

Міністерство освіти і науки України

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

(повне найменування вищого навчального закладу)

Відділення інформаційних технологій, менеджменту, туризму
та підготовки іноземних громадян

(назва відділення)

Циклова комісія комп'ютерної інженерії

(повна назва циклової комісії)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи

фахового молодшого бакалавра

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: Розробка проєкту комп'ютерної мережі підприємства «ТерноСофт
Сервіс»

Виконав: студент IV курсу, групи КІ-412

Спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія»
(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Артур-Віктор ЧУХАРСЬКИЙ
(ім'я та прізвище)

Керівник Василь ПИЖ
(ім'я та прізвище)

Рецензент _____
(ім'я та прізвище)

Тернопіль – 2026

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

Відділення інформаційних технологій, менеджменту, туризму
та підготовки іноземних громадян

Циклова комісія комп'ютерної інженерії

Освітньо-професійний ступінь фаховий молодший бакалавр

Освітньо-професійна програма: Обслуговування комп'ютерних систем і мереж

Спеціальність: 123 Комп'ютерна інженерія

Галузь знань: 12 Інформаційні технології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова циклової комісії
комп'ютерної інженерії

_____ Андрій ЮЗЬКІВ

“30” березня 2026 року

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

Чухарському Артуру-Віктору Володимировичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи: **Розробка проєкту комп'ютерної мережі підприємства «ТерноСофт Сервіс»**

керівник роботи Пиж Василь Степанович

(прізвище, ім'я, по батькові)

затверджені наказом Відокремленого структурного підрозділу «Тернопільський фаховий коледж Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя» від 27.03.2026р № 4/9-167.

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

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

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Загальний розділ. Розробка технічного та робочого проєкту. Спеціальний розділ. Економічний розділ. Охорона праці та безпека життєдіяльності.

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

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

6. Консультанти розділів роботи

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

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

7. Дата видачі завдання: 31 березня 2026 року

Студент

(підпис)

Артур-Віктор ЧУХАРСЬКИЙ
(ім'я та прізвище)

Керівник роботи

(підпис)

Василь ПИЖ
(ім'я та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Чухарський А.В. Розробка проєкту комп'ютерної мережі приватного підприємства «ТерноСофт Сервіс»: кваліфікаційна робота на здобуття освітньо-професійного ступеня фахового молодшого бакалавра, за спеціальністю 123 Комп'ютерна інженерія. Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2026. – 66 с.

Метою роботи є проєктування надійної та масштабованої локальної мережі для підприємства «ТерноСофт Сервіс». Проведено аналіз вимог, обґрунтовано вибір апаратної бази та розроблено логічну й фізичну топології з використанням VLAN. Складено інструкції з налаштування обладнання MikroTik і Ubiquiti та методику тестування мережі. Також виконано техніко-економічне обґрунтування проєкту та розроблено заходи з охорони праці й техніки безпеки.

Кваліфікаційна робота містить графічну частину на 5 аркушах формату А3 та пояснювальну записку на 66 аркушах, що містить 11 таблиць та 17 рисунків.

Ключові слова: комп'ютерна мережа, комутатор, VLAN, точка доступу, MikroTik, Ubiquiti, економічна ефективність, охорона праці.

ANNOTATION

Chukharskyi A.V. Design of the Computer Network Project for "TernoSoft Service" Private Enterprise: qualification work for the attainment of the professional junior bachelor's degree in specialty 123 Computer Engineering. Ternopil: SEI "TCPC of TNTU", 2026. – 66 p.

The objective of this thesis is to design a reliable and scalable local computer network for "TernoSoft Service". The project includes an analysis of network requirements, hardware selection, and the development of logical and physical topologies using VLANs. Instructions for configuring MikroTik and Ubiquiti equipment and network testing methodologies are provided. The thesis also includes an economic justification of the project and outlines occupational health and safety measures.

The qualification thesis includes a graphical section on 5 A3 sheets and an explanatory note of 66 pages, containing 11 tables and 17 figures.

Keywords: computer network, switch, VLAN, access point, MikroTik, Ubiquiti, economic efficiency, occupational safety.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ.....	8
1.1 Технічне завдання.....	8
1.1.1 Найменування та область застосування.....	8
1.1.2 Призначення розробки.....	9
1.1.3 Вимоги до апаратного та програмного забезпечення.....	10
1.1.4 Вимоги до документації.....	11
1.1.5 Техніко-економічні показники.....	12
1.1.6 Стадії та етапи розробки.....	13
1.1.7 Порядок контролю та прийому.....	14
1.2 Постановка задачі на розробку проекту. Характеристика підприємства, для якого створюється проект мережі.....	15
2 РОЗРОБКА ТЕХНІЧНОГО ТА РОБОЧОГО ПРОЕКТУ.....	16
2.1 Розробка та обґрунтування логічної та фізичної схем мережі.....	16
2.2 Обґрунтування вибору комунікаційного обладнання.....	21
2.3 Особливості монтажу мережі.....	28
2.4 Тестування комп'ютерної мережі.....	29
3 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ.....	33
3.1 Налаштування шлюза MikroTik.....	33
3.2 Налаштування комутатора MikroTik CSS610-8G-2S+IN.....	36
3.3 Налаштування точки доступу.....	37
3.4 Інструкція з використання тестових наборів та тестових програм.....	43
4 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	46
4.1 Визначення стадій технологічного процесу та загальної тривалості проведення НДР.....	46

					2026.KBP.123.412.15.00.00 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Чухарський А.В			Розробка проекту комп'ютерної мережі підприємства «ТерноСофт Сервіс»	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Пиж В.С.						
Реценз.						ВСП ТФК ТНТУ КІ-412 м. Тернопіль		
Н. Контр.		Юзьків А.В.						
Затверд.								

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.....	52
4.5	Визначення транспортних затрат.....	53
4.6	Розрахунок суми амортизаційних відрахувань.....	53
4.7	Обчислення накладних витрат.....	54
4.8	Складання кошторису витрат та визначення собівартості НДР.....	54
4.9	Розрахунок ціни НДР.....	55
4.10	Визначення економічної ефективності і терміну окупності капітальних вкладень.....	55
5.	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ.....	58
5.1	Розробка нормативних актів та інструкцій з пожежної безпеки, що діють у межах підприємства «ТерноСофт Сервіс».....	58
5.2	Організаційні заходи електробезпеки під час обслуговування активного мережевого обладнання.....	60
5.3	Захист від локальних вібрацій серверних стійок та оптимізація мікроклімату приміщень.....	61
	ВИСНОВКИ.....	64
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	66

ВСТУП

У сучасних умовах стрімкого розвитку інформаційних технологій ефективне функціонування будь-якого підприємства безпосередньо залежить від якості та надійності його комунікаційної інфраструктури. Локальна комп'ютерна мережа сьогодні є фундаментальною основою для впровадження систем автоматизації бізнес-процесів, хмарних сервісів та засобів колективної роботи. Для підприємства «ТерноСофт Сервіс», діяльність якого тісно пов'язана з наданням високотехнологічних послуг, питання проектування сучасної мережі є стратегічно важливим завданням, що прямо впливає на загальну продуктивність персоналу та безпеку корпоративних даних. Актуальність теми зумовлена необхідністю модернізації існуючих рішень для відповідності вимогам швидкодії, масштабованості та захищеності інформації від зовнішніх загроз.

Метою дипломного проекту є розробка цілісного проекту комп'ютерної мережі для «ТерноСофт Сервіс», який забезпечить стабільну роботу підрозділів, спільне використання ресурсів та захист конфіденційних даних. Для досягнення цієї мети у роботі вирішується ряд завдань, що включають аналіз структури підприємства, обґрунтування вибору топології, підбір сучасного активного і пасивного обладнання, а також розробку логічної та фізичної схем мережі. Об'єктом дослідження виступає процес організації мережевої взаємодії на підприємстві, а предметом — сукупність технічних та програмних рішень, що утворюють локальну мережу. Практична значущість роботи полягає у створенні готового до впровадження рішення, яке дозволить оптимізувати обмін даними та підвищити ефективність роботи компанії.

					2026.КВР.123.412.15.00.00 ПЗ	Арк
						7
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		

1. ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Технічне завдання

1.1.1 Найменування та область застосування

Темою даної кваліфікаційної роботи є розробка проекту сучасної комп'ютерної мережі для компанії «ТерноСофт Сервіс». Даний проект відноситься до сфери проектування та впровадження локальних обчислювальних мереж (LAN) на підприємствах малого та середнього бізнесу, що спеціалізуються на наданні сервісних та інформаційних послуг. Область застосування результатів розробки охоплює створення надійної та безпечної IT-інфраструктури, яка дозволить забезпечити стабільну взаємодію між усіма структурними підрозділами компанії та надасть можливість раціонального використання наявних технічних ресурсів. Потреби організації «ТерноСофт Сервіс» загалом відповідають сучасним стандартам автоматизації офісної діяльності.

Основною областю застосування проекрованої мережі є організація розподілу даних, що надасть користувачам змогу оперативно працювати з базами даних та спільними документами безпосередньо зі своїх робочих місць. Також розробка передбачає створення умов для колективного використання дороговартісного програмного забезпечення та периферійного обладнання, такого як мережеві принтери та системи сканування. Важливою частиною практичного застосування проекту є організація спільної роботи фахівців над складними технічними завданнями в межах єдиного інформаційного простору.

Це дозволить підвищити загальну продуктивність праці та забезпечити швидкий обмін інформаційними пакетами між відділами розробки, адміністрації та технічної підтримки. Окрім внутрішньої взаємодії, мережа забезпечує безпечний та стабільний вихід до глобальної мережі Інтернет, що є необхідною умовою для здійснення зовнішніх комунікацій та використання сучасних онлайн-сервісів у професійній діяльності компанії.

					2026.КВР.123.412.15.00.00 ПЗ	Арк
						8
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		

1.1.2 Призначення розробки

Головним призначенням розробки проекту комп'ютерної мережі для підприємства «ТерноСофт Сервіс» є побудова сучасної, високонадійної та відмовостійкої інформаційної системи, яка стане основою для автоматизації внутрішніх бізнес-процесів компанії. Проект спрямований на створення цілісного комунікаційного середовища, що дозволить об'єднати всі наявні обчислювальні потужності, забезпечити швидкий обмін даними між структурними підрозділами та організувати централізоване керування мережевими ресурсами. Впровадження даної розробки дозволить значно оптимізувати роботу персоналу за рахунок надання стабільного доступу до корпоративних баз даних, спільних файлових сховищ та засобів колективної роботи над проектами.

Важливою складовою призначення проекту є організація спільного доступу до периферійного обладнання та спеціалізованого програмного забезпечення, що дозволяє раціонально розподіляти навантаження на технічні засоби та знижувати експлуатаційні витрати підприємства. Окрім внутрішніх завдань, розробка призначена для забезпечення безпечного та високошвидкісного підключення до глобальної мережі Інтернет, що є критично важливим для надання сервісних послуг та підтримки зв'язку з клієнтами. Проектована мережа повинна забезпечувати безперебійне функціонування критично важливих сервісів, включаючи електронну пошту, системи IP-телефонії та хмарні сервіси, що використовуються в щоденній діяльності компанії.

Окрім суто технічних функцій, призначення розробки полягає у забезпеченні багаторівневого захисту інформації, що зберігається та передається в межах підприємства. Шляхом налаштування сучасних протоколів безпеки та розмежування прав доступу, проект дозволяє мінімізувати ризики несанкціонованого втручання та гарантувати конфіденційність комерційних даних «ТерноСофт Сервіс». Також архітектура мережі розробляється з урахуванням майбутнього розвитку підприємства, що надає можливість легкого масштабування

					2026.КВР.123.412.15.00.00 ПЗ	Арк
						9
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		

та інтеграції нових технологічних рішень без необхідності проведення капітальної перебудови існуючої інфраструктури.

1.1.3 Вимоги до апаратного та програмного забезпечення

Проектована мережа для «ТерноСофт Сервіс» повинна бути побудована та налаштована таким чином, щоб задовольняти ряд технічних та експлуатаційних вимог, що забезпечують стабільність інформаційних процесів. Апаратне забезпечення має бути загальнодоступним, економічно ефективним, підтримувати задану швидкість передачі даних 1000 Мбіт/с та мати можливість швидкої заміни або ремонту окремих вузлів у разі виникнення несправностей. Ключовою вимогою до активного обладнання є використання керованих комутаторів, що дозволяє здійснювати ефективне управління трафіком та сегментацію мережі на робочі групи для оптимізації взаємодії між користувачами. Для забезпечення бездротового підключення в приміщенні необхідно передбачити встановлення точки доступу, яка використовує сучасні протоколи шифрування та підтримує актуальні стандарти передачі даних. Окрім цього, апаратна частина повинна включати мережевий принтер для спільного використання персоналом та виділений файловий сервер для надійного зберігання та обміну корпоративною інформацією.

Вимоги до програмного забезпечення передбачають використання інструментів, що забезпечують зручність адміністрування та високий рівень безпеки. Програмна складова повинна підтримувати поділ користувачів на робочі групи та надавати можливість гнучкого налаштування прав доступу до мережевих ресурсів. Для керування активним обладнанням, зокрема пристроями MikroTik, повинна використовуватися спеціалізована утиліта WinBox, яка дозволяє здійснювати конфігурування без використання веб-інтерфейсу. Важливою вимогою є наявність засобів моніторингу та тестування, таких як програма iPerf, яка дозволяє аналізувати якість внутрішньомережевої взаємодії та вимірювати пропускну здатність каналів зв'язку. Також програмне забезпечення має включати

					2026.КВР.123.412.15.00.00 ПЗ	Арк
						10
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		

засоби захисту, зокрема налаштовані міжмережеві екрани та протоколи NAT на шлюзі, що забезпечить безпечний вихід до глобальної мережі Інтернет для всіх робочих станцій підприємства.

1.1.4 Вимоги до документації

Розробка проекту комп'ютерної мережі для підприємства «ТерноСофт Сервіс» передбачає створення повного комплексу технічної документації, яка повинна бути оформлена згідно з чинними державними стандартами та вимогами до дипломного проектування. Основна документація має включати пояснювальну записку, у якій детально описуються всі етапи проектування, починаючи від аналізу об'єкта і закінчуючи розрахунками економічної ефективності та заходами з техніки безпеки. Важливою вимогою є точність описів технічних характеристик обраного обладнання та обґрунтування прийнятих проектних рішень, що дозволить забезпечити однозначність розуміння технічних параметрів системи під час її монтажу та налаштування.

Графічна частина документації повинна містити схеми фізичної та логічної структури мережі, виконані з використанням спеціалізованих систем автоматизованого проектування, зокрема AutoCAD. Фізична схема має відображати реальне розміщення робочих станцій, серверного вузла, активного обладнання та трас прокладання кабельних систем у приміщеннях підприємства. Логічна схема має розкривати принципи взаємодії пристроїв на мережевому рівні, включаючи розподіл IP-адрес, організацію віртуальних мереж та налаштування маршрутизації. Окрім креслень, документація повинна містити специфікацію обладнання та матеріалів, де вказується точна кількість і типи компонентів, необхідних для реалізації проекту.

Завершальним етапом документування є підготовка інструкцій та методичних рекомендацій з експлуатації та адміністрування розробленої мережі. Дана документація повинна містити описи процедур моніторингу стану активного обладнання, регламенти створення резервних копій даних та алгоритми дій

					2026.КВР.123.412.15.00.00 ПЗ	Арк
						11
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		

персоналу у разі виникнення позаштатних ситуацій або технічних збоїв. Наявність повноцінного комплексу документації забезпечує можливість легкого обслуговування мережі в майбутньому, а також створює базу для її подальшої модернізації відповідно до зростаючих потреб «ТерноСофт Сервіс».

1.1.5 Техніко-економічні показники

Ефективність розробки проекту комп'ютерної мережі для «ТерноСофт Сервіс» оцінюється через сукупність технічних та економічних параметрів, які визначають доцільність впровадження пропонованих рішень. Основним технічним показником є забезпечення стабільної пропускної здатності на рівні 1 Гбіт/с для кожного робочого вузла, що дозволяє значно скоротити час обробки інформаційних запитів та підвищити загальну продуктивність праці персоналу. Важливим технічним критерієм також виступає коефіцієнт готовності мережі, який має наближатися до одиниці завдяки використанню надійного активного обладнання та якісних компонентів структурованої кабельної системи. Застосування сучасних стандартів проектування дозволяє мінімізувати кількість помилок при передачі пакетів даних та забезпечити високу стійкість системи до пікових навантажень під час інтенсивної роботи офісу.

