

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Факультет комп'ютерних наук та технологій
Кафедра комп'ютерних систем та мереж

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту (роботи)

магістра

(ступінь вищої освіти)

на тему **КОРПОРАТИВНА КОМП'ЮТЕРНА МЕРЕЖА**
ТОВ "СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ"

Виконав: студент 2 курсу, групи КНТ-513м
спеціальності

123 Комп'ютерна інженерія

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)

Комп'ютерні системи та мережі

ЛАВРЕНОВ І. О.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

Керівник КУДЕРМЕТОВ Р.К.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

Рецензент ЄФИМЕНКО М.В.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Факультет Комп'ютерних наук і технологій
Кафедра «Комп'ютерні системи та мережі»
Ступінь вищої освіти магістерський
Спеціальність 123 Комп'ютерна інженерія
(код і найменування)

Освітня програма (спеціалізація) «Комп'ютерні системи та мережі»
(назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. кафедри Кудерметов Р.К.
“ ” 2024 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА

ЛАВРЕНОВА Іллі Олеговича

(ПРІЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Корпоративна комп'ютерна мережа ТОВ "СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ"

керівник проєкту (роботи) к. т. н., доцент, КУДЕРМЕТОВ Равіль Камілович

(науковий ступінь, вчене звання, ПРІЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “18” жовтня 2024 року
№149

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 10 грудня 2024 року

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) комп'ютерна мережа підприємства ТОВ "СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ", яка має 147 кінцевих вузлів, 6 віддалених філій.

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

1) Аналіз предметної області;

2) Проєктування корпоративної комп'ютерної мережі;

3) Встановлення та налаштування мережевих пристроїв;

4) Впровадження та налагодження корпоративної комп'ютерної мережі.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Презентація до пояснювальної записки

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	ПРІЗВИЩЕ, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1-4	КУДЕРМЕТОВ Р.К.,		
нормоконтроль	ЩЕРБАК Н.В., ст. викл.		

7. Дата видачі завдання 01.10.2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Аналіз технічного завдання. Вивчення та огляд ТОВ “СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ”	07.10.2024 р.	
2	Розробка структури системи	20.10.2024 р.	
3	Встановлення та налаштування мережевих пристроїв	06.11.2024 р.	
4	Впровадження та налагодження корпоративної комп'ютерної мережі	15.11.2024 р.	
5	Оформлення отриманих результатів у ПЗ	29.11.2024 р.	
6	Оформлення графічного матеріалу	01.12.2024 р.	
7	Оформлення допоміжного матеріалу	04.12.2024 р.	

Студент _____ Ілля Лавренов
(підпис) (ім'я, ПРІЗВИЩЕ)Керівник проєкту (роботи) _____ Равіль Кудерметов
(підпис) (ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

ABSTRACT

EN: 76 p., 49 figures, 14 listings, 7 tables, 17 sources

ACCESS POINT, COMPUTER CORPORATE NETWORK, FIREWALL, IP-TELEPHONY, OPTICAL CABLE, REMOTE MANAGEMENT, ROUTER, SERVER, SWITCH, VLAN

The object of research is the corporate computer network of Joint Energy Projects LLC.

The subject of the study is the methods of improving the existing corporate computer network of Joint Energy Projects LLC and its expansion to other cities of Ukraine.

The purpose of the study is to ensure fast and stable operation of the corporate computer network for Joint Energy Projects LLC using modern technologies and hardware.

The first section analyzes the company's activities, defines network requirements, and analyzes VoIP, WLAN, LAN, MAN, WAN, and WiFi technologies.

The second section describes network design and hardware selection, namely routers, switches, Wi-Fi, server, PC, printer, and IP telephony.

The third section is devoted to an overview of configuring and installing the network equipment discussed in the previous sections for stable network operation.

The fourth chapter deals with the installation of equipment and testing of network performance to identify possible errors.

As a result of the master's thesis, a review of all possible network technologies was conducted, an analysis of possible methods to improve its performance, installation and testing of network performance was carried out.

РЕФЕРАТ

ПЗ: 76 с., 49 рис., 14 лістингів, 7 таблиць, 17 джерел

VLAN, ВІДДАЛЕНЕ КЕРУВАННЯ, КОМП'ЮТЕРНА КОРПОРАТИВНА МЕРЕЖА, КОМУТАТОР, МАРШРУТИЗАТОР, ОПТИЧНИЙ КАБЕЛЬ, СЕРВЕР, ТОЧКА ДОСТУПУ, ФАЙРВОЛ, IP-ТЕЛЕФОНІЯ

Об'єкт дослідження — корпоративна комп'ютерна мережі ТОВ “СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ”.

Предмет дослідження — методи покращення наявної корпоративної комп'ютерної мережі ТОВ “СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ” та її розширення в інші міста України.

Метою роботи є забезпечити швидку та стабільну роботу комп'ютерної корпоративної мережі для ТОВ “СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ” з використанням сучасних технологій та апаратних засобів.

У першому розділі проведено аналіз діяльності підприємства, визначено вимоги до мережі та проаналізовано технології VoIP, WLAN, LAN, MAN, WAN та WiFi.

У другому розділі описано проектування мережі та вибір обладнання, а саме маршрутизаторів, комутаторів, Wi-Fi, серверу, ПК, принтеру, IP-телефонії.

Третій розділ присвячено огляду налаштування та встановлення мережевого обладнання яке було розглянуто у попередніх розділах для стабільної роботи мережі.

У четвертому розділі проводиться монтаж обладнання та тестування працездатності мережі для виявлення можливих помилок.

В результаті виконання магістерської роботи був проведений огляд всіх можливих технологій мережі, аналіз можливих методів покращення її роботи, монтаж та тестування працездатності мережі.

ЗМІСТ

Скорочення та умовні позначки	8
Вступ	9
1 Аналіз предметної області	11
1.1 Аналіз діяльності підприємства	11
1.2 Аналіз технологій та устаткування для модернізації мережі	12
1.3 Аналіз архітектури мережі підприємства	23
2 Проєктування корпоративної комп'ютерної мережі	28
2.1 Визначення архітектури мережі та протоколів зв'язку	30
2.2 План розгорнення мережі типу LAN з урахуванням потреб підприємства ..	34
2.3 План розгорнення мережі типу WAN з урахуванням потреб підприємства ..	39
2.4 План розгорнення Wi-Fi мережі з урахуванням потреб підприємства	41
3 Встановлення та налаштування мережевих пристроїв	46
3.1 Встановлення та налаштування маршрутизатора	46
3.2 Встановлення та налаштування комутатора	50
3.3 Встановлення та налаштування Wi-Fi-точки доступу	52
3.4 Встановлення та налаштування сервера	53
3.5 Встановлення та налаштування комп'ютерів	58
3.6 Встановлення та налаштування принтерів	59
3.7 Встановлення та налаштування IP-телефонії	60
4 Впровадження та налагодження корпоративної комп'ютерної мережі.....	64
4.1 Розгортання розробленої мережі на підприємстві ТОВ “СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ”	66
4.2 Проведення тестування та налагодження мережі для забезпечення її стабільної та безперебійної роботи	74
4.3 Встановлення та налаштування віддаленого керування	82
Висновки	86
Перелік джерел посилання	88

Додаток А Функціональні та монтажні схеми філій	90
Додаток Б Налаштування пристроїв у Львівській філії	99
Додаток В Налаштування пристроїв у Львівському складі підприємства	111
Додаток Г Налаштування пристроїв у Запорізькій філії	121
Додаток Д Налаштування пристроїв у Київській філії	129
Додаток Е Налаштування пристроїв у Вінницькій філії	137
Додаток Ж Налаштування пристроїв у Івано-Франківській філії	145
Додаток З Коди сторінок сайтів	153

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

- IP address — Internet Protocol address, адреса інтернет-протоколу
- VPN — Virtual Private Network, віртуальна приватна мережа
- ACL — Access Control List, список контролю доступу
- Wi-Fi — Wireless Fidelity, точність бездротового зв'язку
- RIP — Routing Information Protocol, протокол маршрутизації інформації
- VLAN — Virtual Local Area Network, віртуальна локальна мережа
- MAN — Metropolitan Area Network, міська обчислювальна мережа
- NTP — Network Time Protocol, протокол мережевого часу
- HTTP — HyperText Transfer Protocol, протокол передачі гіпертексту
- DNS — Domain Name System, система доменних імен
- VOIP — Voice over IP, голос по IP
- WAN — Wide Area Network, глобальна мережа
- EMAIL — Electronic mail, електронна пошта
- WLAN — Wireless Local Area Network, бездротова локальна мережа
- WPA — Wi-Fi Protected Access, Wi-Fi захищений доступ
- LAN — Local Area Network, локальна мережа
- DHCP — Dynamic Host Configuration Protocol, протокол динамічної конфігурації хоста
- PON — Passive Optical Network, пасивна оптична мережа
- SSD — Solid-State Drive, твердотілий накопичувач
- HDD — Hard (magnetic) Disk Drive, жорсткий магнітний диск

ВСТУП

У сучасному бізнесі швидкий доступ до інформації та ефективна комунікація є ключовими факторами конкурентоспроможності. Розвинена корпоративна мережа дозволяє компанії швидко адаптуватися до змін ринку, впроваджувати інновації та приймати обґрунтовані рішення. Завдяки корпоративній мережі працівники отримують можливість безпечного доступу до ресурсів компанії з будь-якого місця, що є критично важливим у епоху гібридної роботи та глобальної диджиталізації.

Модернізація локальної мережі до корпоративної мережі є необхідним кроком підприємств для адаптації до сучасних вимог бізнесу та технологій. Розробка корпоративної мережі є важливим кроком для будь-якої сучасної організації, яка прагне забезпечити ефективність роботи, надійність передачі даних та безпеку інформації. Вона дозволяє компаніям відповідати сучасним технологічним викликам, розширювати свої можливості та забезпечувати конкурентну перевагу на ринку. Впровадження сучасної мережевої інфраструктури дозволяє компанії швидше адаптуватися до змін ринку, автоматизувати бізнес-процеси та впроваджувати нові сервіси, що забезпечує перевагу над конкурентами. Крім того, локальні мережі можуть не відповідати сучасним стандартам, що створює проблеми сумісності з новим обладнанням чи додатками, корпоративна мережа забезпечує інфраструктуру, яка відповідає потребам цифрової трансформації.

Для забезпечення якісного зв'язку між філіями ТОВ “СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ” важливим є дослідження корпоративної комп'ютерної мережі. Актуальність розробки цієї мережі зумовлена тим, що це дозволить підвищити швидкість та стабільність передачі даних, що зумовить покращення продуктивності роботи підприємства.

Призначення корпоративної комп'ютерної мережі ТОВ “СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ” — забезпечення швидкого доступу до актуальної

бази даних з замовленнями та їх характеристиками, наявними матеріалами, можливість спільної роботи в режимі реально часу, своєчасного обміну інформацією між працівниками та керівництвом. Тому обрана тема дипломної роботи магістра є актуальною.

Метою роботи є забезпечити швидку та стабільну роботу комп'ютерної корпоративної мережі для ТОВ “СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ” з використанням сучасних технологій та апаратних засобів.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі завдання:

- провести аналіз існуючої мережі підприємства та визначити ключові точки модернізації;
- провести дослідження стандартів Wi-Fi для вибору оптимального при використанні у ТОВ “СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ”;
- спроектувати корпоративну мережу;
- обрати необхідні пристрої та технології для корпоративної мережі;
- встановити та налаштувати усі пристрої мережі;
- впровадити та налагодити роботу корпоративної мережі.

1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

Об'єктом дослідження даної дипломної роботи магістра (ДРМ) було обрано підприємство ТОВ “СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ”, предметом дослідження та розробки – корпоративна комп'ютерна мережа підприємства. З урахуванням цього основне завдання полягає у модернізації та покращенні роботи наявної корпоративної комп'ютерної мережі. Дослідження шляхом моделювання корпоративної комп'ютерної мережі дозволить покращити:

- надійність та стабільність наявної мережі;
- швидкість передачі даних між різними пристроями мережі;
- безпеку інформації;
- гнучкість налаштувань та керування;
- масштабованість.

1.1 Аналіз діяльності підприємства

Підприємство ТОВ “СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ” розташоване у місті Запоріжжя. Воно має 2 офіси та склад. Спеціалізація цього підприємства полягає у створенні моделей будівель та їх безпосереднього будівництва.

ТОВ “СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ” має намір розширитися та почати працювати в інших містах України, а саме Львів, Івано-Франківськ, Вінниця та Київ. Для того, щоб забезпечити актуальність, конкурентоспроможність та високу якість наданих послуг важливо побудувати потужну мережу для ефективного керування бізнесом і врахування потреб клієнтів.

Процес моделювання проводився за допомогою програмного забезпечення Cisco Pocket Tracer з використанням всіх сучасних пристроїв та технологій.

Важливо розуміти, що після розширення центральний офіс та склад буде перенесено у Львів, а в інших вищевказаних містах відкриється по одному офісу для надання послуг. Це, своєю чергою, зумовить збільшення робітників, що призведе до більшого навантаження на мережу. Тому однозначно потрібно покращити надійність для уникнення великої кількості помилок та збоїв.

З урахуванням діяльності підприємства ТОВ “СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ” необхідно модернізувати мережу таким чином, щоб вона задовольняла ряду вимог, а саме:

- збереження наявної бази даних;
- масштабування мережі;
- збереження та розширення можливих налаштувань пристроїв;
- збільшення швидкості передачі даних;
- захист від злому, неправомірного отримання доступу до бази даних;
- гнучкість налаштувань та можливість корегування роботи мережі.

Якщо ТОВ “СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ” націлена на розвиток та на підвищення продуктивності роботи працівників потрібна стабільна високошвидкісна мережа.

1.2 Аналіз технологій та устаткування для модернізації мережі

Важливо розглянути технології, які будуть використані для модернізації мережі підприємства ТОВ “СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ”. Варто почати з мережевого обладнання, а саме:

Роутер використовуватиметься для передачі даних між різними мережами, здійснюватиме маршрутизацію трафіку та визначатиме найкращий шлях для пересилання пакетів даних між комп'ютерами або іншими пристроями [1].

Оскільки ТОВ “СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ” є великою організацією, основна мережа повинна бути розділена на кілька підмереж або

сегментів для оптимізації продуктивності та безпеки. В цьому випадку роутер буде забезпечувати зв'язок між підмережами підприємства ТОВ “СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ”. Для підтримки зв'язку між корпоративною мережею та зовнішнім світом буде використовуватись роутер. Він підтримуватиме протоколи динамічної маршрутизації OSPF, BGP, які дозволяють ефективно керувати потоками даних і забезпечувати швидке перенаправлення трафіку в разі змін у мережевій інфраструктурі. Корпоративні роутери цього підприємства мають вбудовані засоби безпеки, брандмауери, VPN (віртуальні приватні мережі), IPS/IDS (системи запобігання вторгненням), які захищають ці мережі від зовнішніх атак.

WiFi-роутер виконуватиме функцію маршрутизації даних між різними мережами та водночас забезпечуватиме бездротовий доступ до мережі за допомогою технології WiFi. Він об'єднує можливості стандартного роутера з бездротовою точкою доступу, дозволяючи підключатися до мережі без використання фізичних кабелів [1].

WiFi-роутери дозволять працівникам ТОВ “СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ” підключатися до корпоративної мережі з будь-якого місця в офісі без необхідності підключення кабелів. Це підвищить гнучкість і мобільність. Вони також значно спростять підключення нових пристроїв до мережі, що є важливим у цьому корпоративному середовищі з великою кількістю користувачів і пристроїв. WiFi-роутери дозволять швидко розширювати мережу без прокладання додаткових кабелів, що буде зручним у великих офісах з кількома філіями. Для забезпечення швидкості та продуктивності буде обрано сучасні WiFi-роутери які підтримують високі швидкості передачі даних і забезпечують стабільність підключення навіть при великій кількості одночасно підключених пристроїв.

WiFi-точка доступу створить бездротову мережу для підключення пристроїв, таких як ноутбуки, смартфони, планшети, до локальної мережі (LAN). Вона діє як міст між дротовою мережею (Ethernet) та бездротовими пристроями, дозволяючи їм отримати доступ до інтернету, локальних мережесих ресурсів [1].

В той час як WiFi-роутер поєднує в собі кілька функцій: маршрутизацію (керування трафіком між мережами), точку доступу (WiFi) та часто брандмауер для безпеки, WiFi точка доступу — це виключно бездротовий інтерфейс, який забезпечує підключення до вже наявної мережі. Вона не виконує функції маршрутизації, а лише дозволяє підключатися до мережі через WiFi [1].

ТОВ “СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ” є великим підприємством, а для великої корпоративної мережі WiFi-точки доступу налаштовані таким чином, щоб користувачі могли безперервно переміщатися між різними зонами покриття, не втрачаючи підключення до мережі. Це особливо важливо для мобільних працівників. У цьому підприємстві будуть використовуватись сучасні корпоративні WiFi-точки доступу, які забезпечать централізовані системи управління, що дозволить налаштовувати, моніторити та управляти мережею з однієї панелі керування.

Комутатор забезпечуватиме з'єднання між пристроями в локальній мережі (LAN) і передаватиме дані між ними. На відміну від хаба, комутатор пересилає дані лише тому пристрою, якому вони призначені, що робить його більш ефективним у передачі даних і забезпечує вищу продуктивність мережі [2].

Комутатор буде центральною точкою для з'єднання комп'ютерів, серверів, принтерів та інших пристроїв у межах локальної мережі ТОВ “СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ”. Він дозволить ефективно обмінюватися даними всередині офісу або навіть між різними відділами. У цій корпоративній мережі буде використовуватись багато пристроїв, і він буде мінімізувати кількість колізій у мережі, що підвищує її загальну продуктивність. У ТОВ “СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ” мережа буде об'єднувати десятки пристроїв своїх співробітників, а в цьому як раз добре допоможуть комутатори. Вони можуть підтримувати віртуальні локальні мережі (VLAN), що дозволяє сегментувати мережу на окремі логічні частини для різних відділів або підрозділів, що покращує управління трафіком та безпеку.

IP-телефонія (або VoIP — Voice over IP) передаватиме голосові дані через Інтернет або інші IP-мережі замість традиційних телефонних ліній. Завдяки IP-

телефонії, голосові сигнали перетворюються в цифрові пакети даних і передаються через мережі, що робить зв'язок більш гнучким і дешевим у порівнянні з традиційною телефонією [3].

ТОВ “СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ” повинна забезпечити гарний та стабільний зв'язок причому знижуючи витрати на корпоративний зв'язок. У цьому однозначно допоможе IP-телефонія оскільки вона легко інтегрується з іншими ІТ-системами та бізнес-додатками, а також дає можливість гнучко та мобільно спілкуватися працівникам які працюють віддалено.

IP-телефонія буде легко інтегруватися з іншими корпоративними ІТ-системами, такими як CRM-системи, електронна пошта, календарі та інші бізнес-додатки. Оскільки ТОВ “СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ” планує швидко розширюватись, IP-телефонія дозволить легко масштабувати систему, додаючи нових користувачів або пристрої без необхідності значних капіталовкладень у нове обладнання.

Завдяки сучасним технологіям стиснення та передачі даних, IP-телефонія забезпечить високу якість зв'язку, що дорівнює або навіть перевершує якість традиційної телефонії. Системи IP-телефонії надаватимуть можливості для централізованого керування телефонними лініями, користувачами та іншими елементами через вебінтерфейси. Адміністратори цього підприємства будуть легко контролювати роботу системи, аналізувати трафік і відстежувати проблеми.

Не можна уявити роботу будь-якої корпоративної мережі без серверів. Сервер надаватиме різноманітні послуги іншим комп'ютерам у мережі. Сервери можуть виконувати різні функції: зберігати дані, обробляти запити користувачів, управляти мережею, забезпечувати доступ до певних ресурсів тощо. [4]

Для проєктування мережі будуть використовуватись такі типи серверів:

- файловий сервер;
- вебсервер;
- поштовий сервер;
- DHCP-сервер;

- DNS-сервер;
- NTP-сервер;
- проксі-сервер.

Файловий сервер надаватиме централізоване зберігання файлів і доступ до них для інших пристроїв або користувачів у мережі. Він дозволить співробітникам організації зберігати, отримувати та спільно використовувати файли, такі як документи, зображення, бази даних або будь-які інші цифрові ресурси. Файловий сервер відіграє ключову роль у корпоративних мережах, оскільки забезпечує централізоване управління даними, зменшує дублювання файлів і спрощує процес доступу до інформації [4].

У ТОВ “СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ” файловий сервер використовуватиметься для зберігання важливих документів, робочих матеріалів і файлів, до яких можуть одночасно звертатися декілька користувачів. Це дасть можливість спільної роботи над документами, що підвищить ефективність командної роботи. Завдяки централізованому зберігання на сервері полегшується управління правами доступу: адміністратори надаватимуть або обмежуватимуть доступ до певних файлів або папок для різних груп користувачів. Це особливо важливо для захисту конфіденційної інформації.

Крім того, файлові сервери забезпечуватимуть регулярне резервне копіювання даних, що захищає компанію від втрати важливих файлів у випадку аварій або збоїв.

Таким чином, файловий сервер у цьому підприємстві служитиме основним інструментом для організації безпечного і зручного доступу до файлів, поліпшуючи ефективність роботи компанії і забезпечуючи збереження даних.

Вебсервер оброблятиме запити від клієнтів і доставляє їм вебсторінки або інші вебресурси через Інтернет або локальну мережу. Основна функція вебсервера — приймати запити на перегляд вебсторінок, знаходити потрібний контент (файли HTML, CSS, JavaScript, зображення) і відправляти їх користувачу, який зробив запит [4].

У корпоративних мережах вебсервер відіграє важливу роль у наданні доступу до внутрішніх і зовнішніх веб-додатків. В такому випадку мова йде про інформаційний портал ТОВ “СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ” що забезпечить доступ до них через браузер з будь-якої точки мережі. Це дозволить централізовано організувати інформацію, документи, а також сервіси для колективної роботи, такі як календарі, планувальники завдань або системи управління проєктами. Крім того, вебсервер ТОВ “СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ” буде використовуватись для надання послуг клієнтам через Інтернет, розміщення сайту з інформацією про ТОВ, чим займається, де розташовані офіси та система підтримки клієнтів.

Завдяки вебсерверам компанія може забезпечувати інтерактивну взаємодію з клієнтами, постачальниками або партнерами, пропонуючи вебінтерфейси для обробки замовлень, зворотного зв'язку або іншої діяльності.

Поштовий сервер забезпечуватиме обробку, зберігання та пересилання електронних повідомлень між користувачами. У ТОВ “СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ” поштовий сервер відіграватиме ключову роль, оскільки він дозволяє здійснювати внутрішню та зовнішню комунікацію між співробітниками та партнерами компанії. Він забезпечуватиме централізоване управління електронною кореспонденцією, фільтрацію спаму, захист від вірусів та збереження конфіденційності даних. Також поштовий сервер надасть функції архівування листів, забезпечувати доступ до поштових скриньок з різних пристроїв та синхронізацію контактів і календарів, що спрощує координацію і співпрацю в межах організації.

