на електроенергію	51
4.5 Визначення транспортних затрат	51
4.6 Розрахунок суми амортизаційних відрахувань	52
4.7 Обчислення накладних витрат	52
4.8 Складання кошторису витрат та визначення собівартості НДР	53
4.9 Розрахунок ціни НДР	54
4.10 Визначення економ. ефективності і терміну окупності кап. вкладень	54
5 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦ	56I
5.1 Розрахунок системи штучного освітлення для приміщення	
компанії "Expert Transportation", де міститься найбільше ПК	56
5.2 Вентиляція і кондиціонування повітря у виробничих приміщеннях	61
ВИСНОВКИ	64
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	65
Додаток А Таблиця адресації вузлів мережі	67
Додаток Б Таблиця VLAN	69

						Арк
					2025.КРБ.123.602.12.00.00 ПЗ	6
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток В Технічні характеристики обладнання	71
Додаток Г Порівняння технічних параметрів обладнання	72
Додаток Д Налаштування ProFtpd з підтримкою TLS	74

	_			_		
						Арн
					2025.КРБ.123.602.12.00.00 ПЗ	7
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		-

ПЕРЕЛІК ТЕРМІНІВ І СКОРОЧЕНЬ

АРІ - інтерфейс прикладних програм;

IEEE 802.3ab - стандарт Gigabit Ethernet на витій парі UTP 5е.

IEEE 802.3ab - стандарт Gigabit Ethernet на витій парі UTP 5e;

IEEE 802.3u - стандарт Fast Ethernet 100Мбіт/с;

IEEE 802.3z – стандарт Gigabit Ethernet 1000Мбіт/с;

ISO - Міжнародна Організація по Стандартизації;

ITU – міжнародний союз електрозв'язку;

SOHO – домашній офіс;

TCP/IP – протокол управління передачею, Інтернет протокол. Стек протоколів Інтернет. Використовується для об'єднання гетерогенних мереж;

UTР - неекранована вита пара;

UTP (Unshielded Twisted Pair) - неекранована вита пара;

VLAN (Virtual Local Area Nerwork) - об'єднання ПК за певним критерієм у широкомовний домен;

ЛМ – локальна мережа;

ЛОМ – локальна обчислювальна мережа;

МАС адреса – 48 бітна фізична адреса пристрою;

ОС - операційна система;

ПК - персональний комп'ютер.

						Ap
					2025.КРБ.123.602.12.00.00 ПЗ	8
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		-

ВСТУП

Розгортання локальної обчислювальної мережі є важливим кроком у напрямку підвищення ефективності використання інформаційно-комунікаційних ресурсів в межах організації. Така мережа дозволяє забезпечити доступ до обчислювальних потужностей не окремих комп'ютерів, а всієї сукупності пристроїв, об'єднаних у мережеву інфраструктуру. Це, у свою чергу, створює умови для централізованого зберігання, обробки та обміну інформацією управлінського, аналітичного, комерційного та загального призначення, а також сприяє автоматизації документообігу [2].

Важливо в межах сучасного проєктування мереж приділяти етапу моделювання - як одному з основних етапів попередньої перевірки архітектурних рішень, логіки маршрутизації, розмежування доступу та перевірки працездатності мережі в різних режимах роботи. З метою організації централізованого та захищеного доступу до ресурсів Інтернету, у проєкті передбачено застосування маршрутизатора МікгоТік. Це мережеве рішення забезпечує гнучке управління трафіком, налаштування NAT, фаєрволу, VPN-з'єднань, моніторинг та контроль доступу до ресурсів. МікгоТік також дає можливість реалізувати функції QoS (керування якістю обслуговування) та створити сегментоване безпечне середовище для користувачів мережі.

У зв'язку з цим завдання побудови локальної мережі, що включає моделювання, проєктування її топології, забезпечення кібербезпеки та налаштування ефективного спільного доступу до зовнішніх ресурсів, є актуальним і практично значущим. Результати роботи мають прикладний характер і можуть бути використані для розгортання або модернізації комп'ютерних мереж у реальних умовах експлуатації.

Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Технічне завдання

1.1.1 Найменування та область застосування

Темою даної кваліфікаційної роботи є проєктування комп'ютерної мережі для компанії «Expert Transportation». Розроблена мережева інфраструктура має забезпечити ефективне об'єднання всіх наявних робочих станцій, надання доступу до внутрішніх ресурсів мережі, а також до глобальної мережі Інтернет. Окрім цього, мережева структура повинна створити умови для зручної та безпечної колективної роботи над спільними проєктами.

Запропоноване рішення має широке прикладне значення та може бути адаптоване для використання в локальних мережах організацій, установ або комерційних структур, враховуючи його функціональні переваги у порівнянні з альтернативними підходами.

Серед ключових характеристик розробленої мережі можна виокремити такі:

- Відносно низькі витрати на впровадження та обслуговування;

- Можливість колективного доступу до ресурсів мережі (серверів, принтерів, сховищ тощо);

 Структурована побудова із поділом на логічні сегменти, що дозволяє керувати передачею даних між сегментами та реалізовувати політики фільтрації трафіку;

- Спільний вихід в Інтернет із централізованим керуванням безпекою внутрішньої мережі.

Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

1.1.2 Призначення розробки

Основне призначення розробки полягає у створенні функціональної та захищеної локальної мережі, яка відповідатиме сучасним вимогам до продуктивності, безпеки та зручності користування.

Зокрема, система повинна:

- Забезпечити інтеграцію всіх персональних комп'ютерів у єдину інформаційно-комунікаційну інфраструктуру;

- Гарантувати пропускну здатність каналів передачі даних на рівні, достатньому для стабільної роботи мультимедійних застосунків;

- Реалізувати заходи із захисту мережевого середовища від зовнішніх загроз і несанкціонованого доступу через Інтернет;

- Здійснювати контроль і фільтрацію як вхідного та вихідного Інтернеттрафіку, так і даних, що циркулюють між окремими сегментами локальної мережі;

- Надати усім користувачам стабільний та безпечний доступ до глобальної мережі Інтернет;

Крім цього доведеться налаштувати файловий сервер, що забезпечуватиме централізоване збереження важливих даних з можливістю резервного копіювання та гарантованого відновлення інформації у разі збоїв.

1.1.3 Вимоги до апаратного та програмного забезпечення

Інтернет-шлюз (сервер чи маршрутизатор) та сервер зберігання даних мають бути спроєктовані з урахуванням необхідної продуктивності для стабільної роботи, а також мати достатній резерв обчислювальних ресурсів з метою подальшого масштабування у разі збільшення кількості клієнтських пристроїв. При виборі апаратного забезпечення для зазначених серверів

Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

доцільно передбачити підтримку RAID-контролера, що забезпечить побудову відмовостійкої системи з високим рівнем збереження даних.

Також важливо передбачити надійне джерело безперебійного живлення (ДБЖ) для ключових елементів мережевої інфраструктури з метою гарантування їх стабільної роботи навіть у разі перебоїв з електропостачанням.

Центральний мережевий комутатор повинен підтримувати швидкість передавання даних не нижче 1000 Мбіт/с (Gigabit Ethernet) для забезпечення високошвидкісного обміну інформацією між сегментами мережі. Підтримка протоколу STP (Spanning Tree Protocol) є необхідною умовою для реалізації резервованих з'єднань, що запобігають утворенню петель у топології мережі. Окрім того, комутатор має бути обладнаний функціональністю, що відповідає третьому рівню еталонної моделі OSI, що дозволяє здійснювати маршрутизацію та керування потоками даних між підмережами.

Програмне забезпечення серверної частини повинно підтримувати реалізацію технології NAT (трансляції мережевих адрес), а також здійснювати фільтрацію мережевого трафіку на канальному, мережевому та транспортному рівнях. У свою чергу, клієнтські операційні системи мають забезпечувати повноцінну роботу в локальній мережі з використанням протоколу TCP/IP

1.1.4 Вимоги до документації

Мережева документація - це сукупність технічних матеріалів, схем, описів конфігурацій та процедур, що відображають структуру, параметри та правила функціонування комп'ютерної мережі. Вона охоплює як фізичну, так і логічну топологію, інформацію про IP-адресацію, маршрутизацію, налаштування серверів, комутаторів, маршрутизаторів, а також політики безпеки. Така документація є основою для ефективного обслуговування, масштабування і модернізації мережі, сприяє стандартизації процесів адміністрування та

					2025.КРБ.123.602.12.00.00
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	

забезпечує безперервність роботи в умовах зміни персоналу або технічного складу обладнання [1].

Документація є невід'ємною складовою ефективної експлуатації комп'ютерної мережі, забезпечуючи інформаційну підтримку на всіх етапах її життєвого циклу. Наявність повної та актуальної документації дозволяє реалізувати низку важливих функцій, зокрема:

- Усунення несправностей: технічна документація виконує роль довідкового інструменту під час виявлення та ліквідації збоїв у роботі мережі. Вона містить структуровану інформацію про конфігурацію обладнання, логіку мережевих з'єднань і параметри налаштування, що значно полегшує процес діагностики;

- Підтримка процесу навчання нового персоналу: у випадку прийому нових співробітників на роботу, документація дозволяє швидко ознайомити їх з особливостями функціонування мережевої інфраструктури та специфікою адміністрування конкретних її сегментів;

- Сприяння роботі зовнішніх спеціалістів: у разі залучення сторонніх консультантів або технічних експертів, наявність детального опису архітектури мережі та її параметрів значно скорочує час, необхідний для аналізу, діагностики та впровадження змін, що, своєю чергою, зменшує витрати на зовнішнє обслуговування.

Таким чином, належно оформлена документація є ключовим елементом ефективної підтримки, розвитку та безпеки мережевої інфраструктури.

1.1.5 Техніко-економічні показники

Техніко-економічні показники є ключовими характеристиками, які відображають основні технічні параметри побудови комп'ютерної мережі, а також орієнтовні витрати на її реалізацію. Вони дають змогу оцінити доцільність

] .					
1	Дата	Підпис	№ докум.	Арк	Зм.

проєкту з погляду технічної ефективності, економічної доцільності та ресурсозатрат [2].

Наведені нижче показники були визначені на основі аналізу потреб підприємства, вибраного мережевого обладнання, обраної архітектури та передбаченого обсягу робіт:

- Обрана топологія мережі – «розширена зірка» з можливістю подальшого масштабування.

- Використаний стандарт передачі даних – Gigabit Ethernet із пропускною спроможністю до 1 Гбіт/с.

- Тип маршрутизатора – маршрутизатор Mikrotik RB/1100.

- Операційна система, що використовується на файловому сервері – Ubuntu Linux 22.04 (64-розрядна версія, архітектура amd64).

- Метод організації доступу до глобальної мережі Інтернет – застосування технології NAT (трансляція мережевих адрес).

- Маршрутизація між сегментами локальної мережі – реалізована за допомогою статичної маршрутизації.

- Функціональне призначення сервера – файловий сервер для централізованого зберігання та спільного використання даних.

- Оцінка трудомісткості проєктних і монтажно-налагоджувальних робіт – до 100 людино-годин.

- Орієнтовні матеріальні витрати на побудову мережі – не перевищують 200 000 грн.

Розрахункова собівартість впровадження мережевої інфраструктури – до 300 000 грн.

- Загальна вартість реалізації проєкту (включаючи придбання обладнання, програмного забезпечення, виконання монтажних та налагоджувальних робіт) – до 420 000 грн

Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

1.1.6 Стадії та етапи розробки

Процес створення комп'ютерної мережі для компанії «Expert Transportation» передбачає реалізацію наступних послідовних стадій:

- Аналіз та вивчення технічного завдання з урахуванням вимог замовника.

- Побудова логічної структури мережі, яка визначає взаємозв'язки між її основними компонентами.

- Формування фізичної топології, що передбачає розміщення обладнання та прокладання кабельної інфраструктури.

- Конфігурація мережевого комутатора з функціоналом третього рівня для забезпечення маршрутизації та керування трафіком.

- Параметризація маршрутизатора, зокрема для організації доступу до Інтернет та фільтрації даних.

- Встановлення та налаштування файлового сервера для централізованого зберігання інформації.

- Конфігурація клієнтських пристроїв із урахуванням підтримки мережевих сервісів.

- Проведення повного тестування роботи мережі з метою перевірки її працездатності, безпеки та відповідності вимогам.

1.1.7 Порядок контролю та прийому

Контроль якості побудови комп'ютерної мережі здійснюється на етапі завершення монтажних і налаштувальних робіт. Перевірка включає тестування фізичних з'єднань, правильності конфігурації обладнання та працездатності ключових мережевих сервісів (DHCP, DNS, FTP, доступ до Інтернету тощо).

Прийом мережі в експлуатацію проводиться шляхом перевірки відповідності реалізованого проєкту технічному завданню, а також шляхом

					2025.KPБ.123.602.12.00.00 ПЗ
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	

тестування основних показників мережі: швидкості передачі даних, стабільності з'єднання та надійності маршрутизації.

Результати випробувань фіксуються в актах прийому-передачі та протоколах перевірки, що підписуються відповідальними особами від підрядника та замовника.