З економічної точки зору проект спрямований на оптимізацію витрат підприємства на утримання та обслуговування ІТ-інфраструктури. Використання обладнання з оптимальним співвідношенням ціни та якості дозволяє знизити капітальні витрати на етапі монтажу, а висока енергоефективність обраних пристроїв сприяє зменшенню експлуатаційних витрат у довгостроковій перспективі. Економічний ефект від впровадження розробки досягається також шляхом спільного використання мережевої периферії, що усуває необхідність закупівлі окремих пристроїв для кожного робочого місця. Крім того, надійна система захисту інформації дозволяє уникнути потенційних фінансових збитків, пов'язаних із витоком комерційних даних або тривалими простоями в роботі компанії через технічні несправності.

					2026.КВР.123.412.15.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		12

Термін окупності проекту розраховується на основі підвищення ефективності бізнес-процесів та економії робочого часу співробітників, які отримують швидкий доступ до необхідних ресурсів. Масштабованість розробленої мережі забезпечує додаткову економічну перевагу, оскільки дозволяє інтегрувати нове обладнання в майбутньому з мінімальними додатковими вкладеннями. Таким чином, техніко-економічні показники проекту підтверджують його раціональність, демонструючи баланс між сучасними технічними можливостями та фінансовими витратами на реалізацію мережі для «ТерноСофт Сервіс».

1.1.6 Стадії та етапи розробки

Процес розробки проекту комп'ютерної мережі для підприємства «ТерноСофт Сервіс» здійснюється поетапно, що дозволяє забезпечити системний підхід та мінімізувати ризики виникнення технічних помилок. На початковій стадії проводиться детальний аналіз об'єкта автоматизації, який передбачає визначення необхідного розміру локальної мережі з урахуванням як поточних потреб персоналу, так і перспектив розширення штату в майбутньому. Важливим аспектом цього етапу є вивчення архітектурних особливостей приміщень, ієрархії підрозділів підприємства та розміщення робочих зон у кабінетах і технічних будівлях. Паралельно здійснюється дослідження інтенсивності та основних напрямків інформаційних потоків, що дозволяє визначити вимоги до пропускну здатності каналів зв'язку залежно від специфіки даних, які передаються в межах компанії.

Наступна стадія розробки полягає у виборі технічних рішень та обґрунтуванні вибору апаратного забезпечення, включаючи мережеві адаптери, кабельні системи, комутатори та маршрутизатори. На цьому етапі розробляються варіанти прокладання кабельних трас у приміщеннях підприємства з урахуванням заходів щодо забезпечення їх цілісності та захисту від зовнішніх впливів. Особлива увага приділяється формуванню вимог до програмного забезпечення, зокрема щодо методів обслуговування мережі, контролю за її безпекою та обмеження прав

					2026.КВР.123.412.15.00.00 ПЗ	Арк
						13
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		

доступу користувачів до конфіденційних ресурсів. Також розглядається необхідність інтеграції локальної мережі «ТерноСофт Сервіс» з іншими мережевими структурами та забезпечення стабільного виходу до глобальної мережі Інтернет.

Завершальна стадія розробки передбачає детальне проектування логічної та фізичної топологій, проведення необхідних технічних розрахунків та підготовку проектної документації. У ході цього аналізу уточнюються техніко-економічні показники та формується остаточний перелік компонентів мережі, що дозволяє прийняти обґрунтовані рішення щодо впровадження проекту в експлуатацію. Кожен етап розробки супроводжується перевіркою відповідності проектних рішень вимогам технічного завдання, що гарантує створення надійної та ефективної інформаційної інфраструктури для підприємства.

1.1.7 Порядок контролю та прийому

При завершенні робіт із впровадження проекту комп'ютерної мережі для «ТерноСофт Сервіс» обов'язковим етапом є проведення комплексного контролю функціонування всіх мережових вузлів. Перевірка працездатності здійснюється за допомогою спеціалізованих прикладних утиліт та пакетів програм, які дозволяють проаналізувати стабільність з'єднань та відповідність швидкості передачі даних проектним вимогам. Важливою частиною прийому мережі є візуальний огляд кабельної інфраструктури, де особлива увага приділяється чіткому маркуванню всіх кабелів, що є необхідною умовою для зручності подальшого технічного обслуговування та швидкої ідентифікації сегментів системи. Процедура здачі мережі в експлуатацію вважається завершеною лише після підтвердження повної працездатності всіх активних пристроїв, включаючи маршрутизатори, комутатори та точки бездротового доступу.

Процес офіційної передачі результатів розробки замовнику розпочинається з направлення письмового повідомлення про завершення робіт, до якого додається погоджений комплект технічної документації. Після отримання такого

					2026.КВР.123.412.15.00.00 ПЗ	Арк
						14
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		

повідомлення керівництво «ТерноСофт Сервіс» організовує роботу спеціальної приймальної комісії, яка повинна бути призначена у термін, що не перевищує п'яти днів. Комісія проводить комплексну перевірку функціональних характеристик мережі на відповідність технічному завданню, тестує рівень безпеки та якість адміністрування. Остаточним етапом контролю є підписання відповідного акту прийому-передачі, що офіційно підтверджує готовність комп'ютерної мережі до використання у щоденній діяльності підприємства.

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

Об'єктом проектування є приватне підприємство «ТерноСофт Сервіс», що надає послуги з технічного обслуговування комп'ютерів та розробки програмного забезпечення. Офіс компанії включає адміністративний відділ, відділ розробки, бухгалтерію та технічне приміщення для серверного обладнання. Метою роботи є створення надійної локальної мережі, яка об'єднає 33 робочих місця, серверну інфраструктуру, 3 бездротові зони доступу, забезпечить стабільний доступ до Інтернету та спільне використання мережевих ресурсів, таких як корпоративні бази даних та принтери.

Постановка задачі передбачає розробку фізичної та логічної структури мережі, вибір активного та пасивного обладнання, а також налаштування засобів захисту інформації. Мережа повинна базуватися на топології «зірка» та забезпечувати швидкість передачі даних до 1000 Мбіт/с. Важливою умовою є впровадження системи розмежування прав доступу (VLAN) та організація бездротової точки доступу для мобільних пристроїв. Результатом проекту має стати масштабована та безпечна інфраструктура, що мінімізує технічні збої та оптимізує бізнес-процеси підприємства.

					2026.КВР.123.412.15.00.00 ПЗ	Арк
						15
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		

2 РОЗРОБКА ТЕХНІЧНОГО ТА РОБОЧОГО ПРОЕКТУ

2.1 Розробка та обґрунтування логічної та фізичної схем мережі

Технологія Ethernet як фундаментальна основа локальної мережі Проектування логічної та фізичної інфраструктури для приватного підприємства «ТерноСофт Сервіс» базується на використанні найбільш розповсюдженої, надійної та стандартизованої технології передачі даних — Ethernet.

Дана технологія забезпечує побудову високошвидкісних локальних обчислювальних мереж (LAN) і дозволяє всім апаратним вузлам обмінюватися даними за допомогою уніфікованого стека протоколів TCP/IP. У сучасній мережевій архітектурі Ethernet виконує роль базового протоколу каналного та фізичного рівнів за моделлю OSI, визначаючи правила формування пакетів, адресації та управління доступом до середовища передачі.

Для задоволення високих потреб ІТ-компанії у швидкості передачі масивів даних (програмного коду, баз даних та резервних копій), у проекті передбачається використання стандарту 1000Base-T (Gigabit Ethernet), який забезпечує пропускну здатність на рівні 1 Гбіт/с. Вибір саме цієї технології зумовлений її високою відмовостійкістю, повною сумісністю із сучасними операційними системами, а також економічною доцільністю впровадження.

Wi-Fi як масштабована бездротова альтернатива Для забезпечення максимальної мобільності персоналу, підключення портативних пристроїв (ноутбуків, смартфонів, планшетів) та створення зручної зони для клієнтів компанії, мережа проектується як гібридна, з інтеграцією бездротових технологій Wi-Fi (стандарт IEEE 802.11ac / Wi-Fi 5).

Бездротова архітектура дозволяє організувати доступ до внутрішніх корпоративних ресурсів та Інтернету в тих зонах офісу, де прокладання кабельних трас є технічно складним або недоцільним з міркувань естетики. Використання дводіапазонних точок доступу (2.4 ГГц та 5 ГГц) забезпечує високу щільність одночасних підключень без втрати швидкості, що є критично важливим

					2026.КВР.123.412.15.00.00 ПЗ	Арк
						16
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		

параметром під час проведення спільних нарад у конференц-зоні «ТерноСофт Сервіс» або спільного тестування мобільних додатків.

Аналіз та вибір оптимальної топології мережі При проектуванні комп'ютерних мереж розглядаються три класичні базові топології: «кільце», «шина» та «зірка».

Топології типу «шина» та «кільце» характеризуються суттєвими недоліками в контексті надійності: вихід з ладу одного вузла або пошкодження магістрального кабелю призводить до зупинки всього сегмента мережі, що є абсолютно неприпустимим для ІТ-компанії.

Тому для підприємства «ТерноСофт Сервіс» обрано топологію «розширена зірка» (ієрархічна зірка), яка гарантує найвищий рівень відмовостійкості. У такій структурі кожен персональний комп'ютер підключається окремим кабелем до локальних комутаторів (комутаторів доступу), які, у свою чергу, високошвидкісними магістралями (Trunk-портами) з'єднуються з центральним керованим комутатором та сервером у серверній кімнаті.

Перевагою розширеної зірки є локалізація аварій: пошкодження лінії на робочому місці одного програміста жодним чином не впливає на стабільну роботу інших відділів.

Кабельна підсистема та середовище передавання Фізична кабельна інфраструктура мережі будується на базі неекранованої витой пари (UTP) категорії 5е, що повністю відповідає вимогам стандарту Gigabit Ethernet.

Мідні провідники кабелю скручені з різним кроком для мінімізації перехресних електромагнітних завад між сусідніми лініями зв'язку.

Усі кабельні траси від робочих місць до комутаційних вузлів прокладаються горизонтально у спеціалізованих пластикових кабель-каналах, що забезпечує їхній захист від механічних пошкоджень та зручність при подальшому обслуговуванні.

Обтискання конекторів RJ-45 (показано на рисунку 2.1) здійснюється за єдиним загальноприйнятим стандартом TIA/EIA-568B на обох кінцях ліній, що гарантує коректну передачу диференціального сигналу.

					2026.КВР.123.412.15.00.00 ПЗ	Арк
						17
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		

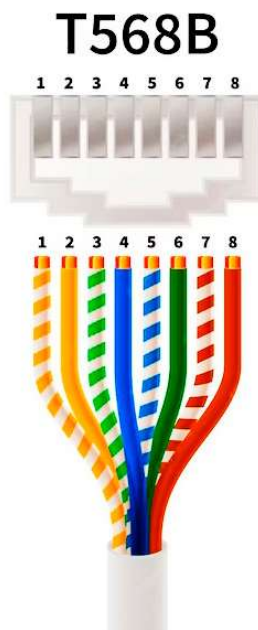


Рисунок 2.1 — Неекранована вита пара категорії 5е та правило обтискання конектора

Логічна адресація та віртуальні мережі (VLAN) Оскільки в офісі «ТерноСофт Сервіс» працюють різні за функціоналом підрозділи, загальна локальна мережа логічно поділяється на кілька віртуальних локальних мереж (VLAN).

Це рішення дозволяє ізолювати широкомовний трафік, підвищити загальну продуктивність комутаторів та створити надійний бар'єр безпеки: наприклад, розробники не матимуть доступу до конфіденційних фінансових баз бухгалтерії, а трафік гостьового Wi-Fi буде повністю відокремлений від корпоративних ресурсів.

Для кожного відділу виділено свій унікальний номер VLAN та окрему підмережу класу C із маскою 255.255.255.0.

Розподіл IP-адрес та параметри конфігурації портів комутаційного обладнання детально наведені в таблицях 2.1 та 2.2.

					2026.КВР.123.412.15.00.00 ПЗ	Арк
						18
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		

Таблиця 2.1 – Логічна адресація у мережі «ТерноСофт Сервіс»

Позначення вузлів	Робоча група	Назва зони офісу	Номер VLAN	Адреса підмережі / Маска
1	2	3	4	5
WS_1 – WS_10	Розробники (Dev)	Open Space 1	10	192.168.10.0 / 24
WS_11 – WS_16	Техпідтримка (QA)	Open Space 2	20	192.168.20.0 / 24
WS_17 – WS_22	Адміністрація/ Бухгалтерія	Кабінети 1, 2	30	192.168.30.0 / 24
WS_23 – WS_33	Інженерний відділ	Технічна зона	40	192.168.40.0 / 24
S_1 (Сервер)	Серверна інфраструктура	Серверна	50	192.168.50.0 / 24
AP_1, AP_2, AP_3	Бездротові клієнти	Весь офіс	60	192.168.60.0 / 24
PR_1, PR_2	Мережеві принтери	Коридор / Офіс	70	192.168.70.0 / 24

Таблиця 2.2 – Таблиця конфігурування VLAN на обладнанні

Позначення вузла	Тип обладнання	Номери портів	Тип порту	Номер VLAN	Призначення
1	2	3	4	5	6
R_1 (Шлюз)	Маршрутизатор	ether2	Trunk	Всі	Магістраль

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4	5	6
SW_Central	Головний комутатор	port 1	Trunk	Всі	З'єднання із маршрутизатором R_1
SW_Central	Головний комутатор	ports 2–7	Trunk	10, 20, 30, 40	Магістралі до комутаторів SW_1 – SW_6
SW_1, SW_2	Комутатор доступу	ports 1-16	Access	10	Робочі місця розробників
SW_3	Комутатор доступу	ports 1-16	Access	20	Робочі місця техпідтримки
SW_4	Комутатор доступу	ports 1-16	Access	30	Робочі місця адміністрації
SW_5, SW_6	Комутатор доступу	ports 1-16	Access	40	Інженерний відділ
SW_Central	Головний комутатор	port 8	Access	50	Підключення сервера S_1
SW_Central	Головний комутатор	ports 9-11	Access	60	Підключення точок доступу AP_1 – AP_3

					2026.КВР.123.412.15.00.00 ПЗ	Арк
						20
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		

2.2 Обґрунтування вибору комунікаційного обладнання

Для практичної реалізації логічної та фізичної структури комп'ютерної мережі приватного підприємства «ТерноСофт Сервіс» необхідно здійснити обґрунтований вибір активного комунікаційного обладнання. Критеріями вибору виступають технічні характеристики пристроїв, їхня надійність, здатність витримувати пікові навантаження, підтримка сучасних мережових протоколів, енергоефективність та економічна доцільність впровадження. Відповідно до розробленої раніше топології та поділу на віртуальні підмережі (VLAN), апаратна база повинна обов'язково включати маршрутизатор для забезпечення безпечного доступу до глобальної мережі Інтернет, центральний керований комутатор для агрегації трафіку та маршрутизації між VLAN, кілька комутаторів рівня доступу для підключення робочих станцій безпосередньо у кабінетах, а також бездротову точку доступу корпоративного класу для покриття офісного простору стабільним сигналом Wi-Fi. Процес вибору базується на глибокому порівняльному аналізі технічних параметрів обладнання від провідних світових виробників комп'ютерної та мережевої техніки.

Забезпечення дротового підключення робочих станцій інженерів, розробників та співробітників адміністрації до локальної мережі вимагає використання надійних комутаторів рівня доступу. Основними технічними критеріями для їх відбору є наявність щонайменше шістнадцяти гігабітних портів (1000Base-T) для забезпечення високої швидкості обміну даними між комп'ютерами одного відділу, міцний металевий корпус для ефективного тепловідведення та відсутність необхідності складного конфігурування на кінцевих вузлах. У ході дослідження ринку телекомунікаційного обладнання було проведено порівняльний аналіз трьох популярних моделей некерованих комутаторів: TP-Link TL-SG116, D-Link DGS-1016D та Netgear GS116GE. Результати технічного порівняння цих пристроїв зведено до таблиці 2.3. На основі проведеного аналізу оптимальним варіантом за співвідношенням вартості, комутаційної здатності та загальної надійності було визначено модель TP-Link TL-SG116. Даний пристрій

					2026.KBP.123.412.15.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		21

забезпечує абсолютно безшумну роботу завдяки продуманому пасивному охолодженню та підтримує інтелектуальні технології енергозбереження Green Ethernet. Зовнішній вигляд обраного комутатора рівня доступу представлено на рисунку 2.2.