DHCP-сервер автоматично визначатиме IP-адреси пристроям у мережі. У корпоративних мережах DHCP-сервер спрощує процес керування IP-адресами, зменшуючи необхідність вручну налаштовувати кожен пристрій [4]. Коли новий пристрій підключається до мережі цього підприємства, DHCP-сервер автоматично надасть йому унікальну IP-адресу, а також інші мережеві параметри, такі як шлюз за замовчуванням і DNS-сервери. Це забезпечить

безперебійну роботу мережі, запобігаючи конфліктам IP-адрес і полегшуючи масштабування мережі.

DNS-сервер відповідатиме за перетворення доменних імен на IP-адреси, що використовуються для знаходження ресурсів у мережі [4]. У цій корпоративній мережі DNS-сервер спростить доступ до різних внутрішніх і зовнішніх ресурсів, перетворюючи зрозумілі для користувачів імена на технічні IP-адреси, необхідні для з'єднання. Він забезпечить швидкий і надійний пошук серверів, вебсайтів та інших мережевих пристроїв. Це спростить адміністрування мережі та зробить її більш зручною для користувачів, оскільки їм не потрібно запам'ятовувати складні IP-адреси. DNS-сервер також підвищить ефективність мережі за рахунок кешування запитів і мінімізує затримки під час доступу до частих ресурсів.

NTP-сервер використовуватиме протокол Network Time Protocol (NTP) для синхронізації часу між різними пристроями у мережі [4]. У корпоративній мережі ТОВ “СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ” NTP-сервер забезпечить точну та узгоджену часову мітку на всіх пристроях і серверах. Це критично для багатьох бізнес-процесів, таких як безпека, журналювання подій, виконання транзакцій та координація роботи різних систем. Синхронізація часу також допоможе запобігти помилкам у мережевій взаємодії, забезпечуючи правильну послідовність подій і узгодженість даних.

Проксі-сервер який виступатиме посередником між користувачем (клієнтом) і Інтернетом або іншими ресурсами. Коли клієнт надсилає запит на доступ до вебресурсу, проксі-сервер отримує цей запит, обробляє його та перенаправляє до кінцевого сервера. Після отримання відповіді проксі-сервер повертає інформацію клієнту. Така схема дозволяє приховувати справжню IP-адресу користувача і контролювати доступ до Інтернету [4].

У ТОВ “СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ” проксі-сервер має кілька важливих призначень, а саме він буде використовуватись для підвищення безпеки, оскільки допомагає фільтрувати веб-трафік, блокувати небажані сайти та захищати внутрішні ресурси від загроз із зовнішнього середовища. Проксі-

сервер буде кешувати часто використовувані вебсторінки, що покращує швидкість доступу до них і зменшує навантаження на інтернет-канал компанії.

Крім того, проксі-сервер дозволить централізовано контролювати та моніторити інтернет-активність співробітників, що допомагає впроваджувати корпоративні політики доступу та запобігати несанкціонованим діям. Він також забезпечує анонімність користувачів або використовуватися для обходу географічних обмежень, коли це необхідно для бізнесу.

Комп'ютер здатний обробляти дані, виконувати обчислення і виконувати різні програми. Він складається з апаратного забезпечення (процесор, пам'ять, жорсткий диск, графічний адаптер) і програмного забезпечення (операційна система, додатки), що працюють разом для виконання різних завдань. Комп'ютер може бути настільним, портативним (ноутбук), сервером або спеціалізованим пристроєм [5].

У ТОВ “СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ” комп'ютери будуть виконувати численні функції і є ключовими інструментами для щоденної роботи співробітників. Вони забезпечать доступ до локальних і мережевих ресурсів, таких як файлові сервери, бази даних, корпоративні додатки та вебсервіси. Завдяки комп'ютерам співробітники оброблятимуть інформацію, створюватимуть моделі будівель, працюватимуть з документами, спільно використовуватимуть ресурси та спілкуватися з колегами через внутрішні мережі.

Комп'ютери також підтримуватимуть корпоративну безпеку та управління, дозволяючи застосовувати політики доступу, шифрування, резервне копіювання даних і захист від загроз. Крім того, комп'ютери дозволять реалізовувати автоматизацію процесів, що підвищує ефективність роботи та знижує витрати на рутинні завдання.

Важливо розуміти що мережа є складною системою яка складається з багатьох компонентів, проте без зв'язку між ними вона не має сенсу. Саме для створення такого зв'язку використовуються різні типи з'єднань.

Вита пара складається з пари ізольованих мідних проводів, які скручені один навколо одного для мінімізації електромагнітних перешкод. Вита пара є одним із найпоширеніших кабелів для створення локальних мереж (LAN), оскільки забезпечує надійну передачу даних на невеликі та середні відстані. Її особливістю є закручування проводів, що зменшує вплив перешкод, викликаних електромагнітними хвилями [6].

Категорії витой пари розрізняються за швидкістю передачі даних, частотою та можливостями використання, що розглянуто в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 — Порівняння типів витой пари

Категорія кабелю	Швидкість передачі даних, Мбіт/с	Частота, МГц, не більше ніж	Максимальна довжина, м, не більше ніж	Особливості та призначення
Cat 3	10	16	100	Використовується для телефонних ліній та старих Ethernet-мереж, майже не застосовується в сучасних мережах
Cat 5	100	100	100	Широко застосовувалась у локальних мережах, але замінюється новішими стандартами
Cat 5e	1000	100	100	Модернізована версія Cat 5 зі зниженою перехресною завадою
Cat 6	10000	250	55 (10 Гбіт/с) 100 (1 Гбіт/с)	Додатковий розділювач між парами для зменшення завад
Cat 6a	10000	500	100	Використовується в корпоративних мережах завдяки високій надійності
Cat 7	10000	600	100	Екранування для кожної пари та загальне екранування, висока стійкість до завад

Продовження таблиці 1.1 — Порівняння типів витой пари

Категорія кабелю	Швидкість передачі даних, Мбіт/с	Частота, МГц, не більше ніж	Максимальна довжина, м, не більше ніж	Особливості та призначення
Cat 8	40000	2000	30	Застосовується у високошвидкісних центрах обробки даних і серверних приміщеннях

Категорії витой пари відрізняються частотою, швидкістю передачі даних, а також рівнем захисту від електромагнітних перешкод. У корпоративній мережі ТОВ “СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ” будуть використовуватися кабелі Cat 5e, Cat 6 і Cat 6a через їхню високу пропускну здатність і помірну вартість. Вибір категорії залежить від вимог до швидкості передачі, надійності та відстані, на яку треба передавати дані.

Оптичний кабель, що переноситиме сигнали у вигляді світлових імпульсів, завдяки оптичному середовищу він забезпечує високу швидкість передачі даних на великі відстані з мінімальними втратами. Основними компонентами оптичного кабелю є оптоволокно, захисне покриття, оболонка і часто додатковий захисний шар для підвищеної міцності [6].

Оптичні кабелі поділяються на два основні типи: одномодові та багатомодові.

Одномодовий кабель (Single-mode): використовує один промінь світла для передачі сигналу, має невеликий діаметр осердя, що знижує кількість відбитків і втрат, характерних для довгих відстаней. Одномодовий кабель підтримує швидкість до 100 Гбіт/с на відстані до 40 км і більше, ідеально підходить для зв'язку між містами або в магістральних мережах [6].

Багатомодовий кабель (Multi-mode): має більший діаметр осердя, що дозволяє проходити кільком променям світла одночасно. Він підтримує високу пропускну здатність на коротких відстанях, але має вищі втрати сигналу через багаторазові відбитки. Багатомодові використовуються в межах будівель або кампусів, де необхідна швидкість до 10 Гбіт/с на відстані до 600 метрів [6].

Категорії оптичних кабелів також класифікуються за стандартами, що визначають що розглянуті в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 — Порівняння типів оптичного кабелю

Тип кабелю	Тип волокна	Діаметр осердя, мкм	Швидкість передачі даних, Гбіт/с	Максимальна довжина, м, не більше ніж	Особливості та призначення
OM1	Багатомодовий	62,5	1	300	Підходить для коротких відстаней, використовується у старих мережах
OM2	Багатомодовий	50	1	600	Забезпечує більшу відстань передачі, ніж OM1
OM3	Лазерно-оптимізований багатомодовий	50	100	100 (100 Гбіт/с) 300 (10Гбіт/с)	Оптимізований для високошвидкісних мереж, підходить для дата-центрів
OM4	Багатомодовий	50	100	150 (100 Гбіт/с) 550 (10 Гбіт/с)	Покращена версія OM3 з підтримкою вищих швидкостей на довгих відстанях
OM5	Вдосконалений багатомодовий	50	100	150	Підтримує технологію WDM, призначений для сучасних дата-центрів
OS1	Одномодовий	9	100	10000	Використовується для внутрішніх мереж
OS2	Одномодовий	9	100	200000	Призначений для зовнішніх магістральних ліній з посиленням захистом

Оптичні кабелі забезпечать надвисоку швидкість передачі та стабільне з'єднання на великих відстанях, що є незамінними в магістральних мережах, центрі обробки даних та корпоративних мережах ТОВ “СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ”.

WiFi-з'єднання використовуватиме радіосигнали для передачі даних між пристроями. Вона дозволяє підключатися до мережі Інтернет або локальної мережі без використання кабелів, забезпечуючи зручний доступ до ресурсів для

пристроїв, таких як ноутбуки, смартфони, планшети, а також для IoT-пристроїв. WiFi працює на основі стандартів, визначених Інститутом інженерів з електротехніки та електроніки (IEEE), де основним стандартом є 802.11, що постійно розвивається для підвищення швидкості, дальності і якості зв'язку [7].

WiFi-з'єднання дозволить зручно підключатися до мережі, але його характеристики, такі як швидкість, дальність і стійкість до перешкод, залежать від вибраного стандарту. У корпоративних мережах ТОВ “СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ” використовуватиметься WiFi 7, завдяки своїй продуктивності в умовах високої щільності користувачів і здатності справлятися з великими обсягами даних.

1.3 Аналіз архітектури мережі підприємства

Мережа для підприємства ТОВ “СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ” поділяється на декілька типів серед яких локальна мережа (LAN), міська обчислювальна мережа (MAN), глобальна мережа (WAN), віртуальна приватна мережа (VPN), бездротова локальна мережа (WLAN). Вони відрізняються між собою дальністю покриття, що зображено на рисунку 1.1.

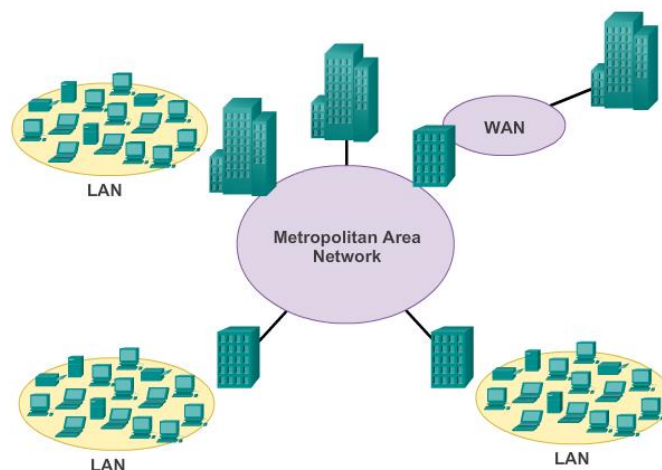


Рисунок 1.1 — Типи обчислювальних мереж

Локальна мережа (LAN, Local Area Network) об'єднає комп'ютери та інші пристрої в межах обмеженої території офісу ТОВ “СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ”. Її головна роль на підприємстві полягає в тому, щоб забезпечити швидкий і зручний обмін інформацією між співробітниками, дозволяючи їм працювати з одними й тими ж файлами, використовувати спільні ресурси, як-от принтери, сервери, сховища даних і доступ до інтернету.

Локальна мережа дозволить централізувати процеси у ТОВ “СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ”, що спростить управління даними, підвищить рівень безпеки та контролю. Завдяки їй підприємство зможе ефективно керувати ресурсами, оскільки адміністратори матимуть можливість відстежувати роботу всієї мережі, контролювати доступ до інформації та забезпечувати безперебійне функціонування систем. Відповідно, локальна мережа сприятиме підвищенню продуктивності, адже працівники мають швидкий доступ до всіх необхідних ресурсів і зможуть оперативно співпрацювати один з одним.

Оскільки ТОВ “СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ” має декілька філій у межах одного міста, варто розглянути наступний рівень ієрархії — MAN.

Міська мережа (MAN, Metropolitan Area Network) — це тип мережі, яка охоплюватиме велику територію, зазвичай на рівні міста у якому розташовані будівлі ТОВ “СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ”. Вона з'єднуватиме декілька локальних мереж (LAN), що належать одному підприємству, забезпечуючи зв'язок між будівлями, які розташовані в різних частинах міста. MAN використовується, щоб об'єднати ці віддалені офіси в єдину мережу, що дозволить забезпечити швидкий доступ до корпоративних ресурсів, програм та баз даних незалежно від фізичної відстані між ними [9].

Роль MAN у підприємстві полягає в тому, щоб підтримувати безперервний і надійний обмін даними між офісами, забезпечуючи стабільність бізнес-процесів, особливо у великих компаніях із розгалуженою структурою. Така мережа дозволить знизити витрати на зовнішні інтернет-з'єднання для зв'язку між філіями та поліпшує безпеку переданих даних, оскільки вони можуть передаватися по приватних каналах.

ТОВ “СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ” має намір розширюватися та створювати нові філії у багатьох містах України, наступним об’єктом розгляду є WAN.

WAN, або глобальна мережа (Wide Area Network) охоплюватиме великі географічні території, з’єднуючи офіси, підрозділи чи філії підприємства ТОВ “СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ”, розташовані в різних містах. Її основне завдання — забезпечити єдиний інформаційний простір для всіх частин компанії, незалежно від їхньої географічної віддаленості. Завдяки WAN співробітники зможуть отримувати доступ до корпоративних ресурсів, баз даних і програмного забезпечення з будь-якої точки світу, що робить її незамінною для міжнародних компаній та підприємств із розподіленою структурою [9].

Оскільки ТОВ “СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ” має декілька філій та центральний офіс, отримання доступу до важливих програм та даних з будь-якої точки країни є пріоритетною задачею. WAN також має високу пропускну здатність, що важливо для передачі великих обсягів даних між різними локаціями. Однак для ефективного використання вона вимагає додаткових засобів безпеки, оскільки часто включає з’єднання через загальнодоступний інтернет.

VPN (Virtual Private Network) забезпечуватиме захищене з’єднання між користувачем і мережею через незахищені канали, як-от інтернет. Її основна мета — захистити передані дані від стороннього доступу, створюючи віртуальний "тунель" з шифруванням, що дозволяє зберігати конфіденційність і безпеку інформації. VPN широко використовується для корпоративних цілей, надаючи віддаленим працівникам безпечний доступ до ресурсів компанії. Також VPN популярний серед користувачів, які прагнуть забезпечити анонімність в інтернеті або обійти географічні обмеження на доступ до певних ресурсів [10].

Основні типи VPN включають:

- PPTP (Point-to-Point Tunneling Protocol);
- L2TP/IPsec (Layer 2 Tunneling Protocol);
- OpenVPN;

- IKEv2/IPsec (Internet Key Exchange v2);
- SSTP (Secure Socket Tunneling Protocol);
- WireGuard;
- SoftEther.

Основні характеристики відображені на таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 — Порівняння типів VPN

Тип VPN	Протокол шифрування	Алгоритм шифрування	Рівень безпеки	Особливості та недоліки
PPTP	MPPE	128 біт (RC4)	Низький	Швидкий, але застарілий протокол із численними вразливостями; не рекомендується для забезпечення конфіденційності
L2TP/IPsec	IPsec	AES (128, 192, 256 біт)	Високий	Досить безпечний завдяки шифруванню IPsec; може бути повільнішим через подвійне тунелювання
IKEv2/IPsec	IPsec	AES (256 біт)	Дуже високий	Стійкий до втрат з'єднання та стабільний при переміщенні між мережами, часто використовується на мобільних пристроях
OpenVPN	SSL/TLS	AES (256 біт), Blowfish	Дуже високий	Надійний, універсальний та відкритий протокол; забезпечує високу безпеку, але потребує окремого клієнта
SSTP	SSL/TLS	AES (256 біт)	Високий	Добре інтегрується з Windows, стабільний при обході міжмережових екранів, але обмежено підтримується на інших платформах
Wire Guard	ChaCha20, Poly1305	ChaCha20	Дуже високий	Новий протокол з високою швидкістю та безпекою; компактний код, але обмежені функції конфігурації
Soft Ether	SSL/TLS	AES (256 біт), RC4	Високий	Підтримує кілька протоколів та має високий рівень сумісності; забезпечує гнучкість і високу безпеку

У ТОВ “СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ” VPN буде використовуватись для захисту переданої інформації, з можливістю

приховування IP-адреси користувачів для підвищення анонімності, для обходу географічних обмежень, що дозволить отримувати доступ до контенту, недоступного в певних країнах, а також стабільність з'єднання та продуктивність, які залежать від якості інфраструктури VPN і швидкості інтернету.

WLAN (Wireless Local Area Network) дозволить підключати пристрої до мережі без використання кабелів. Зазвичай WLAN використовує стандарти Wi-Fi для передачі даних, що робить її популярною як у домашніх, так і в корпоративних середовищах [11]. Її головною перевагою є мобільність і простота підключення, оскільки користувачі можуть підключатися до мережі з будь-якого місця в межах покриття сигналу, що забезпечує більшу гнучкість роботи.

У ТОВ “СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ” враховуючи вимоги буде використовуватися WLAN для забезпечення передачі даних на відстані до кількох десятків метрів з високою швидкістю, завдяки використанню новітнього стандарту Wi-Fi 7. Для забезпечення високорівневої безпеки WLAN, буде використовуватись шифрування за протоколами WEP, WPA, WPA2 або OWE. Розглянемо порівняння типів безпеки WLAN в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 — Порівняння типів безпеки WLAN

Тип безпеки WLAN	Алгоритм шифрування	Ключова довжина	Рівень безпеки	Особливості та недоліки
WEP	RC4	64 або 128 біт	Низький	Старий стандарт, легко зламується через вразливості, не рекомендується для використання
WPA	TKIP	128 біт	Середній	Виправив деякі вразливості WEP, але все ще недостатньо безпечний, застарілий стандарт
WPA2-Personal	AES	128 біт	Високий	Надійний захист для персонального використання; широко використовується у більшості мереж

Продовження таблиці 1.5 — Порівняння типів безпеки WLAN

Тип безпеки WLAN	Алгоритм шифрування	Ключова довжина	Рівень безпеки	Особливості та недоліки
WPA2-Enterprise	AES	128 біт	Дуже високий	Використовує сервер аутентифікації (RADIUS), підходить для корпоративних мереж
WPA3-Personal	AES-GCMP	128 біт	Вищий	Забезпечує захист від атак методом перебору (брутфорс), має додатковий захист навіть при слабкому паролі
WPA3-Enterprise	AES-GCMP	192 біт	Максимальний	Найвищий рівень безпеки; забезпечує захист корпоративного рівня з додатковими механізмами шифрування
OWE	Без пароля	Динамічний ключ	Середній	Забезпечує базовий рівень шифрування для відкритих мереж без пароля, знижує ризики пасивного перехоплення

Варіанти WLAN поділяються на домашню та корпоративну мережі. Домашня WLAN забезпечує з'єднання пристроїв у межах приватної оселі й зазвичай не потребує додаткового управління чи високих рівнів захисту. Корпоративна WLAN використовується в офісах або на великих підприємствах, де важлива централізація управління, можливість контролю доступу та високий рівень безпеки, часто за рахунок додаткових мережевих рішень та точок доступу з більшим радіусом дії.

2 ПРОЄКТУВАННЯ КОРПОРАТИВНОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ МЕРЕЖІ

Процес проєктування корпоративної комп'ютерної мережі має на меті створення схематичного відображення обладнання та зв'язку між ним для запобігання помилок при реалізації моделі. Підприємство ТОВ “СПІЛЬНІ

ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ” має намір забезпечити робітників високоякісними послугами, тому важливо проаналізувати їхні вимоги для задоволення потреб. А на основі цих потреб та зважаючи на економічну доцільність обрати правильні технології та обладнання.

Розглядаючи потреби ТОВ “СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ” можна дійти висновку, що організація масштабує свою діяльність, отже збільшується і кількість працівників, необхідного обладнання та зміни структури мережі. На даний момент є лише одна філія вищевказаного підприємства, проте вона планує розширюватись в різні міста України. Це спонукає до зміни архітектури мережі з LAN, яка використовується для локалізації в межах однієї будівлі, для розширення до MAN, тобто в межах одного міста, з послідовним розширенням до WAN, для зв'язку між різними містами в яких розташовується філії підприємств.

Для забезпечення якісного зв'язку в межах різних типів мережі варто обрати правильне обладнання, зробити з'єднання відповідним типом кабелю та правильні налаштування кожного пристрою, які включають в себе ір-адресу, маршрутизація, ІР-телефонія, віддалене керування та безпеку. Правильне налаштування ІР-адреси забезпечуватиме безперервний та правильний зв'язок між пристроями. Проте налаштування ІР-адреси немає сенсу без маршрутизації, тому що вона реалізуватиме маршрути зв'язку між маршрутизаторами. Налаштування ІР-телефонії забезпечуватиме стабільний зв'язок між працівниками цієї та між інших філій. У випадки помилок та нестабільної роботи обладнання має бути можливість вирішення проблеми дистанційно, для цього буде використовуватись віддалене керування. Основним критерієм будь-якого налаштування мережі є безпека, тому в мережі підприємства вона реалізуватись за допомогою автентифікації користувача при доступі до сервера, а також блокування різного доступу до корпоративних пристроїв, виключаючи сервери, з захистом від злому та DDOS атак.

2.1 Визначення архітектури мережі та протоколів зв'язку

При моделюванні мережі розглядається розташування об'єктів ТОВ “СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ” у кількох містах, а саме:

– у Львові — 2 філії (центральна та склад). У центральній — роутер, 4 сервери (Email, DHCP, HTTP, NTP), 2 WiFi-точки доступу, 16 комп'ютерів, 15 IP-телефонів, 3 ноутбуки, 2 планшети та 4 принтери. На території складу — роутер, 8 комп'ютерів, 6 IP-телефонів, 7 планшетів, 3 принтери.

– у Києві — роутер, WiFi-точка доступу, 11 комп'ютерів, 10 IP-телефонів, 2 ноутбуки та 2 принтери.

– у Запоріжжі — роутер, WiFi-точка доступу, 8 комп'ютерів, 8 IP-телефонів, 2 ноутбуки, 2 принтери.

– у Вінниці — роутер, WiFi-точка доступу, 8 комп'ютерів, 7 IP-телефонів, 2 ноутбуки, 2 принтери.

– в Івано-Франківську — роутер, WiFi-точка доступу, 8 комп'ютерів, 8 IP-телефонів, ноутбук, 2 принтери.

Вибір топології мережі при проектуванні є ключовим етапом, який впливає на ефективність, надійність і вартість роботи всієї системи. Правильно обрана топологія забезпечує оптимальну роботу мережі відповідно до її функціональних потреб. При виборі топології мережі потрібно звертати увагу на такі фактори як:

– забезпечення ефективності, тобто кожна топологія має свої особливості в обробці трафіку;

– масштабованість, розвиток бізнесу потребує збільшення кількості пристроїв у мережі. Обрана топологія має підтримувати легке розширення;

– простота обслуговування. Діагностика проблем у мережі значно залежить від топології;

– тип трафіку і завдання мережі, якщо мережа призначена для великих обсягів передачі даних або відеоконференцій, потрібна топологія, яка мінімізує затримки.