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

Компанія «Expert Transportation» спеціалізується на наданні послуг у сфері транспортних перевезень, логістики, а також займається продажем, технічним обслуговуванням і ремонтом вантажної техніки. Підприємство розташоване на другому поверсі власної двохповерхової спеціалізованої будівлі. На першому поверсі розміщені бокси для СТО, складські та інші службові приміщення.

У процесі проєктування локальної мережі необхідно забезпечити інтеграцію всіх робочих місць компанії в єдину інформаційну систему, ввести в експлуатацію ключові мережеві сервіси, а також забезпечити надійний доступ до глобальної мережі Інтернет.

Одним із ключових завдань при побудові мережевої інфраструктури є логічне розділення локальної мережі на окремі сегменти, що відображають організаційну структуру підприємства. Враховуючи специфіку діяльності компанії та вимоги до захисту даних, було прийнято рішення створити окремі групи користувачів за функціональним принципом. В компанії є такі структурні одиниці (відділи):

- Відділ ремонту і технічного обслуговування;
- Відділ менеджменту та маркетингу;
- Економічний підрозділ;
- Бухгалтерська служба;
- Відділ міжнародної логістики;

						Арк
					2025.КРБ.123.602.12.00.00 ПЗ	16
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		_

- Відділ внутрішньої логістики;
- Відділ експедирування;
- Директор компанії та його заступник;
- Приймальня (Офіс-менеджер);
- Підрозділ технічної (IT) підтримки.

Розташування відповідних підрозділів у приміщенні представлено на схемі «План приміщень». Схема «Фізична топологія» наочно демонструє розміщення компонентів локальної мережі в межах приміщення, сформоване на основі логічної структури.

						Арк
					2025.КРБ.123.602.12.00.00 ПЗ	17
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

2 РОЗРОБКА ТЕХНІЧНОГО ТА РОБОЧОГО ПРОЕКТУ

2.1 Опис та обґрунтування вибору логічного типу мережі

Для забезпечення надійної взаємодії між пристроями у комп'ютерній мережі компанії «Expert Transportation» було обрано протокольний стек TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol). Цей стек наразі є найпоширенішим у світі завдяки своїй універсальності, підтримці в усіх сучасних операційних системах, а також сумісності з мережею Інтернет, де TCP/IP виступає як основний стандарт передавання даних.

Локальна комп'ютерна мережа компанії базується на архітектурі TCP/IP, що дозволяє повністю задовольнити вимоги до обміну інформацією між відділами, доступу до спільних ресурсів та підключення до зовнішніх мереж.

В основі мережі лежить технологія Gigabit Ethernet, що забезпечує швидкість передавання даних до 1 Гбіт/с. Серед причин вибору саме цієї технології можна виділити:

1. Доступну вартість мережевого обладнання.

2. Зворотну сумісність з попередніми версіями стандарту Ethernet.

3. Достатню пропускну здатність для підтримки мультимедійних та бізнесдодатків.

Мережева інфраструктура реалізована за ієрархічним принципом із використанням комутованої топології. Замість старих технологій з єдиним середовищем передавання (як-от Ethernet або Token Ring), де дані передавалися кожному вузлу безпосередньо, в сучасній схемі реалізовано селективну маршрутизацію через комутатори. Вони направляють трафік лише безпосередньому адресату, що значно підвищує ефективність використання ресурсів мережі.

Основна перевага комутованих мереж - це розподілена смуга пропускання. На відміну від традиційних Ethernet-мереж, де пропускна здатність ділиться між

Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	

усіма підключеними пристроями, у комутованих мережах кожен вузол має власне виділене з'єднання [3].

Для реалізації мережевої структури обрано топологію «розширена зірка», в якій центральний вузол - це керований комутатор із високою пропускною здатністю. Наприклад, пристрій НР V1910-24G має загальну продуктивність комутаційної шини до 104 Гбіт/с, що забезпечує безперебійну роботу всіх підключених пристроїв (28 портів сумарно можуть передавати до 56 Гбіт/с). Швидкість комутації пакетів мінімального розміру (64 байти) у моделі НР V1910-48G становить 41,7 мільйона пакетів на секунду — це критичний показник, що відображає здатність пристрою обробляти великі обсяги даних без затримок.

Маршрутизацію та спільний доступ до Інтернету забезпечує маршрутизатор Mikrotik. Його конфігурація передбачає використання NAT (Network Address Translation), що дозволяє кільком пристроям користуватись одним зовнішнім IP-адресом. Це забезпечує економне використання адресного підвищує рівень захисту внутрішньої мережі. простору та Додатково передбачена можливість застосування правил керування пропускною здатністю каналу (QoS), що дозволяє адміністратору встановлювати індивідуальні або групові обмеження швидкості доступу до Інтернету для користувачів, залежно від ролі або пріоритету трафікуДля покращення керованості мережі реалізовано поділ інфраструктури на кілька логічних підмереж, ЩО відображають організаційну структуру компанії. Сегментування здійснюється за допомогою комутатора третього рівня, який також використовується для фільтрації трафіку на основі списків доступу (ACL).

У додатку Б наведено таблицю логічної адресації, що ілюструє структуру підмереж. Додаток В містить інформацію про налаштування VLAN на мережевих вузлах, зокрема типи портів, які використовуються для комутації трафіку між сегментами.

Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

2.2 Розробка схеми фізичного розташування кабелів та вузлів

Під час проектування локальної комп'ютерної мережі необхідно реалізувати фізичну топологію, яка визначатиме, як саме комп'ютери та інші пристрої будуть фізично з'єднані між собою.

Враховуючи, що більшість сучасних реалізацій мереж на базі стандарту Ethernet використовують структуру типу «Розширена зірка», саме ця топологія була обрана як оптимальна для організації мережевої інфраструктури компанії «Expert Transportation».

Обрана фізична топологія – це розширена зірка.

Основні переваги такої структури:

1. Простота впровадження – монтаж і налаштування мережі не викликають складнощів.

2. Стійкість до збоїв – відмова одного з відгалужених вузлів не впливає на працездатність усієї мережі.

3. Вартість – обладнання для Ethernet-мереж є доступним за ціною.

4. Гнучкість масштабування – мережу легко доповнювати новими пристроями без значних змін у структурі.

5. Логічна сегментація — можна створювати ізольовані підмережі для контролю трафіку та безпеки.

6. Простота обслуговування – централізоване адміністрування та зручний моніторинг продуктивності мережі.

Також зауважимо на можливі недоліки. Єдиним значним ризиком є вихід з ладу центрального комутатора, що призведе до зупинки всієї мережі. Втім, сучасні керовані комутатори мають високий рівень надійності та довгий термін безвідмовної експлуатації (у середньому десятки років), що зводить цей ризик до мінімуму.

Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

<u>Арк</u> 20 2.3 Обґрунтування вибору обладнання для мережі (пасивного та активного)

Проєктування локальної обчислювальної мережі вимагає ретельного підбору активного та пасивного обладнання, яке буде відповідати як поточним, так і перспективним потребам підприємства. Враховуючи масштаб компанії «Expert Transportation», кількість користувачів, типи послуг, що надаються, а також вимоги до безпеки та швидкості обміну даними, було проаналізовано декілька варіантів технічного оснащення. Основними критеріями при виборі обладнання стали: надійність, продуктивність, масштабованість, підтримка сучасних стандартів мережевої взаємодії та вартість.

У результаті детального аналізу ринку мережевих рішень були обрані перевірені пристрої від провідних виробників, які забезпечують стабільну роботу мережевої інфраструктури, дозволяють ефективно розділяти трафік, організовувати доступ до спільних ресурсів та здійснювати централізований захист. Всі технічні рішення були підібрані з урахуванням можливості подальшої модернізації та розширення мережі без суттєвих змін у її структурі.

В таблиці «Порівняльна характеристика центральних комутаторів» додатку Г наведено порівняння технічних характеристик комутаторів. Для локальної мережі вибрано центральний комутатор НР V1910-24G.

В таблиці «Комутатори робочих груп (16-ти портові)» додатку Е наведено порівняння технічних характеристик 16-ти портових комутаторів робочих груп. Для робочих груп локальної мережі використано комутатор D-link DGS-1216T.

Для захисту периметру локальної мережі використано апаратний маршрутизатор Mikrotik RB/1100 [14], технічні характеристики якого наведено у додатку Є.

Для файлового сервера вибрано платформу на базі Intel Xeon (Hewlett Packard HP Proliant DL60 Gen9). Типові завдання, для яких може бути використано вибрану платформу:

						Арк
					2025.КРБ.123.602.12.00.00 ПЗ	21
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

- Файл сервер баз даних (50-70 користувачів).
- Термінальний сервер (50-70 користувачів).
- Обчислювальний вузол мінікластера.

Технічні характеристики серверів наведено у таблиці «Технічні характеристики серверів» додатку Ж.

Пасивне мережеве обладнання, використане нами для побудови локальної мережі компанії «Expert Transportation»: кабель неекранована вита пара категорії 6 (виробник - компанія Одескабель), патчпанель на 24 порти з підтримкою категорії 6, комутаційна шафа 24U, кабельні організатори, конектори RJ-45.

В таблиці 2.1 наведено перелік обладнання для локальної мережі.

N⁰	Назва елементу	Модель	Од.	К-ть	Ціна,	Сума,
п/п			вим.		грн.	грн.
1	2	3	4	5	6	7
1	Кабель	UTP кат. 6	М	610	19,90	12139
2	Роз'єми	RJ-45	Уп.	1 (100 шт)	449	449
3	Керований комутатор	HP V1910-24G	ШТ	1	12000	12000
4	Керований комутатор	D-link DGS-1216T	ШТ	2	4000	8000
5	Сервер	HP Proliant DL60 Gen9	ШТ	1	40819	40819
6	Маршрутизатор	Mikrotik RB/1100	ШТ	1	9141	9141

Таблиця 2.1 – Мережеве обладнання для побудови ЛОМ

Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	

_{Арк} 22 Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6	7
7	Комутаційна шафа	24U	ШТ	1	13200	13200
8	Патчпанель	24 порти	ШТ	1	2340	2340
9	Патчпанель	16 портів	ШТ	2	2000	4000
10	Короб	-	М	110	70	7700
11	Мережева розетка	Кат. 6	ШТ	40	153	6120

Загальні матеріальні витрати для проекту локальної мережі складають 106767 грн.

2.4 Особливості монтажу мережі

Процес проектування локальної обчислювальної мережі охоплює два основні етапи: побудову мережевої інфраструктури та проєктування структурованої кабельної системи. Локальна мережа (ЛОМ) - це сукупність кабельної інфраструктури та активного обладнання, що забезпечує об'єднання комп'ютерів, серверів і периферійних пристроїв в єдину інформаційну систему.

На стадії розробки кабельної системи важливо врахувати можливість подальшого розширення мережі: додавання нових робочих місць, серверів чи інших мережевих вузлів. Тому у горизонтальній підсистемі закладається певний резерв - як у кількості портів, так і у фізичних кабельних лініях. Це дає змогу забезпечити довговічність інфраструктури без потреби в постійній реконструкції.

Базовою технологією для передачі даних обрана неекранована вита пара категорії 6 (UTP Cat.6), що відповідає сучасним вимогам високошвидкісної передачі даних (до 1 Гбіт/с на відстані до 100 м та до 10 Гбіт/с на коротших відстанях).

Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

Вимоги до монтажу кабелю категорії 6:

1. Максимальна довжина сегмента - не більше 100 метрів (до 90 м - горизонтальна прокладка, до 10 м - патчкорди).

2. Радіус вигину кабелю - не менше 4-х діаметрів кабелю (приблизно 25 мм), щоб уникнути пошкодження структури пари та погіршення сигналу.

3. Заборонено сильне натягування - сила тяги не повинна перевищувати 10 кг (25 фунтів), щоб не деформувати провідники.

4. Уникати перехрещення з силовими кабелями - не ближче 15 см у паралельному прокладанні та не ближче 5 см при перетині під прямим кутом.

5. Використання сертифікованої патчпанелі та розеток - компоненти мають відповідати класу передачі даних не нижче Cat.6.

6. Контроль кручення пар - під час обробки та підключення пар повинно бути збережено якомога ближче до точки з'єднання (не більше 13 мм розкручування).

7. Захист від електромагнітних завад - уникати прокладання поруч із джерелами перешкод (електродвигуни, реле, трансформатори тощо).

8. Сертифікація ліній після монтажу - рекомендується провести тестування відповідно до стандартів ANSI/TIA-568 та ISO/IEC 11801.

Дотримання цих вимог дозволяє забезпечити не лише надійність мережі, а й гарантійні зобов'язання виробника кабелю на термін до 15–25 років.

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

У якості операційної системи для файлового сервера обрано Ubuntu Server 22.04 LTS - сучасне, стабільне та надійне рішення з довгостроковою підтримкою. Ця система забезпечує виконання основних серверних функцій, таких як централізоване зберігання файлів, керування правами доступу, аутентифікація користувачів, а також підтримка мережевих служб (наприклад,

						Арк
					2025.КРБ.123.602.12.00.00 ПЗ	24
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Samba або NFS). Завдяки високому рівню безпеки, регулярним оновленням і широкій підтримці спільноти Ubuntu Server 22.04 повністю відповідає вимогам до серверної ОС у корпоративному середовищі.