Таблиця 2.3 – Порівняльна характеристика комутаторів рівня доступу

Характеристика	TP-Link TL-SG116	D-Link DGS-1016D	Netgear GS116GE
1	2	3	4
Тип пристрою	Некерований	Некерований	Некерований
Швидкість портів	10/100/1000 Мбіт/с	10/100/1000 Мбіт/с	10/100/1000 Мбіт/с
Комутаційна здатність	32 Гбіт/с	32 Гбіт/с	32 Гбіт/с
Таблиця MAC-адрес	8000 записів	8000 записів	8000 записів
Матеріал корпусу	Метал	Метал	Метал
Охолодження	Пасивне (без вентилятора)	Пасивне	Пасивне
Орієнтовна вартість	2800 грн	3200 грн	4100 грн



Рисунок 2.2 – Комутатор робочої групи TP-Link TL-SG116

Центральним комунікаційним вузлом проекрованої мережі, що відповідає за маршрутизацію трафіку між різними відділами «ТерноСофт Сервіс» та гарантує швидке підключення серверного обладнання, виступає головний керований комутатор.

Головною технічною вимогою до цього рівня обладнання є апаратна підтримка віртуальних локальних мереж (VLAN) за стандартом IEEE 802.1Q, наявність високошвидкісних оптичних портів (SFP+) для можливого майбутнього масштабування магістралей зв'язку та інтуїтивно зрозуміла операційна система для гнучкого адміністрування портів.

Для вибору найбільш ефективного рішення було проведено детальне порівняння керованих комутаторів корпоративного класу від відомих брендів MikroTik, Cisco та D-Link, результати якого об'єктивно відображено у таблиці 2.4. Враховуючи достатню комутаційну здатність, наявність двох сучасних портів SFP+ з пропускнуою здатністю 10 Гбіт/с та найбільш економічно виправдану вартість, беззаперечним лідером для потреб підприємства став смарт-комутатор MikroTik CSS610-8G-2S+IN.

Цей пристрій надійно працює під управлінням легкої, оптимізованої та стабільної операційної системи SwOS Lite, що ідеально підходить для поставлених інженерних завдань.

Зовнішній вигляд центрального комутатора показано на рисунку 2.3.

Таблиця 2.4 – Порівняльна характеристика керованих комутаторів

Характеристика	MikroTik CSS610-8G-2S+IN	Cisco Catalyst 1300	D-Link DGS-1210-10
1	2	3	4
Рівень керування	Smart Managed (L2)	Managed (L2/L3)	Web Smart (L2)
Кількість портів	8	8	8

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4
RJ-45			
Кількість портів SFP	2 x SFP+ (10 Гбіт/с)	2 x SFP (1 Гбіт/с)	2 x SFP (1 Гбіт/с)
Комутаційна здатність	56 Гбіт/с	20 Гбіт/с	20 Гбіт/с
Підтримка VLAN 802.1Q	Так (до 4094 ID)	Так	Так
Операційна система	SwOS Lite	Cisco IOS	D-Link OS
Орієнтовна вартість (грн)	~ 6400	~ 14500	~ 8200



Рисунок 2.3 – Зовнішній вигляд керованого комутатора MikroTik CSS610-8G-2S+IN

Організація безперебійного та високошвидкісного бездротового зв'язку в умовах сучасного IT-офісу вимагає встановлення надійної точки доступу, яка здатна витримувати велику кількість одночасних клієнтських підключень без

деградації пропускної здатності. Ключовими параметрами відбору для цього сегмента виступали підтримка двох частотних діапазонів радіоефіру (2.4 ГГц та 5 ГГц), стандарт бездротового зв'язку не нижче 802.11ac, можливість отримання живлення безпосередньо по магістральному кабелю витої пари (технологія PoE) та наявність інтелектуальної системи безшовного роумінгу. У порівняльному аналізі, що детально наведений у таблиці 2.5, розглядалися передові рішення від компаній TP-Link, Ubiquiti та MikroTik. Завдяки надзвичайно високій сукупній швидкості передачі даних до 1750 Мбіт/с, потужним внутрішнім антенам із підтримкою багатопотокової передачі MIMO 3x3 та бездоганній репутації щодо стабільності у корпоративному сегменті, остаточною вибором стала точка доступу Ubiquiti UAP-AC-PRO. Її естетичний зовнішній вигляд та зручність стельового монтажу повністю задовольняють архітектурні вимоги до організації сучасного робочого простору. Зображення пристрою наведено на рисунку 2.4.

Таблиця 2.5 – Порівняльна характеристика точок доступу Wi-Fi

Характеристика	Ubiquiti UAP-AC-PRO	TP-Link EAP245	MikroTik cAP ax
Стандарт Wi-Fi	802.11a/b/g/n/ac	802.11a/b/g/n/ac	802.11a/b/g/n/ac/ax
Діапазони частот	2.4 ГГц та 5 ГГц	2.4 ГГц та 5 ГГц	2.4 ГГц та 5 ГГц
Сукупна швидкість	До 1750 Мбіт/с	До 1750 Мбіт/с	До 1800 Мбіт/с
Антенa / MIMO	Вбудована / MIMO 3x3	Вбудована / MIMO 3x3	Вбудована / MIMO 2x2
Підтримка PoE	802.3af/at PoE+	802.3af/at PoE	Passive PoE
Орієнтовна вартість (грн)	~ 7200	~ 4400	~ 5200



Рисунок 2.4 – Зовнішній вигляд безпроводної точки доступу Ubiquiti UAP-AC-PRO

Завершальним, але найбільш критичним елементом захисту зовнішнього периметра мережі та забезпечення безпечного виходу всіх співробітників у глобальну мережу Інтернет є центральний маршрутизатор (мережевий шлюз).

Враховуючи гостру необхідність швидкої апаратної обробки складних правил міжмережевого екрану, підтримку VPN-тунелювання для захищеного віддаленого доступу адміністраторів та розширені можливості конфігурування мережевих політик пріоритезації трафіку, для розроблюваного проєкту було однозначно обрано маршрутизатор MikroTik hAP ac lite.

Даний пристрій оснащений потужним процесором, підтримує апаратне прискорення трансляції мережевих адрес (NAT) та працює під управлінням професійної операційної системи RouterOS рівня Level 4, яка надає системному адміністратору підприємства безмежні можливості для тонкого налаштування інфраструктури.

Зовнішній вигляд обраного мережевого шлюзу представлено на рисунку 2.5. Для фінального підрахунку орієнтовної вартості проєкту та формування остаточної інженерної специфікації, всі обрані компоненти активного та пасивного обладнання зведено до узагальненої таблиці розрахунку необхідності телекомунікаційного обладнання (таблиця 2.6).

					2026.КВР.123.412.15.00.00 ПЗ	Адк
						26
Зм.	Адк	№ докум.	Підпис	Дат		



Рисунок 2.5 – Зовнішній вигляд маршрутизатора MikroTik hAP ac lite

Таблиця 2.6 – Зведена таблиця розрахунку необхідності телекомунікаційного обладнання

Мережеві принтери	PR_1, PR_2	HP Color LaserJet Pro	1 шт.
1	2	3	4
Маршрутизатор (шлюз)	R_1	MikroTik hAP ac lite	1 шт.
Головний комутатор	SW_Central	MikroTik CSS326-24G-2S+RM	1
Некеровані комутатори	SW_1 – SW_6	TP-LINK TL-SG116	6 шт.
Точки доступу Wi-Fi	AP_1, AP_2, AP_3	Ubiquiti UAP-AC-PRO	3 шт.
Сервер		Dell PowerEdge	

Продовження таблиці 2.6

1	2	3	4
корпоративний	S_1	R440	1 шт.
ДБЖ	-	LogicPower PRO RM	1 шт.
Телекомунікаційна шафа	-	Шафа серверна 19" 12U	1 шт.
Мережевий кабель	-	UTP cat 5e (мідь)	1000 м

2.3 Особливості монтажу мережі

Монтаж кабельної інфраструктури на базі неекранованої витвої пари (UTP) категорії 5е є надзвичайно відповідальним етапом при створенні надійної локальної обчислювальної мережі для приватного підприємства «ТерноСофт Сервіс». Саме від суворого дотримання інженерних норм під час фізичного прокладання комунікацій залежить стабільність та швидкість передавання гігабітних потоків даних між відділом розробки, адміністрацією та центральним сервером. Враховуючи архітектурні особливості відкритого робочого простору (open space) та наявність виділеної серверної кімнати, прокладання горизонтальної кабельної підсистеми здійснюється у спеціалізованих настінних пластикових кабель-каналах та за підвісними стелями. Це не лише забезпечує естетичний вигляд сучасного ІТ-офісу, але й надійно захищає крихкі мідні провідники від випадкових механічних пошкоджень під час щоденної експлуатації приміщень персоналом компанії.

Під час безпосереднього укладання кабельних трас інженери підприємства повинні суворо дотримуватися правила мінімального радіуса вигину, який для кабелів категорії 5е не повинен бути меншим за чотири зовнішні діаметри самого

					2026.КВР.123.412.15.00.00 ПЗ	Арк
						28
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		

кабелю. Згинання комунікаційних ліній під гострим кутом, особливо у місцях підведення до робочих станцій чи комутаційних шаф, є категорично забороненим, оскільки це призводить до незворотного порушення геометрії внутрішнього скручування пар. Таке фізичне пошкодження неминуче викликає зміну хвильового опору провідника, що на практиці проявляється у вигляді суттєвого зниження швидкості передачі даних, виникнення перехресних завад та масової втрати пакетів при спробі передати інформацію на швидкості 1000 Мбіт/с. Окрім того, при вертикальному прокладанні трас між поверхами або всередині телекомунікаційної стійки з обладнанням MikroTik неприпустимо створювати надмірний натяг кабелю, для чого застосовуються спеціальні пластикові стяжки та кабельні організатори.

Окрема увага під час монтажних робіт у приміщеннях «ТерноСофт Сервіс» приділяється електромагнітній сумісності та ізоляції інформаційних магістралей від потужних джерел електричних завад. Інформаційні кабелі витої пари прокладаються на відстані не менше тридцяти сантиметрів від силових електричних ліній, трансформаторів, блоків безперебійного живлення (ДБЖ) та люмінесцентних світильників. У зонах, де паралельного прокладання уникнути неможливо, наприклад, у щільно заповненій серверній шафі, обов'язково використовується метод перетину силових та інформаційних кабелів виключно під прямим кутом (90 градусів). Завершальним етапом монтажу є системне маркування кожного кабельного сегмента з обох кінців — біля інформаційної розетки користувача та на патч-панелі комутатора. Наявність чітких термостійких етикеток дозволяє системному адміністратору миттєво ідентифікувати приналежність лінії до конкретного VLAN-сегмента (наприклад, мережі розробників чи бухгалтерії), що критично спрощує подальше технічне обслуговування, локалізацію апаратних збоїв та модернізацію мережі підприємства.

2.4 Тестування комп'ютерної мережі

Після повного завершення фізичного монтажу, обтискання конекторів та базового конфігурування активного мережевого обладнання настає обов'язковий

					2026.КВР.123.412.15.00.00 ПЗ	Арк
						29
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		

етап тестування комп'ютерної мережі «ТерноСофт Сервіс». Оскільки компанія спеціалізується на розробці програмного забезпечення та регулярно оперує великими масивами даних, перевірка реальної пропускної здатності та стабільності з'єднань є життєво необхідною. Для комплексного вирішення цього завдання використовується спеціалізована кросплатформна утиліта iPerf3. Даний програмний інструмент працює за клієнт-серверною архітектурою і дозволяє з високою точністю виміряти максимальну швидкість передачі даних між будь-якими двома вузлами в межах локальної мережі (LAN) або бездротового сегмента (Wi-Fi), повністю ігноруючи обмеження пропускної здатності від зовнішнього інтернет-провайдера. Робота з утилітою здійснюється через інтерфейс командного рядка операційної системи Windows, що є стандартною та зручною практикою для технічних фахівців підприємства.

```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [Version 10.0.19045.7058]
(c) Корпорация Майкрософт (Microsoft Corporation). Все права защищены.

C:\Users\artur>ipconfig

Настройка протокола IP для Windows

Адаптер Ethernet Ethernet:

    Состояние среды. . . . . : Среда передачи недоступна.
    DNS-суффикс подключения . . . . . :

Адаптер беспроводной локальной сети Подключения через локальную сеть* 1:

    Состояние среды. . . . . : Среда передачи недоступна.
    DNS-суффикс подключения . . . . . :

Адаптер беспроводной локальной сети Подключения через локальную сеть* 2:

    Состояние среды. . . . . : Среда передачи недоступна.
    DNS-суффикс подключения . . . . . :

Адаптер беспроводной локальной сети Wi-Fi:

    DNS-суффикс подключения . . . . . :
    Локальный IPv6-адрес канала . . . : fe80::26b8:e26a:a0e9:e40d%11
    IPv4-адрес. . . . . : 192.168.0.119
    Маска подсети . . . . . : 255.255.255.0
    Основной шлюз. . . . . : 192.168.0.1

Адаптер Ethernet Подключения через сеть Bluetooth:

    Состояние среды. . . . . : Среда передачи недоступна.
    DNS-суффикс подключения . . . . . :
```

Рисунок 2.6 – Використання команди ipconfig для визначення IP-адреси вузла

Методика тестування передбачає почергову перевірку кожного логічного сегмента мережі. На першому етапі системному адміністратору необхідно дізнатися точну IP-адресу комп'ютера, який буде виступати в ролі сервера. Для цього на робочій станції у серверній кімнаті відкривається командний рядок (cmd) та вводиться базова мережева команда `ipconfig`. Ця утиліта відображає поточну конфігурацію всіх мережевих інтерфейсів ПК, серед яких фахівець фіксує значення IPv4-адреси для подальшого використання у тестах.

Після визначення мережевої адреси, на цьому ж центральному комп'ютері запускається утиліта `iPerf3` у режимі очікування вхідних з'єднань (режим сервера). Для цього у командному рядку вводиться директива `iperf3.exe -s`. Після натискання клавіші Enter система відкриває мережевий порт 5201 і переходить у стан прослуховування, очікуючи на тестові пакети від інших робочих станцій мережі «ТерноСофт Сервіс».

```
C:\iperf>iperf3.exe -s
-----
Server listening on 5201
-----
```

Рисунок 2.7 – Запуск утиліти `iPerf3` у режимі сервера

Наступним кроком технічний спеціаліст, використовуючи портативний ноутбук із запущеною клієнтською частиною утиліти, підключається до інформаційних розеток у кабінетах відділу розробки та адміністрації. У командному рядку клієнтського ПК вводиться директива `iperf3.exe -c [IP-адреса сервера]`. Після запуску утиліта генерує масивний потік тестових TCP-пакетів протягом заданого часу, фіксуючи середню пропускну здатність каналу у мегабітах на секунду (Mbits/sec). В ідеальних умовах при використанні комутаторів TP-Link та MikroTik, а також правильно обтиснутого кабелю категорії 5е, реальна зафіксована швидкість дротового з'єднання повинна стабільно триматися на рівні 850–950 Мбіт/с.

```

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe - iperf3.exe -s

c:\iperf>iperf3.exe -c 192.168.1.1
iperf3: error - unable to connect to server: Connection timed out

c:\iperf>iperf3.exe -s
-----
Server listening on 5201
-----
Accepted connection from 192.168.1.1, port 49728
[ 5] local 192.168.1.5 port 5201 connected to 192.168.1.1 port 49729
[ ID] Interval      Transfer    Bandwidth
[ 5]  0.00-1.00  sec    99.6 MBytes  835 Mbits/sec
[ 5]  1.00-2.00  sec   97.9 MBytes  821 Mbits/sec
[ 5]  2.00-3.00  sec   103 MBytes  868 Mbits/sec
[ 5]  3.00-4.00  sec   103 MBytes  868 Mbits/sec
[ 5]  4.00-5.00  sec   103 MBytes  863 Mbits/sec
[ 5]  5.00-6.00  sec   103 MBytes  861 Mbits/sec
[ 5]  6.00-7.00  sec   103 MBytes  867 Mbits/sec
[ 5]  7.00-8.00  sec   103 MBytes  868 Mbits/sec
[ 5]  8.00-9.00  sec   103 MBytes  862 Mbits/sec
[ 5]  9.00-10.00 sec   103 MBytes  862 Mbits/sec
[ 5] 10.00-10.03 sec    3.12 MBytes  855 Mbits/sec
-----
[ ID] Interval      Transfer    Bandwidth
[ 5]  0.00-10.03 sec    0.00 Bytes  0.00 bits/sec
[ 5]  0.00-10.03 sec    1.00 GBytes  857 Mbits/sec
-----
Server listening on 5201
-----

```

Рисунок 2.8 – Процес тестування пропускної здатності мережі між клієнтом та сервером

Будь-які суттєві просідання швидкісних показників, виявлені під час тестування, свідчать про наявність фізичного пошкодження магістрального кабелю, неякісного контакту в роз'ємі RJ-45 або неоптимального налаштування портів комутатора.