– географічна структура, якщо мережа об'єднує офіси або філії в різних містах, топології, які підтримують централізацію (наприклад, "зірка" або "дерево"), будуть більш ефективними.

Розглянемо переваги та недоліки кожної топології для обрання найбільш оптимального варіанту при проєктування мережі підприємства ТОВ “СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ” у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 — Порівняння типів топологій

Топологія	Переваги	Недоліки	Придатність для підприємств
Шинна	Легка реалізація, низька вартість.	Одночасна робота обмеженої кількості пристроїв, складність діагностики, низька масштабованість.	Підходить лише для малих мереж.
Зіркова	Висока надійність, легке розширення, зручне управління, централізація трафіку.	Залежність від центрального вузла (комутатора чи маршрутизатора), дорожка реалізація.	Ідеальна для офісів і корпоративних мереж.
Кільцева	Рівномірний розподіл навантаження, простота розгортання в невеликих мережах.	Вразливість до відмов одного вузла, складність в обслуговуванні.	Використовується рідко, застаріла для сучасних підприємств.
Сітчаста	Висока відмовостійкість, відсутність центрального вузла, оптимізація маршрутизації.	Дуже складна у впровадженні та управлінні, дорога.	Підходить для критично важливих мереж із великими ресурсами.
Деревоподібна	Масштабованість, централізоване управління.	Вразливість окремих сегментів, складне адміністрування великих мереж.	Добре підходить для великих організацій, але менш ефективна за "зірку".

З усіх цих варіантів найкращим варіантом для мережі підприємства з декількома філіями в різних містах є зірка, тому що вона забезпечуватиме централізоване управління, тобто у топології "зірка" всі підключення концентруватимуться через центральний вузол. У свою чергу все це дозволить ефективно контролювати всі з'єднання, централізовано адмініструвати мережу, забезпечувати легке налаштування та моніторинг трафіку. Не варто забувати про

надійність і відмовостійкість. У топології "зірка" відмова одного вузла не впливатиме на роботу решти мережі. У разі несправності центрального вузла його можна швидко замінити. Оскільки підприємство планує розширюватись потрібно враховувати й масштабованість мережі. В свою чергу топологія "зірка" дозволить легко додавати нові пристрої чи офіси, підключаючи їх до центрального вузла без значних змін в інфраструктурі. Наразі важно уявити підприємство без використання сучасних технологій, тому варто підтримувати актуальність за рахунок топології "зірка" яка легко інтегруватиметься з сучасними мережевими технологіями, включаючи хмарні сервіси та високошвидкісний Ethernet і Wi-Fi для кожного офісу.

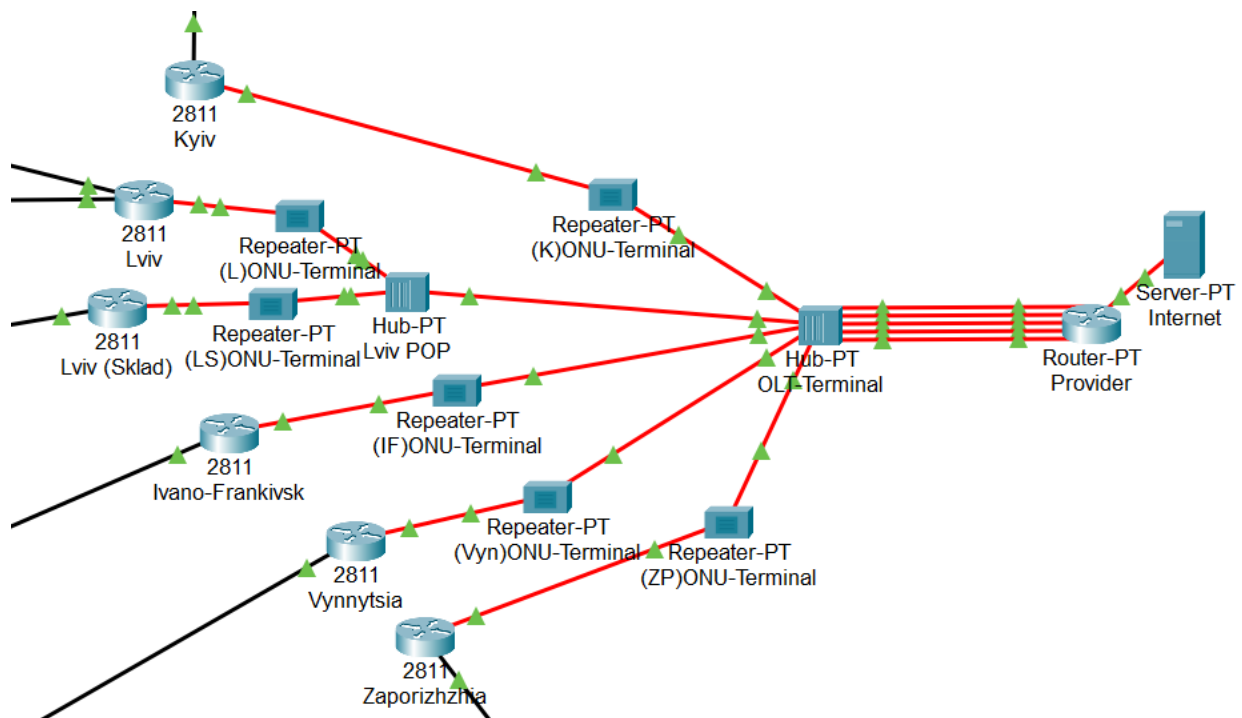


Рисунок 2.1 — Проєктування топології мережі зірка на підприємстві

Основою для організації взаємодії між пристроями в мережі підприємства ТОВ “СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ” є протоколи зв’язку. Їх використання при проєктуванні мережі дозволить створити структуру, в якій кожен пристрій розуміє, як обмінюватися даними з іншими. Без протоколів зв’язку мережа була б хаотичною і неефективною, адже пристрої не змогли б узгоджувати формати, правила передачі та отримання даних.

Протоколи забезпечуватимуть стандартизацію, завдяки якій різні пристрої, навіть від різних виробників, можуть спілкуватися між собою. Вони визначатимуть, як дані мають бути розбиті на пакети, як ці пакети передаватимуться через мережу і як вони збиратимуться назад в оригінальний формат на приймаючій стороні. Це гарантує, що інформація досягає пункту призначення без втрат і помилок.

Крім цього, протоколи вирішуватимуть питання безпеки, шифруючи дані під час їх передачі, щоб запобігти несанкціонованому доступу або перехопленню. Вони також допомагатимуть оптимізувати передачу даних, налаштовуючи пріоритети для важливого трафіку, як-от відео або голосові дзвінки. Завдяки цьому мережа працюватиме ефективніше і відповідатиме потребам користувачів.

У проєктованій мережі будуть використовуватись такі протоколи:

- Ethernet;
- Wi-Fi;
- IPv4;
- TCP;
- UDP;
- HTTP/HTTPS;
- FTP;
- IMAP/POP3;
- DNS;
- RIP;
- DHCP;
- VoIP;
- NTP.

2.2 План розгортання мережі типу LAN з урахуванням потреб підприємства

Перед налаштуванням та закупівлею обладнання необхідно створити план розгортання мережі який задовольнятиме потреби усіх користувачів. Почати варто з проектування локальної мережі для кожної філії [12].

Першочергово потрібно обрати, під'єднати та налаштувати маршрутизатор. З усіх можливих варіантів рекомендується встановити модель TP-Link ER8411, тому що вона здатна забезпечити пропускну здатність до 10 Гігабіт на секунду, що гарантує швидку та зручну роботу працівників з великими обсягами даних. Розглянемо його основні характеристики:

- процесор: Чотириядерний 2,2 ГГц;
- пам'ять: 4 ГБ DDR4 оперативної та 256 МБ NAND флеш-пам'яті;
- порти: 2× 10G SFP+ порти (1 WAN і 1 WAN/LAN), 8× 1G LAN/WAN RJ45 портів, 2× USB 3.0 для підключення 4G/3G модемів або збереження логів;
- пропускну здатність: До 10 Гбіт/с на портах SFP+;
- VPN: До 300 IPsec VPN тунелів;
- підтримка VPN: OpenVPN, L2TP/IPsec, PPTP, SSL VPN;
- VPN-продуктивність: до 2080 Мбіт/с;
- захист від DoS-атак, фільтрація URL/IP/MAC;
- можливості DMZ та брандмауер SPI;
- Load Balancing: Підтримка до 10 WAN для розподілу навантаження;
- Omada SDN: Централізоване управління мережею через Omada Cloud Controller [13].

Для нормального функціонування корпоративної мережі та правильного розподілення та підключення пристроїв потрібно використовувати комутатор. Проблема в тому, що наявне в Запорізькій філії обладнання TP-Link TL-SF1005D не відповідає вимогам для масштабування мережі в інші міста, через те, що воно має пропускну здатність 100 мегабіт на секунду та всього 5 портів, що

недостатньо для використання. При проектуванні в якості вирішення цієї проблеми пропонується використовувати TP-Link TL-SG3428X. Цей вибір зумовлений тим, що загальна продуктивність є набагато вищою. Це відображається на характеристиках цього комутатора, а саме:

- порти Ethernet: 24× 1 Гбіт/с RJ-45;
- uplink-порти: 4× SFP+ слоти (10 Гбіт/с);
- комутаційна здатність: 128 Гбіт/с;
- пропускна здатність: 95,23 Мбіт/с;
- програмні функції рівня L2: VLAN (802.1Q, Port-Based VLAN, Protocol-Based VLAN), Spanning Tree Protocol (STP/RSTP/MSTP), IGMP Snooping для оптимізації мультимедійного трафіку, Link Aggregation Control Protocol (LACP);
- програмні функції рівня L3: Статична маршрутизація;
- QoS: Пріоритизація трафіку (802.1p/DSCP QoS), Обмеження швидкості на порт;
- безпека мережі: Захист від мережевих штормів, прив'язка IP-MAC-порт, Захист портів, DHCP Snooping;
- управління: Хмарне управління через Omada SDN, веб-інтерфейс, CLI, SNMP, RMON [13].

Варто зазначити, що в кожній філії буде по одному комутатору, а у Львівській філії буде 2 через наявність двоповерхового офісу.

Для забезпечення комфортної роботи та додаткових послуг компанії будуть використовуватися сервери які надаватимуть можливість створення вебсторінки, автоматичного розподілу IP-адрес в межах корпоративної мережі, автоматичного налаштування часу, збереження файлів підприємства та створення особистої електронної пошти яка покращить брендинг ТОВ “СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ”. В Запорізькій філії наявний невеликий файловий сервер на якому зберігаються важливі дані, при проектуванні враховується важливість збереження інформації, тому всі цифрові носії будуть перенесені в новий сервер який буде розташований у Львівській філії.

У 21-ому столітті важко уявити роботу сучасної компанії без вебсайту, який забезпечить взаємодію з клієнтами та надання актуальної інформації. Саме тому важливо буде провести налаштування HTTP-серверу, що забезпечить роботу сторінки "www.tov-sep.com.ua".

Щоб забезпечити зручність налаштування кожного пристрою, що підключається до корпоративної мережі, без необхідності людського втручання буде використовуватись DHCP-сервер, який автоматизує процес надання IP-адреси.

Сервер IP-телефонії є центральним компонентом системи VoIP, який відповідає за управління голосовими дзвінками, маршрутизацію трафіку, інтеграцію з іншими сервісами та забезпечення стабільної роботи телефонної мережі. Без нього користувачі не зможуть з'єднуватися між собою в межах корпоративної мережі. Налаштування сервера включає створення облікових записів для кожного користувача або пристрою, прив'язку їх до конкретних номерів (внутрішніх або зовнішніх) і налаштування маршрутизації дзвінків.

Для синхронізації часу на кожному пристрої який підключений до мережі ТОВ "СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ" планується використання NTP-серверу.

Для підвищення впізнаваності підприємства, залучення нових користувачів буде використовуватись особиста поштова скринька "example@tov-sep.com", це буде реалізовуватись завдяки Email-серверу. Також особиста поштова скринька буде використовуватись для спілкування між співробітниками ТОВ "СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ" та відповідей клієнтам. Її важливою функцією є захист від спаму та шкідливих програм.

Весь вищевказаний функціонал передбачає один сервер, на якому будуть проведені їх налаштування. Коректна робота забезпечується завдяки:

- процесор: Intel Xeon E Raptor Lake E-2468 (8 ядер/16 потоків буде достатньо для коректної роботи всіх служб та компонентів сервера);
- материнська плата: ASUS Pro WS W680-ACE;

- відеокарта: Gigabyte GeForce GT 1030 (для виводу зображення на монітор)
- оперативна пам'ять: Kingston Fury Renegade Pro DDR5 32 ГБ (2 штуки для роботи багатоканального режиму пам'яті);
- SSD: SSD Kingston DC1000B SEDC1000BM8/480G (2 штуки для утворення RAID 1 для надійності);
- HDD: Seagate IronWolf ST14000VN0008 14 ТБ (8 штук для утворення RAID 1 для надійності);
- блок живлення: be quiet! Dark Power 13 80+ Titanium 750W (с запасом для більшої довговічності);
- охолодження для процесора: be quiet! Dark Rock 5 (с запасом для меншого нагріву процесора та тихої роботи);
- корпус: Fractal Design Meshify 2 Dark TG (для хорошої продувності комплектуючих, велика кількість слотів для жорстких дисків);
- операційна система: Windows Server 2025.

Враховуючи той факт що ТОВ “СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ” планує розширюватись в інші міста України, варто задуматись про використання такої технології як IP-телефонія, що дозволить робітникам будь-якої філії спілкуватися між собою, зберігаючи високу якість зв'язку. Ще однією перевагою стане уникнення витрат на закупівлю пакетів операторів, це дозволить зекономити витрати на мобільному зв'язку. Реалізація цієї технології буде проведена завдяки серверу IP-телефонії та налаштувань на маршрутизаторі, для роботи цієї технології будуть використовуватись застосунок для комп'ютерів Microsoft Teams з інтеграцією Cisco та модель Cisco IP Phone 8841. Розглянемо її характеристики:

- підтримка до 5 SIP-ліній, можливість налаштування кількох профілів (SIP-акаунтів);
- дисплей: 5-дюймовий кольоровий дисплей, 800x480 пікселів, роздільна здатність: 800x480 пікселів;

- аудіо: HD-звук (широкосмуговий кодек G.722 для високої якості звуку), динамік і мікрофон з функцією шумозаглушення, гучномовець і підтримка гарнітури через стандартний роз'єм RJ-9 або Bluetooth;

- підключення: два порти Ethernet (10/100/1000 Мбіт) для підключення пристрою до мережі та ПК. Підтримка PoE (Power over Ethernet), що дозволяє працювати без додаткового блоку живлення;

- протоколи: SIP, IPv6, LLDP-MED. Підтримка QoS для стабільного аудіозв'язку;

- конференц-зв'язок (до 3 учасників);

- живлення: Через PoE або окремий блок живлення (опція);

- безпека: шифрування даних (TLS і SRTP), захист від несанкціонованого доступу [14].

Основою для функціонування будь-якої компанії є комп'ютер, завдяки якому працівники зможуть виконувати моделювання, обробку схем тощо. Оскільки обов'язки працівників ресепшену є мінімальними, тому не варто витрачати кошти на закупівлю високовартісного обладнання. Найбільш оптимальним варіантом є використання моноблока Lenovo IdeaCentre AIO 27IRH9, який має такі характеристики, а саме 27 дюймовий екран, Intel Core i3-1315U та 16 гігабайтів оперативної пам'яті що достатньо для повсякденних задач. Натомість працівникам компанії потрібно буде використовувати ресурсоємні програми такі як AutoCAD, ArchiCAD, SAP2000 / ETABS тощо, які потребують більшої потужності ніж та, яку може надати моноблок. Планується провести збірку комп'ютерів які задовільнять потреби працівників, які матимуть такі характеристики:

- процесор: Intel Core Ultra 7 (265KF);

- материнська плата: Intel Z890 (Gigabyte Z890 AORUS PRO ICE);

- відеокарта: RTX 4080 SUPER (Gigabyte GeForce RTX 4080 SUPER AORUS MASTER 16G);

- оперативна пам'ять: 64 гігабайти (Kingston Fury Beast DDR5 RGB 2x32Gb);

- SSD: 1 терабайт (Kingston KC3000 SKC3000S/1024G);
- HDD: 2 терабайти (Seagate SkyHawk ST2000VX015);
- блок живлення: бажано 1000W (be quiet! Dark Power 13 1000W);
- охолодження для процесора: Бажано водяне охолодження, потрібно розсіяти 195 BT тепла (EKWB EK-Nucleus AIO CR360 Lux D-RGB);
- корпус: підтримка формату ATX, підтримка розміру радіатора СЖО 360 мм, довжина відеокарти не менше 330 міліметрів (Fractal Design North);
- монітор: 4K роздільної здатності (Samsung U28R550U);
- операційна система: Windows 11 Pro.

В свою чергу функціонування такої серйозної компанії як ТОВ “СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ” базується на роботі з документами та кресленнями, що не можливо уявити без використання принтера. Для зручності була обрана Epson M15180, яка підтримує бездротове з’єднання за допомогою Wi-Fi.

2.3 План розгорнення мережі типу WAN з урахуванням потреб підприємства

Магістральні мережі є основою для побудови розподілених корпоративних мереж, особливо для підприємства ТОВ “СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ” із філіями в різних містах. Використання магістральних мереж забезпечуватиме надійний, масштабований та швидкий обмін даними між офісами, зводячи до мінімуму затримки та втрати інформації.

Магістральна мережа — це високошвидкісна основна інфраструктура, яка об’єднає локальні мережі філій і забезпечить їх доступ до корпоративних ресурсів або Інтернету. Вона реалізується через технології передачі даних як оптоволоконні канали [15].

Проектування обов’язково враховуватиме потреби підприємства під що буде обраний провайдер з потрібними підприємству технології зв’язку. Наразі

актуальною проблемою для будь-якої компанії є стабілізаційні або аварійні відключення світла. ТОВ “СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ” планує працювати навіть за таких умов, саме тому варто розглядати тільки тих провайдерів які підтримують технологію PON. Вона використовується для передачі даних, голосу і відео за допомогою оптоволоконних кабелів. Оскільки підключення оптоволоконна відбувається до кінцевого пристрою що розташований безпосередньо в офісі, обирається технологія прокладання FTTO (Fiber to the Office). PON називається пасивною, оскільки між передавальним обладнанням у провайдера та абонентськими пристроями не використовуються активні (з електроживленням) елементи, це дозволяє інтернету працювати без світла.

Основний принцип роботи PON полягає в розподілі оптичного сигналу від центрального вузла (OLT — Optical Line Terminal) до багатьох користувачів (ONU/ONT — Optical Network Unit/Terminal) через пасивні оптичні сплітери. Один волоконний кабель може забезпечувати підключення десятків або навіть сотень абонентів, що робить цю технологію економічно ефективною. Отже, в кожній філії ТОВ “СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ” ONU-термінал вбудований у маршрутизатор TP-Link ER8411. Для обрання найбільш оптимального варіанту задоволення потреб користувачів варто провести порівняння всіх варіантів PON, яке представлено у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 — Типи PON

Тип PON	Максимальна швидкість (низхідний/висхідний), Гбіт/с	Протокол	Кількість користувачів на одне волокно	Дальність, км, не більше ніж	Особливості
APON/ BPON	0.22 / 0.155	ATM	До 32	20	Перше покоління PON, обмежена швидкість, застаріла технологія.
EPON	1/1	Ethernet	До 64	20	Ethernet-мережами, популярна у корпоративних мережах.

Продовження таблиці 2.2 — Типи PON

Тип PON	Максимальна швидкість (низхідний/ висхідний), Гбіт/с	Протокол	Кількість користувачів на одне волокно	Дальність, км, не більше ніж	Особливості
GPON	2,5/1,25	TDM+ Ethernet	До 128	20	Підтримка різноманітних сервісів (голос, відео, дані), висока ефективність.
XG-PON	10/2,5	TDM+ Ethernet	До 128	20	Швидкість до 10 Гбіт/с, підходить для високошвидкісних сервісів.

З наданих характеристик можна дійти до висновку, що найкращим варіантом буде вибір провайдера з технологією XG-PON.

2.4 План розгорнення Wi-Fi мережі з урахуванням потреб підприємства

До мережі ТОВ “СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ” буде підключатися багато пристроїв, при чому не всі з них підтримують кабельне з’єднання або економічно не вигідно прокладати дроти. Логічним рішенням є налаштування та використання Wi-Fi мережі у кожній філії. Вона працюватиме на основі стандартів IEEE 802.11 і використовуватиме радіохвилі для передачі даних.

Варто враховувати, що існують багато стандартів Wi-Fi (таблиця 1.3), кожен з яких відрізняється між собою за характеристиками та доцільністю використання. Для отримання найбільш точних та актуальних результатів, було проведено дослідження у вигляді тестування всіх наявних стандартів.

Таблиця 2.3 — Порівняння стандартів WiFi-з'єднання

Стандарт WiFi	Частоти	Максимальна швидкість, Гбіт/с, не більше ніж	Технології	Призначення
WiFi 4 (802.11n)	2,4 ГГц	0,6	MIMO	Підходить для загальних потреб домашніх і корпоративних мереж
WiFi 5 (802.11ac)	2,4 ГГц і 5 ГГц	3,5	MU-MIMO	Ідеально підходить для потокового відео, онлайн-ігор та великих корпоративних мереж
WiFi 6 (802.11ax)	2,4 ГГц і 5 ГГц	9,6	OFDMA	Розрахований на високу щільність користувачів, добре підходить для завантажених мереж
WiFi 6E	6 ГГц	9,6	Додавання частоти 6 ГГц	Забезпечує кращу продуктивність у місцях з високим навантаженням
WiFi 7 (802.11be)	2,4 ГГц, 5 ГГц, 6 ГГц	30	MLO, 4K-QAM	Орієнтований на майбутні мережі з великою кількістю пристроїв і високими вимогами до швидкості

В наявності для проведення тестів є роутер TP-Link ARCHER AX23 зі стандартом WiFi 6 та пристрої для тестування:

- вбудований WiFi-адаптер в материнську плату Gigabyte Aorus PRO X Z790 - MediaTek Wi-Fi 7 MT7927 Wireless LAN Card (стандарт Wi-Fi 7);
- смартфон OnePlus 12 з процесором Snapdragon 8 Gen3 (стандарт Wi-Fi 7);
- смартфон OnePlus 9 з процесором Snapdragon 888 (стандарт Wi-Fi 6E);
- планшет Lenovo Chromebook Duet 5 з процесором Qualcomm Snapdragon 7C Gen 2 (стандарт Wi-Fi 5);
- смартфон Lenovo K6 Note з процесором Snapdragon 430 (Wi-Fi 4);
- вита пара напряму в материнську плату Gigabyte Aorus PRO X Z790 Realtek PCIe 5GbE Family Controller (еталонна швидкість).

Результати дослідження були проведені у сусідній кімнаті, на однаковій відстані від роутера та відображені на діаграмах 2.1, 2.2, 2.3.