Маршрутизатор використовує спеціалізовану вбудовану операційну систему, яка підтримує критично важливі мережеві функції, зокрема:

- NAT (Network Address Translation) для спільного доступу до Інтернету;

- Stateful Firewall для фільтрації трафіку з урахуванням стану з'єднань;

- QoS та інші засоби динамічного управління пропускною здатністю, що дозволяють ефективно розподіляти навантаження у мережі.

Для робочих станцій використано дві операційні системи:

1. Ubuntu Desktop 22.04 LTS — для користувачів, які працюють з відкритим ПЗ або займаються технічними та інженерними задачами. Вона відзначається швидкодією, зручною графічною оболонкою GNOME та підтримкою всіх основних офісних, інженерних і мережевих інструментів.

2. Windows 10 Professional — для відділів, де використовується спеціалізоване ПЗ під Windows або потрібна інтеграція з офісною інфраструктурою Microsoft (наприклад, облік, документообіг, бухгалтерія).

Такий підхід дозволяє адаптувати IT-інфраструктуру до потреб різних підрозділів компанії, підвищуючи її гнучкість, ефективність і керованість.

2.6 Обґрунтування вибору засобів захисту мережі

В сучасному цифровому середовищі, коли кількість кіберзагроз стрімко зростає, надійний захист локальної мережі від зовнішнього втручання є критично важливим завданням. Ризики можуть виникати як із глобальної мережі Інтернет, так і через незахищені зовнішні підключення, що ставить під загрозу цілісність, конфіденційність і доступність корпоративних даних. Тому при проєктуванні інформаційної інфраструктури компанії «Expert Transportation» особливу увагу приділено побудові ефективної системи мережевої безпеки.

						Арк
					2025.КРБ.123.602.12.00.00 ПЗ	25
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		_

Ключову роль у захисті периметру локальної обчислювальної мережі виконує маршрутизатор Mikrotik, який працює під керуванням вбудованої операційної системи RouterOS. Ця ОС має розвинені засоби фільтрації мережевого трафіку, які дозволяють детально контролювати потоки даних. Зокрема, функціональність вбудованого Firewall та підтримка NAT забезпечують гнучке налаштування безпечного обміну інформацією.

RouterOS дозволяє реалізувати класифікацію мережевих пакетів за такими параметрами:

- МАС-адресою джерела;

- IP-адресами та підмережами;

- Діапазонами портів;

- ІР-протоколами;

- Параметрами протоколів (наприклад, типами ICMP, TCP-прапорами, MSS);

- Мережевими інтерфейсами;

- Внутрішніми маркованими ланцюгами пакетів;

- Полем ToS (DSCP);

- Вмістом пакетів;

- Розмірами пакетів тощо.

Також система підтримує механізми SNAT і DNAT, що дозволяє реалізовувати ефективну маршрутизацію трафіку та обмеження доступу на рівні конкретних підключень. Такий функціонал дозволяє не лише захистити локальну мережу від несанкціонованого доступу, а й оптимізувати її продуктивність.

Враховуючи розвинуті технічні можливості RouterOS, його використання як засобу захисту локальної мережі є обґрунтованим з техніко-економічної точки зору. Це дозволяє забезпечити високий рівень безпеки без необхідності додаткових витрат на окремі апаратно-програмні комплекси.

					2025
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	

2.7 Тестування та налагодження мережі

Після завершення етапів проєктування, монтажу та первинного налаштування обладнання виконується тестування мережі з метою перевірки її працездатності, стабільності та відповідності технічному завданню.

Тестування включає такі етапи:

- Перевірка фізичного рівня: здійснюється за допомогою індикаторів активності портів на комутаторах, кабельного тестера та утиліт типу ping. Виявляються можливі обриви, замикання чи неправильні підключення.

- Тестування мережевого рівня: перевіряється правильність налаштування IP-адрес, шлюзів, масок підмереж, а також доступ до інших вузлів локальної мережі та Інтернету.

- Аналіз роботи сервісів: перевіряється функціональність серверів (DHCP, DNS, FTP), можливість доступу до спільних ресурсів і стабільність мережевих з'єднань.

- Оцінка продуктивності: за допомогою інструментів (наприклад, утиліти iperf, netstat, або програмного аналізатора трафіку) вимірюється пропускна здатність, час затримки, втрати пакетів тощо.

- Моніторинг у реальному часі: реалізовано за допомогою SNMP-агентів або системи Zabbix, що дає змогу відслідковувати навантаження на інтерфейси та стан обладнання.

За результатами тестування проведено налагодження конфігурацій мережевих пристроїв: внесено зміни до таблиць маршрутизації, оновлено списки доступу, оптимізовано параметри безпеки та виявлено вузькі місця в архітектурі.

Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

3 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Інструкції з налаштування програмного забезпечення серверів

3.1.1 Інструкція з налаштування файлового сервера

Протокол FTP призначений для передачі файлів і працює з двома видами TCP-з'єднань:

Керуюче з'єднання - служить для обміну командами та відповідями між клієнтом і сервером. Воно встановлюється за класичною схемою «клієнтсервер»: сервер пасивно відкриває порт 21 і чекає на запит від клієнта, який, у свою чергу, ініціює активне з'єднання з сервером на цьому ж порту. Це з'єднання підтримується протягом усього часу сесії обміну інформацією.

З'єднання для передачі даних - створюється щоразу при необхідності передати файли або інші дані. Основним недоліком протоколу FTP є відсутність шифрування, через що дані аутентифікації передаються у відкритому вигляді, що створює ризик їх перехоплення. Для підвищення безпеки передачі інформації рекомендується застосовувати SSL-шифрування.

В якості ОС буде використано Ubuntu 22.04 LTS, її обгрунтування наведено вище.

Ось чому саме її рекомендують для серверів:

- LTS (Long-Term Support) — довготривала підтримка (5 років), що дуже важливо для серверного середовища, де стабільність і безперервність роботи мають пріоритет.

- Вона отримує регулярні оновлення безпеки і підтримку до 2027 року (з можливістю розширення підтримки до 2032 року).

- Має покращену сумісність з сучасним серверним обладнанням та широкою екосистемою програмного забезпечення.

						Ap
					2025.КРБ.123.602.12.00.00 ПЗ	28
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		_

- Рекомендується для використання на файлових серверах, веб-серверах, базах даних та інших сервісах.

Базові налаштування можна виконати за таким алгоритмом:

Оновлюємо списки пакетів системи

sudo apt update

Встановлюємо сам FTP-сервер ProFTPD і бібліотеки для роботи з шифруванням

sudo apt install proftpd-basic openssl -y

При встановленні буде запитано, в якому режимі запускати ProFTPD — обираємо "standalone"

Створюємо самопідписаний SSL-сертифікат, який буде використовуватись для шифрування з'єднань

sudo openssl req -x509 -nodes -days 365 \

-newkey rsa:2048 \

-keyout /etc/ssl/private/proftpd.key \

-out /etc/ssl/certs/proftpd.crt

Відкриваємо конфігураційний файл TLS для редагування

sudo nano /etc/proftpd/tls.conf

Повний приклад налаштування ProFtpd з підтримкою TLS наведено в додатку Д.

3.2 Інструкції з налаштування активного комутаційного обладнання

3.2.1 Інструкція з початкової конфігурації маршрутизатора

Для конфігурації маршрутизатора слід підключитися до нього за допомогою програми WinBox. Приклад параметрів використання цієї утиліти наведено на рисунку 3.1.

					2025.КРБ.123.602.12.00.00 ПЗ	<u>Арк</u> 29
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		27

MikroTik WinBox Loader v2.2.18	- 🗆 ×
Connect To: D4:CA:6D:F8:57:56	. Connect
Login: admin	
Password:	
🔲 Keep Password	
Secure Mode	<u>R</u> emove
Load Previous Session	<u>T</u> ools
Note: MikroTik	
Address 🛆 User Note	

Рисунок 3.1 - Утиліта WinBox

Далі необхідно налаштувати параметри підключення до провайдера, використовуючи таблицю IP-адрес (розділ меню IP, підрозділ Address). Приклад такої конфігурації наведено на рисунку 3.2.

Pi	Bridge PPP Switch Mesh IP MPLS MPLS Routing System System Queues Files Log Radius Radius New Terminal LCD MetaROUTER Partition	Interface List Interface Ethernet List New Address Address: 0.0.0.0/0 OK Raddress: 0.0.0.0/0 OK Raddress: 0.0.0.0/0 OK Cancel RS () S () S () S () S () S () Ether2 Apply Disable Comment S () S () Ether2 Copy Remove enabled 2 items 11 items out of 13 (1 selected] В ЛАНИТУВАННЯ ЗОВНІШНЬОГО ІНТЕРФЕЙС	Г Find interface ether1-gateway wtan7 wtan7 у маршрутизатора
		2025 КРБ 123 602	12 00 00 0.3

Зм.

Арк

№ докум.

Підпис

Дата

У меню IP обираємо підпункт Firewall, на вкладці NAT задаємо основні правила для організації спільного доступу до Інтернету. Вказуємо адресу мережевого сегменту, який буде маскуватися за допомогою NAT (у даному випадку 10.10.2.0/24 – адреса другого сегменту мережі). Приклад налаштування NAT для цього сегменту наведено на рисунку 3.3.

Sadmin@D4:	CA:6D:F8:57:56 (MikroTik) - WinBox v6.1 on RB2011UAS-2HnD (mips	be)	_ 🗆 🗙
Safe Mode		✓ Hi	ide Passwords 📗 🛅
🔏 Quick Set	New NAT Rule		
🔚 Interfaces	General Advanced Extra Action Statistics		ОК
🧘 Wireless	Chain: sronat	Ŧ	Cancel
Sridge 📲	Src. Address: 10.10.0.0/16		Annly
PPP	Dat Address	-	
🛫 Switch	D'st. Aduless.		Disable
°t¦s Mesh	Protocol:	→	Comment
IP N	Src. Port		Сору

Рисунок 3.3 - Налаштування ролі NAT

На наступному етапі переходимо до вкладки Firewall і встановлюємо фільтрацію трафіку для мережі. Приклад налаштувань наведено на рисунку 3.4.

Bridge			Ŧ	Cancel
	Stc. Address: 10.10.0.0/16			Applu
			-12	Арріу
🛫 Switch	Dist. Address:		•	Disable
ିଅଟ୍ଟ Mesh	Protocol:		-	Comment
ip 🗈	Src. Port			Сору
🖉 MPLS 🗈 🗅	Deb Berb			Bemove
🔀 Routing 🗈				Tremove
🌐 System 🗅	Any. Port:			Reset Counters
🙅 Queues	P2P:			Reset All Counters
Files	In. Interface:		•	
Log	Out. Interface:		•	
A Radius				
Tools D	Packet Mark:		-	
Per New Terminal	Connection Mark:		•	
	Routing Mark:		•	
Partition	Routing Table:		•	
💆 🗋 Make Supout.rif	Connection Type:		-	
🗟 😳 Manual	Connection State: established		₹ ▲	
Radius Yools New Terminal New Terminal ELCD MetaROUTER Partition Make Supout.rif Manual D	Packet Mark: Packet Mark: Connection Mark: Routing Table: Connection Type: Connection State: established	лік опцій фільтрува		

Базові правила фільтрації передбачають пропуск усіх пакетів для мережі 10.10.0.0/16, які є відповіддю на з'єднання, ініційовані користувачами локальної мережі. Пакети, що відповідають на ініційовані з'єднання, файрвол позначає як Established та Related. До таких пакетів застосовується дія Ассерt, що дозволяє їм проходити через файрвол. Щоб обмежити ініціювання з'єднань лише користувачами локальної мережі (пакети зі статусом new), необхідно додати правило, наведене на рисунку 3.5.

Правило, показане на рисунку 3.5, також має зворотню функцію - воно забороняє користувачам з мережі Інтернет ініціювати з'єднання з пристроями локальної мережі. Такий захід є виправданим і важливим з точки зору безпеки локальної мережі.

Черги використовуються для ефективного регулювання та пріоритизації мережевого трафіку, що дозволяє контролювати швидкість передачі даних для конкретних IP-адрес, підмереж, протоколів, портів та інших параметрів. Це особливо важливо для обмеження пірінгового (peer-to-peer, p2p) трафіку, який часто споживає значні ресурси мережі. Завдяки пріоритетизації певних потоків пакетів можна забезпечити більш стабільну і якісну роботу критичних додатків, віддаючи їм перевагу над менш важливим даними.

Крім того, можливе налаштування режиму «burst», що дозволяє тимчасово збільшувати швидкість передачі і прискорювати веб-серфінг. У системі можна вводити часові обмеження, які регламентують використання мережі в різні проміжки часу. Також реалізується розподіл доступного трафіку, що дозволяє рівномірно ділити пропускну здатність між користувачами або адаптувати її відповідно до поточного завантаження каналу, що підвищує загальну ефективність мережі.