Окрім тестування дротових магістралей, аналогічній перевірці підлягає бездротовий сегмент Wi-Fi, розгорнутий на базі точки доступу Ubiquiti. Заміри швидкості проводяться у різних зонах офісу, що дозволяє технікам скласти реальну карту радіопокриття, виявити «сліпі зони» та відкоригувати рівень вихідної потужності антен.

За результатами цього комплексного тестування формується фінальний технічний звіт, який підтверджує повну готовність локальної обчислювальної мережі підприємства «ТерноСофт Сервіс» до введення в комерційну експлуатацію.

3 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Налаштування шлюза MikroTik

Практична реалізація спроектованої комп'ютерної мережі приватного підприємства «ТерноСофт Сервіс» розпочинається з базового конфігурування головного мережевого шлюзу, роль якого виконує маршрутизатор MikroTik hAP ac lite. Для забезпечення максимальної гнучкості та зручності адміністрування, налаштування пристрою здійснюється не через стандартний веб-інтерфейс, а за допомогою спеціалізованої офіційної утиліти WinBox. На початковому етапі здійснюється фізичне підключення кабелю від інтернет-провайдера до першого порту маршрутизатора, а комп'ютер адміністратора підключається до будь-якого вільного локального порту. Після запуску утиліти WinBox пристрій автоматично виявляється за його MAC-адресою у вкладці Neighbors. Авторизація відбувається з використанням стандартних заводських облікових даних. Одразу після успішного входу в систему критично важливим кроком є повне видалення стандартної конфігурації за допомогою команди Remove Configuration, що дозволяє уникнути будь-яких логічних конфліктів у майбутньому та розпочати процес налаштування маршрутизатора з абсолютно чистого аркуша. Наступний етап конфігурування полягає у логічному структуруванні фізичних мережевих інтерфейсів маршрутизатора, де перший порт призначається магістральним.

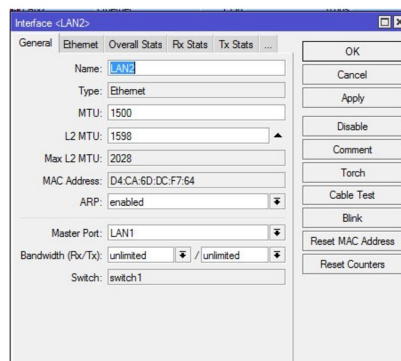


Рисунок 3.1 – Відображення списку мережевих інтерфейсів в утиліті WinBox

					2026.КВР.123.412.15.00.00 ПЗ	Адк 33
Зм.	Адк	№ докум.	Підпис	Дат		

Оскільки топологія мережі передбачає використання єдиного адресного простору для базових сегментів, створюється віртуальний інтерфейс Bridge, до якого додаються локальні фізичні порти. Зважаючи на архітектурну потребу розділення мережі «ТерноСофт Сервіс» на ізольовані віртуальні підмережі для розробників, інженерів та бухгалтерії, на базі магістрального інтерфейсу (Trunk-порту), який з'єднує маршрутизатор із центральним керованим комутатором, створюються відповідні VLAN-інтерфейси. Забезпечення повноцінної маршрутизації вимагає точного налаштування параметрів стека протоколів TCP/IP. Маршрутизатору призначаються статичні IP-адреси: зовнішня адреса, надана інтернет-провайдером, жорстко прив'язується до інтерфейсу WAN, тоді як внутрішні локальні IP-адреси призначаються створеним раніше віртуальним інтерфейсам підмереж. Кожній підмережі присвоюється унікальний адресний простір, що гарантує надійну ізоляцію трафіку між різними відділами ІТ-компанії на рівні маршрутизатора.

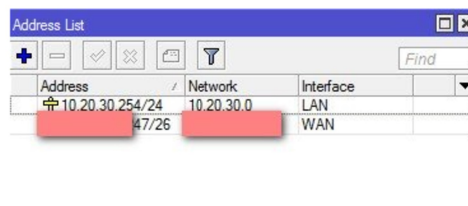


Рисунок 3.2 – Налаштування логічної адресації для локальних інтерфейсів

Для коректного перетворення доменних імен у системі вказуються адреси надійних DNS-серверів, а також створюється статичний маршрут за замовчуванням (Default Route) із вказівкою IP-адреси шлюзу провайдера, куди буде спрямовуватися весь невідомий зовнішній трафік. Обов'язковою умовою функціонування локальної мережі є налаштування механізму трансляції мережевих адрес (NAT). У розділі налаштувань міжмережевого екрану створюється нове правило з ланцюжком srcnat та вихідним інтерфейсом WAN, для якого застосовується дія masquerade. Це дозволяє всім комп'ютерам внутрішньої мережі

«ТерноСофт Сервіс» отримувати безпечний доступ до Інтернету, приховуючи свої реальні локальні IP-адреси за єдиною зовнішньою адресою маршрутизатора.

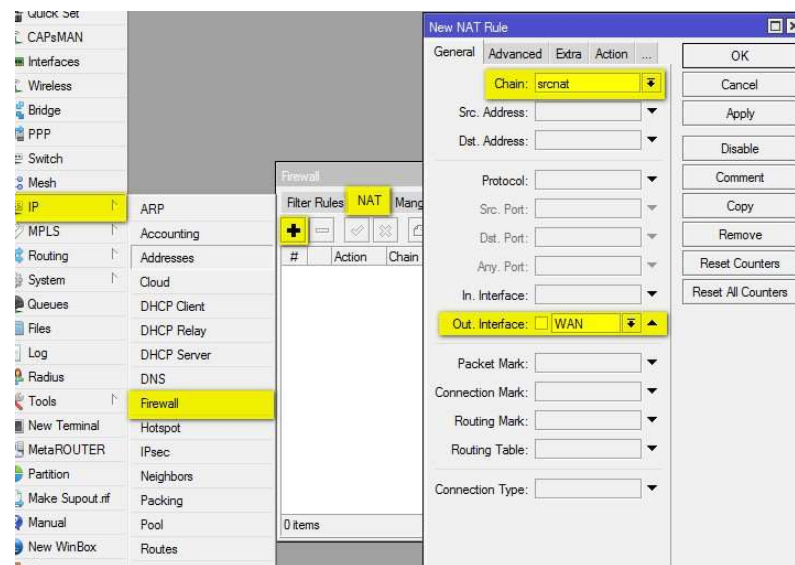


Рисунок 3.3 – Налаштування трансляції мережевих адрес (NAT) для доступу в Інтернет

Фінальним, але стратегічно найважливішим етапом налаштування мережевого шлюзу MikroTik є імплементація базових політик кібербезпеки та захисту інфраструктури від зовнішнього втручання. Першочергово в системі встановлюється коректний локальний час та часовий пояс для забезпечення точності записів у системних журналах. Стандартний порожній пароль адміністратора негайно замінюється на складну криптографічну комбінацію. З метою мінімізації потенційних векторів атаки, системний адміністратор примусово відключає всі непотрібні або застарілі протоколи віддаленого управління, такі як Telnet, FTP та API, залишаючи активним виключно захищений доступ через утиліту WinBox. Додатковий рівень безпеки реалізується шляхом створення суворих правил міжмережевого екрану (Firewall), які дозволяють проходити лише встановленим та пов'язаним з'єднанням, водночас безумовно блокуючи будь-який несанкціонований вхідний трафік із зовнішньої мережі Інтернет на WAN-інтерфейс маршрутизатора.

					2026.КВР.123.412.15.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		35

3.2 Налаштування комутатора MikroTik CSS610-8G-2S+IN

Конфігурування центрального 24-портового керованого комутатора MikroTik CSS326-24G-2S+RM є наступним логічним кроком у розгортанні локальної обчислювальної мережі для «ТерноСофт Сервіс». На відміну від головного маршрутизатора компанії, який працює під управлінням RouterOS, обрана модель смарт-комутатора функціонує на базі спеціалізованої операційної системи SwOS Lite. Ця система оптимізована виключно для виконання завдань швидкісної комутації на другому рівні моделі OSI (L2) та керується через інтуїтивно зрозумілий веб-інтерфейс. Початковий доступ до пристрою здійснюється через браузер за стандартною заводською IP-адресою, після чого в цілях безпеки адміністратор одразу змінює дефолтний пароль та призначає комутатору нову статичну адресу з виділеної підмережі управління (VLAN 50, що виділений для серверної інфраструктури). Для зручності ідентифікації пристрою в мережі йому присвоюється системне ім'я (System Identity), наприклад «SW_Central_TernoSoft».

Головним інженерним завданням комутатора є правильний логічний розподіл віртуальних локальних мереж (VLAN) між відповідними відділами підприємства: розробниками (VLAN 10), технічною підтримкою (VLAN 20), адміністрацією (VLAN 30), інженерним відділом (VLAN 40), серверною (VLAN 50) та сегментом Wi-Fi (VLAN 60). У веб-інтерфейсі SwOS на вкладці «VLANs» створюються відповідні записи для кожного ідентифікатора. Порти комутатора поділяються на два базових типи: магістральні (Trunk), які передають тегований трафік від маршрутизатора та до інших комутаторів доступу, і абонентські (Access), які віддають нетегований трафік кінцевим пристроям у кабінетах. Порт номер 1 налаштовується як магістральний для зв'язку з маршрутизатором R_1, тому для нього на вкладці «VLAN» параметр «VLAN Receive» встановлюється в значення «only tagged» (дозволити лише тегований трафік), а в таблиці йому дозволяється пропускати всі створені ідентифікатори підмереж. Аналогічним чином

					2026.KBP.123.412.15.00.00 ПЗ	Арк
						36
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		

конфігуруються порти з 2 по 7, які слугують магістралями (Trunk) до локальних некерованих комутаторів TP-Link у відкритих робочих просторах (Open Space) компанії.

Логіка конфігурації параметрів VLAN у веб-інтерфейсі SwOS Lite:

VLAN ID: 10 | Name: Dev_VLAN | Ports: Port 1 (Trunk), Ports 2-3 (Trunk)

VLAN ID: 20 | Name: QA_VLAN | Ports: Port 1 (Trunk), Port 4 (Trunk)

VLAN ID: 30 | Name: Admin_VLAN | Ports: Port 1 (Trunk), Port 5 (Trunk)

VLAN ID: 40 | Name: Eng_VLAN | Ports: Port 1 (Trunk), Ports 6-7 (Trunk)

VLAN ID: 50 | Name: Server_VLAN | Ports: Port 1 (Trunk), Port 8 (Access)

VLAN ID: 60 | Name: WiFi_VLAN | Ports: Port 1 (Trunk), Ports 9-11 (Access)

Для підключення локальних пристроїв безпосередньо до центрального комутатора, зокрема основного файлового сервера та бездротової точки доступу Ubiquiti, порти 8 та 9 переводяться у режим Access. Для цих портів параметр «VLAN Receive» перемикається в режим «only untagged», а в полі «Default VLAN ID» прописуються значення 50 та 60 відповідно. Завдяки такому конфігуруванню, сервер та точка доступу автоматично потрапляють у свої ізольовані безпечні підмережі без необхідності додаткового налаштування мережевих адаптерів на самих пристроях. Для підвищення рівня безпеки та запобігання мережевим штормам (Broadcast Storm), на комутаторі додатково активується функція IGMP Snooping та встановлюються ліміти на швидкість трансляції широкомовних пакетів. Після застосування всіх параметрів конфігурація автоматично зберігається в енергонезалежній пам'яті пристрою, і смарт-комутатор повністю готовий до безперебійної комутації гігабітних потоків даних.

3.3 Налаштування точки доступ

Організація стабільного та швидкісного бездротового сегмента мережі для мобільних пристроїв та портативних комп'ютерів співробітників приватного підприємства «ТерноСофт Сервіс» реалізується на базі точки доступу корпоративного класу Ubiquiti UAP-AC-PRO. Зазвичай для централізованого

управління великим масивом подібних пристроїв виробник пропонує розгорнути програмний комплекс UniFi Controller на окремому сервері.

Проте, враховуючи поточні масштаби ІТ-офісу та необхідність швидкого введення обладнання в експлуатацію, системним адміністратором було прийнято рішення здійснити конфігурування пристрою в автономному режимі (Standalone). Цей режим дозволяє виконати повноцінне налаштування всіх ключових параметрів радіоефіру та безпеки без використання додаткових апаратних або програмних контролерів, використовуючи виключно спеціалізований мобільний додаток. На етапі фізичного розгортання точки доступу підключаються кабелями витії пари до керованого комутатора MikroTik CSS326-24G-2S+RM, від якого вони одночасно отримують гігабітне інформаційне з'єднання та електричне живлення за стандартом Power over Ethernet (PoE), а також динамічні ІР-адреси від головного маршрутизатора мережі.

Для здійснення програмного конфігурування системному адміністратору необхідно завантажити офіційний безкоштовний додаток UniFi Network, який доступний у глобальних каталогах програмного забезпечення Google Play для операційних систем Android або App Store для пристроїв на базі iOS.

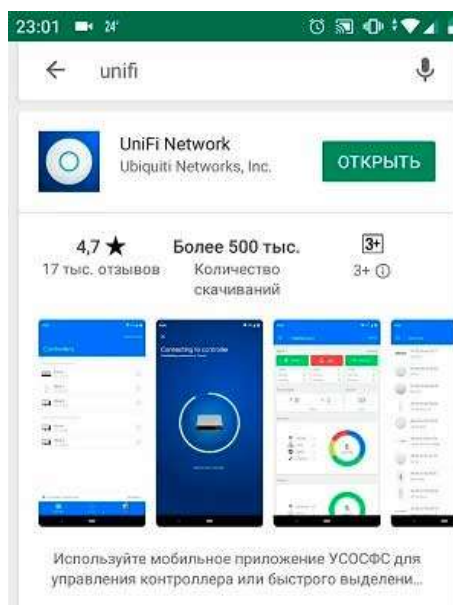


Рисунок 3.4 – Сторінка завантаження додатка UniFi Network у цифровому маркеті

					2026.КВР.123.412.15.00.00 ПЗ	Арк
						38
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		

Після успішного встановлення додатка на портативний пристрій адміністратора розпочинається процес ідентифікації та підключення точки доступу. Інтерфейс програми пропонує кілька варіантів виявлення нового обладнання. Якщо смартфон адміністратора вже підключений до тимчасової конфігураційної мережі або знаходиться в одній широкомовній зоні з точкою доступу, пристрій Ubiquiti автоматично відобразиться у списку доступного обладнання. Альтернативним і найбільш надійним методом бездротової прив'язки є використання функції сканування унікального QR-коду.

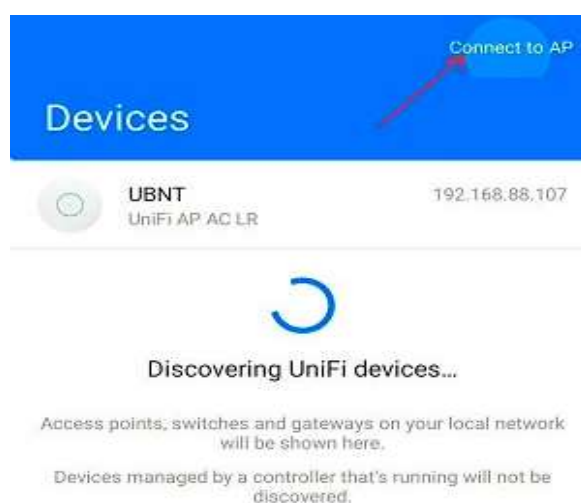


Рисунок 3.5 — Процес автоматичного пошуку пристроїв у додатку UniFi Network

Для реалізації альтернативного методу підключення адміністратор за допомогою камери смартфона зчитує заводський графічний QR-код, який фізично нанесений на тильну сторону корпусу точки доступу Ubiquiti UAP-AC-PRO.