Порівняння затримки

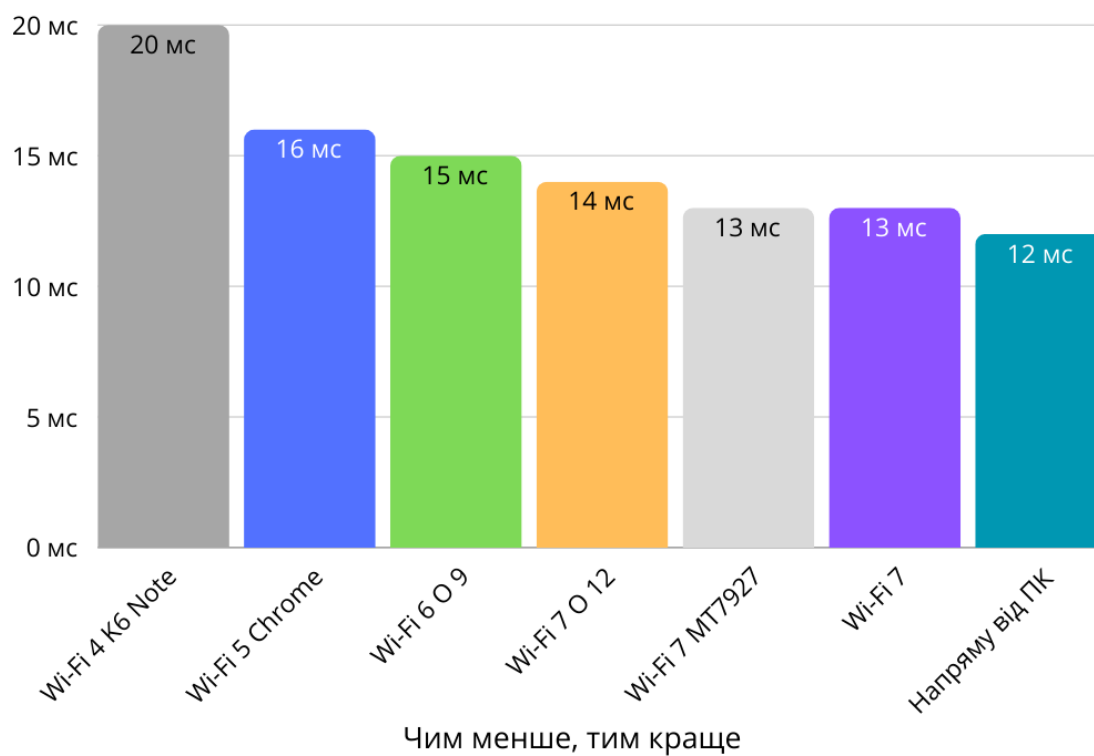


Рисунок 2.2 — Діаграма порівняння затримки

Порівняння швидкості Download

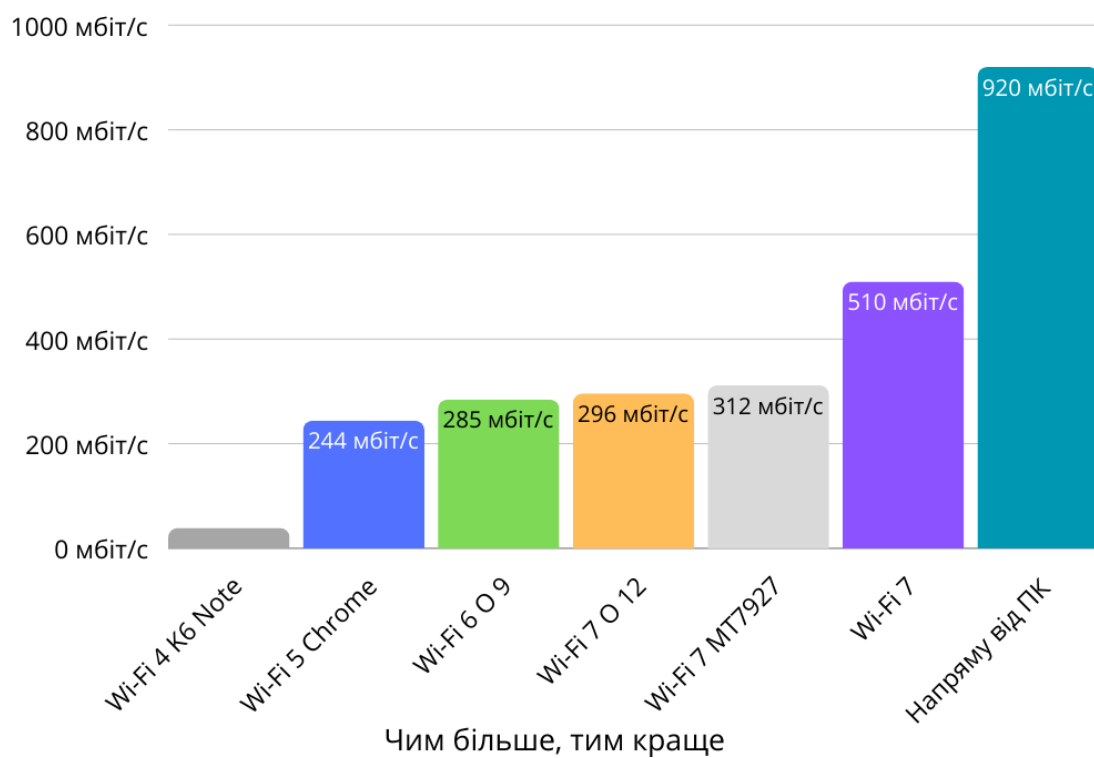


Рисунок 2.3 — Діаграма порівняння швидкості Download

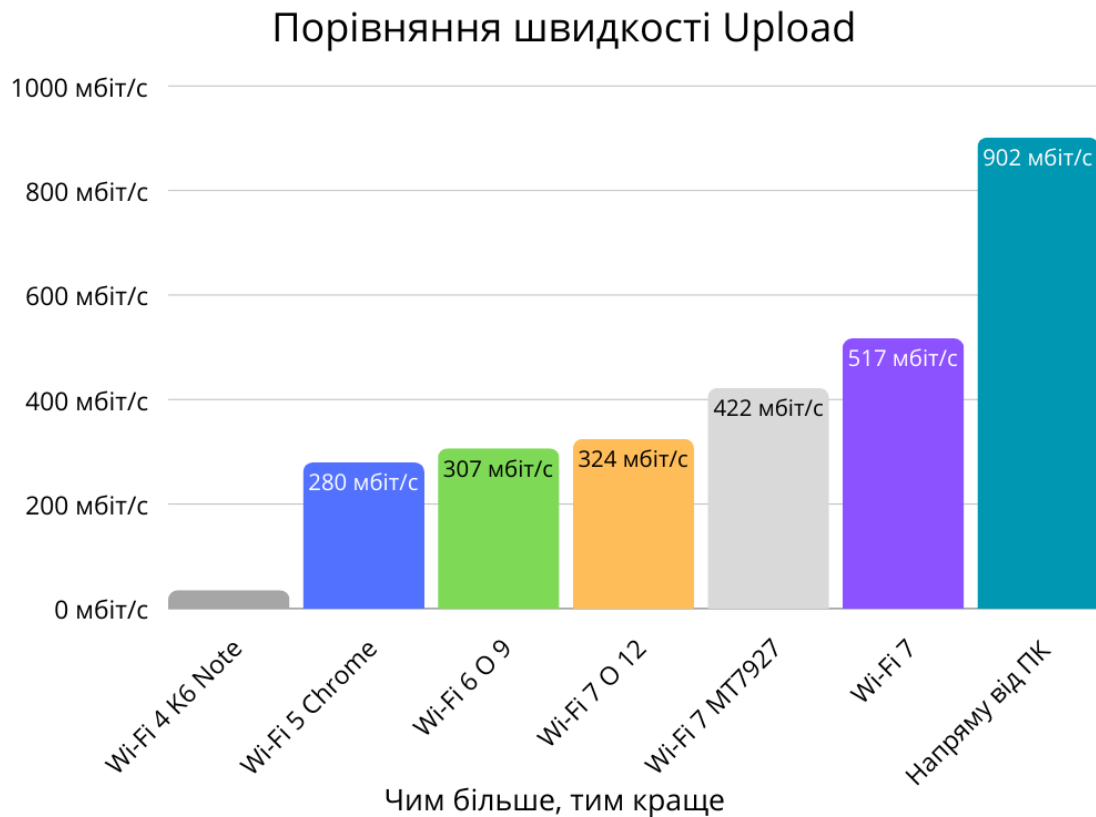


Рисунок 2.4 — Діаграма порівняння швидкості Upload

За результатами представленими на діаграмах можна дійти висновку, що використання стандарту Wi-Fi 4 (2,4 ГГц) є найбільш неоптимальним рішенням, бо він забезпечує найменшу швидкість (39.31/35.28 мбіт/с) та найбільшу затримку, це зумовлено великою завантаженістю на канали, яких і так не багато — 13. Використання стандарту Wi-Fi 5 (5 ГГц) є більш актуальним, тому що забезпечує швидкість Download та Upload в 6 разів більше ніж у Wi-Fi 4 (2,4 ГГц). При цьому різниця швидкості з наступним стандартом Wi-Fi 6 (5 ГГц) не є великою, проте він забезпечує практичну стабільність з'єднання для всіх пристроїв. Оскільки наявний Wi-Fi роутер не підтримує стандарт Wi-Fi 7 (6 ГГц), дослідження проводилося на пристроях які підтримують мережу Wi-Fi 7 підключених до мережі стандарту Wi-Fi 6 (5 ГГц). При цьому було зазначено що швидкість збільшилася на 10%. Це зумовлено тим, що пристрій з Wi-Fi 7 може бути швидше за рахунок покращених технологій та оптимізації, проте його потужність в мережі Wi-Fi 6 обмежена можливостями цієї мережі. За даними

характеристик та тестів проведених на роутерах які підтримують Wi-Fi 7 (6 ГГц), швидкість Download та Upload складатиме 510 та 517 мегабіт в секунду, що приблизно у 2 рази більше ніж Wi-Fi 6. У порівнянні з еталонною швидкістю кабельного з'єднання витвої пари — 920 та 901,74 мегабіт в секунду, Wi-Fi 7 є найбільш близьким за значеннями швидкості та затримки. Тому найбільш логічним є вибір найсучаснішого стандарту Wi-Fi 7 (6 ГГц), який як раз підтримується наявним обладнанням.

Після обрання стандарту Wi-Fi, наступним етапом є обрання Wi-Fi точки доступу який буде підтримувати цей стандарт. Найбільш оптимальним варіантом буде TP-LINK Omada EAP783, тому що він задовольнить всі потреби працівників та має найкраще співвідношення ціна/якість. Розглянемо його основні характеристики нижче.

- три частотні діапазони: 6 ГГц: до 11,520 Мбіт/с, 5 ГГц: до 8,640 Мбіт/с, 2.4 ГГц: до 1,376 Мбіт/с;
- технологія Multi-Link Operation (MLO) для зменшення затримок і підвищення пропускної здатності;
- антени: внутрішні з коефіцієнтом підсилення від 4 до 5 dBi, 12 шт;
- інтерфейси: 2 × 10G Ethernet (PoE++);
- енергоспоживання: 39 Вт, підтримка 802.3bt (PoE++);
- безпека та управління: підтримка WPA3, WPA2-Enterprise, OWE для максимального захисту;
- до 24 SSID для окремих мереж або гостьового доступу;
- централізоване управління через Omada SDN (хмарна платформа або локальні контролери);
- функції мережевої безпеки: виявлення сторонніх точок доступу (Rogue AP), ізоляція клієнтів, VLAN;
- підтримка понад 760 одночасних клієнтів і площа покриття до 2150 кв. футів (приблизно 200 м²);
- можливість встановлення на стелю або стіну, комплект для монтажу включено.

3 ВСТАНОВЛЕННЯ ТА НАЛАШТУВАННЯ МЕРЕЖЕВИХ ПРИСТРОЇВ

Після проєктування наступним етапом є правильне встановлення та налаштування мережі. При цьому важливо зберігати правильний порядок для оптимального розподілу часу та уникнення помилок. В цьому випадку пристрої будуть встановлені за таким порядком:

- маршрутизатор;
- комутатор;
- Wi-Fi точку доступу;
- сервер;
- комп'ютер;
- принтер;
- IP-телефонія.

Далі перейдемо до детального розгляду процесу встановлення та налаштування вищевказаних пристроїв.

3.1 Встановлення та налаштування маршрутизатора

Почати розгорнення корпоративної мережі потрібно з маршрутизатора. Обов'язковою умовою налаштування є наявність будь-якого пристрою з Ethernet-портом. Підготовчий етап полягає у підключенні живлення до маршрутизатора та під'єднанні кабелів від інтернет-провайдера до SFP+ WAN порту та Ethernet кабелю від пристрою з якого проводяться налаштування до Ethernet LAN порту. Після цього потрібно відкрити браузер та в пошуковому рядку написати "192.168.0.1". На екрані з'явиться вікно де будуть проведені першочергові налаштування, а саме поле для створення пароля. Наступним кроком є вибір часового поясу, в нашому випадку UTC + 02: 00 за київським

часом. Далі проходить вибір типу підключення, де обраний провайдер надає автоматичне налаштування IP-адреси, обираємо цей тип та натискаємо “Далі”. В наступному вікні налаштувань проводиться вибір MAC-адреси маршрутизатора, в нашому випадку залишаємо за замовчуванням. На останньому етапі проводиться перевірка інтернет з’єднання. У разі успіху початкові налаштування будуть завершені.

Процес налаштування у Cisco Packet Tracer виглядає таким чином. Першим чином у консоль маршрутизатора вводимо команду “enable” та “configure terminal” для початку налаштувань. Наступним кроком є видача назви нашому пристрою за допомогою команди “hostname <назва>”. Для захисту нашого пристрою від сторонніх користувачів потрібно встановити пароль командою “enable secret <пароль>”. Для встановлення віддаленого доступу до маршрутизатора за використанням протоколів Telnet або SSH потрібно ввести команду “enable password <пароль>”. Увесь цей процес відображається у лістингу 3.1.

Лістинг 3.1 — Консольні команди для початкового налаштування маршрутизатора

```
enable
!
configure terminal
!
hostname Lviv
!
enable secret TOV_Sep_LV
enable password TOV_Sep_Rem_LV
```

Наступний крок — правильне налаштування внутрішньої та зовнішньої IP-адреси яке буде відображене на лістингу 3.1 та лістингу 3.2.

Лістинг 3.2 — Запорізька філія. Налаштування зовнішньої адреси

```
interface GigabitEthernet0/0/0
ip address 109.87.192.1 255.255.255.0
```

Тепер варто перейти до локальної адреси, а саме проведення налаштування інкапсуляції через команду “encapsulation dot1Q” що зумовлено використанням технології VLAN. Ця команда дозволить передавати через один порт більшу кількість VLAN. Варто також зазначити, що для того, щоб мережевий трафік DHCP направлявся на вказану адресу потрібно вводити команду “ip helper-address <ip-адреса>” з використання DHCP (лістинг 3.3).

Лістинг 3.3 — Запорізька філія. Налаштування локальної адреси

```
interface FastEthernet0/0
  no ip address
  duplex auto
  speed auto
!
interface FastEthernet0/0.10
  encapsulation dot1Q 10
  ip address 192.168.0.1 255.255.255.0
  ip helper-address 192.168.0.3
!
interface FastEthernet0/0.20
  encapsulation dot1Q 20
  ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
  ip helper-address 192.168.0.3
!
interface FastEthernet0/0.30
  encapsulation dot1Q 30
  ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
  ip helper-address 192.168.0.3
!
interface FastEthernet0/0.40
  encapsulation dot1Q 40
  ip address 192.168.3.1 255.255.255.0
  ip helper-address 192.168.0.3
!
interface FastEthernet0/1
  no ip address
  duplex auto
  speed auto
!
interface FastEthernet0/1.10
  encapsulation dot1Q 10
  ip address 192.168.10.1 255.255.255.0
  ip helper-address 192.168.0.3
!
interface FastEthernet0/1.20
  encapsulation dot1Q 20
  ip address 192.168.11.1 255.255.255.0
  ip helper-address 192.168.0.3
```

```

!
interface FastEthernet0/1.30
 encapsulation dot1Q 30
 ip address 192.168.12.1 255.255.255.0
 ip helper-address 192.168.0.3
!
interface GigabitEthernet0/0/0
 ip address 109.87.192.1 255.255.255.0

```

В корпоративній мережі RIP буде використовуватись як протокол маршрутизації.

Routing Information Protocol (RIP) — це протокол динамічної маршрутизації, який використовується для обміну інформацією про маршрути між маршрутизаторами в межах однієї автономної системи (AS). RIP базується на алгоритмі дистанційного вектора і визначає оптимальний маршрут на основі кількості проміжних вузлів (hops) між джерелом і пунктом призначення [16].

Для зменшення навантаження на мережу буде використовуватись друга версія маршрутизації RIP, що забезпечить багатоадресну розсилку (лістинг 3.4). Також цей вибір зумовлений можливістю підсумовування маршрутів. За рахунок цього ефективність маршрутизації в великих мережах поліпшиться, а розмір таблиць маршрутизації зменшиться.

Лістинг 3.4 — Запорізька філія. Налаштування протоколу RIP на маршрутизаторі

```

Router rip
Version 2
network 109.0.0.0
network 192.168.0.0
network 192.168.1.0
network 192.168.2.0
network 192.168.3.0

```

3.2 Встановлення та налаштування комутатора

Наступним етапом налаштування мережі є робота з комутатором. Його основна функція — розгалуження мережі, що забезпечить стабільне з'єднання пристроїв один з одним.

Якщо до комутатора приєднано багато пристроїв він проводить аналіз даних, що отримуються та направляє їх на цільові порти. Перевага цього з'єднання в тому, що пристрої в одній мережі спілкуються безпосередньо між собою “без посередників”. За рахунок цього пропускна здатність стає кращою, а затримки в мережі — меншими.

Першочергово потрібно подати живлення на комутатор та за допомогою пристрою з кабелем Ethernet під'єднатися безпосередньо до комутатора. Після цього необхідно відкрити браузер та в пошуковому рядку ввести адресу “192.168.0.1”, провести початкове налаштування з встановленням пароля, часового поясу. Наступний етап — перейти у конфігурацію IPv4 та змінити IP-адресу комутатора на “192.168.0.2”, щоб не викликати конфлікту з маршрутизатором. Після цього зберегти налаштування та під'єднати оптичним кабелем SFP+ до LAN порту маршрутизатора.

Початковим етапом налаштувань в Cisco Packet Tracer є видача назви комутатору за допомогою команди “hostname <назва>”, що зображено на лістингу 3.5.

Лістинг 3.5 — Запорізька філія. Введення команди “hostname”

```
enable
!
configure terminal
!
hostname Sw_L
```

Також потрібно провести розділення фізичної мережі на кілька локальних віртуальних мереж, що можливо за допомогою технології VLAN. Саме її

налаштування будуть проводитися далі. LAN Львівської філії буде розподілено на:

- VLAN серверів;
- VLAN комп'ютерів;
- VLAN ір-телефонів;
- VLAN Wi-Fi пристроїв.

Створення відбувається за допомогою двох команд — “vlan <цифра>” та “name <назва VLAN>”. Далі обирається інтерфейс, та за допомогою команди “switchport access vlan<цифра VLAN>” проводиться його підключення до VLAN (лістинг 3.6 та рисунок 3.1).

Лістинг 3.6 — Запорізька філія. Прив'язка VLAN до інтерфейсу

```
interface FastEthernet0/1
switchport access vlan 10
switchport mode access
...
interface FastEthernet0/4
switchport access vlan 10
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/5
switchport access vlan 20
switchport mode access
...
interface FastEthernet0/13
switchport access vlan 20
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/14
switchport access vlan 30
switchport mode access
...
interface FastEthernet0/23
switchport access vlan 30
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/24
switchport access vlan 40
switchport mode access
!
interface GigabitEthernet0/1
switchport mode trunk
```

VLAN Name	Status	Ports
1	active	Gig0/2
10	active	Fa0/1, Fa0/2, Fa0/3, Fa0/4
20	active	Fa0/5, Fa0/6, Fa0/7, Fa0/8 Fa0/9, Fa0/10, Fa0/11, Fa0/12 Fa0/13, Fa0/14, Fa0/15, Fa0/16 Fa0/17, Fa0/18, Fa0/19, Fa0/20 Fa0/21, Fa0/22, Fa0/23
30	active	Fa0/14, Fa0/15, Fa0/16, Fa0/17 Fa0/18, Fa0/19, Fa0/20, Fa0/21 Fa0/22, Fa0/23
40	active	Fa0/24

Рисунок 3.1 — Результат виконання команди “show vlan brief”

3.3 Встановлення та налаштування Wi-Fi-точки доступу

Оскільки не з усіма пристроями буде проведено кабельне з’єднання варто забезпечити правильне налаштування точки доступу. Для початку під’єднується живлення та кабель Ethernet від комутатора до нашої точки доступу. Після її увімкнення потрібно використовувати пристрій який підтримує Wi-Fi з’єднання та в ньому знайти мережу з назвою “TP-Link_EAP_XXXXXX”, де XXXXXX — це частина MAC-адреси пристрою та під’єднатися до неї. Наступним кроком потрібно зайти в браузер та в пошуковому рядку ввести “tplinkear.net” або “192.168.0.1”. При першому налаштуванні обов’язково потрібно придумати пароль. Далі проводиться вибір часового поясу, а саме UTC + 02:00 за київським часом. Наступним кроком є вибір MAC-адреси, залишаємо за замовчуванням. Далі перейдемо до безпосереднього налаштування WiFi-мережі, а саме прописання імені бездротової мережі та паролю для кожної частоти або можна увімкнути SmartConnect для об’єднання їх в одну мережу, а точка доступу буде сама призначати пристрої на оптимальний робочий діапазон. Фінальним етапом є перевірка інтернет з’єднання яка при успіху завершить початкове налаштування.