					ſ
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	

🔏 Quick Set	New Firewall Rule	
🔚 Interfaces	General Advanced Extra Action Statistics	ОК
🧘 Wireless	Chain: input	
😹 Bridge	Src. Address: 10.10.0.0/16	Apply
📑 PPP		
🛫 Switch	Dist. Address.	Disable
°t¦s Mesh	Protocol:	✓ Comment
😇 IP 🗈	Src. Port:	- Сору
🖉 MPLS 🗈 🗈	Dist Port	Bemove
🌌 Routing 🛛 🗅		
🎲 System 🗅	Any. Port:	Reset Counters
룢 Queues	P2P:	Reset All Counte
📄 Files	In. Interface:	▼
E Log	Out. Interface:	—
🥵 Radius		
🎽 Tools 🗈	Packet Mark:	▼
📰 New Terminal	Connection Mark:	▼
📮 LCD	Routing Mark:	—
🛃 MetaROUTER	Bouting Table:	_
🅭 Partition		
📑 Make Supout rif	Connection Type:	
	connection type.	



Організація черг у МікгоТік RouterOS базується на механізмі Hierarchical Token Bucket (HTB), що дозволяє створювати ієрархічні структури черг та встановлювати залежності між ними. У RouterOS ці структури можуть бути розміщені у чотирьох різних об'єктах. Перший - global-in, який агрегує всі вхідні інтерфейси й застосовує черги до трафіку, що надходить до маршрутизатора ще до застосування пакетної фільтрації. Другий - global-out, що об'єднує всі вихідні інтерфейси та контролює вихідний трафік. Третій - global-total, який поєднує обробку як вхідного, так і вихідного трафіку, забезпечуючи єдине обмеження швидкості в обох напрямках. Четвертий - конкретний інтерфейс, що контролює трафік, який проходить через нього.

Завдяки таким можливостям керування чергами можна ефективно пріоритизувати трафік і регулювати пропускну здатність інтерфейсів маршрутизатора. У меню налаштувань задаються параметри вхідної та вихідної

						Арк
					2025.КРБ.123.602.12.00.00 ПЗ	33
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		_

швидкості для кожного сегменту локальної мережі. Приклад такого налаштування для різних сегментів мережі наведено на рисунку 3.6.

	😹 Bridge	Queue List		
	📑 PPP	Simple Queue New Simple Queue		
	🛫 Switch	General Advanced Statistics Traffic Total	ОК	Find
	°t¦e Mesh	Name: subnet 2	Cancel	
	😇 IP 🛛 🗅			ax Limit (bi. 💌
	🧷 MPLS 🛛 🗅	Taiget. 10.10.2.0/24 ▼	Apply	
	🙈 Routing 🛛 🗅	Dst.:	Disable	
	🎲 System 🗅	Target Upload Target Download	Comment	
	룢 Queues	Max Limit: 10M ∓ 10M ∓ bits/s	Сору	
	Files	Burst	Bemove	
	E Log	Time		
	🥵 Radius		Reset Counters	
X	🎽 Tools 🗈		Reset All Counters	
B	📰 New Terminal		Torch	
Vin	📮 LCD			

Рисунок 3.6 – Налаштування каналів 2-гої підмережі

Налаштування параметрів вхідного та вихідного каналів для другої підмережі полягає у встановленні обмежень пропускної здатності трафіку, що надходить до мережі та виходить з неї. Це дозволяє ефективно контролювати використання мережевих ресурсів, запобігаючи перевантаження каналів і забезпечуючи стабільну роботу мережі. У процесі конфігурування задаються конкретні значення швидкості для вхідного та вихідного трафіку, які відповідають вимогам другої підмережі, що допомагає оптимізувати продуктивність та пріоритетність передачі даних.

3.2.2 Інструкції з базового налаштування центрального комутатора

Для налаштування комутатора другого рівня НР V1910 необхідно виконати послідовність команд, яка дозволить розбити широкомовний домен локальної мережі на віртуальні підмережі (VLAN) та забезпечити базову маршрутизацію між ними, а також задати маршрут за замовчуванням, що

						Арк
					2025.КРБ.123.602.12.00.00 ПЗ	34
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		-

вказуватиме на маршрутизатор. Спочатку слід перейти у привілейований режим роботи комутатора за допомогою команди:

SW_3>enable

- переходимо в привілейований режим.

Далі очищаємо конфігураційний файл, щоб видалити старі налаштування:

SW_3#erase startup-config

Configuration will be deleted and device rebooted, continue [y/n]? Y

- очищення конфігурації і перезавантаження пристрою.

Переходимо в режим конфігурування інтерфейсів:

SW_3#conf t

SW_3 (config)#

- вхід у режим глобального конфігурування.

Створюємо 11 VLAN, які відповідатимуть різним підмережам:

SW_3 (config)#vlan 101

SW_3 (config)#vlan 102

SW_3 (config)#vlan 103

SW_3 (config)#vlan 104

SW_3 (config)#vlan 105

SW_3 (config)#vlan 106

SW_3 (config)#vlan 107

SW_3 (config)#vlan 108

SW_3 (config)#vlan 109

SW_3 (config)#vlan 110

SW_3 (config)#vlan 111

- створення віртуальних локальних мереж.

Активуємо маршрутизацію між VLAN:

SW_3 (config)#ip routing

- включення IP-маршрутизації.

						Ap
					2025.КРБ.123.602.12.00.00 ПЗ	35
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Задаємо маршрут за замовчуванням на маршрутизатор Mikrotik з IPадресою 10.10.11.2:

SW_3 (config)#ip route 0.0.0.0/0 10.10.11.2

- налаштування маршруту за замовчуванням.

Нижче наведено приклад налаштування для VLAN111:

SW_3 (config)#vlan 111

SW_3 (vlan-111)#name subnet11

SW_3 (vlan-111)#ip address 10.10.11.0 255.255.255.0

SW_3 (vlan-111)#untagged 1,2

- задаємо ім'я VLAN, IP-адресу підмережі та призначаємо порти 1 і 2 як нетеговані.

Для інших VLAN налаштування виглядають так:

SW_3 (config)#vlan 101

SW_3 (vlan-101)#name subnet1

SW_3 (vlan-101)#ip address 10.10.1.0 255.255.255.0

SW_3 (vlan-101)#tagged 3

SW_3 (config)#vlan 102

SW_3 (vlan-102)#name subnet2

SW_3 (vlan-102)#ip address 10.10.2.0 255.255.255.0

SW_3 (vlan-102)#tagged 3

SW_3 (config)#vlan 103

SW_3 (vlan-103)#name subnet3

SW_3 (vlan-103)#ip address 10.10.3.0 255.255.255.0

SW_3 (vlan-103)#tagged 3

SW_3 (config)#vlan 104

SW_3 (vlan-104)#name subnet4

SW_3 (vlan-104)#ip address 10.10.4.0 255.255.255.0

SW_3 (vlan-104)#tagged 4

SW_3 (config)#vlan 105

					2025.КРБ.123.602.12.00.00 ПЗ
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	1
- SW_3 (vlan-105)#name subnet5
- SW_3 (vlan-105)#ip address 10.10.5.0 255.255.255.0
- SW_3 (vlan-105)#tagged 4
- SW_3 (config)#vlan 106
- SW_3 (vlan-106)#name subnet6
- SW_3 (vlan-106)#ip address 10.10.6.0 255.255.255.0
- SW_3 (vlan-106)#untagged 5,6,7,8
- SW_3 (config)#vlan 107
- SW_3 (vlan-107)#name subnet7
- SW_3 (vlan-107)#ip address 10.10.7.0 255.255.255.0
- SW_3 (vlan-107)#untagged 9,10,11,12,13
- SW_3 (config)#vlan 108
- SW_3 (vlan-108)#name subnet8
- SW_3 (vlan-108)#ip address 10.10.8.0 255.255.255.0
- SW_3 (vlan-108)#untagged 14

SW_3 (config)#vlan 109

SW_3 (vlan-109)#name subnet9

SW_3 (vlan-109)#ip address 10.10.9.0 255.255.255.0

SW_3 (vlan-109)#untagged 15

SW_3 (config)#vlan 110

SW_3 (vlan-110)#name subnet10

SW_3 (vlan-110)#ip address 10.10.10.0 255.255.255.0

SW_3 (vlan-110)#untagged 16

- аналогічне налаштування для інших VLAN з призначенням відповідних портів, тегованих і нетегованих.

На комутаторах робочих груп SW_1 та SW_2 також створюємо VLAN від 101 до 110, вказуючи порти, що належать до цих VLAN, а також задаємо

Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

транкові порти (зазвичай 16-й порт), які дозволяють передавати трафік усіх VLAN.

Після завершення конфігурації рекомендується перевірити працездатність мережі за допомогою команди ping, щоб переконатися у доступності вузлів як у межах окремих підмереж, так і між ними, що свідчитиме про коректність налаштувань VLAN та маршрутизації.

Отже, виконана послідовність налаштувань комутатора HP V1910 дозволяє ефективно розділити локальну мережу на логічно ізольовані підмережі (VLAN), забезпечити їх взаємодію за допомогою маршрутизації, а також встановити маршрут за замовчуванням для виходу в зовнішню мережу через маршрутизатор. Такий підхід підвищує рівень безпеки, покращує керованість мережі та оптимізує трафік, що сприяє більш стабільній і надійній роботі корпоративної мережі загалом.

3.2.3 Інструкції з налаштування комутаторів робочих груп

На комутаторах SW1 та SW2, які представлені моделлю D-link DGS-1216T, необхідно налаштувати віртуальні локальні мережі (VLAN) відповідно до конфігурації, наведеної в таблиці 2.2 «Таблиця конфігурування VLAN». Це дозволить розділити фізичну мережу на логічні сегменти, що підвищить безпеку, продуктивність та керованість мережі.

Процес налаштування VLAN розпочинається з входу в меню конфігурації комутатора. Для цього слід перейти до розділу Configuration, де вибирається пункт 802.1Q VLAN — стандарт, що визначає механізм тегування кадрів для ідентифікації VLAN.

Далі потрібно створити кожен VLAN окремо. Для цього використовується команда Add VID, яка відкриває форму для додавання нового VLAN. В цій формі задається унікальний номер VLAN (VID — VLAN Identifier), що

						A
					2025.КРБ.123.602.12.00.00 ПЗ	38
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

ідентифікує віртуальну мережу, а також присвоюється ім'я VLAN для зручності ідентифікації.

Наступним кроком є вибір портів комутатора, які увійдуть до створеного VLAN. Порти, які будуть підключені до робочих станцій або інших кінцевих пристроїв, позначаються як Untagged. Це означає, що трафік з цих портів надходитиме у VLAN без додаткових тегів. Таким чином, пристрої в кожному VLAN матимуть ізольований трафік від інших VLAN.

Важливим елементом конфігурації є визначення портів у режимі Trunk. Порт у режимі Trunk призначений для передачі трафіку декількох VLAN одночасно між комутаторами або іншими мережевими пристроями, що підтримують VLAN. Для кожного VLAN потрібно вказати принаймні один Trunk-порт, що дозволить агрегувати трафік кількох VLAN через один фізичний канал, забезпечуючи міжмережеву взаємодію та централізоване управління.

Загалом, налаштування VLAN на комутаторах D-link DGS-1216T включає послідовність дій: вибір VLAN у конфігурації, додавання VLAN з унікальним ідентифікатором та назвою, призначення портів у режимі Untagged для кінцевих пристроїв та встановлення портів у режимі Trunk для міжкомутаторного зв'язку. Такий підхід підвищує ефективність використання мережевих ресурсів, покращує безпеку локальної мережі, зменшує рівень широкомовного трафіку і спрощує адміністрування мережі в цілому.

3.3 Інструкція з використання тестових наборів та тестових програм

У цьому розділі розглядаються методи виявлення потенційних проблем у роботі локальної мережі за допомогою утиліт діагностики операційної системи.

На фізичному рівні моделі OSI мережа складається з кабелів, роз'ємів та мережевого обладнання, тому можливими несправностями є, наприклад, відсутність фізичного зв'язку між комп'ютерами. Причиною такої проблеми

						Арк
					2025.КРБ.123.602.12.00.00 ПЗ	39
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

може бути пошкоджений кабель або ненадійне з'єднання. Для її виявлення використовується кабельний тестер — пристрій, який перевіряє цілісність проводів. Якщо тестер сигналізує про відсутність контакту на певних жилках кабелю, це вказує на фізичну несправність. Тестування кабельних сегментів є обов'язковим етапом проектування та обслуговування мережі. Для цього може застосовуватися спеціалізований тестер-аналізатор Ethernet/Gigabit Ethernet, наприклад, MAKC-EM, який дозволяє одночасно тестувати два інтерфейси, аналізувати трафік на канальному та мережевому рівнях, вимірювати пропускну здатність, затримки, втрати пакетів, а також діагностувати стан кабелю, визначати дефекти та інші параметри.

Також на фізичному рівні можливі спотворення сигналу, спричинені зовнішніми електромагнітними перешкодами, наприклад від роботи електродвигуна. Для перевірки працездатності мережевого обладнання на канальному рівні (де працюють комутатори) використовуються програмні аналізатори, що дозволяють перехоплювати і аналізувати пакети. Також корисною є утиліта агр, яка показує пари IP-адрес та відповідних MAC-адрес, підтверджуючи, що пакети доходять до мережевої плати комп'ютера.