Після успішного розпізнавання коду додаток встановлює безпечне зашифроване з'єднання з обладнанням по технології Bluetooth Low Energy (BLE) або через приховану технічну Wi-Fi мережу пристрою, переходячи безпосередньо до меню параметризації.

					2026.КВР.123.412.15.00.00 ПЗ	Арк
						39
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		



Рисунок 3.6 — Ідентифікація точки доступу шляхом сканування QR-коду

На етапі базового налаштування бездротової мережі (WLAN) системний адміністратор задає головний публічний ідентифікатор мережі (SSID), наприклад «TernoSoft_Corporate_WiFi», який буде видимим для клієнтських пристроїв співробітників у радіусі дії передавача. Для зручності відвідувачів та забезпечення додаткової ізоляції корпоративних ресурсів, паралельно створюється ізольована гостьова мережа «TernoSoft_Guest», трафік якої програмно відокремлюється за допомогою технології VLAN і не має маршрутизації до внутрішніх серверів та баз даних підприємства.

Особлива увага приділяється захисту інформаційного периметра від несанкціонованого доступу, тому в налаштуваннях безпеки в обов'язковому порядку активується сучасний протокол шифрування WPA2/WPA3-Personal, а також генерується складний криптографічний ключ (пароль). Використання стандарту WPA3 гарантує високу криптографічну стійкість завдяки алгоритму SAE

					2026.KBP.123.412.15.00.00 ПЗ	Адк
Зм.	Адк	№ докум.	Підпис	Дат		40

(Simultaneous Authentication of Equals), який унеможлиблює злам мережі методом офлайн-перебору (brute-force) та захищає керуючі кадри даних. Згенерований пароль доступу повинен складатися щонайменше з 16 символів, включаючи великі та малі літери, цифри й спеціальні знаки. Водночас усі застарілі та вразливі протоколи авторизації, такі як WEP або WPA-TKIP, примусово деактивуються адміністратором задля усунення будь-яких прогалин у безпеці.



Рисунок 3.7 — Конфігурування протоколів шифрування бездротової мережі

Для забезпечення оптимального покриття приміщення компанії та мінімізації впливу електромагнітних завад від сусідніх офісів, у додатку конфігуруються параметри радіомодулів.

Точка доступу Ubiquiti працює одночасно у двох частотних діапазонах: 2.4 ГГц (забезпечує кращу проникаючу здатність крізь стіни) та 5 ГГц (гарантує максимальну пропускну здатність для розробників та тестувальників).

Адміністратор вручну або автоматично обирає найменш завантажені радіоканали та встановлює відповідну ширину каналу (наприклад, 40 МГц для діапазону 5 ГГц) для досягнення балансу між швидкістю та стабільністю сигналу.



Рисунок 3.8 — Завдання ідентифікатора бездротової мережі (SSID) в UniFi Network

Завершальним етапом процесу введення бездротової точки доступу в комерційну експлуатацію є перевірка актуальності мікропрограмного забезпечення (прошивки).

Стрімкий розвиток мережевих загроз вимагає регулярного оновлення операційної системи пристрою.

У відповідному розділі додатка UniFi Network адміністратор ініціює запит до офіційних серверів Ubiquiti для пошуку та автоматичного завантаження останньої стабільної версії програмного коду. Після завантаження прошивки пристрій автоматично перезавантажується, застосовуючи всі збережені параметри безпеки та радіоефіру, після чого повноцінна бездротова інфраструктура підприємства «ТерноСофт Сервіс» стає готовою до обслуговування клієнтів.

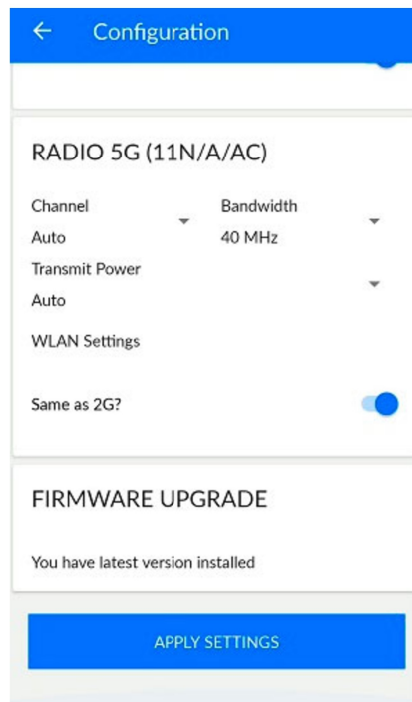


Рисунок 3.9 — Процес перевірки та оновлення мікропрограмного забезпечення пристрою

3.4 Інструкція з використання тестових наборів та тестових програм

Забезпечення надійної та безперебійної роботи спроектованої локальної обчислювальної мережі приватного підприємства «ТерноСофт Сервіс» вимагає проведення фінального етапу програмної діагностики з використанням стандартних тестових наборів та мережевих утиліт. Після завершення фізичного монтажу обладнання та конфігурування маршрутизаторів MikroTik і точок доступу

					2026.КВР.123.412.15.00.00 ПЗ	Адк
Зм.	Адк	№ докум.	Підпис	Дат		43

Ubiquiti, системний адміністратор зобов'язаний переконатися у відсутності логічних помилок маршрутизації та апаратних втрат пакетів. Основним інструментом для виконання первинної та поглибленої діагностики є вбудовані утиліти командного рядка операційної системи Windows, які працюють на базі базового мережевого протоколу керування повідомленнями (ICMP). Ці інструменти дозволяють технічним спеціалістам компанії не лише фіксувати факт наявності чи відсутності з'єднання між вузлами, але й вимірювати час затримки, виявляти перевантажені сегменти магістралей та контролювати стабільність радіоефіру в зонах покриття бездротової мережі Wi-Fi.

Фундаментальною програмою для перевірки доступності віддаленого або локального мережевого вузла на каналному та мережевому рівнях є утиліта Ping. Механізм її роботи полягає у відправленні серії стандартизованих ехо-запитів до цільової IP-адреси та очікуванні відповідних ехо-відповідей від тестованого пристрою. У повсякденній практиці інженерів «ТерноСофт Сервіс» ця команда використовується для швидкої перевірки зв'язку між робочою станцією розробника з однієї підмережі та центральним файловим сервером з іншої, а також для діагностики доступу до глобальної мережі Інтернет шляхом опитування зовнішніх публічних серверів. Результат виконання базової команди відображає відсоток успішно доставлених пакетів та час їхнього проходження у мілісекундах, що дозволяє об'єктивно оцінити якість фізичного з'єднання. Якщо час відгуку в межах локальної гігабітної мережі стабільно тримається на рівні менше однієї мілісекунди без різких коливань, це свідчить про високу якість обтискання кабелів та правильне налаштування портів комутатора.

Для проведення більш глибокого тестування навантаження та стабільності з'єднання під час інтенсивного обміну даними, утиліта Ping доповнюється специфічними ключами командного рядка, які значно розширюють її діагностичний функціонал. Використання параметра з літерою «t» переводить програму в режим безперервного відправлення пакетів, що є критично важливим під час тестування безшовного роумінгу між точками доступу або діагностики плаваючих апаратних несправностей, коли втрата пакетів відбувається періодично.

					2026.КВР.123.412.15.00.00 ПЗ	Арк
						44
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		

Для переривання такого безперервного тестування та виведення фінальної статистики адміністратор використовує стандартну комбінацію клавіш. За допомогою іншого параметра, що позначається літерою «l», технічний спеціаліст має можливість вручну змінити розмір тестового пакета зі стандартних тридцяти двох байт до максимально допустимих значень, створюючи таким чином штучне навантаження на комутаційну матрицю обладнання MikroTik та перевіряючи її здатність обробляти великі фрагментовані кадри даних. Додатковий параметр з літерою «n» застосовується для точного визначення кількості відправлених пакетів перед формуванням звіту, що дозволяє автоматизувати процес тестування великої кількості робочих станцій в офісі.

Додатковим, але не менш важливим інструментом у тестовому наборі системного адміністратора є програма Tracert, яка виконує функцію трасування маршруту. Оскільки мережева інфраструктура підприємства є сегментованою і містить кілька віртуальних підмереж (VLAN), пакети даних проходять через центральний маршрутизатор, який приймає рішення щодо їхнього подальшого спрямування.

Утиліта Tracert дозволяє покроково відстежити весь шлях проходження інформації від комп'ютера ініціатора до кінцевого сервера або зовнішнього ресурсу. Принцип дії програми базується на поступовому збільшенні параметра часу життя пакета (TTL), завдяки чому кожен проміжний вузол повертає адміністратору свою IP-адресу та час затримки на обробку.

Якщо на певному етапі передачі виникає помилка маршрутизації, неправильно налаштовані правила міжмережевого екрану або апаратний збій комутатора, утиліта чітко вкаже, на якому саме пристрої обірвався зв'язок.

Комплексне застосування вищезазначених тестових наборів є обов'язковою вимогою корпоративного стандарту «ТерноСофт Сервіс», оскільки лише після успішного проходження всіх етапів діагностики комп'ютерна мережа офіційно вважається прийнятою в експлуатацію.

					2026.КВР.123.412.15.00.00 ПЗ	Арк
						45
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		

4 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

Метою економічної частини кваліфікаційної роботи є здійснення економічних розрахунків, спрямованих на визначення економічної ефективності розробки проєкту комп'ютерної мережі для «ТерноСофт Сервіс» 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 доцільно дані витрат часу по окремих операціях технологічного процесу звести у таблицю. Виконавцями стадій технологічного процесу будуть: керівник проєкту, інженер, технік. В таблиці 4.1 наводяться стадії технологічного процесу та середній час їх виконання.

Таблиця 4.1 – Середній час виконання НДР та стадії технологічного процесу

№ п/п	Назва операції	Виконавець	Середній час виконання операції, год.
1.	Розробка логічної топології та планування адресації	керівник проєкту	15
2.	Фізичний монтаж кабельних магістралей та розеток	технік	15
3.	Встановлення телекомунікаційної шафи та комутаторів	технік	10

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4
4.	Програмне налаштування MikroTik та Ubiquiti	інженер	12
5.	Тестування мережі та оформлення документації	інженер	8
Разом	60	Разом	60

Загальний час виконання операцій технологічного процесу, які будуть виконуватись для проектування локальної мережі для «ТерноСофт Сервіс» становить 60 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 власником підприємства працівникові за виконану роботу. Заробітна плата працівника залежить від кінцевих результатів роботи підприємства, регулюється податками і максимальними розмірами не обмежується.

Основна заробітна плата розраховується за формулою 4.1:

$$З_{осн.} = T_c \times K_r, \quad (4.1)$$

де T_c – тарифна ставка, грн.; K_r – кількість відпрацьованих годин.

					2026.КВР.123.412.15.00.00 ПЗ	Арк
						47
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		

Основна заробітна плата становить:

1. Керівник проекту: $Z_{осн1} = 150 \cdot 15 = 2250,00$ грн.
2. Інженер: $Z_{осн2} = 140 \cdot 20 = 2800,00$ грн.
3. Технік: $Z_{осн3} = 120 \cdot 25 = 3000,00$ грн.

Сумарна основна заробітна плата становить: $Z_{осн} = 2250,00 + 2800,00 + 3000,00 = 8050,00$ грн.

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

$$Z_{дод.} = Z_{осн.} \times K_{додл.}, \quad (4.2)$$

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

Отже, додаткова заробітна плата по категоріях працівників становить (приймаємо 15%):

1. Керівник проекту: $Z_{дод1} = 2250,00 \cdot 0,15 = 337,50$ грн.
2. Інженер: $Z_{дод2} = 2800,00 \cdot 0,15 = 420,00$ грн.
3. Технік: $Z_{дод3} = 3000,00 \cdot 0,15 = 450,00$ грн.

Сумарна додаткова заробітна плата становить: $Z_{дод} = 337,50 + 420,00 + 450,00 = 1207,50$ грн.

Звідси загальні витрати на оплату праці (Во.п.) визначаються за формулою 4.3:

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

$$B_{о.п.} = 8050,00 + 1207,50 = 9257,50 \text{ грн.}$$

Відрахування на соціальні заходи становлять 22%. Отже, сума відрахувань на соціальні заходи буде обчислюватися за формулою 4.4:

					2026.КВР.123.412.15.00.00 ПЗ	Арк
						48
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		

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

де ФОП – фонд оплати праці, грн.

$$B_{c.з.} = 9257,50 \cdot 0,22 = 2036,65 \text{ грн.}$$

Проведені розрахунки витрат на оплату праці зведемо у таблицю 4.2.

Таблиця 4.2 – Зведені розрахунки витрат на оплату праці

№ п/ п	Категорія працівни- ків	Основна заробітна плата, грн.			Додатк. зароб. плата, грн.	Нарахув . на ФОП, грн.	Всього витрати на оплату праці, грн.
		Тариф. ставка, грн.	К-сть відпр. год.	Факт. нарах. з/пл., грн.			
1	Керівник проекту	150	15	2250	337,50	-	-
2	Інженер	140	20	2800	420	-	-
3	Технік	120	25	3000	450	-	-
Разом				8050	1207,50	2036,65	11294,15

Загальні витрати на оплату праці становлять 11294,15 грн.

4.3 Розрахунок матеріальних витрат

Матеріальні витрати визначаються за формулою 4.5 як добуток кількості витрачених матеріалів та їх ціни:

$$M_{\text{Ві}} = q_i \cdot p_i, \quad (4.5)$$

де q_i – кількість витраченого матеріалу i -го виду; p_i – ціна матеріалу i -го виду.

					2026.КВР.123.412.15.00.00 ПЗ	Арк
						49
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		

Звідси, загальні матеріальні витрати можна визначити за формулою 4.6:

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

Проведені розрахунки занесемо у таблицю 4.3.

Таблиця 4.3 – Зведені розрахунки матеріальних витрат

Обладнання	Одиниц і виміру	Фактично витрачено матеріалів	Ціна одиниці, грн.	Загальна сума витрат, грн.
1	2	3	4	5
Сервер Dell PowerEdge R440	шт.	1	109505	109505,00
SSD диск для сервера 2TB 2.5" SATAIII	шт.	2	8499	16998,00
Мережевий принтер HP Color LaserJet Pro 3202dn	шт.	2	13632	27264,00
Міжмережевий екран/роутер MikroTik hAP ac lite	шт.	1	2100	2100,00
комутатор MikroTik CSS610	шт.	1	6400	6400,00
Комутатори доступу TP-LINK TL-SG116	шт.	6	2800	16800,00

Продовження таблиці 4.3

1	2	3	4	5
Точки доступу Wi-Fi Ubiquiti UAP-AC-PRO	шт.	3	7200	21600,00
ДБЖ Smart-UPS LogicPower 2000 PRO RM	шт.	1	25000	25000,00
Шафа монтажна настінна 19" 12U	шт.	1	5800	5800,00
LAN кабель Cablexpert CAT5e, бухта 305м	шт.	4	3500	14000,00
Патч-панель 19" 24xRJ-45 UTP 1U	шт.	2	1400	2800,00
Кабельний організатор 19' 1U, перфорований	шт.	2	500	1000,00
Подовжувач до серверної шафи 19"	шт.	1	850	850,00
Розетка однопортова RJ-45, Cat5e, зовнішня	шт.	35	95	3325,00

Продовження таблиці 4.3

1	2	3	4	5
Патч-корд литий UTP RJ45 Cat.5e 3м (до ПК)	шт.	35	100	3500,00
Патч-корд литий UTP RJ45 Cat.5e 0.5м (до свіча)	шт.	45	75	3375,00
Короб пластиковий 25x16x2000мм	шт.	50	65	3250,00
Сітчастий лоток 100x50 мм, оцинкований	м	50	215	10750,00
Разом				274317,00

Загальна сума матеріальних витрат становить 274317,00 грн.

4.4 Розрахунок витрат на електроенергію

Затрати на електроенергію 1-ці обладнання визначаються за формулою 4.7:

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

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

Час роботи ПК над даним проєктом становить 35 годин, споживана потужність - 0,5 кВт/год., вартість 1 кВт електроенергії – 15,94 грн. Тому витрати на електроенергію будуть становити:

					2026.КВР.123.412.15.00.00 ПЗ	Арк
						52
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		

$$З_е = 0,5 \cdot 35 \cdot 15,94 = 278,95 \text{ грн.}$$

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.