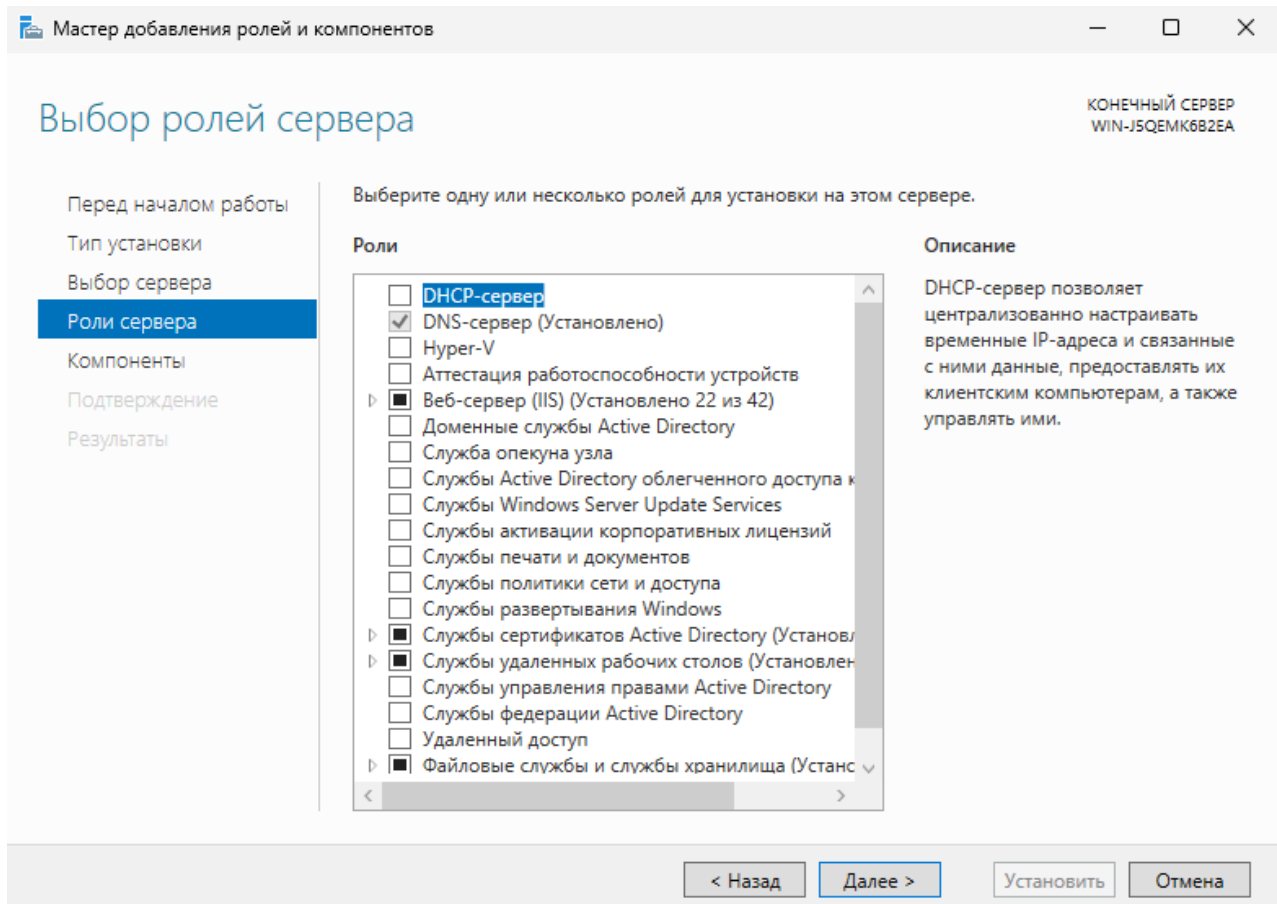


Рисунок 3.3 — Вікно додавання ролей сервера у Windows Server 2025

У Cisco Packet Tracer потрібно відкрити вікно інтерфейсу сервера DHCP, де провести налаштування IP-адреси та далі перейти на вкладку “Services”, увімкнути DHCP-сервер з подальшою його конфігурацією (рисунок 3.4 та рисунок 3.5).

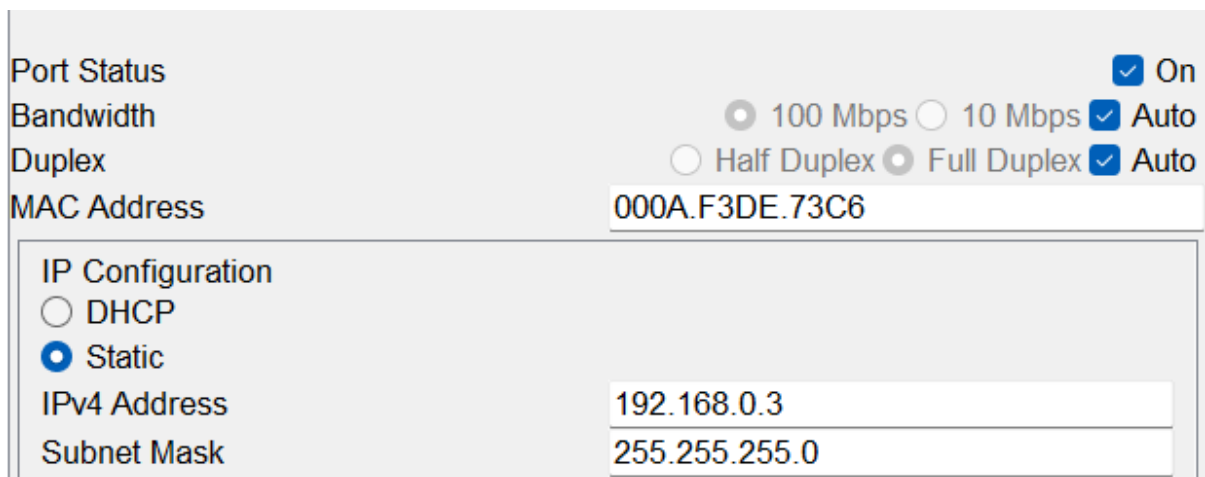


Рисунок 3.4 — Налаштування IP-адреси

DHCP

Interface FastEthernet0 Service ☒ On ☐ Off

Pool Name serverPool

Default Gateway 0.0.0.0

DNS Server 0.0.0.0

Start IP Address : 192 168 0 0

Subnet Mask: 255 255 255 0

Maximum Number of Users : 512

TFTP Server: 0.0.0.0

WLC Address: 0.0.0.0

Add
Save
Remove

Pool Name	Default Gateway	DNS Server	Start IP Address	Subnet Mask	Max User	TFTP Server
(ZP) Wi-Fi	192.168.22.1	8.8.8.8	192.168.22.2	255.255.255.0	20	192.168.21.1
(ZP) PC	192.168.20.1	8.8.8.8	192.168.20.2	255.255.255.0	14	192.168.21.1
(L-1) PC	192.168.1.1	8.8.8.8	192.168.1.2	255.255.255.0	15	192.168.2.1
(L-1) Wi-Fi	192.168.3.1	8.8.8.8	192.168.3.2	255.255.255.0	15	192.168.2.1
(L-2) PC	192.168.10.1	8.8.8.8	192.168.10.2	255.255.255.0	15	192.168.11.1
(L-2) Wi-Fi	192.168.12.1	8.8.8.8	192.168.12.2	255.255.255.0	15	192.168.11.1
(LS) PC	192.169.0.1	8.8.8.8	192.169.0.2	255.255.255.0	15	192.169.1.1
(LS) Wi-Fi	192.169.2.1	8.8.8.8	192.169.2.2	255.255.255.0	15	192.169.1.1
(IF) PC	192.168.30.1	8.8.8.8	192.168.30.2	255.255.255.0	15	192.168.31.1
(IF) Wi-Fi	192.168.32.1	8.8.8.8	192.168.32.2	255.255.255.0	15	192.168.31.1
(Vyn) PC	192.168.40.1	8.8.8.8	192.168.40.2	255.255.255.0	15	192.168.41.1
(Vyn) Wi-Fi	192.168.42.1	8.8.8.8	192.168.42.2	255.255.255.0	15	192.168.41.1
(K) PC	192.168.50.1	8.8.8.8	192.168.50.2	255.255.255.0	15	192.168.51.1
(K) Wi-Fi	192.168.52.1	8.8.8.8	192.168.52.2	255.255.255.0	15	192.168.51.1

Рисунок 3.5 — Налаштування DHCP

Обов'язково потрібно провести конфігурацію IP адреси для сервера HTTP. Завдяки цьому можна створити сайт для компанії (рисунок 3.6 та лістинг 3.7).

IP Configuration	
IP Configuration	
☐ DHCP	☒ Static
IPv4 Address	192.168.0.4
Subnet Mask	255.255.255.0
Default Gateway	192.168.0.1
DNS Server	192.168.0.2

Рисунок 3.6 — Налаштування IP-адреси на сервері HTTP

Лістинг 3.7 — Сайт на сервері HTTP у Львівській філії.

```

<html>
<center><font size='+2' color='Blue'>ПП "ТОВ "СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ
ПРОЕКТИ""</font></center>
<hr>Сайт компанії
<p>Посилання
<br><a href='helloworld.html'>Важлива інформація</a>
<br><a href='copyrights.html'>Новини</a>
<br><a href='image.html'>Файли та інше</a>
<br><a href='cscoptlogo177x111.jpg'>Графік роботи</a>
</html>

```

Для правильної часової синхронізації потрібно налаштувати NTP-сервер, до якого буде під'єднуватись комп'ютер чи інший пристрій.

На початковому етапі проводиться конфігурація IP-адреси та корегування правильного часу для відображення, які зображені на рисунку 3.7 та рисунку 3.8.

IP Configuration	
IP Configuration	
☐ DHCP	☒ Static
IPv4 Address	192.168.0.5
Subnet Mask	255.255.255.0
Default Gateway	192.168.0.1
DNS Server	192.168.0.2

Рисунок 3.7 — Налаштування на NTP-сервері – IP-адреса

NTP

Service

☒ On

☐ Off

Authentication

☐ Enable ☒ Disable

Key:

Password:

←

ноябрь 2024

→

12:20:49AM

пн	вт	ср	чт	пт	сб	вс
28	29	30	31	1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	1
2	3	4	5	6	7	8

Рисунок 3.8 — Конфігурація часу

На останок проводиться конфігурація EMAIL-сервера для забезпечення роботи електронної пошти. Його основне завдання — маршрутизація електронного листа від відправника до одержувача через інтернет.

В якості налаштування проводиться надання IP-адреси, вказується доменне ім'я та додаються користувачі (рисунок 3.9 та рисунок 3.10).

IP Configuration

IP Configuration

☐ DHCP

☒ Static

IPv4 Address

192.168.0.2

Subnet Mask

255.255.255.0

Default Gateway

192.168.0.1

DNS Server

8.8.8.8

Рисунок 3.9 — Налаштування IP-адреси на сервері EMAIL

EMAIL

SMTP Service

☒ ON ☐ OFF

POP3 Service

☒ ON ☐ OFF

Domain Name: Set

User Setup

User

Password

admin

User Ilya

User Yulia

User Mykhailo

User Oleh

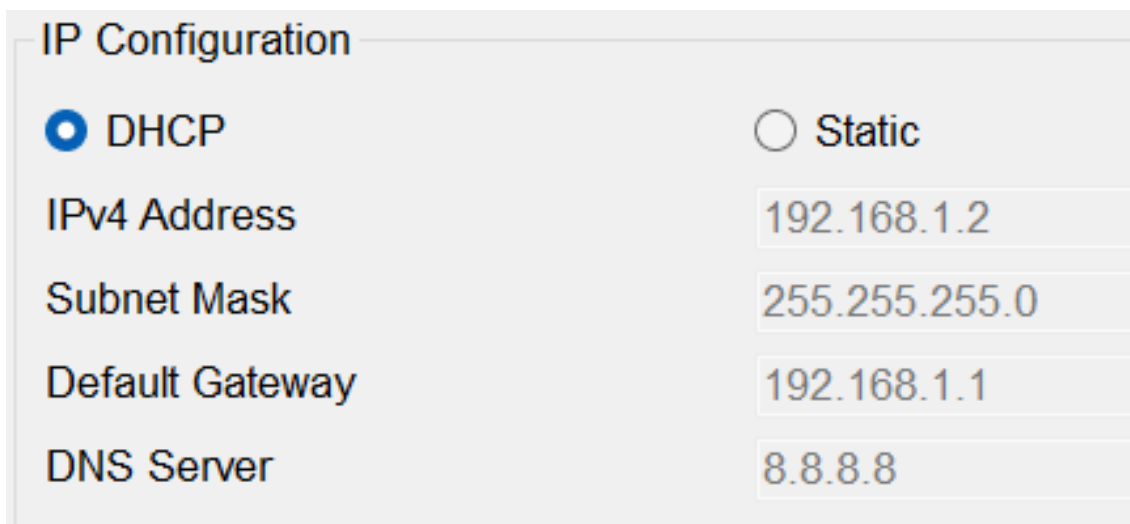
User Rostyslav

Рисунок 3.10 — Налаштування в розділі EMAIL-сервера

3.5 Встановлення та налаштування комп'ютерів

Після збірки комп'ютера потрібно під'єднати усі кабелі, включаючи Ethernet до материнської плати. Далі за допомогою USB-носія інсталуємо операційну систему Windows 11, в якій встановимо усі драйвера для комплектуючих ПК та необхідні програми для працівників.

У Cisco Packet Tracer налаштування проводяться безпосередньо в інтерфейсі комп'ютера. Для цього обирається вкладка “Desktop” та в цьому розділі перейти в “IP Configuration”. У полі “IP Configuration” потрібно обрати тип DHCP, після цього комп'ютеру автоматично видається IP адреса (рисунок 3.11). У разі комп'ютера з Wi-Fi модулем також необхідно під'єднатися до бездротової мережі (рисунок 3.12).



IP Configuration

☒ DHCP ☐ Static

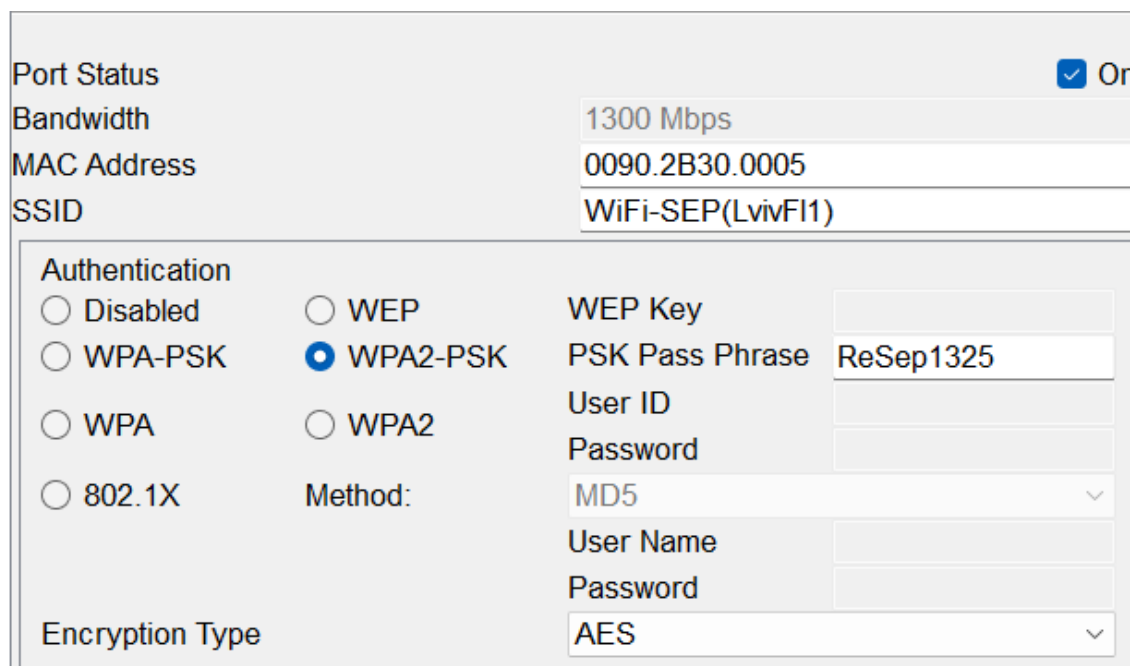
IPv4 Address: 192.168.1.2

Subnet Mask: 255.255.255.0

Default Gateway: 192.168.1.1

DNS Server: 8.8.8.8

Рисунок 3.11 — Успішне призначення IP-адреси комп'ютеру за допомогою DHCP



Port Status: ☒ On

Bandwidth: 1300 Mbps

MAC Address: 0090.2B30.0005

SSID: WiFi-SEP(LvivFI1)

Authentication

☐ Disabled ☐ WEP ☒ WPA2-PSK ☐ WPA ☐ 802.1X

WEP Key:

PSK Pass Phrase: ReSep1325

User ID:

Password:

Method: MD5

User Name:

Password:

Encryption Type: AES

Рисунок 3.12 — Успішне під'єднання до WiFi мережі

3.6 Встановлення та налаштування принтерів

Оскільки у ТОВ “СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ” планується робота з документами та кресленнями важливо провести встановлення та налаштування

принтерів. Для цього потрібно під'єднати принтери до мережі живлення та провести початкові налаштування з підключенням його до мережі WiFi для віддаленої відправки файлів на роздрукування.

В Cisco Packet Tracer потрібно відкрити вікно з інтерфейсом принтера та ввести назву та пароль WiFi мережі, що зображено на рисунку 3.12.

Port Status	☒ On		
Bandwidth	870 Mbps		
MAC Address	0001.C97A.ECD9		
SSID	WiFi-SEP(LvivFI1)		
Authentication ☐ Disabled ☐ WEP WEP Key: ☐ WPA-PSK ☒ WPA2-PSK PSK Pass Phrase: ReSep1325 ☐ WPA ☐ WPA2 User ID: ☐ 802.1X Method: MD5 Password: User Name: Password: Encryption Type AES			

Рисунок 3.13 — Вікно з підключенням до безпроводної мережі у принтері

3.7 Встановлення та налаштування IP-телефонії

Оскільки в мережі передбачена IP-телефонія варто провести правильну конфігурацію. Ця технологія забезпечить якісну передачу голосового зв'язку через мережу інтернет. Проте важливо зазначити, що функціонування IP-телефонії неможливе без правильного налаштування DHCP на маршрутизаторі, яке забезпечить отримання IP-адрес кожним IP-телефоном.

Лістинг 3.8 — Запорізька філія. Налаштування DHCP для IP-телефонів на маршрутизаторі

```
ip dhcp pool VoIPF11
 network 192.168.2.0 255.255.255.0
 default-router 192.168.2.1
 option 150 ip 192.168.2.1
ip dhcp pool VoIP2
 network 192.168.11.0 255.255.255.0
 default-router 192.168.11.1
 option 150 ip 192.168.11.1
```

Для того, щоб уникнути помилок потрібно додати ip-адресу роутера у список адресів які заборонено використовувати в DHCP.

Обов'язково заборонити використання IP-адреси маршрутизатора в DHCP. Це дозволить унеможливити помилки при автоматичному виданні адрес.

Лістинг 3.9 — Запорізька філія. Встановлення заборонених адрес для DHCP

```
ip dhcp excluded-address 192.168.2.1
ip dhcp excluded-address 192.168.11.1
```

Після налаштування DHCP наступним кроком буде налаштування самої IP-телефонії. Першим кроком є налаштування кількості телефонів та номерів які можна додати за допомогою команд `max-ephones` та `max-dn`.

Налаштування DHCP завершено, перейдемо безпосередньо до IP-телефонії. Для цього будуть використовуватися команди “`max-ephones <кількість>`” для встановлення максимальної кількості IP-телефонів які можна під'єднати та “`max-dn <кількість>`” для встановлення межі кількості номерів.

Лістинг 3.10 — Запорізька філія. Налаштування telephony service

```
telephony-service
max-ephones 30
max-dn 30
ip source-address 192.168.2.1 port 2000
auto assign 1 to 30
```

Для нормальної роботи IP-телефонії логічним буде створення номерів телефонів.

Лістинг 3.11 — Запорізька філія. Процес визначення номерів телефону

```
ephone-dn 1
number 03201
!
ephone-dn 2
number 03202
!
ephone-dn 3
number 03203
!
ephone-dn 4
number 03204
!
ephone-dn 5
number 03205
...
!
ephone-dn 15
number 03215
```

На кожному телефоні обирається його тип, прописується MAC-адрес та встановлюється номер телефону.

Лістинг 3.12 — Запорізька філія. Налаштування IP-телефонів

```
ephone 1
device-security-mode none
mac-address 00D0.BA1C.1B89
type 7960
button 1:1
!
ephone 2
device-security-mode none
mac-address 0004.9AEB.A7E2
type 7960
button 1:2
!
ephone 3
device-security-mode none
mac-address 00D0.FF67.5D0A
type 7960
button 1:3
!
ephone 4
```

```

device-security-mode none
mac-address 000C.85DC.C340
type 7960
button 1:4
!
ephone 5
device-security-mode none
mac-address 00E0.A369.1E17
type 7960
button 1:8

...

!
ephone 15
device-security-mode none
mac-address 0060.4797.E3A3
type 7960
button 1:15

```

Команда “dial-peer voice <цифра> voip” налаштовує основні параметри з’єднання, такі як префікс набору номера “destination-pattern <префікс номера>” та “session target ipv4: <ір-адрес маршрутизатора, що приймає виклик>” для цільового маршрутизатора.

Лістинг 3.13 — Запорізька філія. Останній етап налаштувань ІР-телефонії

```

dial-peer voice 2 voip
destination-pattern 0440.
session target ipv4:192.168.51.1
!
dial-peer voice 7 voip
destination-pattern 0335.
session target ipv4:192.169.1.1
!
dial-peer voice 12 voip
destination-pattern 0340.
session target ipv4:192.168.31.1
!
dial-peer voice 17 voip
destination-pattern 0430.
session target ipv4:192.168.41.1
!
dial-peer voice 22 voip
destination-pattern 0610.
session target ipv4:192.168.21.1

```

4 ВПРОВАДЖЕННЯ ТА НАЛАГОДЖЕННЯ КОРПОРАТИВНОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ МЕРЕЖІ

Впровадження корпоративної комп'ютерної мережі – це процес створення, налаштування та введення в експлуатацію мережевої інфраструктури, яка об'єднує комп'ютери, сервери та інші пристрої в організації. Така мережа забезпечує обмін даними, спільну роботу співробітників, доступ до ресурсів і підвищує ефективність бізнес-процесів.

Початковим етапом впровадження є створення функціональної схеми мережі в Cisco Packet Tracer. Це важливо для того, щоб протестувати та емулювати роботу мережі.

Структурна схема мережі потрібна для візуалізації та структуризації всіх компонентів мережевої інфраструктури, а також для демонстрації їхньої взаємодії. Вона дозволяє зрозуміти загальну архітектуру мережі, показуючи, як саме підключені комутатори, маршрутизатори, сервери, точки доступу та інші пристрої. Це важливо для оптимізації розташування обладнання, уникнення дублювання елементів і забезпечення ефективного розподілу навантаження.

Крім того, схема значно полегшує процес масштабування мережі, показуючи можливості для додавання нових пристроїв і з'єднань. Вона також спрощує усунення несправностей, оскільки дозволяє швидко визначити, де саме може бути проблема.

Структурна схема є важливою частиною технічної документації, яка допомагає в управлінні мережею, подальшій модернізації та інтеграції нових рішень. Це незамінний інструмент для забезпечення стабільної роботи та розвитку мережі.

Вона безпосередньо пов'язана з фізичним встановленням, оскільки виступає основою для практичної реалізації мережевої інфраструктури. На етапі проєктування ця схема відображає логічну структуру мережі, визначаючи, які

пристрої будуть використовуватися, як вони взаємодіятимуть і де мають бути розташовані.

Зокрема, структурна схема визначає місця встановлення серверів, комутаторів, маршрутизаторів, точок доступу Wi-Fi та інших елементів, а також маршрути прокладання кабельної інфраструктури. Вона також враховує фізичні обмеження простору, такі як серверні стійки, розташування електроживлення, вентиляції та захисту від перешкод.

Під час фізичного встановлення потрібно орієнтуватися на функціональну схему, щоб точно реалізувати заплановану логіку мережі. Вона дозволяє зрозуміти, які порти на комутаторах використовувати для підключення конкретних пристроїв, як розподіляти навантаження між сегментами мережі і як інтегрувати всі компоненти для забезпечення стабільної роботи.