На мережевому рівні, де функціонує маршрутизатор, можуть виникати такі проблеми, як неправильне налаштування стеку TCP/IP. Для перевірки параметрів мережевого інтерфейсу у Windows використовується команда ipconfig /all, а в Linux — утиліти ip або ifconfig. Відсутність зв'язку між пристроями можна виявити за допомогою утиліти ping, яка надсилає чотири ICMP-пакети і очікує відповіді. Якщо відповіді відсутні, з'являється повідомлення Request Time Out. Нестабільність роботи на одному з проміжних вузлів мережі визначається за допомогою утиліти tracert, що тестує послідовно всі маршрутизатори на шляху до кінцевої точки, вимірюючи час відповіді кожного з них.

На транспортному рівні працюють протоколи TCP та UDP, а для діагностики проблем застосовують утиліту netstat. Вона дозволяє переглядати статистику роботи мережевих протоколів (наприклад, netstat –s –p tcp), а також

						Арк
					2025.КРБ.123.602.12.00.00 ПЗ	40
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

визначати активні з'єднання і процеси, які їх використовують (netstat –a –b –o). Ця інформація допомагає виявити неправильну роботу протоколів чи наявність шкідливих програм, які можуть навантажувати мережу шкідливим трафіком.

Таким чином, використання набору спеціалізованих утиліт діагностики на різних рівнях моделі OSI дозволяє виявити, локалізувати та усунути різноманітні проблеми у функціонуванні локальної мережі, забезпечуючи її стабільну і безпечну роботу.

3.4 Інструкції з налаштування мережевих засобів безпеки

Для захисту локальної обчислювальної мережі (ЛОМ) буде застосовано файрвол iptables, який є основним інструментом фільтрації трафіку в операційній системі RouterOS маршрутизаторів Mikrotik. Конфігурація правил фільтрації передбачає контроль і обмеження різних типів мережевого трафіку, зокрема:

- Фільтрація ICMP-пакетів, що надходять з мережі Інтернет до маршрутизатора, щоб запобігти потенційним атакам або небажаним запитам;

- Заборона вихідного поштового трафіку (SMTP, порт 25) з локальної мережі у зовнішню мережу Інтернет для уникнення розповсюдження спаму або зловмисної активності;

- Дозвіл на використання стандартних веб-портів 80 (HTTP), 443 (HTTPS) і 110 (POP3) для забезпечення доступу користувачів до необхідних сервісів;

- Дозвіл проходження трафіку, який є відповіддю на ініційовані з'єднання клієнтами локальної мережі, що гарантує коректну роботу протоколів та додатків.

Для прикладу, розглянемо налаштування правил iptables на маршрутизаторі Mikrotik, які забороняють вхідні ІСМР-пакети ззовні, блокують вихідний SMTP-трафік з локальної мережі, але дозволяють веб-трафік і відповіді на запити користувачів:

/ip firewall filter

						Арк
					2025.КРБ.123.602.12.00.00 ПЗ	41
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

add chain=input protocol=icmp action=drop comment="Блокування вхідних ICMP з Інтернету"

add chain=output protocol=tcp dst-port=25 action=drop comment="Блокування вихідного SMTP (порт 25)"

add chain=forward protocol=tcp dst-port=80,443,110 action=accept comment="Дозвіл веб і поштового трафіку"

add chain=forward connection-state=established,related action=accept comment="Дозвіл відповідей на ініційовані з'єднання"

Таке налаштування забезпечує базовий захист мережі від небажаного трафіку, одночасно підтримуючи функціональність необхідних сервісів і безперервність роботи користувачів. При цьому конфігурацію можна гнучко адаптувати під специфічні вимоги безпеки та мережевого середовища.

3.5 Інструкція з експлуатації та моніторингу в мережі

Моніторинг мережі - це ключовий процес, який дозволяє оперативно виявляти та усувати несправності, мінімізуючи простої і запобігаючи втратам клієнтів або зниженню якості обслуговування. Для ефективного моніторингу можна застосовувати сучасні програмні рішення, такі як Prometheus та Grafana. Prometheus відповідає за збір метрик, їх накопичення та збереження у власній базі даних з часовими мітками, що дозволяє відстежувати зміни у часі. Grafana ж забезпечує зручну візуалізацію цих метрик, даючи змогу аналізувати дані за різні проміжки часу та використовувати різні методи агрегації для кращого розуміння стану системи. На рисунку 3.7 показано приклад графіку використання системних ресурсів сервера, що ілюструє практичне застосування такого моніторингу.

Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата



Рисунок 3.7 – Графік використання системних ресурсів сервера

Для експлуатації локальної обчислювальної мережі передбачено застосування документації, інструкцій з налаштування мережевих пристроїв, а також використання таблиць IP-адрес і описів фізичної та логічної топологій.

3.6 Моделювання роботи локальної мережі

Розглянемо моделювання роботи локальної мережі компанії «Expert Transportation» за допомогою програми Cisco Packet Tracer 6.0 [12]. Основною метою моделювання є перевірка зв'язку між центральним комутатором SW_3 та маршрутизатором R_1 .

Для початку необхідно налаштувати основні вузли локальної мережі. Зокрема, для конфігурації маршрутизатора R_1 потрібно виконати наступну послідовність команд:

Continue with configuration dialog? [yes/no]: no

Press RETURN to get started!

Router>

Router>enable

Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

Router#configure terminal

Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.

Router(config)#hostname R1

R1(config)#interface fastethernet 0/0

R1(config-if)#ip address 10.10.11.2 255.255.255.0

R1(config-if)#no shutdown

%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/0, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed

state to up

R1(config-if)#

%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console

Ця конфігурація задає ім'я маршрутизатора як R1, налаштовує інтерфейс FastEthernet0/0 з IP-адресою 10.10.11.2/24 та активує інтерфейс, забезпечуючи готовність до роботи і зв'язок із центральним комутатором.



Моделювання роботи локальної мережі компанії «Expert Transportation» у Cisco Packet Tracer дозволяє ефективно перевірити коректність налаштувань та зв'язок між ключовими мережевими пристроями — центральним комутатором SW_3 та маршрутизатором R_1. Виконання базової конфігурації маршрутизатора, зокрема призначення IP-адреси інтерфейсу та його активація, є необхідними кроками для встановлення стабільного зв'язку в мережі. Такий підхід дає змогу виявити можливі проблеми на початковому етапі та забезпечити подальше успішне функціонування локальної мережі.

На рисунку 3.8 показана логічна топологія мережі компанії «Expert Transportation». Використовуючи інформацію з таблиці IP-адрес мережевих вузлів, здійснюємо конфігурацію головного комутатора. Для перевірки зв'язку між головним комутатором і маршрутизатором виконуємо команду ріпд з маршрутизатора на IP-адресу комутатора:

R1#ping 10.10.12.3

Type escape sequence to abort.

Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 172.16.1.2,

timeout is 2 seconds: !!!!!

Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 4/23/32 ms

Це свідчить про правильність налаштувань мережевого обладнання.

Команда ping, виконана з маршрутизатора на IP-адресу комутатора, показала 100% успішність передачі пакетів із мінімальним часом відгуку. Це підтверджує не лише правильність базових налаштувань мережевого обладнання, але й стабільність і надійність зв'язку між основними вузлами мережі. Таким чином, можна стверджувати, що конфігурація виконана коректно, що є важливою передумовою для подальшої експлуатації та масштабування мережі компанії. Крім того, успішне тестування зв'язку свідчить про відсутність критичних помилок у маршрутизації або апаратній частині, що гарантує ефективну і безперебійну роботу локальної мережі.

Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

4 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

Метою економічної частини кваліфікаційної роботи є здійснення економічних розрахунків, спрямованих на визначення економічної ефективності розробки комп'ютерної мережі для компанії «Expert Transportation» і прийняття рішення про її подальше впровадження в роботу.

4.1 Визначення стадій технологічного процесу та загальної тривалості проведення НДР

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

Таблиця 4.1 - Середній час виконання НДР та стадій технологічного процесу

Назва операції (стадії)	Виконавець	операції, гол						
2		ГОЛ						
0		тод.						
2	3	4						
остановка задачі та формування технічного	Керівник	Q						
вдання.	проекту	0						
озробка проекту. Проектування логічної та								
зичної топології ЛОМ. Підбір пасивного та	Інженер	6						
тивного мережевого обладнання.								
онтаж та інсталяція мережі.	Технік	37						
алагодження мережі. Конфігурування ережевих служб та сервісів.	Інженер	20						
ідготовка документації.	Інженер	6						
Разом -								
		Ap						
	здання. зробка проекту. Проектування логічної та зичної топології ЛОМ. Підбір пасивного та гивного мережевого обладнання. онтаж та інсталяція мережі. онтаж та інсталяція мережі. лагодження мережі. Конфігурування режевих служб та сервісів. дготовка документації.	ядання. проекту зробка проекту. Проектування логічної та зичної топології ЛОМ. Підбір пасивного та гивного мережевого обладнання. онтаж та інсталяція мережі. Технік лагодження мережі. Конфігурування режевих служб та сервісів. дготовка документації. Інженер -						

Арк

3м.

№ докум.

Підпис

Дата

Сумарний час виконання операцій технологічного процесу, які будуть виконуватись для проектування локальної мережі для компанії «Expert Transportation» складає 77 годин.

4.2 Визначення витрат на оплату праці та відрахувань на соціальні заходи

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

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

Основна заробітна плата розраховується за формулою:

$$3_{\text{och.}} = T_c \cdot K_{\Gamma} , \qquad (4.1)$$

де Т_с – тарифна ставка, грн.;

К_г – кількість відпрацьованих годин.

Рекомендовані тарифні ставки: керівник проекту — 240 грн./год., інженер — 160 грн./год. та технік 100 грн./год.

Отже, основна заробітна плата для:

1. Керівник проекту - $3_{\text{осн1}} = 8 \cdot 240 = 1920$ грн.

2. Інженер - $3_{\text{осн2}} = 32 \cdot 160 = 5120$ грн.

3. Технік - $3_{\text{осн3}} = 37 \cdot 100 = 3700$ грн.

Сумарна основна заробітна плата становить:

						Арк
					2025.КРБ.123.602.12.00.00 ПЗ	47
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаткова заробітна плата становить 10–15 % від суми основної заробітної плати та обчислюється за формулою 4.2.

$$3_{\text{дод.}} = 3_{\text{осн.}} \cdot K_{\text{допл.}},$$
 (4.2)

де Кдопл. – коефіцієнт додаткових виплат працівникам: 0,1 – 0,15.

Отже, додаткова заробітна плата по категоріях працівників становить:

- 1. Керівник проекту $3_{\text{дод1}}$ = 1920 · 0,14 = 268,8 грн.
- 2. Інженер $3_{\text{дод2}} = 5120 \cdot 0,14 = 716,8$ грн.
- 3. Технік $3_{\text{дод3}} = 3700 \cdot 0,14 = 518$ грн.

Загальна додаткова заробітна плата становить:

Звідси загальні витрати на оплату праці розраховуються за формулою 4.3:

$$B_{o.n.} = 3_{och} + 3_{dod}, \qquad (4.3)$$

Необхідно визначити відрахування на соціальні заходи:

- фонд страхування на випадок безробіття 1,6 %;
- фонд по тимчасовій втраті працездатності 1,4 %;
- пенсійний фонд 33,2 %;

- внески на страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання - 1,4%.

Загальна сума зазначених відрахувань становить 37,6 %.

Отже, сума відрахувань на соціальні заходи буде становити:

$$B_{c.3} = \Phi O \Pi \cdot 0,376, \tag{4.4}$$

де ФОП – фонд оплати праці, грн.

					2025 КРБ 123 602 12 00 00 ПЗ	Арк Л
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		40

B_{с.3.}= 12243,6 · 0,376 = 4603,59 грн.

Проведені розрахунки витрат на оплату праці зведемо у таблицю 4.2.

Nº	Категорія працівни-	Основна грн. Тариф.	заробіт К-сть	на плата, Факт.	Додатк. зароб.	Нарахув на	Всього витрати на оплату
п/п	ків	ставка, грн.	від- працьов. год.	нарах. з/пл., грн.	плата, ФОП, грн. грн.	праці, грн.	
1	Керівник проекту	240	8	1920	268,8	-	-
2	Інженер	160	32	5120	716,8	-	-
3	Технік	100	37	3700	518	-	-
Разо	M			10740	1503,6	4603,59	16847,19

Таблиця 4.2 - Зведені розрахунки витрат на оплату праці

Отже, загальні витрати на оплату праці становлять 16847,19 грн.

4.3 Розрахунок матеріальних витрат

Матеріальні витрати визначаються як добуток кількості витрачених матеріалів та їх ціни (формула 4.5):

$$M_{Bi} = q_i \cdot p_i \tag{4.5}$$

де q_i – кількість витраченого матеріалу і-го виду;

p_i – ціна матеріалу і-го виду.

Звідси, загальні матеріальні витрати можна визначити за формулою 4.6:

						Арк
					2025.КРБ.123.602.12.00.00 ПЗ	49
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		-

$$3_{\text{M.B.}} = \sum M_{\text{Bi}} \tag{4.6}$$

Проведені розрахунки занесемо у таблицю 4.3.