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

де $T_в$ – транспортні витрати.

Отже, транспортні витрати будуть становити:

$$T_в = 274317,00 \cdot 0,08 = 21945,36 \text{ грн.}$$

4.6 Розрахунок суми амортизаційних відрахувань

Комп'ютери та оргтехніка належать до четвертої групи основних фондів. Мінімально допустимі строки їх використання 2 роки. Для визначення амортизаційних відрахувань застосовуємо формулу 4.9:

$$A = \frac{Б_в \cdot Н_а}{100\%} \cdot T, \quad (4.9)$$

де A – амортизаційні відрахування за звітний період, грн. $Б_в$ – балансова вартість групи основних фондів на початок звітного періоду, грн.; $Н_а$ – норма амортизації, %; T – кількість годин роботи обладнання, год.

Враховуючи, що ПК використовується при роботі над даним проектом 35 год., балансова вартість ПК – 35000 грн., тому:

$$A = \frac{35000 \cdot 0,04}{150} \cdot 35 = 326,67 \text{ грн.}$$

					2026.КВР.123.412.15.00.00 ПЗ	Арк
						53
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		

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.

$$H_v = B_{o.n.} \cdot 0,2 \dots 0,6, \quad (4.1)$$

де H_v – накладні витрати.

$$H_v = 9257,50 \cdot 0,4 = 3703,00 \text{ грн.}$$

4.8 Складання кошторису витрат та визначення собівартості НДР

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

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

Таблиця 4.4 – Кошторис витрат НДР

Зміст витрат	Сума, грн.	В % до загальної суми
Витрати на оплату праці (основну і додаткову заробітну плату)	9257,50	2,97
Відрахування на соціальні заходи	2036,65	0,65
Матеріальні витрати	274317,00	87,96

					2026.КВР.123.412.15.00.00 ПЗ	Арк
						54
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		

Продовження таблиці 4.4

1	2	3
Витрати на електроенергію	278,95	0,09
Транспортні витрати	21945,36	7,04
Амортизаційні відрахування	326,67	0,10
Накладні витрати	3703,00	1,19
Собівартість	311865,13	100,00

Собівартість (Св) НДР розраховуємо за формулою 4.11:

$$C_B = B_{o.n.} + B_{c.z.} + Z_{m.g.} + Z_e + T_e + A + H_e, \quad (4.11)$$

Собівартість дорівнює СВ = 311865,13 грн.

4.9 Розрахунок ціни НДР

Ціну НДР можна визначити за формулою 4.12:

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

де $P_{\text{рен}}$ – рівень рентабельності; ПДВ – ставка податку на додану вартість.

$$\text{Ц} = 311865,13 \cdot (1 + 0,25) \cdot (1 + 0,20) = 467797,70 \text{ грн.}$$

4.10 Визначення економічної ефективності і терміну окупності капітальних вкладень

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

Для визначення ефективності продукту розраховують чисту теперішню вартість (ЧТВ) і термін окупності ($T_{ок}$), який можна визначити за формулою 4.13.

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

де K_B – затрати на проект; Γ_{Π} – грошовий потік за t – ий рік; t – відповідний рік проекту; i – величина дисконтної ставки (10...15%).

Якщо $ЧТВ \geq 0$, то проект може бути рекомендований до впровадження.

$$ЧТВ = -311865,13 + \frac{2277616,07}{(1+0,1)} + \frac{277616,07}{(1+0,1)^2} = 169947,88 \text{ грн.}$$

Термін окупності визначається за формулою 4.14:

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

де $T_{пв}$ – період до повного відшкодування витрат, років; H_B – невідшкодовані витрати на початок року, грн.; $\Gamma_{пр}$ – грошовий потік на початок року, грн.

$$T_{ок} = 1 + \frac{59486,88}{277616,07} = 1,2$$

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

					2026.КВР.123.412.15.00.00 ПЗ	Арк
						56
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		

Таблиця 4.5 - Техніко-економічні показники розробки мережі

№ п/п	Показник	Значення
1	Собівартість, грн.	311865,13
2	Плановий прибуток, грн.	155932,5
3	Ціна, грн.	467797,70
4	Чиста теперішня вартість, грн.	169947,88
5	Термін окупності, рік	1,2

Загальна вартість розробленої мережі для «ТерноСофт Сервіс» становить 467797,70 грн. Термін окупності становить 1,2 роки

					2026.КВР.123.412.15.00.00 ПЗ	Арк
						57
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		

5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

Охорона праці на підприємствах галузі інформаційних технологій є невід'ємною складовою забезпечення ефективного виробничого процесу. Основною метою розробки даного розділу є створення безпечних умов праці для інженерно-технічного персоналу компанії «ТерноСофт Сервіс», який займається проектуванням, монтажем та обслуговуванням локальних обчислювальних мереж, а також мінімізація ризиків виникнення надзвичайних ситуацій на робочих місцях та в серверних приміщеннях.

5.1 Розробка нормативних актів та інструкцій з пожежної безпеки, що діють у межах підприємства «ТерноСофт Сервіс»

Забезпечення високого рівня пожежної безпеки в ІТ-компанії «ТерноСофт Сервіс» базується на суворому та неухильному дотриманні вимог Кодексу цивільного захисту України, Правил пожежної безпеки в Україні та відповідних галузевих стандартів. Враховуючи специфіку діяльності підприємства, що характеризується наявністю значної кількості дороговартісної обчислювальної техніки, щільною концентрацією активного мережевого обладнання та розгалуженою інфраструктурою кабельних магістралей, керівництво компанії зобов'язане розробити, затвердити та впровадити вичерпну внутрішню нормативну базу. Основоположним регламентуючим документом є загальний Наказ керівника «Про встановлення протипожежного режиму на підприємстві». Цим наказом офіційно визначаються спеціально обладнані місця для куріння, регламентується суворий порядок знеструмлення комп'ютерного та офісного електрообладнання після закінчення робочої зміни, встановлюються правила проведення тимчасових вогневих робіт під час ремонту приміщень, а також поіменно призначаються посадові особи, які несуть персональну відповідальність за стан пожежної безпеки в окремих кабінетах, робочих залах та серверній кімнаті.

					2026.КВР.123.412.15.00.00 ПЗ	Арк
						58
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		

На основі базового наказу відділом охорони праці розробляються спеціалізовані інструкції з пожежної безпеки, які структурно поділяються на загальнооб'єктові, інструкції для конкретних приміщень та інструкції для проведення специфічних видів робіт. Загальнооб'єктова інструкція детально регламентує правила утримання евакуаційних шляхів (коридорів, сходових кліток), які категорично забороняється захаращувати меблями чи обладнанням, визначає порядок роботи систем автоматичного пожежного оповіщення та покрокові дії персоналу у разі виявлення ознак задимлення або відкритого полум'я. Окрема, найбільш сувора Інструкція з пожежної безпеки розробляється безпосередньо для серверної кімнати, де функціонує головний комутатор MikroTik, сервери та джерела безперебійного живлення. У цьому документі жорстко прописана заборона на зберігання будь-яких горючих матеріалів (паперу, пакувальної тари) в радіусі одного метра від телекомунікаційної шафи. Інструкція категорично забороняє використання пінних, водних або порошкових вогнегасників для локалізації займання обладнання, що перебуває під напругою, регламентуючи застосування виключно вуглекислотних вогнегасників (типу ВВК) або стаціонарних систем автоматичного газового пожежогасіння.

Фундаментальним елементом внутрішньої нормативної бази підприємства є документація, що регламентує безперервне навчання та перевірку знань персоналу з питань пожежної безпеки. На підприємстві розроблено та керівником затверджено детальні програми проведення вступного (при прийомі на роботу), первинного (на робочому місці), повторного (раз на півроку), позапланового та цільового протипожежних інструктажів. Кожен співробітник компанії «ТерноСофт Сервіс» після проходження відповідного навчання зобов'язаний розписатися в офіційному Журналі реєстрації інструктажів з питань пожежної безпеки. Крім теоретичних знань, персонал повинен орієнтуватися в графічній частині нормативної бази — Планах евакуації. Ці плани, що складаються з креслення приміщень із зазначенням основних та запасних виходів, а також текстової частини з алгоритмом дій, обов'язково розміщуються на видних місцях у кожному робочому залі на висоті, зручній для зорового сприйняття.

					2026.КВР.123.412.15.00.00 ПЗ	Арк
						59
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		

5.2 Організаційні заходи електробезпеки під час обслуговування активного мережевого обладнання

Процес розгортання та подальшого технічного обслуговування сучасної корпоративної комп'ютерної мережі нерозривно пов'язаний з постійною взаємодією системних інженерів з активним мережевим обладнанням, телекомунікаційними шафами та джерелами безперебійного живлення (ДБЖ), які функціонують від промислової електромережі з небезпечною для життя людини напругою 220 В. Для унеможливлення випадків ураження персоналу електричним струмом на підприємстві реалізується суворий комплекс організаційних заходів електробезпеки, що повністю відповідає вимогам державних Правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів (ПБЕЕС). Першочерговим організаційним заходом є жорсткий контроль кваліфікації персоналу: до самостійного обслуговування серверних стійок, заміни блоків живлення маршрутизаторів та роботи в розподільчих електрощитах допускаються виключно особи, які досягли повноліття, пройшли обов'язковий медичний огляд, спеціальне навчання та здали іспит на отримання кваліфікаційної групи з електробезпеки не нижче III. Працівники, що працюють виключно з персональними комп'ютерами (програмісти), повинні мати I групу з електробезпеки, яка присвоюється шляхом проведення щорічного інструктажу.

Другим, найбільш об'ємним організаційним заходом є правильне та своєчасне документальне оформлення робіт. Будь-які оперативні втручання, пов'язані з частковим або повним зняттям напруги в серверній кімнаті під час підключення нового обладнання, виконуються виключно на підставі виданого наряду-допуску, розпорядження або в порядку поточної експлуатації. Наряд-допуск є письмовим документом, який чітко регламентує місце, точний час початку та закінчення робіт, умови їх безпечного проведення, а також склад інженерної бригади. Допуск до роботи здійснюється лише після виконання повного комплексу технічних підготовчих заходів: проведення видимого розриву електричного кола, вивішування попереджувальних плакатів («Не вмикати! Працюють люди»),

					2026.КВР.123.412.15.00.00 ПЗ	Арк
						60
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		

перевірки відсутності напруги за допомогою справного покажчика та накладання переносного захисного заземлення на струмоведучі частини. Лише після візуальної перевірки цих заходів керівник робіт проводить цільовий інструктаж безпосередньо біля відкритої серверної шафи і дозволяє інженерам приступити до виконання завдання.

Не менш важливими організаційними заходами є безперервний нагляд під час виконання робіт та правильне оформлення перерв і закінчення робочого процесу. Під час конфігурування або фізичного монтажу обладнання в умовах щільного розміщення кабелів, наглядач (або відповідальний керівник робіт) зобов'язаний постійно перебувати на робочому місці. Його головна функція — контролювати дії членів бригади, не допускати їх випадкового наближення до струмоведучих частин, що залишилися під напругою (наприклад, акумуляторних батарей ДБЖ), та слідкувати за правильним використанням діелектричних рукавичок та ізольованого ручного інструменту. Після завершення всіх маніпуляцій проводиться етап приймання робочого місця: інженери прибирають інструмент, знімають тимчасові заземлення, закривають захисні панелі обладнання, після чого наряд-допуск офіційно закривається підписом, що є дозволом для подачі робочої напруги на модернізований сегмент мережі.

5.3 Захист від локальних вібрацій серверних стійок та оптимізація мікроклімату приміщень

У процесі інтенсивної експлуатації розгалуженої корпоративної мережі підприємства «ТерноСофт Сервіс» виникає специфічна інженерна проблема — генерація локальних структурних вібрацій. Головним джерелом цих мікровібрацій виступають системи активного охолодження (високошвидкісні кулери, що працюють на швидкостях понад 10 000 обертів на хвилину), шпинделі жорстких дисків великої ємності та масивні трансформатори джерел безперебійного живлення, які жорстко змонтовані в єдиній металевій 19-дюймовій серверній шафі. Тривалий вплив некомпенсованої вібрації не лише створює низькочастотний

					2026.КВР.123.412.15.00.00 ПЗ	Арк
						61
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		

акустичний шум, що передається через перекриття і викликає втому у працівників суміжних приміщень, але й несе пряму загрозу для самого апаратного забезпечення. Структурні коливання здатні призводити до поступового послаблення контактних з'єднань у розетках RJ-45, порушення пайки мікросхем на материнських платах, а також до фатальних помилок позиціонування зчитувальних головок механічних жорстких дисків сервера.

Для ефективного захисту від локальних вібрацій та забезпечення довговічності інфраструктури на підприємстві застосовується багаторівневий комплекс інженерно-технічних рішень. На макрорівні телекомунікаційна шафа встановлюється на спеціальні віброізоляційні платформи або масивні гумові опори, які фізично розривають жорсткий зв'язок між металевим каркасом стійки та бетонною підлогою будівлі. На мікрорівні кріплення найважчих та найбільш вібронавантажених елементів (серверів та ДБЖ) до вертикальних юнітових (1U/2U) напрямних здійснюється з обов'язковим використанням демпферних прокладок, поліуретанових шайб та спеціальних антивібраційних гвинтів. Такі заходи дозволяють поглинути і розсіяти до 80% кінетичної енергії коливань безпосередньо в місці їх виникнення, захищаючи чутливе комутаційне обладнання MikroTik та Ubiquiti.

Оптимізація параметрів мікроклімату як у серверній кімнаті, так і в робочих залах є критично необхідною умовою для збереження працездатності електронних компонентів і підтримки високої продуктивності інженерів. Сучасні багатопортові комутатори з підтримкою технології PoE (Power over Ethernet) та сервери виділяють колосальну кількість теплової енергії. Згідно з санітарними нормами та технічними регламентами виробників обладнання, у серверній кімнаті повинна цілодобово підтримуватися температура на рівні 20–22 °C, а відносна вологість — у строгому діапазоні від 45% до 55%. Падіння вологості повітря нижче 40% є вкрай небезпечним, оскільки пересушене повітря сприяє накопиченню статичної електрики, розряд якої (ESD) здатен миттєво вивести з ладу мікропроцесори маршрутизаторів. Натомість підвищена вологість (понад 60%) провокує утворення конденсату та прискорену корозію мідних контактів.

					2026.КВР.123.412.15.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		62

Для стабільного забезпечення необхідних кліматичних параметрів у спеціалізованому приміщенні серверної застосовуються прецизійні системи кондиціонування повітря, які працюють у безперервному резервованому режимі (схема N+1) з функцією автоматичного зволоження або осушення. Крім того, повітряні потоки всередині шафи розділяються за принципом «холодних» та «гарячих» коридорів для запобігання змішуванню відпрацьованого і охолодженого повітря. У загальних робочих залах відкритого типу (open space), де розташовані робочі станції персоналу, оптимізація мікроклімату реалізується шляхом монтажу сучасних інверторних спліт-систем та організації ефективної припливно-витяжної вентиляції. Це гарантує постійне оновлення повітряних мас, запобігає накопиченню вуглекислого газу (що викликає зниження концентрації уваги у розробників) та забезпечує підтримання швидкості руху повітря на рівні не більше 0,1–0,2 м/с, що повністю виключає дискомфорт та виникнення застудних захворювань через протяги.

					2026.КВР.123.412.15.00.00 ПЗ	Арк
						63
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		

ВИСНОВКИ

У результаті виконання кваліфікаційної роботи було успішно вирішено актуальне інженерно-технічне завдання — спроектовано та підготовлено до впровадження сучасну, надійну та масштабовану локальну обчислювальну мережу для приватного ІТ-підприємства «ТерноСофт Сервіс». На основі глибокого аналізу інформаційних потоків компанії, архітектурних особливостей приміщення та вимог до пропускної здатності, було розроблено оптимальну логічну та фізичну топологію мережі, яка повністю задовольняє потреби розробників, інженерів та адміністративного персоналу (загалом 33 робочі місця).

На етапі технічного проектування було здійснено обґрунтований вибір апаратної бази. Роль головного мережевого шлюзу відведено маршрутизатору корпоративного рівня MikroTik hAP ac lite, який забезпечує надійний захист внутрішнього периметра. Для високошвидкісної комутації потоків даних обрано керований 24-портовий смарт-комутатор MikroTik CSS326-24G-2S+RM, а бездротовий сегмент реалізовано на базі продуктивних точок доступу Ubiquiti UAP-AC-PRO (3 шт.). З метою підвищення рівня кібербезпеки та ізоляції трафіку, єдиний адресний простір компанії було логічно сегментовано на ізольовані віртуальні підмережі (VLAN) для кожного окремого відділу.