Під час налагодження структурна схема допомагає правильно конфігурувати маршрутизатори, комутатори, сервери та інші пристрої. Вона вказує, як мають бути налаштовані IP-адресація, маршрутизація, VLAN, бездротові точки доступу та мережеві служби. Схема також забезпечує орієнтир для розмежування мережевих зон, визначення пріоритетів трафіку та впровадження засобів безпеки.

На етапі тестування схема використовується для перевірки того, чи всі компоненти взаємодіють відповідно до плану. Якщо якісь частини мережі не працюють належним чином, схема дозволяє швидко знайти, де саме може бути помилка, оскільки відображає, які пристрої чи з'єднання залучені.

4.1 Розгортання розробленої мережі на підприємстві ТОВ “СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ”

Процес проектування завершився. Далі потрібно переходити до фізичного розгортання безпосередньо на філіях ТОВ “СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ”. Повна схема відображена в додатку А.1. Основою цього розгортання є такі фактори:

- практичне застосування;
- висока результативність;
- зручність у використанні;
- доцільне розташування.

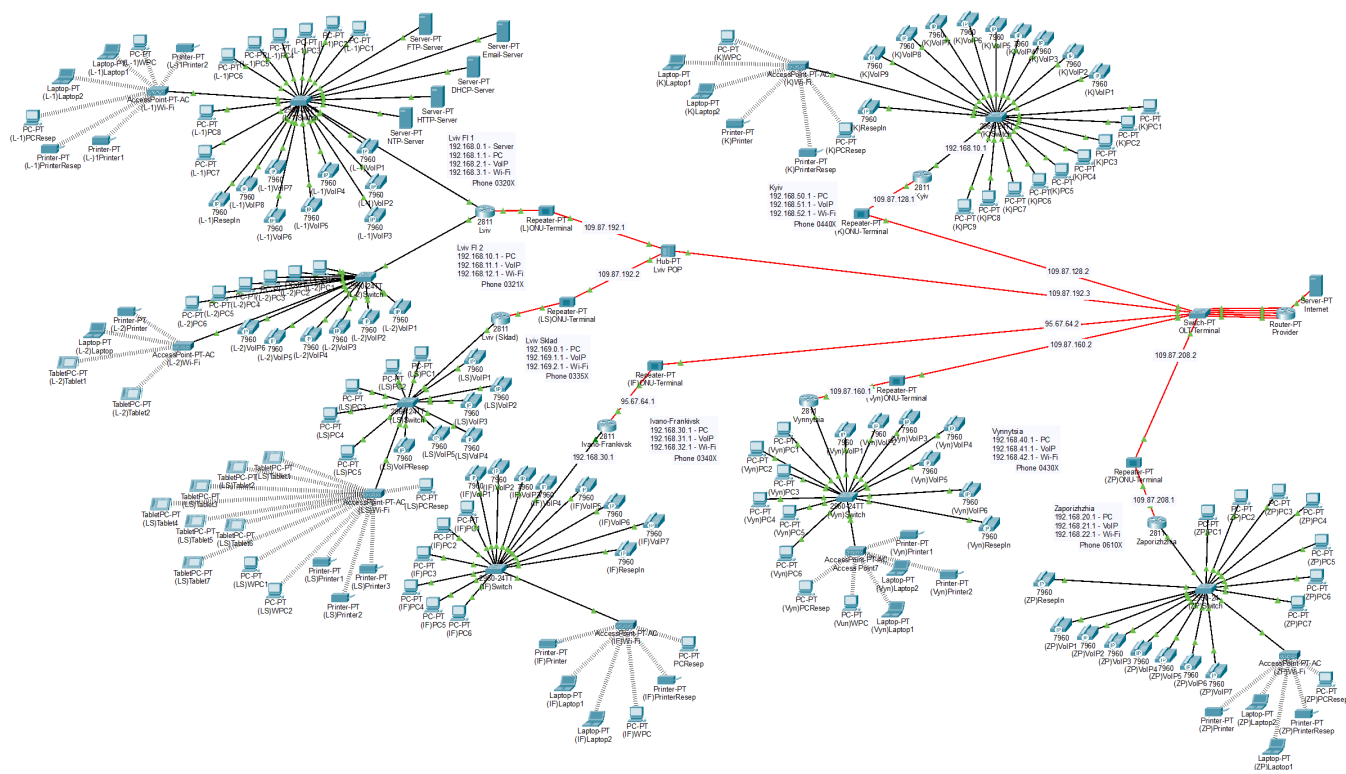


Рисунок 4.1 — Структурна схема мережі ТОВ “СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ”

Для початку переглянемо розгортання мережі в Запорізькій філії, оскільки в ній буде проведена лише заміна обладнання на більш нове. На рисунку 4.2 буде зображена детальна структурна схема мережі.

В офісі Запорізької філії загалом буде розміщено один маршрутизатор, комутатор, одна WiFi-точка доступу, 8 комп'ютерів, 8 IP-телефонів, 2 ноутбуки та 2 принтери. Передбачено бездротове з'єднання та з'єднання за допомогою вита пара. Завдяки цьому буде забезпечено весь необхідний функціонал. На монтажній схемі буде зображено розташування всіх пристроїв, яке відображається на рисунку 4.3 та додатку А.2.

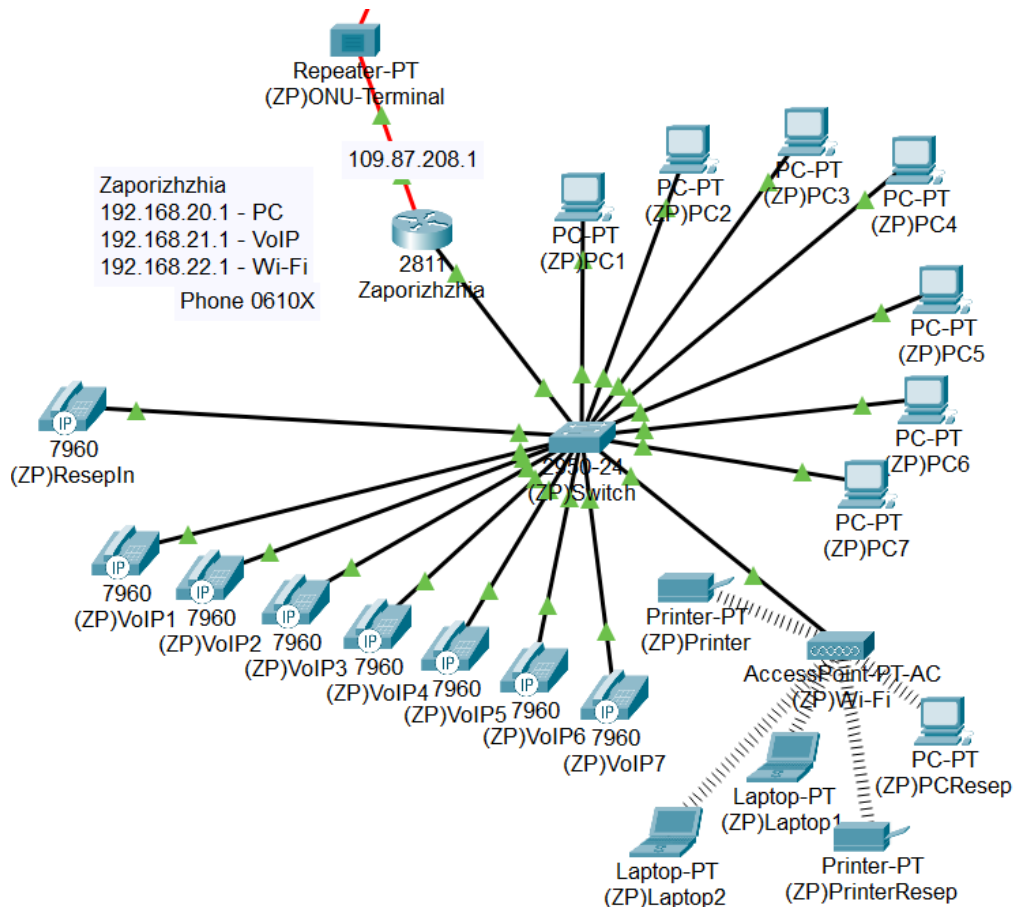


Рисунок 4.2 — Структурна схема Запорізької філії

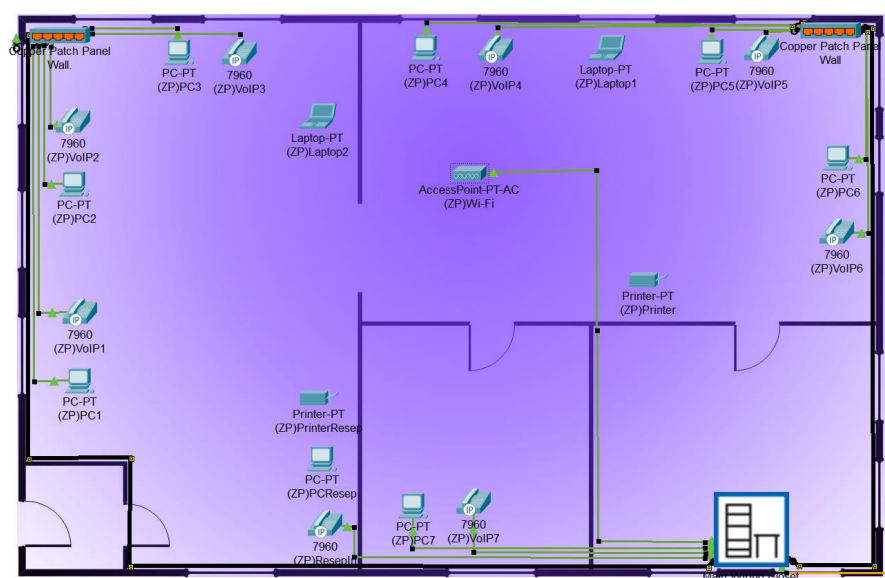


Рисунок 4.3 — Монтажна схема Запорізької філії

Наступний крок — розгортання мережі у Львівській філії. Це буде центральний офіс структурна схема якого зображена на рисунку 4.4.

В будівлі на першому поверсі буде розташоване таке обладнання — маршрутизатор, комутатор, 4 сервери (Email, DHCP, HTTP, NTP), одна WiFi-точка доступу, 10 комп'ютерів, 9 IP-телефонів, 2 ноутбуки та 3 принтери. На другому поверсі — комутатор, одна WiFi-точка доступу, 6 комп'ютерів, 6 IP-телефонів, ноутбук, 2 планшети та принтер. Планове розташування пристроїв зображено на монтажній схемі першого поверху на рисунку 4.5 та додатку А.3 та другого поверху на рисунку 4.6. та додатку А.4

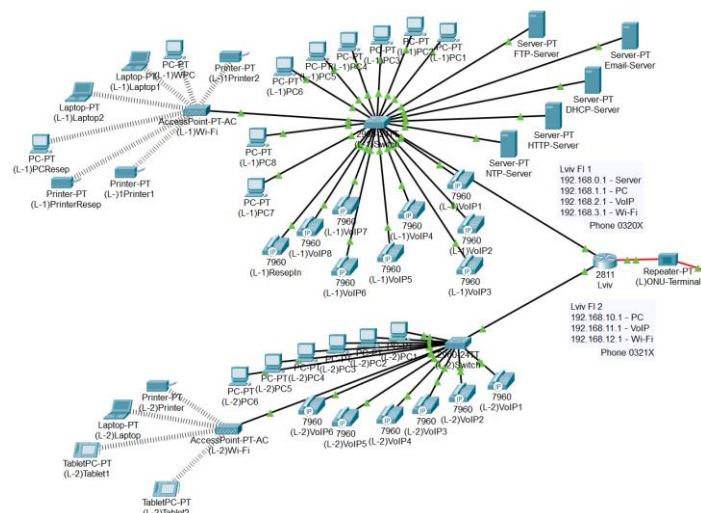


Рисунок 4.4 — Структурна схема Львівської філії

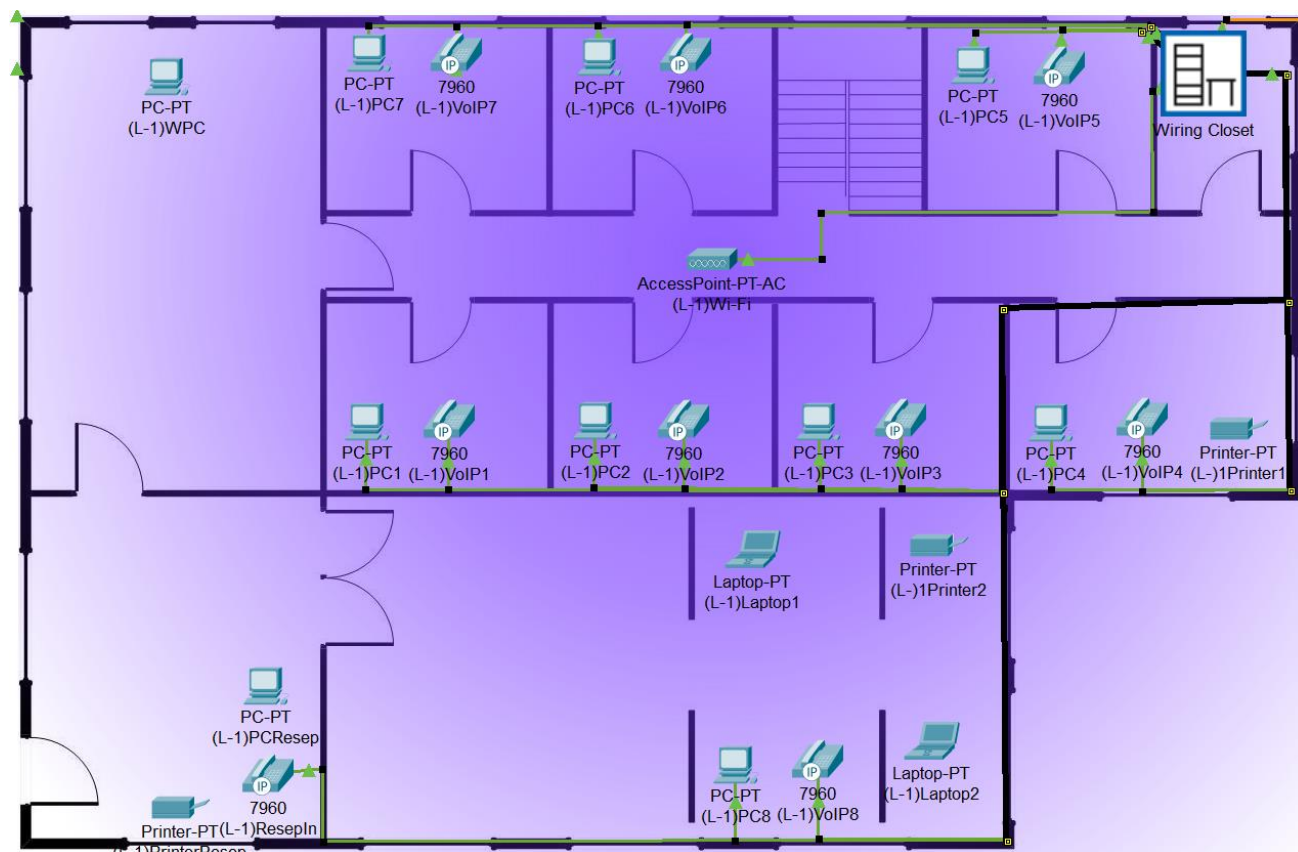


Рисунок 4.5 — Монтажна схема Львівської філії (1 поверх)

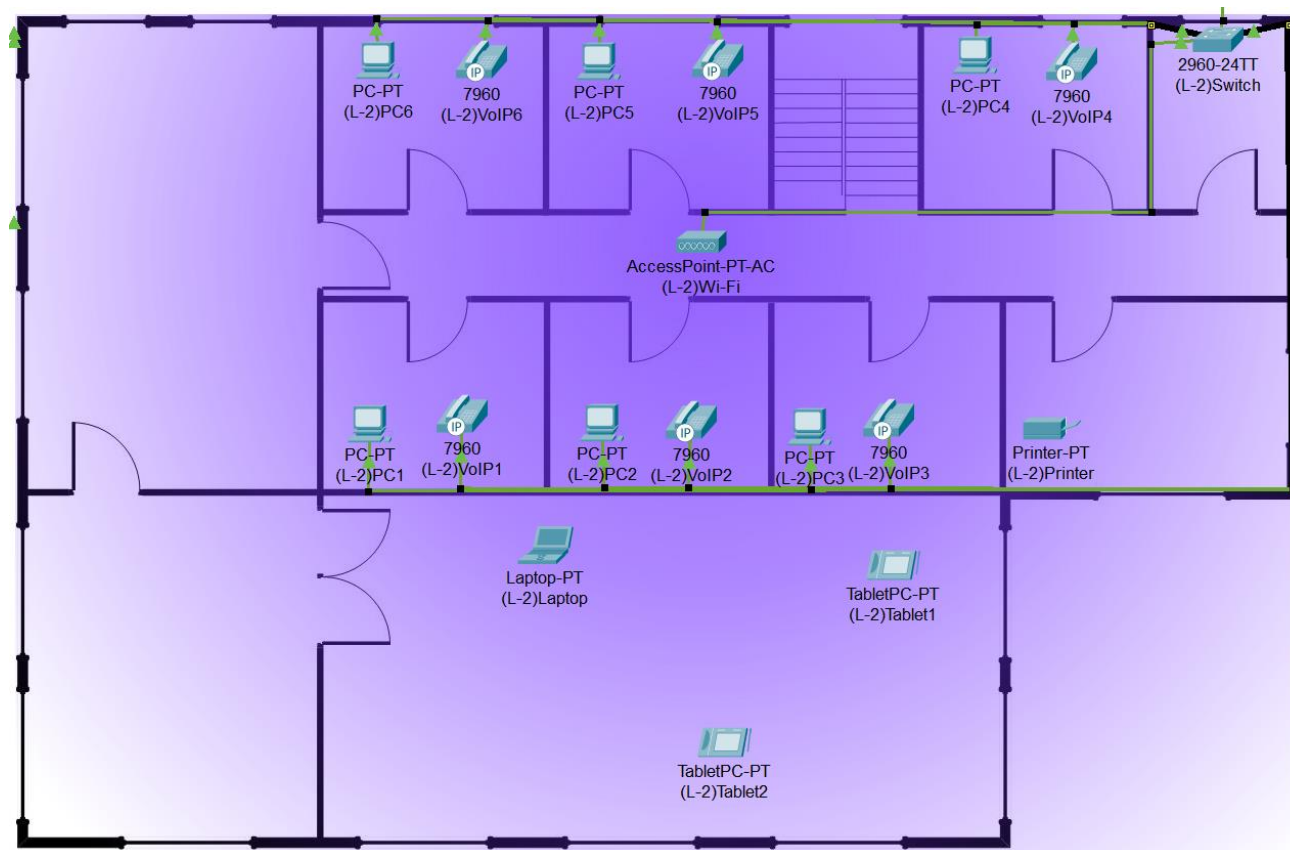


Рисунок 4.6 — Монтажна схема Львівської філії (2 поверх)

Не варто забувати про склад підприємства який розташований у Львові. На ньому будуть такі пристрої — маршрутизатор, комутатор, 8 комп'ютерів, 6 IP-телефонів, 7 планшетів, 3 принтери. Сама структурна схема мережі зображена на рисунку 4.7. На монтажній схемі на рисунку 4.8 та додатку А.5 відображається розташування кожного пристрою.

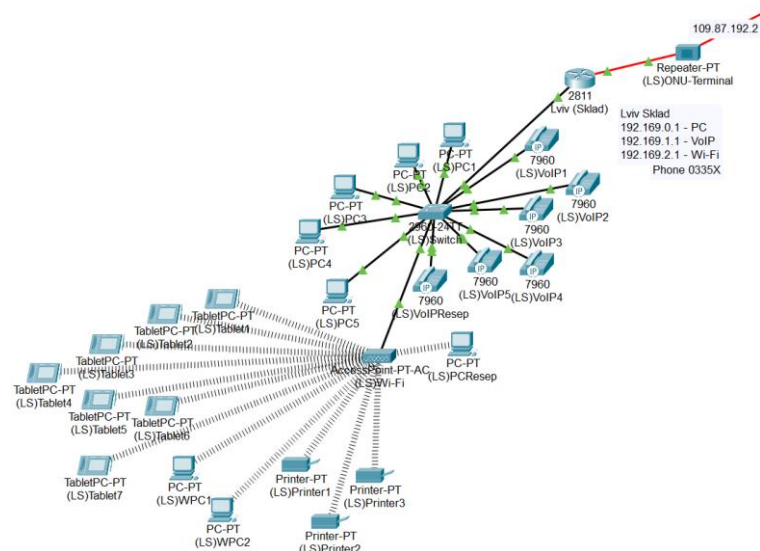


Рисунок 4.7 — Структурна схема складу який знаходиться у Львові

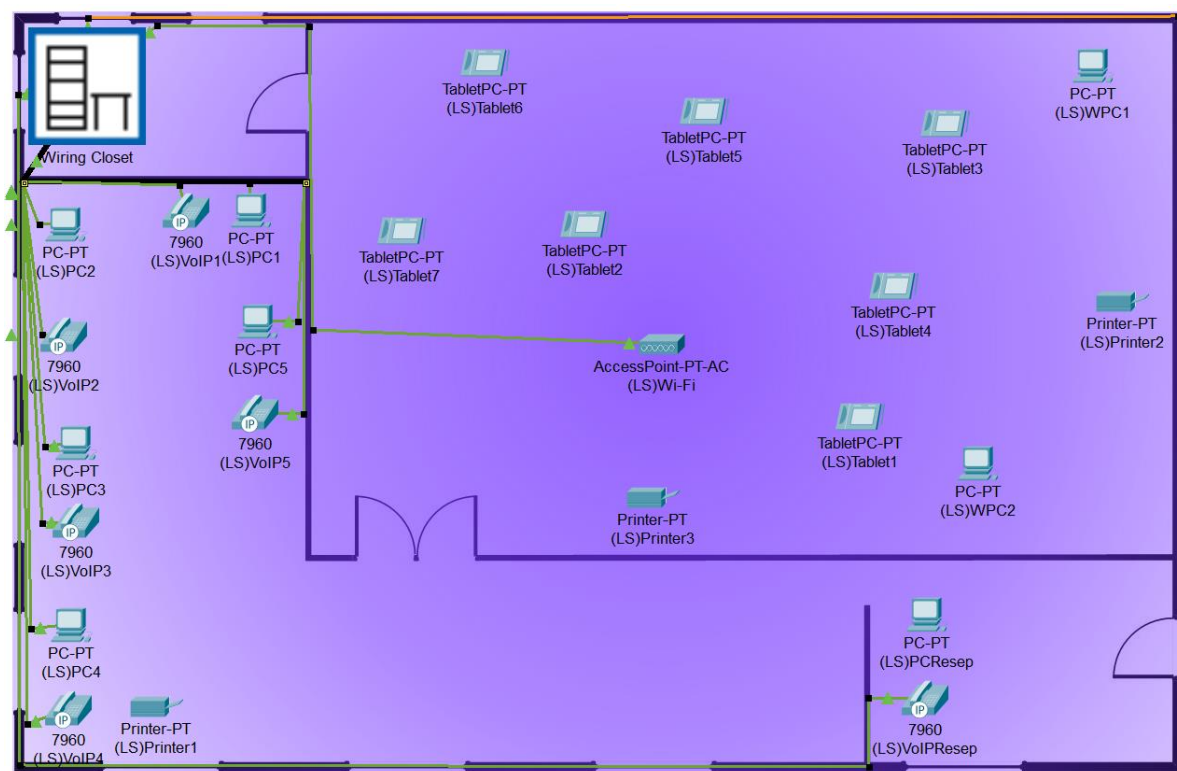


Рисунок 4.8 — Монтажна схема Львівського складу

Варто зазначити, що ще одна з філій розташована в місті Київ. На ній буде використовуватись таке обладнання як маршрутизатор, комутатор, WiFi-точка доступу, 11 комп'ютерів, 10 IP-телефонів, 2 ноутбуки та 2 принтери. Зв'язок між ними зображено на структурній схемі на рисунку 4.9. Для розрахунку найбільш зручного розташування всіх пристроїв було побудовано монтажну схему яка зображена на рисунку 4.10 та додатку А.6.