Таблиця 4.3 - Зведені розрахунки матеріальних витрат

N⁰	Назва елементу	Модель	Од.	К-ть	Ціна,	Сума,
п/п			вим.		грн.	грн.
1	2	3	4	5	6	7
1	Кабель	UTР кат. 6	М	610	19,90	12139
2	Роз'єми	RJ-45	уп.	1 (100	449	449
				шт)		
3	Керований	HP V1910-24G	ШТ	1	12000	12000
	комутатор					
4	Керований	D-link DGS-1216T	ШТ	2	4000	8000
	комутатор					
5	Сервер	HP Proliant DL60	ШТ	1	40819	40819
		Gen9				
6	Маршрутизатор	Mikrotik RB/1100	ШТ	1	9141	9141
7	Комутаційна шафа	24U	ШТ	1	13200	13200
8	Патчпанель	24 порти	ШТ	1	2340	2340
9	Патчпанель	16 портів	ШТ	2	2000	4000
10	Короб	-	М	110	70	7700
11	Мережева розетка	Кат. 6	ШТ	40	153	6120

Загальна сума матеріальних витрат на розробку мережі становить 106767,00 грн.

Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

4.4 Розрахунок витрат на електроенергію

Затрати на електроенергію одиниці обладнання розраховуються за формулою 4.7:

$$3_{e} = W \cdot T \cdot S \tag{4.7}$$

де W-необхідна потужність, кВт;

Т – кількість годин роботи обладнання;

S – вартість кіловат-години електроенергії.

Час роботи ПК над даним проектом становить 6 годин, споживана потужність - 0,5 кВт/год, вартість 1 кВт електроенергії – 7 грн.

Тому витрати на електроенергію будуть становити:

 $3_e=0,5 \cdot 6 \cdot 7 = 21$ грн.

4.5 Визначення транспортних затрат

Транспортні витрати слід прогнозувати у розмірі 8 – 10 % від загальної суми матеріальних затрат. Транспортні витрати розраховуються за формулою 4.8.

$$T_{\rm B} = 3_{\rm M.B.} \cdot 0,08...0,1, \tag{4.8}$$

Арк 51

де Т_в – транспортні витрати.

Отже, транспортні витрати будуть становити:

 $T_{\rm B}$ = 106767,00 · 0,08 = 8541,36 грн.

Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

4.6 Розрахунок суми амортизаційних відрахувань

Комп'ютери та оргтехніка належать до четвертої групи основних фонді. Мінімально допустимі строки їх використання 2 роки. Для визначення амортизаційних відрахувань використовуємо формулу:

$$A = \frac{\overline{B}_B \cdot H_A}{150\%} \cdot T, \tag{4.9}$$

де А – амортизаційні відрахування за звітний період, грн.

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

Н_А – норма амортизації, %;

Т – кількість годин роботи обладнання, год.

Враховуючи, що ПК працює над даним проектом 6 год., балансова вартість ПК – 23000 грн., тому:

$$A = \frac{23000 \cdot 0.05}{150} \cdot 6 = 46,00 \text{ грн.}$$

4.7 Обчислення накладних витрат

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

В залежності від організаційно-правової форми діяльності господарюючого суб'єкта, накладні витрати можуть становити 20 – 60 % від суми основної та додаткової заробітної плати працівників, обчислюються за формулою 4.10.

						Арк
					2025.КРБ.123.602.12.00.00 ПЗ	52
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

$$H_{\rm B} = B_{\rm o.n.} \cdot 0, 2...0, 6, , \qquad (4.10)$$

де, Н_в – накладні витрати.

$$H_{\rm B} = 5784,36 \cdot 0,4 = 2313,74$$
 грн.

4.8 Складання кошторису витрат та визначення собівартості НДР

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

Результати проведених вище розрахунків зведемо у таблиці 4.4.

Зміст витрат	Сума, грн.	в % до загальної
		суми
Витрати на оплату праці	16847,19	12,32
Відрахування на соціальні заходи	2174,92	1,59
Матеріальні витрати	106767,00	78,10
Витрати на електроенергію	21,00	0,02
Транспортні витрати	8541,36	6,25
Амортизаційні відрахування	46,00	0,03
Накладні витрати	2313,74	1,69
Собівартість	136711,2	100,00

. . TITT TC

Собівартість (Св) НДР розрахуємо за формулою 4.11:

$$C_{B} = B_{0.II} + B_{c.3} + 3_{M.B} + 3_{B} + T_{B} + A + H_{B}$$
(4.11)

Отже, собівартість дорівнює: С_в = 136711,2 грн.

						Арк
					2025.КРБ.123.602.12.00.00 ПЗ	53
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

4.9 Розрахунок ціни НДР

Ціну НДР можна визначити за формулою 4.12:

$$\mathbf{\Pi} = \mathbf{C}_{\mathsf{B}} \cdot (\mathbf{1} + \mathbf{P}_{\mathsf{peH}}) \cdot (\mathbf{1} + \mathbf{\Pi} \mathbf{\Pi} \mathbf{B}), \tag{4.12}$$

де С_в – собівартість виконання НДР;

Р_{рен.} – рівень рентабельності, 30 %

ПДВ – ставка податку на додану вартість, 20 %.

$$Ц = 136711,2 \cdot (1+0,3) \cdot (1+0,2) = 213269,47 грн.$$

4.10 Визначення економічної ефективності і терміну окупності капітальних вкладень

Ефективність виробництва - категорія, яка характеризує результативність виробництва. Вона свідчить не лише про приріст обсягів виробництва, а й про те, якими витратами ресурсів досягається цей приріст, тобто свідчить про якість економічного зростання.

Прибуток розраховується за формулою:

$$\Pi = \coprod - C_{\rm B} \tag{4.13}$$

П = 213269,47 - 136711,2 = 76558,27 грн.

Економічна ефективність (E_p) полягає у відношенні результату виробництва до затрачених ресурсів і розраховується за формулою 4.14.

$$E_{p} = \Pi / C_{B}, \qquad (4.14)$$

						Арк
					2025.КРБ.123.602.12.00.00 ПЗ	54
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		_

де П – прибуток;

С_в-собівартість.

$$E_p = 76558,272 / 136711,2 = 0,56$$

Поряд із економічною ефективністю розраховують (формула 4.15) термін окупності капітальних вкладень (Т_р):

$$T_p = 1 / E_p$$
 (4.15)

Допустимим вважається термін окупності до 5 років. В даному випадку T_p=1/0,56=1,79.

Всі дані розрахунків внесемо в зведену таблицю 4.5 техніко-економічних показників.

№ п/п	Показник	Значення
1.	Собівартість, грн.	136711,2 грн.
2.	Плановий прибуток, грн.	76558,27 грн.
3.	Ціна, грн.	213269,47 грн.
4.	Економічна ефективність	0,56
5.	Термін окупності, рік	1,79

Таблиця 4.5 - Техніко-економічні показники розробки мережі

Загальна вартість розробленої комп'ютерної мережі для компанії «Expert Transportation» становить 196011,51 грн.

Зважаючи на високі показники економічної ефективності - 0,56, кошти, вкладені в проведення проектних робіт окупляться за 1,79 року.

						Арк
					2025.КРБ.123.602.12.00.00 ПЗ	55
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

5 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

Безпека життєдіяльності в галузі IT - це сукупність заходів, технологій і правил, спрямованих на забезпечення безпечного функціонування людини в інформаційному середовищі. Вона охоплює як захист фізичного здоров'я користувачів при роботі з комп'ютерною технікою (ергономіка, електробезпека, санітарно-гігієнічні норми), так і інформаційну безпеку - захист даних, програмного забезпечення та систем від вірусів, кібератак, збоїв і несанкціонованого доступу. Це важлива складова стабільної та ефективної роботи в цифровому світі.

В свою чергу охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності [1].

Охорона праці є важливою складовою будь-якого виробництва, відзначаючи людину, як головну цінність, адже її безпека і хороше здоров'я дозволяють зробити виробничий процес більш чітким, що підвищить рентабельність самого підприємства. Людське життя не повинно бути розмінною монетою заради гарної заробітної плати, або особливо цінного продукту, який виробляє підприємство. Ніщо не повинно бути понад забезпечення захисту людини від загроз його здоров'ю і життю. Правильно організована система охорони праці дисциплінує самого працівника і, як наслідок, веде до підвищення продуктивності виконуваної роботи і збільшення її ефективності.

5.1 Розрахунок системи штучного освітлення для приміщення компанії "Expert Transportation", де міститься найбільше ПК

Штучне освітлення приміщення з робочими місцями, обладнаними відеотерміналами, ЕОМ загального та персонального користування, мас бути

					2025.КРБ.123.602.12.00.00 ПЗ	<i>Арк</i> 56
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		50

обладнане системою загального рівномірного освітлення. У виробничих та адміністративно-громадських приміщеннях, де переважають роботи з документами, допускається вживати систему комбінованого освітлення (додатково до загального освітлення встановлюються світильники місцевого освітлення) [1].

Загальне освітлення має бути виконане у вигляді суцільних або переривчастих ліній світильників, що розміщуються збоку від робочих місць (переважно зліва) паралельно лінії зору працівників [1].

Як джерело світла при штучному освітленні повинні застосовуватися, як правило, люмінесцентні лампи типу ЛБ. При обладнанні відбивного освітлення у виробничих та адміністративно-громадських приміщеннях можуть застосовуватися металогалогенові лампи потужністю до 250 Вт. Допускається у світильниках місцевого освітлення застосовувати лампи розжарювання.

Яскравість світильників загального освітлення в зоні кутів випромінювання від 50 град до 90 град відносно вертикалі в подовжній і поперечній площинах повинна складати не менше 200 кд/кв. м, а захисний кут світильників повинен бути не більшим за 40 град.

Розраховуємо систему загального рівномірного освітлення світлодіодними лампами для виробничого приміщення, в якому виконуються зорові роботи високої точності (II_B), мінімальне освітлення якого становить E = 300лм. Як світлові пристрої приймаємо світильники компанії Євросвітло - EVROLIGHT PRISMAT-40. За даними з сайту виробника Світильник EVROLIGHT PRISMAT-40 6400K - хіт адміністративно-офісних світлодіодних світильників з універсальним спектром світла, максимально наближеним до білого. Ця панель 600х600 максимально проста і універсальна в монтажі: її можна легко вкладати в комірки стелі армстронг [19].

За вхідними умовами вибрано для розрахунку приміщення відділу експедирування, де встановлено 6 ПК. Розміри приміщення: довжина а = 7м,

						Арк
					2025.КРБ.123.602.12.00.00 ПЗ	57
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

ширина b = 6,7 м, висота h = 2,8 м. Приміщення має такі показники: коефіцієнт відбиття $\rho_{\text{стелі}}$ = 70 %, $\rho_{\text{стін}}$ = 50%.

Висота робочих поверхонь (столів) $h_p = 0,7$ м. Оскільки світильники кріпляться в підвісній стелі, то їх висота над підлогою буде $h_0 = 2,7$ м, що не суперечить вимогам СНіП 11-4-89, відповідно до яких $h_{0 \min} = 2,6 - 4$ м.

Визначимо висоту світильника над робочою поверхнею:

$$h = h_0 - h_p = 2,7 - 0,7 = 2\mathcal{M}$$
(5.1)

Показник приміщення і становить:

$$i = \frac{ab}{h(a+b)} = \frac{7 \cdot 6,7}{2(7+6,7)} = 1,71$$
(5.2)

При i = 1,75 (найближче до розрахункового значення i=1,71), $\rho_{\text{стелі}}=70$ %, $\rho_{\text{стін}}=50\%$ для світлодіодних ламп коефіцієнт використання дорівнює $\eta =52\%$. Ці дані отримано з таблиці 5.2. [4]

Визначимо необхідну мінімальну кількість світильників, для забезпечення необхідної нормованої освітленості робочих поверхонь, якщо відомо, що світловий потік EVROLIGHT PRISMAT-40 6400K с тановить Ф_л = 3000 лм [16]:

$$N = \frac{ESK_{3}Z}{\Phi_{J}\eta} = \frac{300 \cdot 46,9 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{3000 \cdot 0,52} = 14,88$$
(5.3)

Приймаємо 15 світильників, які для забезпечення рівномірності освітлення розташовуємо в 3 ряди, симетрично до стін. Розмістимо їх згідно рисунку 5.1. в комірки стелі армстронг.

						Арк
					2025.КРБ.123.602.12.00.00 ПЗ	58
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		



_{Арк} 59 Ступінь захисту - IP 20 Строк служби - 25000 год. Робоча температура -20 +40 С Розміри, мм - 595×595×19 Світловий потік - 3000 Лм Форма Квадратна Гарантія, місяців - 12 Клас енергоефективності А+ Частота 50/60 Гц Час запалювання - 0,3 с Розгоряння до 95%, с <1 Коефіцієнт довговічності 0,95 Тип Офісні світильники Вид LED світильників Панелі Загальний виглял світильника EVROLIGHT PRISMAT.40 навел

Загальний вигляд світильника EVROLIGHT PRISMAT-40 наведено на рисунку 5.2:





						Арк
					2025.КРБ.123.602.12.00.00 ПЗ	60
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

5.2 Вентиляція і кондиціонування повітря у виробничих приміщеннях

Вентиляція – організований та регульований обмін повітря, що забезпечує видалення з приміщення забрудненого повітря і приплив на його місце чистого з метою створення сприятливого для здоров'я людей повітряного середовища [34].