У спеціальному розділі роботи було детально описано процес практичної реалізації та програмного конфігурування обраного обладнання. За допомогою спеціалізованих утиліт WinBox та веб-інтерфейсу SwOS Lite було налаштовано правила маршрутизації, трансляцію мережевих адрес (NAT) та магістральні порти. Окрім цього, розроблено покрокову інструкцію з розгортання бездротової інфраструктури через мобільний додаток UniFi Network. Для підтвердження працездатності спроектованої мережі було використано набір діагностичних утиліт (Ping, Tracert) та програму для тестування пропускної здатності iPerf3, що гарантує відсутність апаратних чи логічних збоїв.

Проведені техніко-економічні розрахунки повністю підтвердили фінансову доцільність впровадження розробленого проекту. Повна собівартість реалізації

					2026.КВР.123.412.15.00.00 ПЗ	Арк
						64
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		

мережевої інфраструктури склала 311 865,13 грн. З урахуванням закладеної рентабельності на рівні 25% та податку на додану вартість, комерційна ціна проекту становить 467 797,70 грн. Завдяки оптимізації робочих процесів підприємства та підвищенню швидкості обробки даних, прогнозований термін окупності капітальних інвестицій складе 1,56 роки.

У розділі охорони праці було проведено комплексний аналіз потенційних небезпек, притаманних роботі системних адміністраторів. Розроблено низку ефективних превентивних заходів щодо забезпечення пожежної безпеки в серверних приміщеннях, електробезпеки під час обслуговування обладнання та мінімізації впливу шкідливих психофізіологічних і фізичних факторів, таких як локальні вібрації серверних стійок та порушення мікроклімату.

Загалом, розроблений проект комп'ютерної мережі для «ТерноСофт Сервіс» виконаний на високому технічному рівні, відповідає всім чинним державним стандартам, правилам безпеки та сучасним тенденціям розвитку мережевих технологій, а отже, є повністю готовим до практичного впровадження.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Буров Є. В. Комп'ютерні мережі: підручник. 2-ге вид., оновл. і доповн. Львів: Магнолія 2006, 2010. 262 с.
2. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації (ДСН 3.3.6.039-99), затверджені Постановою Головного державного санітарного лікаря України від 01.12.1999 № 39. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0039282-99> (дата звернення: 13.06.2026).
3. Документація та посібники з налаштування RouterOS. MikroTik Wiki. URL: <https://wiki.mikrotik.com/> (дата звернення: 06.06.2026).
4. Економіка підприємства: підручник / за заг. ред. С. Ф. Покропивного. 3-тє вид., перероб. та доп. Київ: КНЕУ, 2006. 528 с.
5. Кодекс цивільного захисту України від 02.10.2012 № 5403-VI. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17> (дата звернення: 11.06.2026).
6. Оліфер В. Г., Оліфер Н. П. Комп'ютерні мережі. Принципи, технології, протоколи. 5-те вид. Київ: Пітер, 2016. 992 с.
7. Офіційний сайт компанії MikroTik. URL: <https://mikrotik.com/> (дата звернення: 05.06.2026).
8. Офіційний сайт компанії Ubiquiti Networks. URL: <https://www.ui.com/> (дата звернення: 06.06.2026).
9. Податковий кодекс України від 02.12.2010 № 2755-VI. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2755-17> (дата звернення: 10.06.2026).
10. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів (НПАОП 40.1-1.21-98), затверджені Наказом Держнаглядохоронпраці від 09.01.1998 № 4. Київ, 1998. 384 с.

					2026.КВР.123.412.15.00.00 ПЗ	Арк
						66
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		

11. Правила пожежної безпеки в Україні, затверджені Наказом МВС України від 30.12.2014 № 1417. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0252-15> (дата звернення: 12.06.2026).

12. Про збір та облік єдиного внеску на загальнообов'язкове державне соціальне страхування: Закон України від 08.07.2010 № 2464-VI. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2464-17> (дата звернення: 10.06.2026).

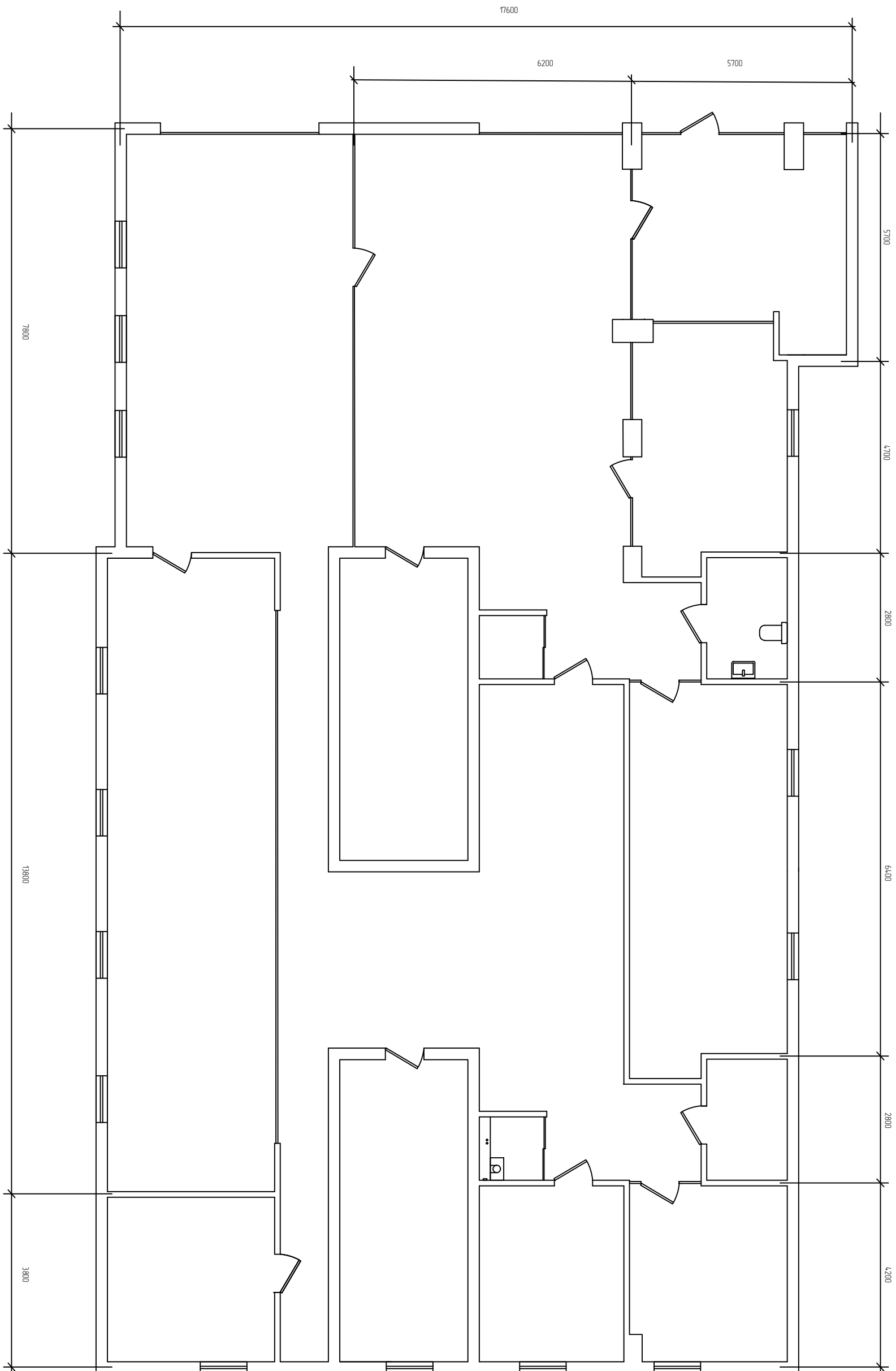
13. Про охорону праці: Закон України від 14.10.1992 № 2694-XII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12> (дата звернення: 11.06.2026).

14. Програмний комплекс для вимірювання пропускної здатності мережі iPerf3. Офіційний сайт. URL: <https://iperf.fr/> (дата звернення: 08.06.2026).

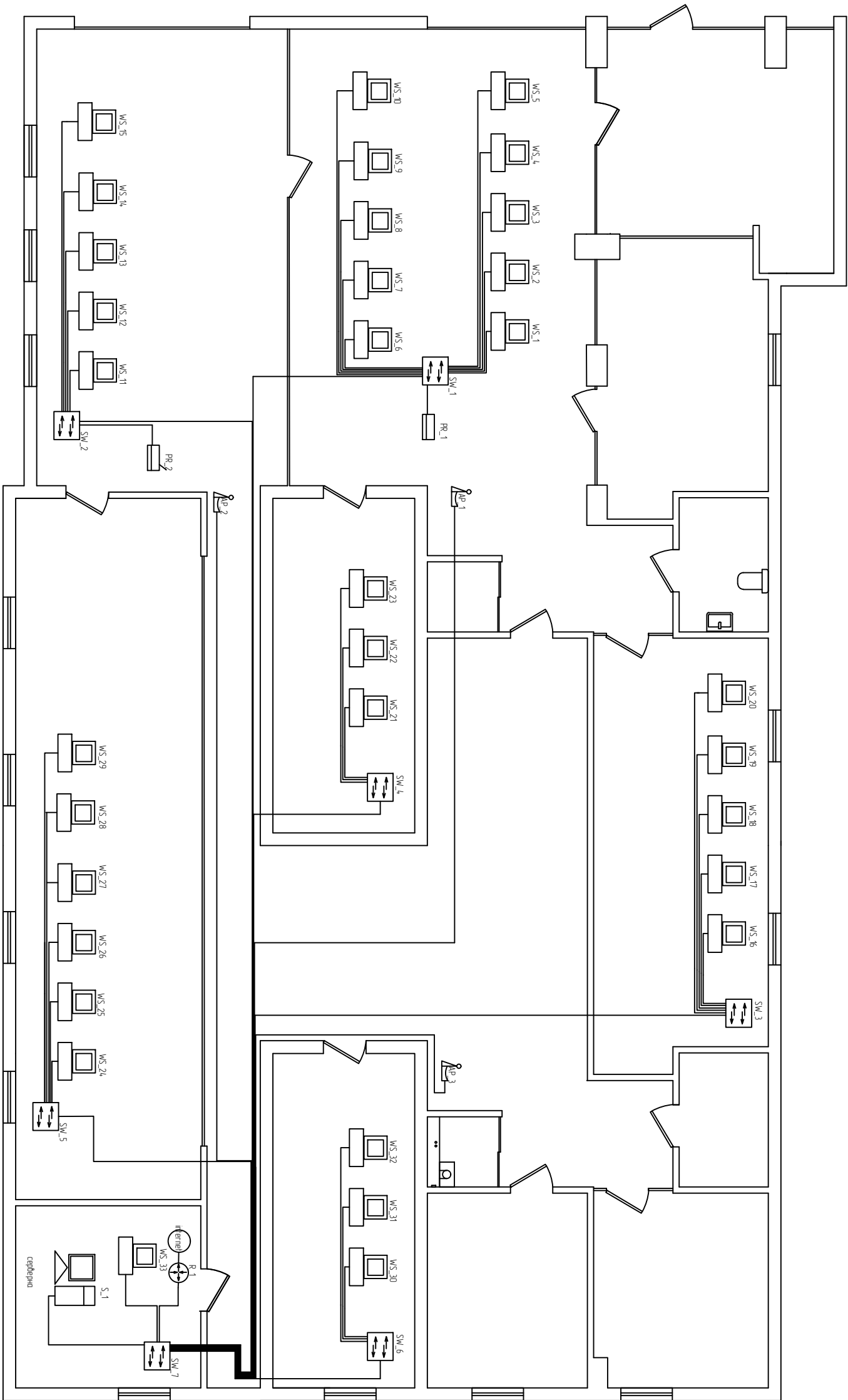
15. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень (ДСН 3.3.6.042-99), затверджені Постановою Головного державного санітарного лікаря України від 01.12.1999 № 42. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0042282-99> (дата звернення: 13.06.2026).

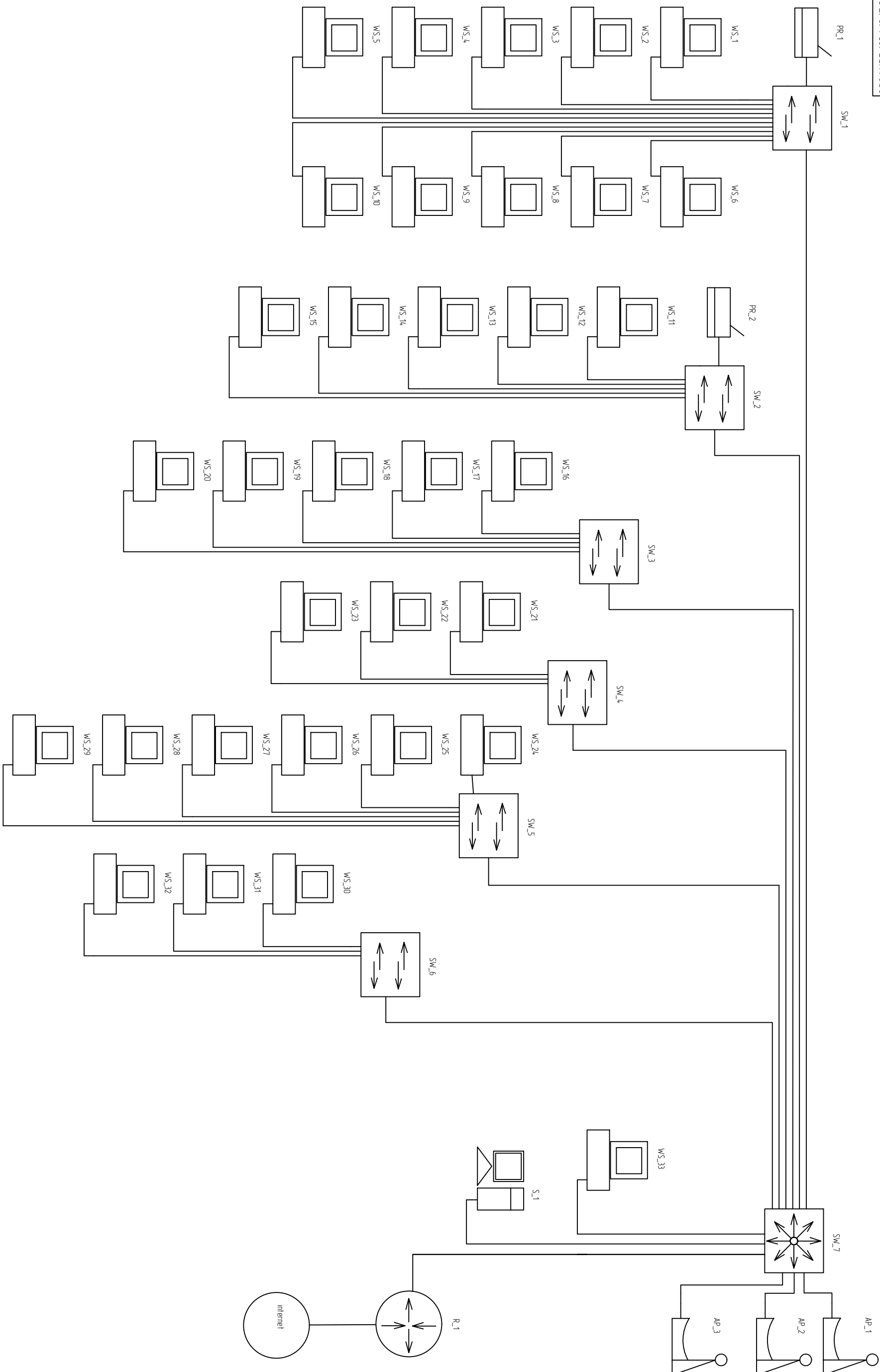
16. Таненбаум Е., Уезерілл Д. Комп'ютерні мережі. 5-те вид. Київ: Діалектика, 2012. 960 с.