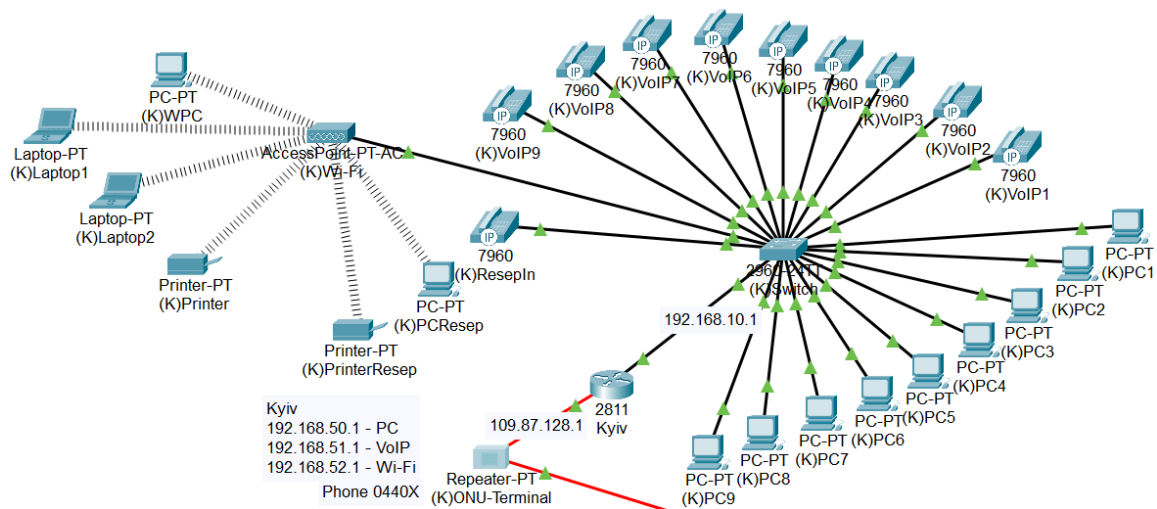


Рисунок 4.9 — Структурна схема Київської філії

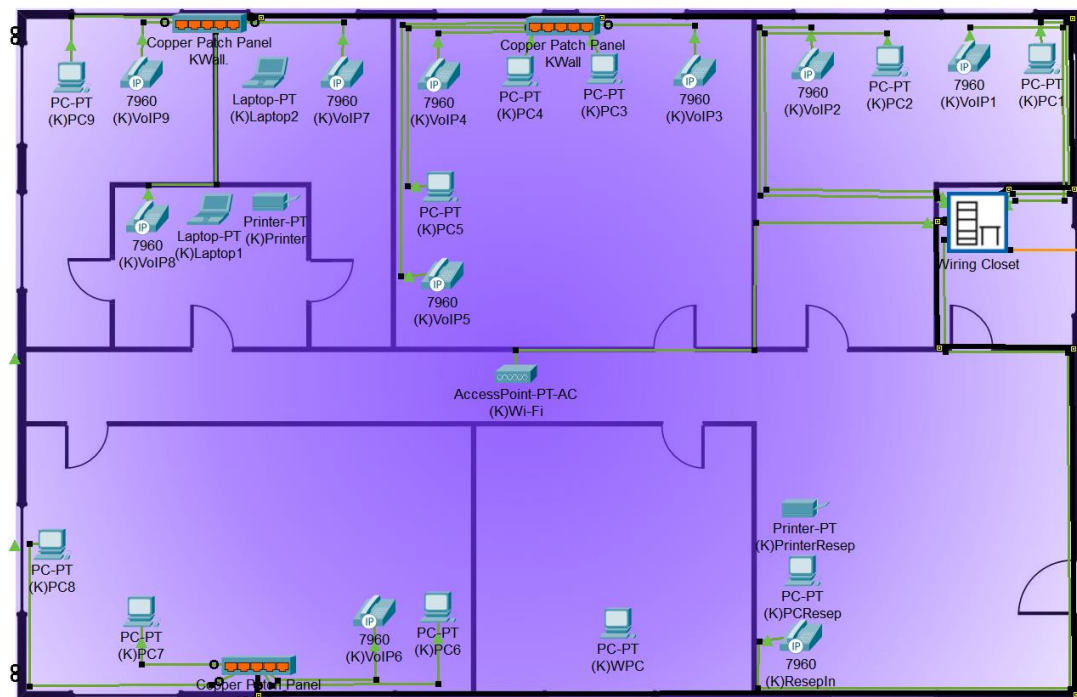


Рисунок 4.10 — Монтажна схема Київської філії

В той же час для комфортної роботи працівників ТОВ “СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ” у Вінницькій філії передбачено встановлення маршрутизатора, комутатора, WiFi-точка доступу, 8 комп’ютерів, 7 IP-телефонів, 2 ноутбуки, 2 принтери. На структурній схемі на рисунку 4.11 зображено вінницьку LAN-мережу. Найбільш оптимальне розташування пристроїв зображено на монтажній схемі на рисунку 4.12 та додатку А.7.

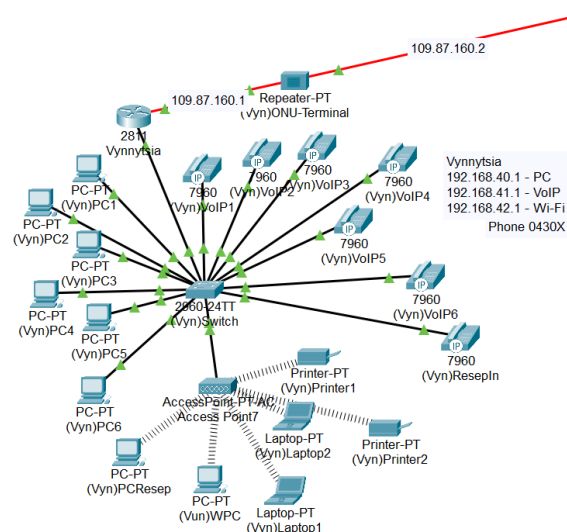


Рисунок 4.11 — Структурна схема Вінницької філії

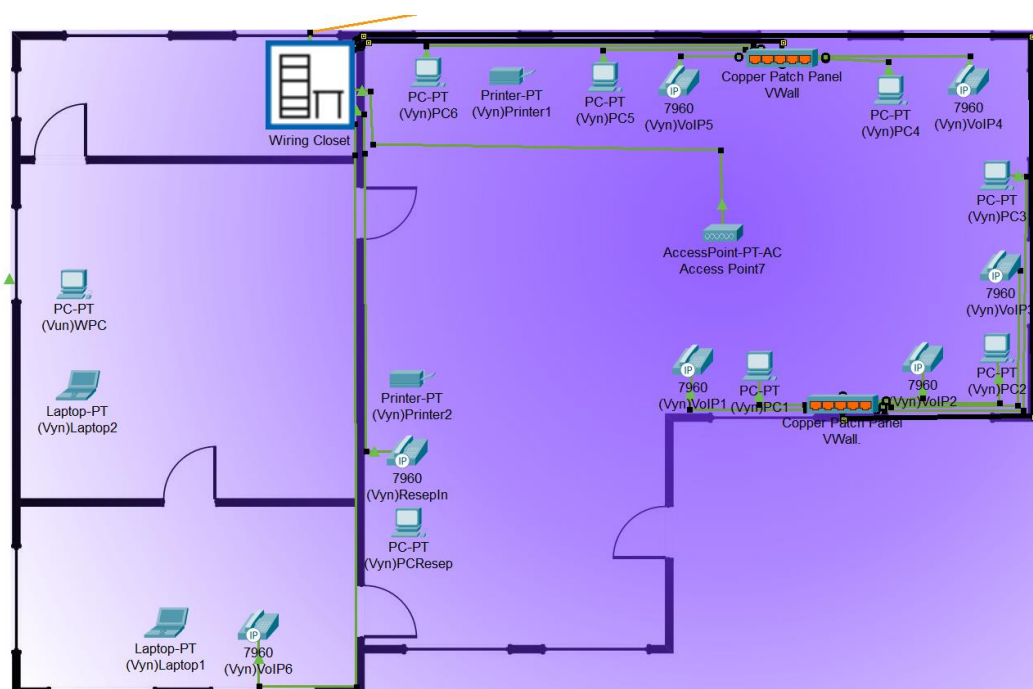


Рисунок 4.12 — Монтажна схема Вінницької філії

Остання філія, яку варто розглянути — Івано-Франківська філія, на якій будуть використовуватись такі пристрої, як маршрутизатор, комутатор, WiFi-точка доступу, 8 комп'ютерів, 8 IP-телефонів, ноутбук, 2 принтери. На рисунку 4.13 зображена структурна схема мережі у цій філії. Для зручного розташування всіх пристроїв була побудована монтажна схема яка побудована на рисунку 4.14 та додатку А.8.

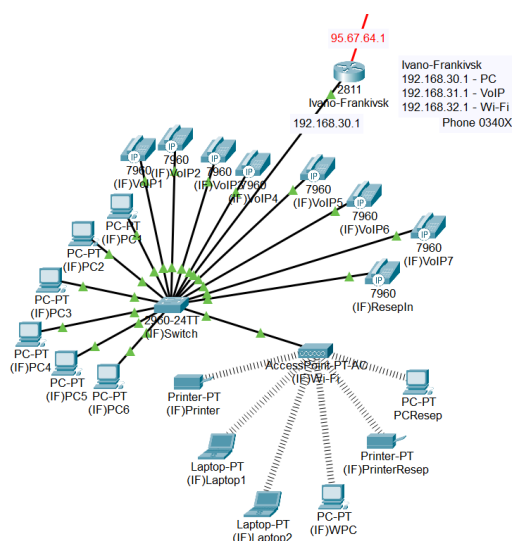


Рисунок 4.13 — Структурна схема Івано-Франківської філії

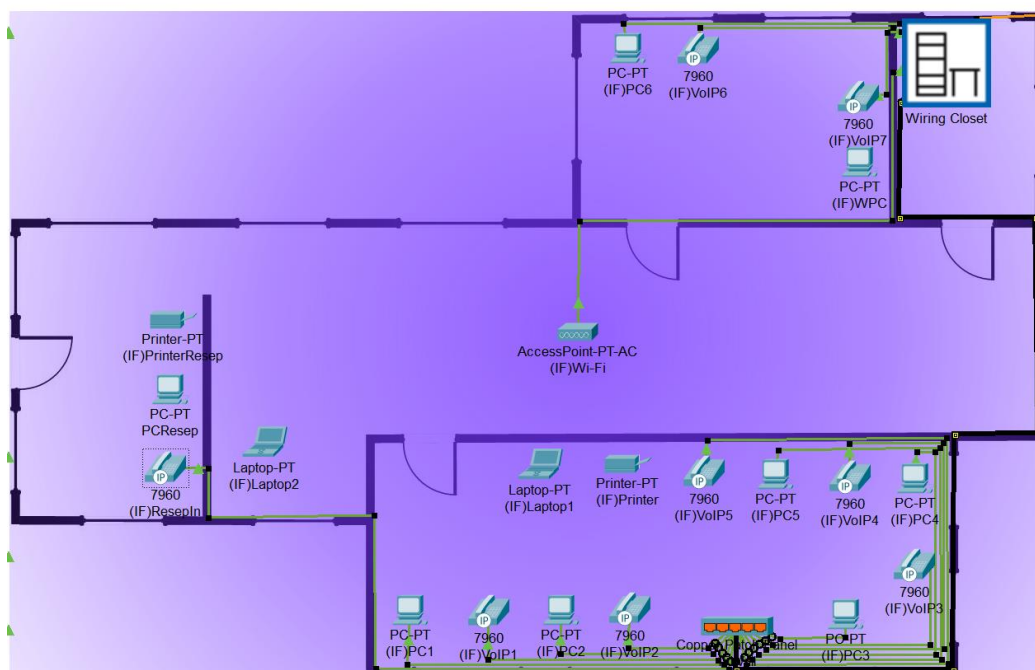


Рисунок 4.14 — Монтажна схема Івано-Франківської філії

4.2 Проведення тестування та налагодження мережі для забезпечення її стабільної та безперебійної роботи

Проводиться застосування програми Cisco Packet Tracer для симуляції та тестування.

Cisco Packet Tracer — це мережевий симулятор, створений компанією Cisco, який дозволяє моделювати та тестувати мережеві конфігурації у віртуальному середовищі. Цей інструмент дозволяє створювати складні мережеві топології з використанням маршрутизаторів, комутаторів, серверів та інших пристроїв, а також тестувати роботу мережевих протоколів і конфігурацій без необхідності в реальному обладнанні [17].

Серед ключових переваг Packet Tracer — інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, можливість віртуального тестування мереж у реальному часі, інтерактивні навчальні сценарії, а також кросплатформеність для Windows, macOS та Linux. Цей симулятор є ідеальним інструментом, оскільки дозволяє експериментувати з мережевими налаштуваннями без ризику для реальних систем. Хоча Packet Tracer не підтримує всі функції реального обладнання та має обмежену масштабованість, він є чудовою базою для освоєння основ мережевих технологій. У порівнянні з іншими симуляторами, такими як GNS3 чи EVE-NG, Packet Tracer вирізняється простотою використання та менш вимогливий до ресурсів, що робить його популярним серед тих, хто тільки починає свій шлях у сфері мереж.

Варто зазначити, що проведені налаштування повинні повністю відповідати стандартам безпеки та вимогам компанії. Важливо повне тестування технологій і зв'язку для того, щоб унеможливити появу проблем. У випадку якщо тестування та моделювання було проведено неякісно при початку роботи мережі можуть виникнути збої, а саме IP-конфлікти які виникають, коли двом або більше пристроям призначено однакову IP-адресу. Це призводить до втрати підключення для цих пристроїв. Неправильна маршрутизація, тобто помилки в

налаштуванні маршрутизаторів або таблиць маршрутизації можуть спричинити втрату зв'язку між мережевими сегментами або неправильний вибір маршруту для передачі даних, що збільшує затримки або навіть робить деякі вузли недоступними. Проблеми з ДНСР, якщо сервер ДНСР неправильно налаштований або взагалі відсутній, пристрої можуть не отримати IP-адресу, що зробить їх нездатними під'єднатися до мережі.

Для початку проводиться перевірка стабільного та правильного зв'язку між усіма пристроями які підключені до мережі ТОВ “СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ” для цього потрібно ввести команду “ping<IP-адреса>” на комп'ютері (IF)PC5 який знаходиться у Львівській філії. Результат перевірок зображений на рисунку 4.15 та рисунку 4.16.

```
Cisco Packet Tracer PC Command Line 1.0
C:\>ping 192.168.1.2 <-- Львівська філія 1 поверх

Pinging 192.168.1.2 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.1.2: bytes=32 time<1ms TTL=125
Reply from 192.168.1.2: bytes=32 time=11ms TTL=125
Reply from 192.168.1.2: bytes=32 time<1ms TTL=125
Reply from 192.168.1.2: bytes=32 time<1ms TTL=125

Ping statistics for 192.168.1.2:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 11ms, Average = 2ms
C:\>ping 192.169.0.2 <-- Львівський склад

Pinging 192.169.0.2 with 32 bytes of data:

Reply from 192.169.0.2: bytes=32 time=1ms TTL=125
Reply from 192.169.0.2: bytes=32 time<1ms TTL=125
Reply from 192.169.0.2: bytes=32 time<1ms TTL=125
Reply from 192.169.0.2: bytes=32 time<1ms TTL=125

Ping statistics for 192.169.0.2:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 1ms, Average = 0ms
C:\>ping 192.168.20.2 <-- Запорізька філія

Pinging 192.168.20.2 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.20.2: bytes=32 time<1ms TTL=125
Reply from 192.168.20.2: bytes=32 time=1ms TTL=125
Reply from 192.168.20.2: bytes=32 time<1ms TTL=125
Reply from 192.168.20.2: bytes=32 time<1ms TTL=125

Ping statistics for 192.168.20.2:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 1ms, Average = 0ms

C:\>ping 192.168.10.2 <-- Львівська філія 2 поверх

Pinging 192.168.10.2 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.10.2: bytes=32 time<1ms TTL=125
Reply from 192.168.10.2: bytes=32 time<1ms TTL=125
Reply from 192.168.10.2: bytes=32 time=1ms TTL=125
Reply from 192.168.10.2: bytes=32 time<1ms TTL=125

Ping statistics for 192.168.10.2:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 1ms, Average = 0ms
C:\>ping 192.168.40.2 <-- Вінницька філія

Pinging 192.168.40.2 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.40.2: bytes=32 time<1ms TTL=125
Reply from 192.168.40.2: bytes=32 time=1ms TTL=125
Reply from 192.168.40.2: bytes=32 time<1ms TTL=125
Reply from 192.168.40.2: bytes=32 time<1ms TTL=125

Ping statistics for 192.168.40.2:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 1ms, Average = 0ms
C:\>ping 192.168.50.2 <-- Київська філія

Pinging 192.168.50.2 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.50.2: bytes=32 time<1ms TTL=125
Reply from 192.168.50.2: bytes=32 time<1ms TTL=125
Reply from 192.168.50.2: bytes=32 time<1ms TTL=125
Reply from 192.168.50.2: bytes=32 time<1ms TTL=125

Ping statistics for 192.168.50.2:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms
```

Рисунок 4.15 — Проведення тесту зв'язку в корпоративній мережі

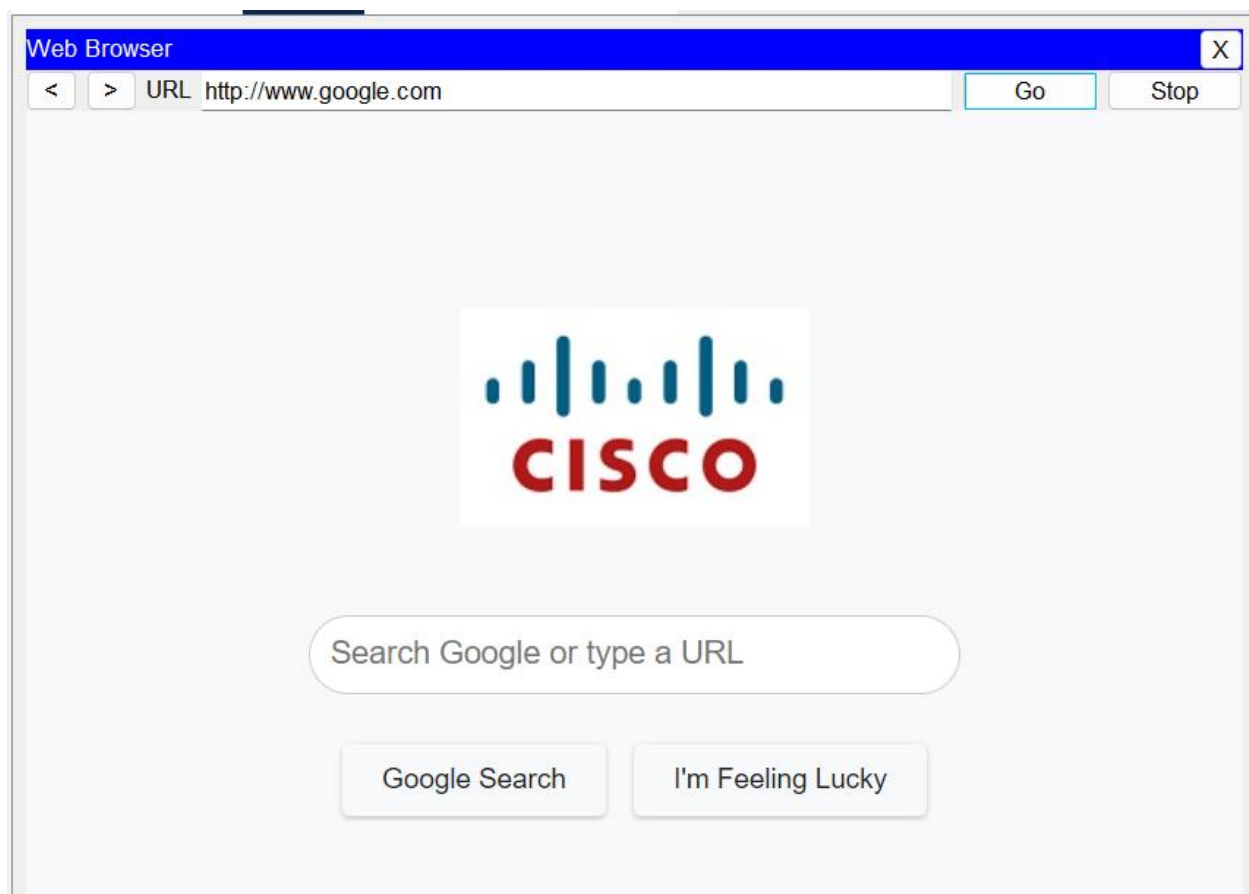


Рисунок 4.16 — Перевірка інтернет з'єднання

Своєрідною основою функціоналу є сервери тому важливо провести перевірку їх правильної роботи. Тестування буде проводитись в найбільш наближених до реальних умовах. Для цього на віртуальну машину VMware Workstation Pro 17.5.1 буде встановлено операційні системи Windows Server 2025 як сервер та Windows 11 як клієнт. Наступним кроком є інсталяція HTTP серверу та подальше його налаштування. Далі для імітації роботи сайту створюється HTML сторінка, яку можна буде знайти за адресою “www.tov-sep.com.ua”. Оскільки вебресурс запущений у віртуальному середовищі та отримати доступ до зовнішніх DNS немає можливості, тому потрібно встановити DNS-сервер, щоб заходити на сайт не за IP, а за URL-адресою (рисунку 4.17). Після встановлення та налаштування DNS-серверу сторінка відкривається за вищевказаною адресою, результат зображений на рисунку 4.18. Код створеної сторінки відображений в додатку 3.1.