В офісних приміщеннях важливо підтримувати належний мікроклімат, оскільки роботодавець зобов'язаний створити комфортні та безпечні умови праці для співробітників. Це включає не лише оснащення робочих місць технікою та необхідними матеріалами, а й забезпечення оптимального температурного режиму та свіжого повітря. Саме системи вентиляції й кондиціювання виконують функцію регулювання температури й повітрообміну, сприяючи підвищенню працездатності, зниженню втоми та профілактиці професійних захворювань.

Згідно з державними будівельними нормами (ДБН) та санітарними нормами і правилами (СНіП), для забезпечення комфортного та безпечного мікроклімату в офісних приміщеннях з механічною вентиляцією необхідно дотримуватись визначених обсягів подачі свіжого повітря на кожну людину. Зокрема, для кабінетів керівників рекомендовано забезпечувати близько 50 м³/год повітря, у багатолюдних робочих приміщеннях - до 60 м³/год, у залах для нарад і переговорів - до 30 м³/год, у коридорах і холах - приблизно 10–11 м³/год, а в санвузлах цей показник має перевищувати 75 м³/год [3]. Дотримання цих норм сприяє підтриманню здорової атмосфери, запобігає накопиченню шкідливих речовин і покращує самопочуття працівників.

Припливно-витяжна вентиляція офісів - це сучасна система мікрокліматичного контролю, яка забезпечує подачу свіжого повітря та одночасне видалення відпрацьованого, забрудненого повітря з приміщень. Вона забезпечує комфортні умови для роботи протягом усього року завдяки автоматичному управлінню та високій енергоефективності. Повітря надходить

						Арк
					2025.КРБ.123.602.12.00.00 ПЗ	61
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

із вулиці через повітроводи та рівномірно розподіляється в робочих зонах, а відпрацьоване повітря виводиться через окремі канали. Завдяки використанню рекуператорів до 80% теплової енергії повертається назад у приміщення взимку або зберігається прохолода влітку. Перевагами таких систем є автономне керування мікрокліматом, економія на енергоспоживанні, фільтрація та підготовка повітря (нагрівання, охолодження, зволоження чи осушення), а також можливість дистанційного контролю. До недоліків належать вищі витрати на придбання та встановлення у порівнянні з простими припливними системами, більші габарити обладнання і складніше технічне обслуговування [3].

Один зв варіантів влаштування припливно-витяжної системи вентиляції з кондиціонуванням наведено на рисунку 5.3



Рисунок 5.3 – Взірець влаштування припливно-витяжної системи з кондиціонуванням в офісі

Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

Отже, припливно-витяжна вентиляція з кондиціюванням є дуже важливою для забезпечення комфортного та безпечного мікроклімату в офісних приміщеннях. Вона дозволяє не лише постійно оновлювати повітря, видаляючи зайву вологу, забруднення та вуглекислий газ, а й підтримувати оптимальну температуру та вологість протягом усього року. Це створює сприятливі умови для продуктивної праці, знижує ризики професійних захворювань та сприяє загальному добробуту працівників.

Крім того, завдяки рекуперації тепла і енергоефективності така система дозволяє суттєво скоротити витрати на опалення й охолодження офісу. У довгостроковій перспективі інвестиції в припливно-витяжну вентиляцію з кондиціюванням є економічно виправданими й житєво необхідними для сучасного робочого середовища.

						Арн
					2025.КРБ. 123.602.12.00.00 ПЗ	63
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

В кваліфікаційній роботі було здійснено розробку проекту локальної мережі стандарту Gigabit Ethernet, яка відповідає сучасним вимогам щодо ефективності та надійності для мереж середнього масштабу. Проект враховує можливості централізованого керування та моніторингу мережі, поділу мережі на логічні підмережі (VLAN), а також забезпечує підтримку роботи як з локальними, так і з глобальними ресурсами. Особливу увагу було приділено питанням безпеки, впровадженню основних заходів захисту локальної мережі від потенційних загроз.

У ході розробки було виконано низку важливих етапів, зокрема: створення плану приміщення, розробка логічної та фізичної топології мережі, а також формування детальної таблиці ІР-адрес для всіх вузлів мережі. Окрім цього, були розроблені покрокові інструкції з налаштування ключових компонентів мережі — центрального комутатора, файлового сервера, а також маршрутизатора, що є критичним для коректної роботи та маршрутизації трафіку.

В економічній частині роботи проведено розрахунок собівартості проектування, встановлення та конфігурування мережевого обладнання для компанії «Expert Transportation», що дає змогу оцінити інвестиції у впровадження даної мережевої інфраструктури.

Окремо розглянуто питання охорони праці, де описано правила безпечного використання обчислювальної техніки, що є важливим аспектом при роботі з мережевим обладнанням та комп'ютерними системами загалом.

Загалом, виконана робота забезпечує комплексний підхід до створення локальної мережі, що відповідає технічним, експлуатаційним і безпековим вимогам, та може бути успішно впроваджена в діяльність середніх за розміром підприємств.

Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

_{Арк} 64

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Грибан В. Г., Фоменко А. Є., Казначеєв Д. Г. Безпека життєдіяльності та охорона праці : підруч. / В. Г. Грибан, А. Є. Фоменко, Д. Г. Казначеєв. Дніпро : Дніпроп. держ. ун-т внутр. справ, 2022. 388 с.

2. Горбатий І.В., Бондарєв А.В. Телекомунікаційні системи та мережі. Принципи функціонування, технології та протоколи. Львів: Львівська політехніка., 2016. 290с.

3. Жидецький В. Ц. Основи охорони праці : підручник / В. Ц. Жидецький. -5-те вид., доповн. - К. : Знання, 2014. - 373 с. + компакт-диск

4. Журавська І. М. Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж : навч. посіб. / І. М. Журавська. — Миколаїв : Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2016. — 360 с

5. Коваленко А. Є. Корпоративні комп'ютерні мережі та телекомунікації. – К. : НУХТ, 2014. – 278 с.

6. Коробейнікова Т. І., Захарченко С. М. Комп'ютерні мережі : навч. посібник / Т. І. Коробейнікова, С. М. Захарченко. — Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2022. — 228 с

7. Лунтовський А., Мельник I. Комп'ютерні мережі та телекомунікації : навч. посіб. / А. Лунтовський, I. Мельник. — Київ : [б. в.], 2020. — 336 с.

8. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія». – Тернопіль.: ВСП «ТФК ТНТУ», 2022. -36с.

9. Микитишин А.Г. Комплексна безпека інформаційних мережевих систем : навч.посібн. / А.Г. Микитишин , М.М. Митник , П.Д. Стухляк. - Тернопіль : ТНТУ імені Івана Пулюя, 2016. - 261 с

10. Микитишин А.Г., Митник, П.Д. Стухляк. Телекомунікаційні системи та мережі – Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2016. – 384 с.

Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

Оліх О. Я. Сучасні комп'ютерні технології. Принципи побудови комп'ютерних мереж : навч. посіб. / О. Я. Оліх. — Київ : ВПЦ «Київ. ун-т», 2015.
 — 480 с.

12. D-Link DGS-1216T/GE.URL: http://www.dlink.ru/ua/products/1/816.html. (дата звернення: 14.05.2025)

13. Cisco Packet Tracer. URL: https://wikipedia.org/wiki/Cisco_Packet_Tracer. (дата звернення: 29.05.2025).

14. FlukeNetworksLinkRunnerProNetworkMultimeter.URL:http://www.testequipmentdepot.com/flukenetworks/network-testers/linkrunner-pro.htm . (дата звернення: 24.05.2025).

15. MikriTik documentation. URL: http://wiki.mikrotik.com/wiki/Manual:TOC (дата звернення: 19.05.2025).

16. ZabbixNetworkMonitoringURL:https://www.zabbix.com/network_monitoring (дата звернення: 1.06.2025).

17. Комутатори HPURL: http://www.hp.com/rnd/support/manuals/2510.htm. (дата звернення: 14.05.2025).

18. ОсновишейпінгувMikroTikRouterOS.URL:https://lavkaradosti.com.ua/index/2019/uk/vhodit-osnovi-sejpingu-v-mikrotik-routeros.php. (дата звернення: 26.05.2025)

19. Світильник EVROLIGHT 36Bт PRISMAT-40 6400K. URL: https://evrosvet.com.ua/ua/product/svetilnik-evrolight-prismat-40-6400k-3000lm-/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=

22131854628&utm_term=&gad_source=1&gad_campaignid=22131857466&gclid= Cj0KCQjwotDBBhCQARIsAG5pinPNSrYCdHcPCmcLt-

_cKxLqIIOgzcty3Le85gcKohjrzGOKqVFLCBIaAnKXEALw_wcB. (дата звернення: 28.05.2025).

Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

додатки

1 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11	вузла 2 WS_1 WS_2 WS_3 WS_4 WS_5 WS_6 WS_7 WS_8 WS 9	3 10.10.1.1 10.10.1.2 10.10.1.3 10.10.1.4 10.10.1.5 10.10.1.6 10.10.2.1	4 /24 /24 /24 /24 /24 /24	5 10.10.1.100 10.10.1.100 10.10.1.100 10.10.1.100 10.10.1.100	6 8.8.8.8 8.8.8.8 8.8.8.8 8.8.8.8 8.8.8.8 8.8.8	7 101 101 101
1 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11	2 WS_1 WS_2 WS_3 WS_4 WS_5 WS_6 WS_6 WS_7 WS_8 WS_9	3 10.10.1.1 10.10.1.2 10.10.1.3 10.10.1.4 10.10.1.5 10.10.1.6 10.10.2.1	4 /24 /24 /24 /24 /24	5 10.10.1.100 10.10.1.100 10.10.1.100 10.10.1.100 10.10.1.100	6 8.8.8.8 8.8.8.8 8.8.8.8 8.8.8.8 8.8.8.8 8.8.8.8	7 101 101 101
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11	WS_1 WS_2 WS_3 WS_4 WS_5 WS_6 WS_7 WS_8 WS_9	$ \begin{array}{r} 10.10.1.1 \\ 10.10.1.2 \\ 10.10.1.3 \\ 10.10.1.4 \\ 10.10.1.5 \\ 10.10.1.6 \\ 10.10.2.1 \\ \end{array} $	/24 /24 /24 /24 /24	10.10.1.100 10.10.1.100 10.10.1.100 10.10.1.100 10.10.1.100	8.8.8.8 8.8.8.8 8.8.8.8 8.8.8.8 8.8.8.8	101 101 101
2 3 4 5 6 7 8 9 10 11	WS_2 WS_3 WS_4 WS_5 WS_6 WS_7 WS_8 WS_9	10.10.1.2 10.10.1.3 10.10.1.4 10.10.1.5 10.10.1.6 10.10.2.1	/24 /24 /24 /24	10.10.1.100 10.10.1.100 10.10.1.100 10.10.1.100	8.8.8.8 8.8.8.8 8.8.8.8 8.8.8.8	101 101
3 4 5 6 7 8 9 10 11	WS_3 WS_4 WS_5 WS_6 WS_7 WS_8 WS_9	10.10.1.3 10.10.1.4 10.10.1.5 10.10.1.6 10.10.2.1	/24 /24 /24	10.10.1.100 10.10.1.100 10.10.1.100	8.8.8.8 8 8 8 8	101
4 5 6 7 8 9 10 11	WS_4 WS_5 WS_6 WS_7 WS_8 WS_9	10.10.1.4 10.10.1.5 10.10.1.6 10.10.2.1	/24 /24	10.10.1.100	8888	
5 6 7 8 9 10 11	WS_5 WS_6 WS_7 WS_8 WS_9	10.10.1.5 10.10.1.6 10.10.2.1	/24	10 10 1 100	0.0.0.0	101
6 7 8 9 10 11	WS_6 WS_7 WS_8 WS_9	10.10.1.6 10.10.2.1	10.4	10.10.1.100	8.8.8.8	101
7 8 9 10 11	WS_7 WS_8 WS_9	10.10.2.1	/24	10.10.1.100	8.8.8.8	101
8 9 10 11	WS_8 WS_9		/24	10.10.2.100	8.8.8.8	102
9 10 11	WS 9	10.10.2.2	/24	10.10.2.100	8.8.8.8	102
10	<u>'''''''''''''''''''''''''''''''''''''</u>	10.10.2.3	/24	10.10.2.100	8.8.8.8	102
11 `	WS_10	10.10.2.4	/24	10.10.2.100	8.8.8.8	102
11	WS_11	10.10.3.1	/24	10.10.3.100	8.8.8.8	103
12	WS_12	10.10.3.2	/24	10.10.3.100	8.8.8.8	103
13	WS_13	10.10.3.3	/24	10.10.3.100	8.8.8.8	103
14	WS_14	10.10.3.4	/24	10.10.3.100	8.8.8.8	103
15	WS_15	10.10.4.1	/24	10.10.4.100	8.8.8.8	104
16	WS_16	10.10.4.2	/24	10.10.4.100	8.8.8.8	104
17	WS_17	10.10.4.3	/24	10.10.4.100	8.8.8.8	104
18	WS_18	10.10.4.4	/24	10.10.4.100	8.8.8.8	104
19	WS_19	10.10.5.1	/24	10.10.5.100	8.8.8.8	105
20	WS_20	10.10.5.2	/24	10.10.5.100	8.8.8.8	105
21	WS_21	10.10.5.3	/24	10.10.5.100	8.8.8.8	105
22	WS_22	10.10.5.4	/24	10.10.5.100	8.8.8.8	105
23	WS_23	10.10.5.5	/24	10.10.5.100	8.8.8.8	105
24	WS_24	10.10.5.6	/24	10.10.5.100	8.8.8.8	105
25	WS_25	10.10.6.1	/24	10.10.6.100	8.8.8.8	106
26	WS_26	10.10.7.1	/24	10.10.7.100	8.8.8.8	107
27	WS_27	10.10.8.1	/24	10.10.8.100	8.8.8.8	108
28	WS_28	10.10.9.1	/24	10.10.9.100	8.8.8.8	109
29	WS_29	10.10.9.2	/24	10.10.9.100	8.8.8.8	109
30	WS_30	10.10.9.3	/24	10.10.9.100	8.8.8.8	109

Таблиця А1 – Таблиця налаштування параметрів стеку ТСР/ІР вузлів

№ докум. Підпис Дата

L

Зм.