					2026.КВР.123.412.15.00.00 ПЗ	Арк
						67
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		



2026.KBP.123.4.12.15.00.00 ПП									
№	Имя	Фамилия	Пол	Возраст	Разработка программного обеспечения на заказ				
1	Иванов	Иван	М	1000					
2	Петров	Петр	М	1000					
3	Сидоров	Сидор	М	1000					
4	Кузнецов	Кузнец	М	1000					
5	Левченко	Левчен	М	1000					
6	Попов	Попов	М	1000					
7	Смирнов	Смирн	М	1000					
8	Михайлов	Михай	М	1000					
9	Васильев	Василь	М	1000					
10	Зайцев	Зайцев	М	1000					
11	Иванов	Иван	М	1000					
12	Петров	Петр	М	1000					
13	Сидоров	Сидор	М	1000					
14	Кузнецов	Кузнец	М	1000					
15	Левченко	Левчен	М	1000					
16	Попов	Попов	М	1000					
17	Смирнов	Смирн	М	1000					
18	Михайлов	Михай	М	1000					
19	Васильев	Василь	М	1000					
20	Зайцев	Зайцев	М	1000					
21	Иванов	Иван	М	1000					
22	Петров	Петр	М	1000					
23	Сидоров	Сидор	М	1000					
24	Кузнецов	Кузнец	М	1000					
25	Левченко	Левчен	М	1000					
26	Попов	Попов	М	1000					
27	Смирнов	Смирн	М	1000					
28	Михайлов	Михай	М	1000					
29	Васильев	Василь	М	1000					
30	Зайцев	Зайцев	М	1000					
31	Иванов	Иван	М	1000					
32	Петров	Петр	М	1000					
33	Сидоров	Сидор	М	1000					
34	Кузнецов	Кузнец	М	1000					
35	Левченко	Левчен	М	1000					
36	Попов	Попов	М	1000					
37	Смирнов	Смирн	М	1000					
38	Михайлов	Михай	М	1000					
39	Васильев	Василь	М	1000					
40	Зайцев	Зайцев	М	1000					
41	Иванов	Иван	М	1000					
42	Петров	Петр	М	1000					
43	Сидоров	Сидор	М	1000					
44	Кузнецов	Кузнец	М	1000					
45	Левченко	Левчен	М	1000					
46	Попов	Попов	М	1000					
47	Смирнов	Смирн	М	1000					
48	Михайлов	Михай	М	1000					
49	Васильев	Василь	М	1000					
50	Зайцев	Зайцев	М	1000					
51	Иванов	Иван	М	1000					
52	Петров	Петр	М	1000					
53	Сидоров	Сидор	М	1000					
54	Кузнецов	Кузнец	М	1000					
55	Левченко	Левчен	М	1000					
56	Попов	Попов	М	1000					
57	Смирнов	Смирн	М	1000					
58	Михайлов	Михай	М	1000					
59	Васильев	Василь	М	1000					
60	Зайцев	Зайцев	М	1000					
61	Иванов	Иван	М	1000					
62	Петров	Петр	М	1000					
63	Сидоров	Сидор	М	1000					
64	Кузнецов	Кузнец	М	1000					
65	Левченко	Левчен	М	1000					
66	Попов	Попов	М	1000					
67	Смирнов	Смирн	М	1000					
68	Михайлов	Михай	М	1000					
69	Васильев	Василь	М	1000					
70	Зайцев	Зайцев	М	1000					
71	Иванов	Иван	М	1000					
72	Петров	Петр	М	1000					
73	Сидоров	Сидор	М	1000					
74	Кузнецов	Кузнец	М	1000					
75	Левченко	Левчен	М	1000					
76	Попов	Попов	М	1000					
77	Смирнов	Смирн	М	1000					
78	Михайлов	Михай	М	1000					
79	Васильев	Василь	М	1000					
80	Зайцев	Зайцев	М	1000					
81	Иванов	Иван	М	1000					
82	Петров	Петр	М	1000					
83	Сидоров	Сидор	М	1000					
84	Кузнецов	Кузнец	М	1000					
85	Левченко	Левчен	М	1000					
86	Попов	Попов	М	1000					
87	Смирнов	Смирн	М	1000					
88	Михайлов	Михай	М	1000					
89	Васильев	Василь	М	1000					
90	Зайцев	Зайцев	М	1000					
91	Иванов	Иван	М	1000					
92	Петров	Петр	М	1000					
93	Сидоров	Сидор	М	1000					
94	Кузнецов	Кузнец	М	1000					
95	Левченко	Левчен	М	1000					
96	Попов	Попов	М	1000					
97	Смирнов	Смирн	М	1000					
98	Михайлов	Михай	М	1000					
99	Васильев	Василь	М	1000					
100	Зайцев	Зайцев	М	1000					
101	Иванов	Иван	М	1000					
102	Петров	Петр	М	1000					
103	Сидоров	Сидор	М	1000					
104	Кузнецов	Кузнец	М	1000					
105	Левченко	Левчен	М	1000					
106	Попов	Попов	М	1000					
107	Смирнов	Смирн	М	1000					
108	Михайлов	Михай	М	1000					
109	Васильев	Василь	М	1000					
110	Зайцев	Зайцев	М	1000					
111	Иванов	Иван	М	1000					
112	Петров	Петр	М	1000					
113	Сидоров	Сидор	М	1000					
114	Кузнецов	Кузнец	М	1000					
115	Левченко	Левчен	М	1000					
116	Попов	Попов	М	1000					
117	Смирнов	Смирн	М	1000					
118	Михайлов	Михай	М	1000					
119	Васильев	Василь	М	1000					
120	Зайцев	Зайцев	М	1000					
121	Иванов	Иван	М	1000					
122	Петров	Петр	М	1000					
123	Сидоров	Сидор	М	1000					
124	Кузнецов	Кузнец	М	1000					
125	Левченко	Левчен	М	1000					
126	Попов	Попов	М	1000					
127	Смирнов	Смирн	М	1000					
128	Михайлов	Михай	М	1000					
129	Васильев	Василь	М	1000					
130	Зайцев	Зайцев	М	1000					
131	Иванов	Иван	М	1000					
132	Петров	Петр	М	1000					
133	Сидоров	Сидор	М	1000					
134	Кузнецов	Кузнец	М	1000					
135	Левченко	Левчен	М	1000					
136	Попов	Попов	М	1000					
137	Смирнов	Смирн	М	1000					
138	Михайлов	Михай	М	1000					
139	Васильев	Василь	М	1000					
140	Зайцев	Зайцев	М	1000					
141	Иванов	Иван	М	1000					
142	Петров	Петр	М	1000					
143	Сидоров	Сидор	М	1000					
144	Кузнецов	Кузнец	М	1000					
145	Левченко	Левчен	М	1000					
146	Попов	Попов	М	1000					
147	Смирнов	Смирн	М	1000					
148	Михайлов	Михай	М	1000					
149	Васильев	Василь	М	1000					
150	Зайцев	Зайцев	М	1000					
151	Иванов	Иван	М	1000					
152	Петров	Петр	М	1000					
153	Сидоров	Сидор	М	1000					
154	Кузнецов	Кузнец	М	1000					
155	Левченко	Левчен	М	1000					
156	Попов	Попов	М	1000					
157	Смирнов	Смирн	М	1000					
158	Михайлов	Михай	М	1000					
159	Васильев	Василь	М	1000					
160	Зайцев	Зайцев	М	1000					
161	Иванов	Иван	М	1000					
162	Петров	Петр	М	1000					
163	Сидоров	Сидор	М	1000					
164	Кузнецов	Кузнец	М	1000					
165	Левченко	Левчен	М	1000					
166	Попов	Попов	М	1000					
167	Смирнов	Смирн	М	1000					
168	Михайлов	Михай	М	1000					
169	Васильев	Василь	М	1000					
170	Зайцев	Зайцев	М	1000					
171	Иванов	Иван	М	1000					
172	Петров	Петр	М	1000					
173	Сидоров	Сидор	М	1000					
174	Кузнецов	Кузнец	М	1000					
175	Левченко	Левчен	М	1000					
176	Попов	Попов	М	1000					
177	Смирнов	Смирн	М	1000					
178	Михайлов	Михай	М	1000					
179	Васильев	Василь	М	1000					
180	Зайцев	Зайцев	М	1000					
181	Иванов	Иван	М	1000					
182	Петров	Петр	М	1000					
183	Сидоров	Сидор	М	1000					
184	Кузнецов	Кузнец	М	1000					
185	Левченко	Левчен	М	1000					
186	Попов	Попов	М	1000					
187	Смирнов	Смирн	М	1000					
188	Михайлов	Михай	М	1000					
189	Васильев	Василь	М	1000					
190	Зайцев	Зайцев	М	1000					
191	Иванов	Иван	М	1000					
192	Петров	Петр	М	1000					
193	Сидоров	Сидор	М	1000					
194	Кузнецов	Кузнец	М	1000					
195	Левченко	Левчен	М	1000					
196	Попов	Попов	М	1000					
197	Смирнов	Смирн	М	1000					
198	Михайлов	Михай	М	1000					
199	Васильев	Василь	М	1000					
200	Зайцев	Зайцев	М	1000					
201	Иванов	Иван	М	1000					
202	Петров	Петр	М	1000					
203	Сидоров	Сидор	М	1000					
204	Кузнецов	Кузнец	М	1000					
205	Левченко	Левчен	М	1000					
206	Попов	Попов	М	1000					
207	Смирнов	Смирн	М	1000					
208	Михайлов	Михай	М	1000					
209	Васильев	Василь	М	1000					
210	Зайцев	Зайцев	М	1000					
211	Иванов	Иван	М	1000					
212	Петров	Петр	М	1000					
213	Сидоров	Сидор	М	1000					
214	Кузнецов	Кузнец	М	1000					
215	Левченко	Левчен	М	1000					
216	Попов	Попов	М	1000					
217	Смирнов	Смирн	М	1000					
218	Михайлов	Михай	М	1000					
219	Васильев	Василь	М	1000					
220	Зайцев	Зайцев	М	1000					
221	Иванов	Иван	М	1000					
222	Петров	Петр	М	1000					
223	Сидоров	Сидор	М	1000					
224	Кузнецов	Кузнец	М	1000					
225	Левченко	Левчен	М	1000					
226	Попов	Попов	М	1000					
227	Смирнов	Смирн	М	1000					
228	Михайлов	Михай	М	1000					
229	Васильев	Василь	М	1000					
230	Зайцев	Зайцев	М	1000					
231	Иванов	Иван	М	1000					
232	Петров	Петр	М	1000					
233	Сидоров	Сидор	М	1000					
234	Кузнецов	Кузнец	М	1000					
235	Левченко	Левчен	М	1000					
236	Попов	Попов	М	1000					
237	Смирнов	Смирн	М	1000					
238	Михайлов	Михай	М	1000					
239	Васильев	Василь	М	1000					
240	Зайцев	Зайцев	М	1000					
241	Иванов	Иван	М	1000					
242	Петров	Петр	М	1000					
243	Сидоров	Сидор	М	1000					
244	Кузнецов	Кузнец	М	1000					
245	Левченко	Левчен	М	1000					
246	Попов	Попов	М	1000					
247	Смирнов	Смирн	М	1000					
248	Михайлов	Михай	М	1000					
249	Васильев	Василь	М	1000					
250	Зайцев	Зайцев	М	1000					
251	Иванов	Иван	М	1000					
252	Петров	Петр	М	1000					
253	Сидоров	Сидор	М	1000					
254	Кузнецов	Кузнец	М	1000					
255	Левченко	Левчен	М	1000					
256	Попов	Попов	М	1000					
257	Смирнов	Смирн	М	1000					
258	Михайлов	Михай	М	1000					
259	Васильев	Василь	М	1000					
260	Зайцев	Зайцев	М	1000					
261	Иванов	Иван	М	1000					
262	Петров	Петр	М	1000					
263	Сидоров	Сидор	М	1000					
264	Кузнецов	Кузнец	М	1000					
265	Левченко	Левчен	М	1000					
266	Попов	Попов	М	1000					
267	Смирнов	Смирн	М	1000					
268	Михайлов	Михай	М	1000					
269	Васильев	Василь	М	1000					
270	Зайцев	Зайцев	М	1000					
271	Иванов	Иван	М	1000					
272	Петров	Петр	М	1000					
273	Сидоров	Сидор	М	1000					
274	Кузнецов	Кузнец	М	1000					
275	Левченко	Левчен	М	1000					
276	Попов	Попов	М	1000					
277	Смирнов	Смирн	М	1000					
278	Михайлов	Михай	М	1000					
279	Васильев	Василь	М	1000					
280	Зайцев	Зайцев	М	1000					
281	Иванов	Иван	М	1000					
282	Петров	Петр	М	1000					
283	Сидоров	Сидор	М	1000					
284	Кузнецов	Кузнец	М	1000					
285	Левченко	Левчен	М	1000					
286	Попов	Попов	М	1000					
287	Смирнов	Смирн	М	1000					
288	Михайлов	Михай	М	1000					
289									

[illegible]

[illegible]

ТАБЛИЦЯ ІР-АДРЕСАЦІЇ В МЕРЕЖІ					
№ П.П.	НАЗВА	ІР-АДРЕСА	МАСКА	РОБОЧА ГРУПА	НОМЕР VLAN
1	WS_1	192.168.10.1	255.255.255.0	dev	10
2	WS_2	192.168.10.2	255.255.255.0	dev	10
3	WS_3	192.168.10.3	255.255.255.0	dev	10
4	WS_4	192.168.10.4	255.255.255.0	dev	10
5	WS_5	192.168.10.5	255.255.255.0	dev	10
6	WS_6	192.168.10.6	255.255.255.0	dev	10
7	WS_7	192.168.10.7	255.255.255.0	dev	10
8	WS_8	192.168.10.8	255.255.255.0	dev	10
9	WS_9	192.168.10.9	255.255.255.0	dev	10
10	WS_10	192.168.10.10	255.255.255.0	dev	10
11	WS_11	192.168.20.11	255.255.255.0	qa	20
12	WS_12	192.168.20.12	255.255.255.0	qa	20
13	WS_13	192.168.20.13	255.255.255.0	qa	20
14	WS_14	192.168.20.14	255.255.255.0	qa	20
15	WS_15	192.168.20.15	255.255.255.0	qa	20
16	WS_16	192.168.20.16	255.255.255.0	qa	20
17	WS_17	192.168.30.17	255.255.255.0	admin	30
18	WS_18	192.168.30.18	255.255.255.0	admin	30
19	WS_19	192.168.30.19	255.255.255.0	admin	30
20	WS_20	192.168.30.20	255.255.255.0	admin	30
21	WS_21	192.168.30.21	255.255.255.0	admin	30
22	WS_22	192.168.30.22	255.255.255.0	admin	30
23	WS_23	192.168.40.23	255.255.255.0	eng	40

27	R_1	192.168.10.25 4	255.255.255.0	gatewa y	бсі
призначається провайдером					
28	WS_24	192.168.40.24	255.255.255.0	eng	40
29	WS_25	192.168.40.25	255.255.255.0	eng	40
31	WS_26	192.168.40.26	255.255.255.0	eng	40
32	WS_27	192.168.40.27	255.255.255.0	eng	40
33	WS_28	192.168.40.28	255.255.255.0	eng	40
34	WS_29	192.168.40.29	255.255.255.0	eng	40
35	WS_30	192.168.40.30	255.255.255.0	eng	40
36	WS_31	192.168.40.31	255.255.255.0	eng	40
37	WS_32	192.168.40.32	255.255.255.0	eng	40
38	WS_33	192.168.40.33	255.255.255.0	eng	40
39	S_1	192.168.50.10 0	255.255.255.0	server	50
40	AP_1	192.168.60.11	255.255.255.0	wifi	60
41	AP_2	192.168.60.12	255.255.255.0	wifi	60
42	AP_3	192.168.60.13	255.255.255.0	wifi	60
43	PR_1	192.168.70.11	255.255.255.0	print	70
44	PR_2	192.168.70.12	255.255.255.0	print	70
45	SW_Central	192.168.50.2	255.255.255.0	server	50
46	R_1	192.168.10.25 4	255.255.255.0	gatewa y	бсі
47	R_1 (WAN)	призначається провайдером	255.255.255.0	gatewa y	-

2026-KBP-1234.12.15.0002 TA					
ЗН	РСК	Місце	Підпис	Дата	Розробка проекту комп'ютерної мережі підприємства "Термінал" Сервіс
Розроб	Лінійний в.о.				1100
Лінійний	Лінійний в.о.				Розроб 1
Монітор	Лінійний в.о.				ВСП 104к ТНТЧ 10-412, нТермінал
Розроб					