Арк

Продовження таблиці А1

	1	2	3	4	5	6
31	WS_31	10.10.9.4	/24	10.10.9.100	8.8.8.8	109
32	WS_32	10.10.9.5	/24	10.10.9.100	8.8.8.8	109
33	WS_33	10.10.10.1	/24	10.10.10.100	8.8.8.8	110
34	WS_34	10.10.10.2	/24	10.10.10.100	8.8.8.8	110
35	WS_35	10.10.10.3	/24	10.10.10.100	8.8.8.8	110
36	WS_36	10.10.10.4	/24	10.10.10.100	8.8.8.8	110
37	S_1	10.10.11.1	/24	10.10.11.100	8.8.8.8	111
38	SW_1	10.10.12.1	/24	10.10.12.100	8.8.8.8	1
39	SW_2	10.10.12.2	/24	10.10.12.100	8.8.8.8	1
40	SW_3	10.10.12.3	/24	10.10.12.100	8.8.8.8	1
11	D 1	10.10.11.2	/24	80.243.146.137	80.243.146.54	111
41	K_1	80.243.146.138	/29			-

						Арк
					2025.КРБ.123.602.12.00.00 ПЗ	68
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток Б. Таблиця VLAN

Таблиця Б1 – Лог	гічна адреса	ція в	ЛОМ
------------------	--------------	-------	-----

N⁰	Діапазон	Робоча		Примі	Назва кабінету	та та	Номер	Адреса
п/п	позначен	група	а/К-	щення	його номер		VLAN	підмережі/
	ня вузлів	сть						Маска
		вузлі	В					
1	2	3		4	5		6	7
1	WS_1-	-	6	1	Відділ ТО і	-	101	10.10.1.0/24
	WS_6				ремонту			
2	WS_7-	-	5	1	Менеджери і	-	102	10.10.2.0/24
	WS_10,				маркетологи			
	SW_1							
3	WS_11-	-	4	1	Економічний	-	103	10.10.3.0/24
	WS_14				відділ			
4	WS_15-	-	4	1	Бухгалтерія	-	104	10.10.4.0/24
	WS_18							
5	WS_19-	-	6	1	Відділ	-	105	10.10.5.0/24
	WS_24,				експедируванн			
	SW_2				Я			
6	WS_25	-	1	1	Директор	-	106	10.10.6.0/24
7	WS_26	-	1	1	Офіс-	-	107	10.10.7.0/24
					менеджер			
8	WS_27	-	1	1	Заступник	-	108	10.10.8.0/24
9	WS_28-	-	5	1	Відділ	-	109	10.10.9.0/24
	WS_32				міжнародної			
					логістики			
10	WS_33 -	-	4	1	Відділ	-	110	10.10.10.0/24
	WS_36				логістики			
11	R_1, S_1,	-	3	1	Технічний	-	111	10.10.11.0/24
	SW 3				відділ			

Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Лата

_{Арк} 69

N⁰	Позначення	Номер	Тип	Назва	Номер	Тип	Номер
п/п	вузла	порту	порту	мереж.	порту	порту	VLAN
				пристр.			
1	WS_1-WS_6	-	-	SW_1	1-6	Access	101
2	WS_7-WS_10	-	-	SW_1	7-10	Access	102
3	WS_11-WS_14	-	-	SW_1	11-14	Access	103
4	WS_15-WS_18	-	-	SW_2	1-4	Access	104
5	WS_19-WS_24	-	-	SW_2	5-10	Access	105
6	WS_25	-	-	SW_3	1	Access	106
7	WS_26	-	-	SW_3	2	Access	107
8	WS_27	-	-	SW_3	3	Access	108
9	WS_28-WS_32	-	-	SW_3	4-8	Access	109
10	WS_33-WS_36	-	-	SW_3	9-12	Access	110
11	R_1, S_1,	-	-	SW_3	13-15	Access	111
	SW_3						
12	SW_1	15	Trunk	SW_3	21	Trunk	-
13	SW_2	15	Trunk	SW_3	22	Trunk	-

Таблиця Б2 - Таблиця конфігурування VLAN

Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

Додаток В. Технічні характеристики обладнання

Технічні характеристики комутатора L2+ НР V1910-24G наведено нижче:

1. Об'єм оперативної пам'яті: 128 Мб.

2. Об'єм флеш-пам'яті: 128 Мб.

3. Консольний порт: присутній.

4. Засоби керування: консольний порт, Telnet, SNMP.

5. Підтримка стандартів: Auto MDI/MDIX, Jumbo Frame, IEEE 802.1p (Priority tags), IEEE 802.1q (VLAN), IEEE 802.1d (Spanning Tree), IEEE 802.1s (Multiple Spanning Tree), статична маршрутизація.

6. Додаткова інформація: 4 Gigabit Ethernet SFP-порта.

7. Кількість портів комутатора: 24 х Ethernet 10/100/1000 Мбіт/сек.

8. Внутрішня пропускна здатність: 48 Гбіт/сек.

Технічні характеристики маршрутизатора:

1. Мережевий процесор: MPC8544 800/1333MHz.

2. Пам'ять: SoDIMM DDR слот, без вбудованого модуля, в комплекті поставляється модуль 512MB, можлива установка модуля до 1,5GB.

3. Завантажувач: RouterBOOT, 1Mbit Flash chip.

4. Диск для даних: 512MB NAND чіп на платі.

5. Ethernet: тринадцять 10/100/1000 Mbit/s Gigabit Ethernet з підтримкою Auto - MDI/X, можливе створення двох груп по 5 портів.

6. Послідовний порт: один DB9 RS232C асинхронний послідовний порт.

7. Вентиляція: два кулера.

8. Живлення: 220V AC (блок живлення вбудований).

9. Операційна система: MikroTik RouterOS v3, ліцензія 6-го рівня.

У пристрій вбудовано тринадцять 10/100/1000 Mbit/s Gigabit Ethernet портів, дві світч групи по 5 портів, є також можливість стекування декількох роутерів.

Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

Додаток Г. Порівняння технічних параметрів обладнання

Підтримувані	Cisco	HP V1910-24	Allied Telesyn
функції	3750G-24TS		AT-9424TSP/GB
К-сть портів	24	24	24
1000Base-TX			
Швидкість	32	48	48
комутації, Гбіт/с			
Підтримувані	L2+ (статична	L2+ (статична	L2+ (статична
функції	маршрутизація)	маршрутизація)	маршрутизація)
Підтримка базового	+	+	+
набору протоколів			
канального рівня			
Засоби керування	Telnet, Console,	Telnet, Console,	Telnet, Console,
комутатором	Web	Web	Web
Підтримка	+	+	+
технології ІЕЕЕ			
802.1Q			
Моніторинг	+	+	+
засобами SNMP			
Запас пропускної	+	+	+
здатності			
комутаційної шини			
комутатора на рівні			
50%			
	1	1	1

Таблиця Г1 - Порівняльна характеристика центральних комутаторів

Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата
	HP V1910-16G	D-link DGS-1216T	NetGear GS116	
-------------------	--------------	------------------	---------------	
К-сть портів	16	16	16	
Швидкість, Мбіт/с	10/100/1000	10/100/1000	10/100/1000	
Пропускна	40	32	32	
здатність, Гбіт/с				
Підтримка	+	+	+	
інтелектуальних				
функцій				
Керування	Web	Web	Web	
Підтримка	+	+	+	
технології VLAN				
IEEE 802.1Q				

Таблиця Г2 - Комутатори робочих груп (16-ти портові)

Таблиця ГЗ - Технічні характеристики серверів

Характерис-	DELL R530 LFF	Lenovo RD350	Hewlett Packard HP
тика	H730	1xE5-2620v4	Proliant DL60 Gen9
Процесор	Intel Xeon E5-2609	Intel Xeon E5-2609	Intel Xeon E5-2609
	v4	v4	v4
Об'єм ОЗП	16ГБ	16ГБ	16ГБ
Тип ОЗП	DDR4-2400 МГц	DDR4-2400 МГц	DDR4-2400 МГц
Формфактор,	Rack, 1U	Rack, 1U	Rack, 1U
висота			
Дискова	2 x 1 TБ Raid Edition	2 x 1 TБ Raid Edition	2 x 1 TБ Raid Edition
підсистема	+ SSD 240 ГБ	+ SSD 240 ГБ	+ SSD 240 ΓБ
Мережева	інтегрована	інтегрована	інтегрована
плата			

Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Лата

Додаток Д. Налаштування ProFtpd з підтримкою TLS

Установка:

cd /usr/ports/ftp/proftpd

make config

make install

Змінимо proftpd.conf:

ee /usr/local/etc/proftpd.conf

DefaultRoot ~ - установка коренем для кожного клієнта домашній каталог

IdentLookups off - відключення затримок

Створимо SSL сертифікат для TLS. TLS - криптографічний протокол для захищеної передачі даних між вузлами.

Для використання TLS нам необхідно створити сертифікат SSL в каталозі /Usr/local/etc/proftpd/ssl.

Створимо каталог - # Mkdir /usr/local/etc/proftpd/ssl. Згенеруємо сертифікат:

Openssl req -new -x509 -days 365 -nodes -out

/usr/local/etc/proftpd/ssl/proftpd.cert.pem -keyout

/usr/local/etc/proftpd/ssl/proftpd/key/pem

І вводимо реєстраційну інформацію. Включаємо TLS в ProFtpd. Для цього нам необхідно розкоментувати в proftpd.conf:

ee /usr/local/etc/proftpd/proftpd.conf

Include /usr/local/etc/proftpd/tls.conf

Тепер необхідно відредагувати tls.conf:

ee /usr/local/etc/proftpd/tls.conf

TLSEngine on

TLSLog /var/log/proftpd/tls.log

TLSProtocol SSLv23

TLSOptions NoCertRequest

TLSACertificateFile /etc/proftpd/ssl/proftpd.cert.pem

Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	

TLSACertificateKeyFile /etc/proftpd/ssl/proftpd.key.pem

TLSVerifyClient off

TLSRequired on

Перезапускаємо ProFtpd.

/usr/local/etc/rc.d/proftpd.sh

Пробуємо підключитися відповідно клієнтом, який підтримує SSL з'єднання, в разі виникнення проблем дивимося в фйал /var/log/proftpd/tls.conf.

Додаємо правила для файрвола, щоб вільно пропускати обидва типи з'єднань. Якщо створені правила для ipfw, то необхідно додати наступні правила:

ipfw add pass tcp from any to any 20 ipfw add pass tcp from any 21 to any ipfw add pass tcp from any to any 21 ipfw add pass tcp from any 21 to any

Додамо користувача ftp для анонімного входу також командою adduser, тільки домашню папку вкажемо /home/public, групу ftp і доступ без пароля. Відкриваємо файл /etc/passwd і виправляємо шелл для користувачів ftp /bin/false (або /usr/sbin/nologin). Потім відкриваємо файл /etc/shells і дописуємо в низу рядок:

/Bin/false

Відкриваємо файл /usr/local/etc/proftpd.conf. Виправимо: ServerName «Му first ProFTPd server». Додамо рядок DefaultAddress localhost. За коментуємо UseIPv6 on. Розкоментуємо DefaultRoot ~. Розкоментуємо і виправимо рядки в кінці файлу:

```
<Anonymous ~ftp/files>
```

User ftp

Group ftp

UserAlias anonymous ftp

MaxClients 30

Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Лата

<Limit WRITE>

DenyAll

</Limit>

</Anonymous>

Створимо папку /home/public/files для зберігання загальнодоступних файлів (на всякий випадок):

mkdir /home/public/files

Додаємо ProFTPd в автозавантаження. Для цього у файлі /etc/rc.conf пропишемо:

proftpd_enable = »YES»

Перезавантажуємося:

Shutdown -r now

						Арн
					2025.КРБ.123.602.12.00.00 ПЗ	76
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		