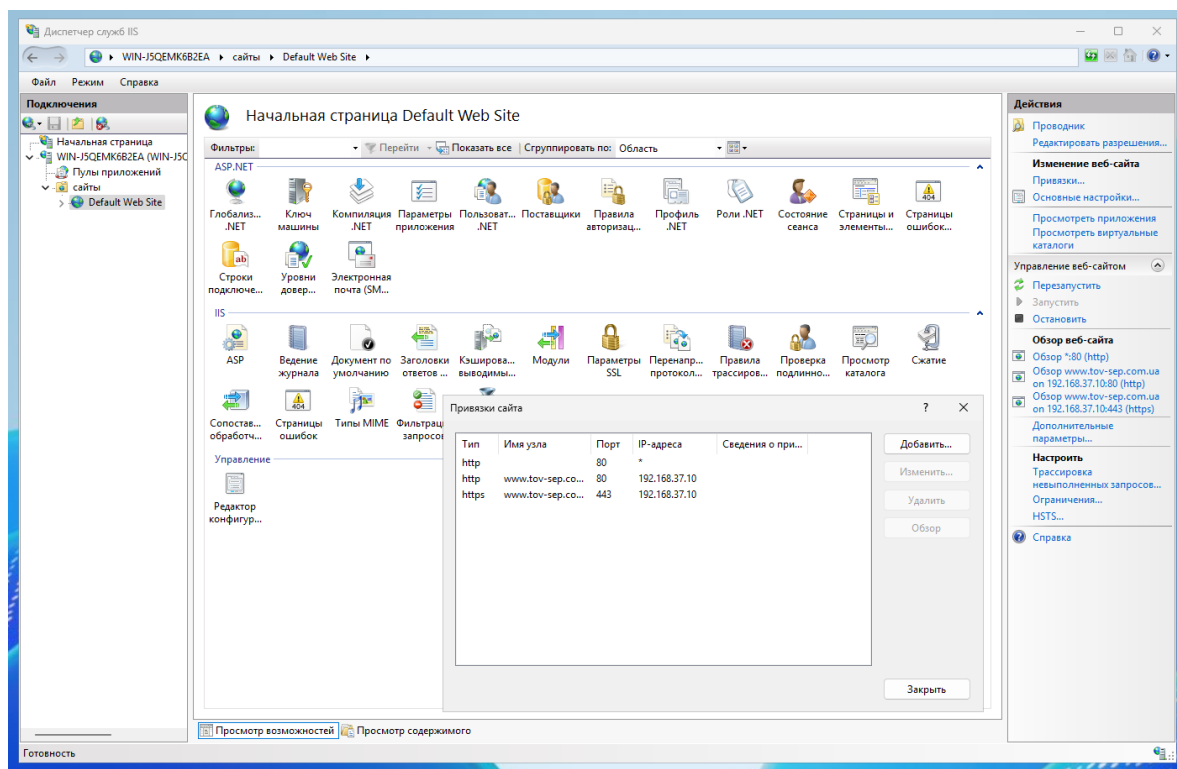


Рисунок 4.17 — Налаштування сайту на сервері (Windows Server 2025)

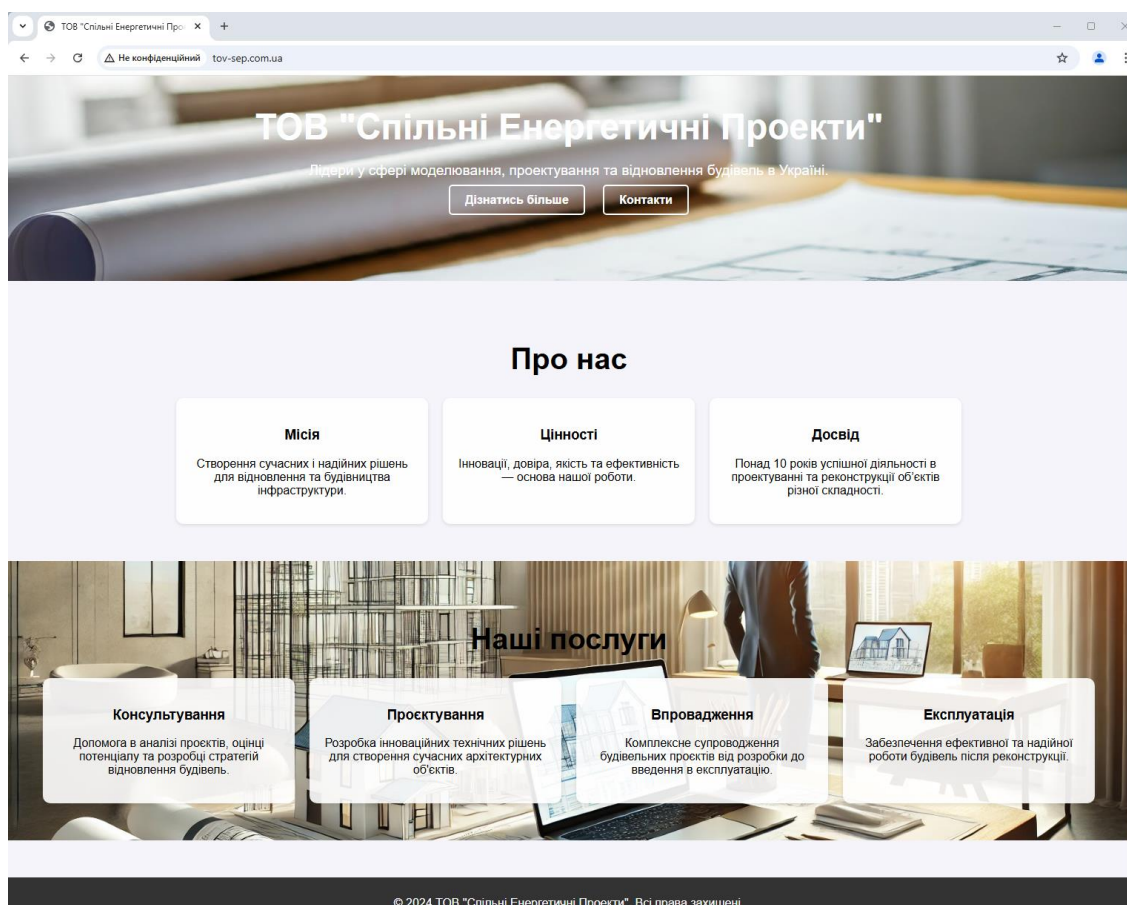


Рисунок 4.18 — Результат роботи сайту компанії запущеного на клієнтській частині (Windows 11)

Перейдемо до тестування серверів у Cisco Packet Tracer і для початку розглянемо DHCP-сервер. Обов'язковою умовою повної працездатності є автоматичне прописування IP-адрес на пристроях. Результат роботи зображений на рисунку 4.19.

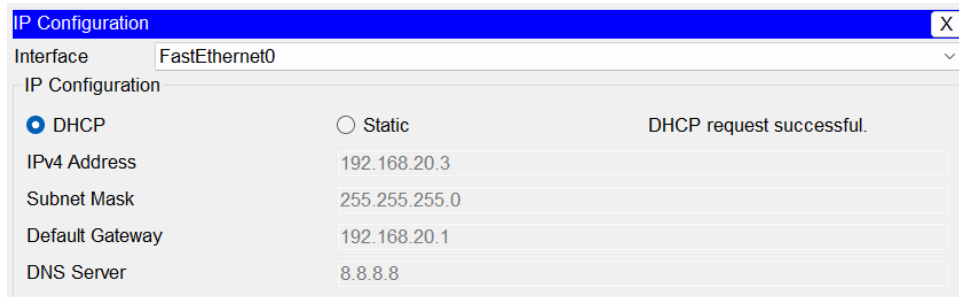


Рисунок 4.19 — Результат роботи DHCP на комп'ютері у Запорізькій філії

Звернемо увагу на тестування HTTP-сервера. Для цього в Запорізькій філії відкриємо інтерфейс комп'ютера, браузер та введемо в пошуковий рядок адрес сайту “www.tov-sep.com.ua”. Результат роботи показаний на рисунку 4.20, код сторінки відображений в додатку 3.2 та додатку 3.3.

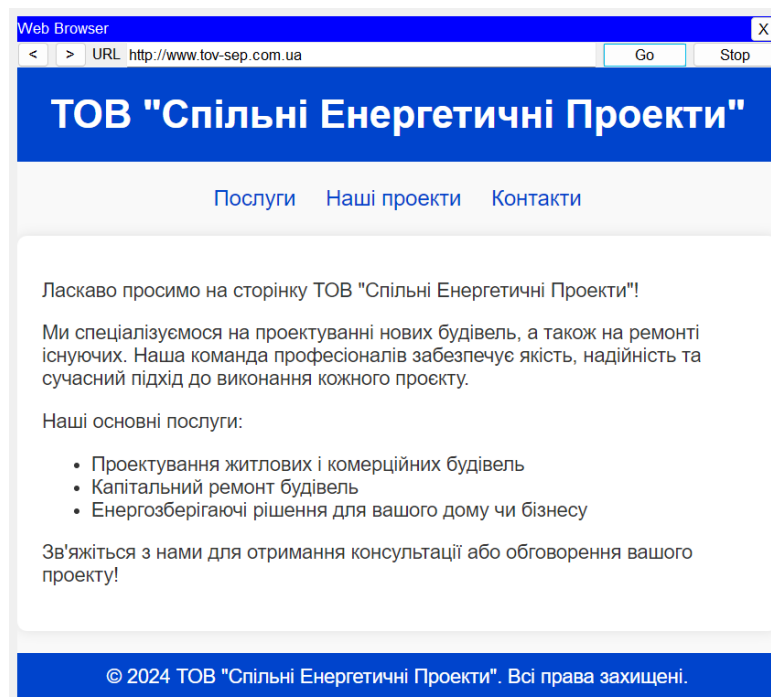


Рисунок 4.20 — Результат роботи веб сторінки у Запорізькій філії

Щоб упевнитися в правильній роботі поштової скриньки компанії потрібно перевірити EMAIL-сервер. Для цього потрібно відкрити інтерфейс комп’ютера який розташований в Запорізькій філії, обрати застосунок “EMAIL”, увійти у свій обліковий запис користувача та відправити повідомлення адресату (рисунок 4.21). Після цього у київській філії авторизуватись під іншим акаунтом та перевірити наявність повідомлення (рисунок 4.22).

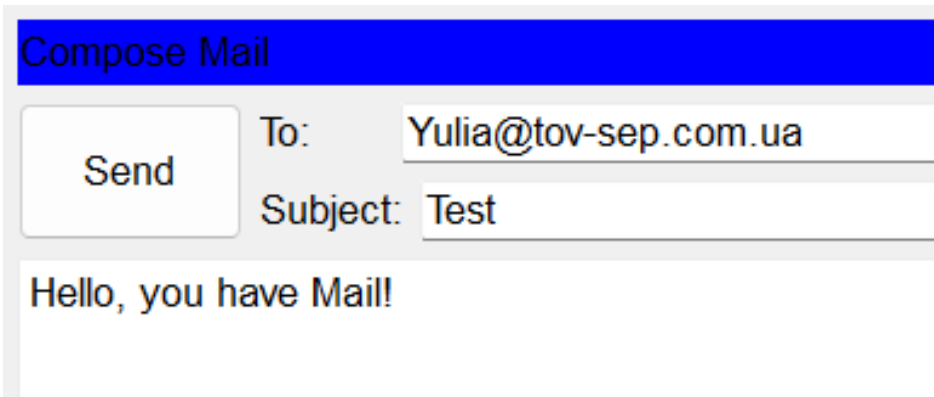


Рисунок 4.21 — Відправлення повідомлення через EMAIL у запорізькій філії

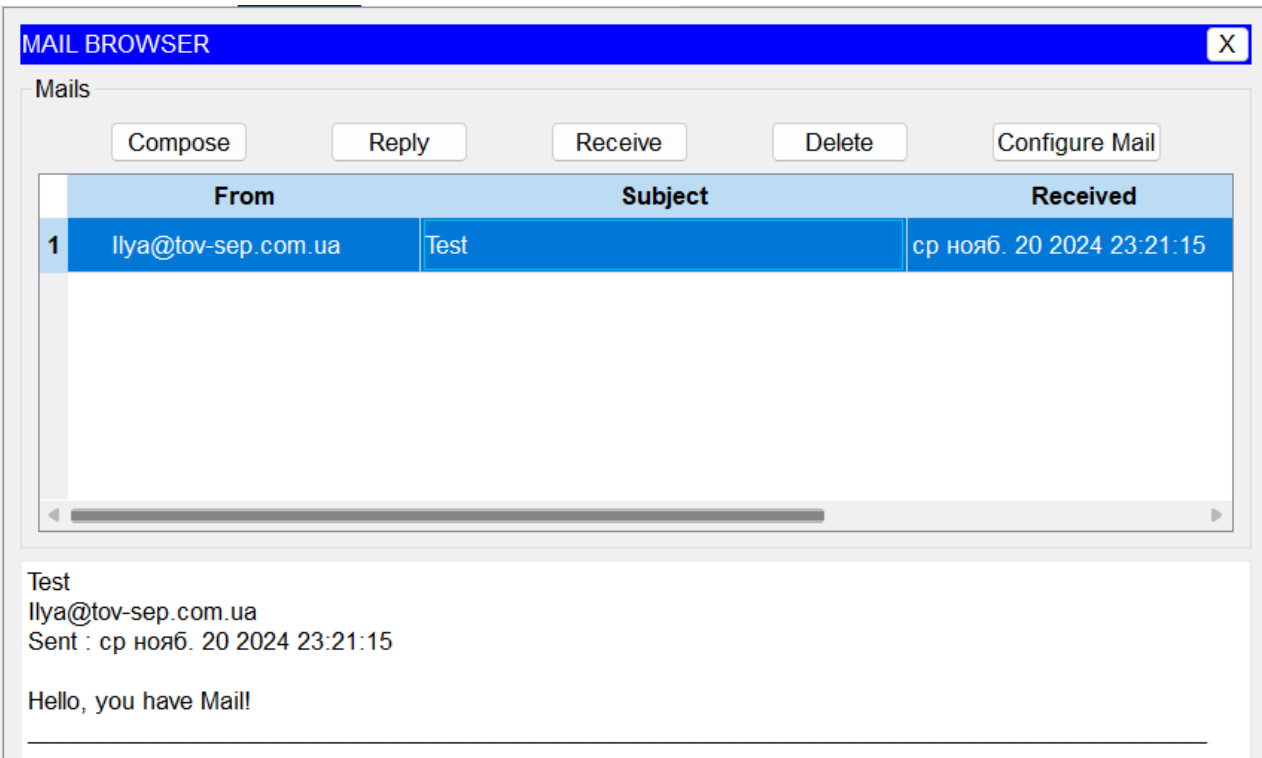


Рисунок 4.22 — Отримання повідомлення через EMAIL у київській філії

Для перевірки NTP-серверу можна використати будь який пристрій або переглянути безпосередньо на маршрутизаторі завдяки команді “show clock” (рисунок 4.23).



Рисунок 4.23 — Перевірка часу на Cisco IP Phone

Лістинг 4.1 — Перевірка часу на маршрутизаторі

```
Lviv#show clock  
23:41:56.158 UTC Tue Nov 19 2024
```

Далі проведемо тестовий дзвінок який дасть змогу перевірити правильне функціонування IP-телефонії. Для цього буде здійснений дзвінок з IP-телефона з Івано-Франківської філії у Київську, результат зображено на рисунку 4.24 та рисунку 4.25.



Рисунок 4.24 — Дзвінок з номера 03553 до 04402



Рисунок 4.25 — Успішне з'єднання з Київською філією

Також передбачена можливість дзвінку з використанням IP-телефонії на комп'ютері за допомогою застосунку Cisco IP Communicator. Для цього з вінницького комп'ютера подзвонимо на львівський склад, результат зображено на рисунку 4.26 та рисунку 4.27



Рисунок 4.26 — Дзвінок з номера 04300 на комп'ютері до 03357



Рисунок 4.27 — Успішне з’єднання з львівським складом

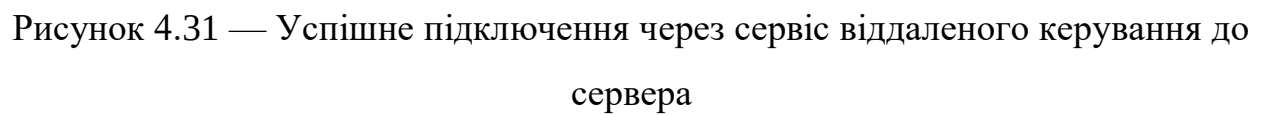
Повний код налаштувань маршрутизатора та комутатора Львівської філії представлений в додатку Б, Львівського складу підприємства в додатку В, Запорізької філії в додатку Г, Київської філії в додатку Д, Вінницької філії в додатку Е та Івано-Франківської філії в додатку Ж.

4.3 Встановлення та налаштування віддаленого керування

Останнім етапом є правильне налаштування віддаленого керування для забезпечення ефективності, гнучкості та оперативності в роботі. Воно дає можливість адміністраторам швидко реагувати на збої, перевантаження або інші проблеми, навіть якщо вони знаходяться далеко від обладнання. Це особливо важливо для ТОВ “СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ”, де мережеві вузли розташовані у різних місцях, оскільки централізоване управління дозволяє зменшити витрати на фізичне обслуговування.

Крім того, віддалений доступ дозволяє адміністратору працювати з будь-якої точки світу, підключаючись до мережі через Інтернет. Це забезпечує моніторинг і контроль у реальному часі, що сприяє підтримці безперебійної роботи. Інструменти для віддаленого управління також дозволяють автоматизувати рутинні завдання, такі як оновлення програмного забезпечення або резервне копіювання даних, що підвищує загальну стабільність і безпеку мережі.

Для отримання найбільш точних результатів було створено сприятливі умови, а саме використання віртуальної машини VMware Workstation Pro 17.5.1 де буде встановлено операційні системи Windows Server 2025 як сервер та Windows 11 як клієнт. Наступним кроком буде встановлення служби віддалених робочих столів на сервері. Для цього у майстрі додавання ролей та компонентів була обрана роль “Служби віддалених робочих столів” (рисунок 4.22). Після встановлення було налаштовано доступ до віддаленого керування на сервері (рисунок 4.23). Для перевірки роботи на клієнтському пристрої за допомогою програми “підключення до віддаленого робочого столу” було проведене тестове підключення, для цього в полі комп’ютер була введена IP-адреса сервера та натиснута кнопка під’єднатися. На наступному етапі відкривається вікно з вводом імені користувача та пароллю, після правильного вводу буде відкрито вікно з віддаленим робочим столом (рисунок 4.28, рисунок 4.29, рисунок 4.30, рисунок 4.31 та додаток А.9).



ВИСНОВКИ

Отже, дослідження та оптимізація роботи корпоративної комп'ютерної мережі для ТОВ “СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ” показало, що дійсно, обрана тема магістерської роботи є актуальною, адже вона дозволяє підвищити ефективність роботи підприємства. Дана компанія мала намір розширюватись та створювати нові філії в різних містах України, їй важливо було забезпечити стабільне та швидкісне, безпечне інтернет-з'єднання.

Дослідження корпоративної комп'ютерної мережі дозволило покращити швидкість передачі інформації між філіями, безпеку даних, стабільність з'єднання, захист від злому, додало можливість одночасної роботи зі спільними файлами з декількох точок, масштабованість та гнучке налаштування.

Отже, дослідження ТОВ “СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ” було важливим етапом для прискорення розвитку, покращення продуктивності та створення сучасної стабільної мережі яка б відповідала всім вимогам.

У роботі також був проведений аналіз швидкостей різних типів Wi-Fi стандартів, в результаті якого було виявлено, що оптимальним варіантом буде використання стандарту Wi-Fi 7 на підприємстві ТОВ “СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ”. В процесі дослідження було виявлено, що наявна апаратна складова підприємства не відповідає технічним вимогам. І тому було запропоновані варіанти для заміни наявного обладнання, що забезпечить найвищий рівень продуктивності, стабільності та швидкості.

Проведене дослідження дозволило підприємству ТОВ “СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ” розширити свою діяльність в інші міста України, забезпечивши високу пропускну здатність та мінімальну затримку між філіями, можливість централізованого управління, налагодження зв'язку через IP-телефонію, використання серверів для допоміжного функціоналу.

Для того, щоб вирішити поставлені завдання було проведено проєктування мережі в Cisco Pocket Tracer та моделювання її роботи в віртуальній машині

VMware Workstation Pro 17.5.1. Важливим етапом була побудова правильної структури для забезпечення нормальної взаємодії між пристроями.

У подальшому варто розглянути методи покращення роботи мережі. Можлива зміна маршрутизації на EIGRP або OSPF, у разі якщо підприємство матиме бажання розгорнути свою діяльність ще у кількох містах України, оскільки наявна маршрутизація RIP, має достатньо обмежені властивості, а саме обмежену кількість стрибків, проста метрика та високе використання пропускної здатності мережі.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Official website of Cisco. URL: Cisco.com (дата звернення: 25.10.2024).
2. McMillan T. Cisco networking essentials. Wiley & Sons, Incorporated, John, 2012.
3. Understanding voice over IP technology. Australia : Delmar Cengage Learning, 2009. 387 p.
4. Blokdyk G. Systems management architecture for server hardware a complete guide - 2020 edition. Emereo Pty Limited, 2020. 322 p.
5. Margaret Rouse. What is computer? Everything you need to know. URL: <https://www.techopedia.com/definition/4607/computer> (дата звернення: 25.10.2023).
6. Woodward B., Oliviero A. Cabling: the complete guide to copper and fiber-optic networking. Wiley & Sons, Incorporated, John, 2014. 1328 p.
7. Different wi-fi protocols and data rates. URL: <https://www.intel.com/content/www/us/en/support/articles/000005725/wireless/legacy-intel-wireless-products.html> (дата звернення: 27.10.2024).
8. Local area networks: a business-oriented approach / ed. by R. P. T. 2nd ed. New York: J. Wiley, 2000. 894 p.
9. Stallings W. Data and computer communications. Pearson Education, Limited, 2007. 901 p.
10. Kosiur D. Building and managing virtual private networks. Wiley & Sons, Incorporated, John, 2001.
11. Margaret Rouse. Wireless local area network security. URL: <https://www.techopedia.com/definition/25116/wireless-local-area-network-security-wlan-security> (дата звернення: 27.10.2024).
12. Лавренов І. О., Тягунова М.Ю. Модернізація та розширення мережі підприємства ТОВ “СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЕКТИ”. *Експериментальні та теоретичні дослідження в контексті сучасної науки* : Матеріали VII

Всеукраїнської студент. наук. конф., м. Львів, 22 листоп. 2024 р. Вінниця, 2024.
С. 400-401. DOI 10.62732/liga-ukr-22.11.2024

13. TP-Link Україна - WiFi Мережеве обладнання для дому та бізнесу. *TP-Link*. URL: <https://www.tp-link.com/uk-ua/> (дата звернення: 27.11.2024).

14. Cisco: Software, Network, and Cybersecurity Solutions. IP phones. *Cisco*. URL: <https://www.cisco.com/c/en/us/products/collaboration-endpoints/ip-phones/index.html> (дата звернення: 27.11.2024).

15. William S. High-speed networks and internets: performance and quality of service. 2nd ed. Upper Saddle River, N.J : Prentice Hall, 2002. 715 p.

16. Difference between RIP, OSPF, IGRP, and EIGRP Routing Protocols. *CCNA Sales Page Price Table*. URL: <https://www.learnabhi.com/rip-ospf-igrp-eigrp-routing-protocols/> (дата звернення: 28.11.2024).

17. Cisco packet tracer. *Cisco Networking Academy: Learn Cybersecurity, Python & More*. URL: <https://www.netacad.com/cisco-packet-tracer> (дата звернення: 28.11.2024).

ДОДАТОК А

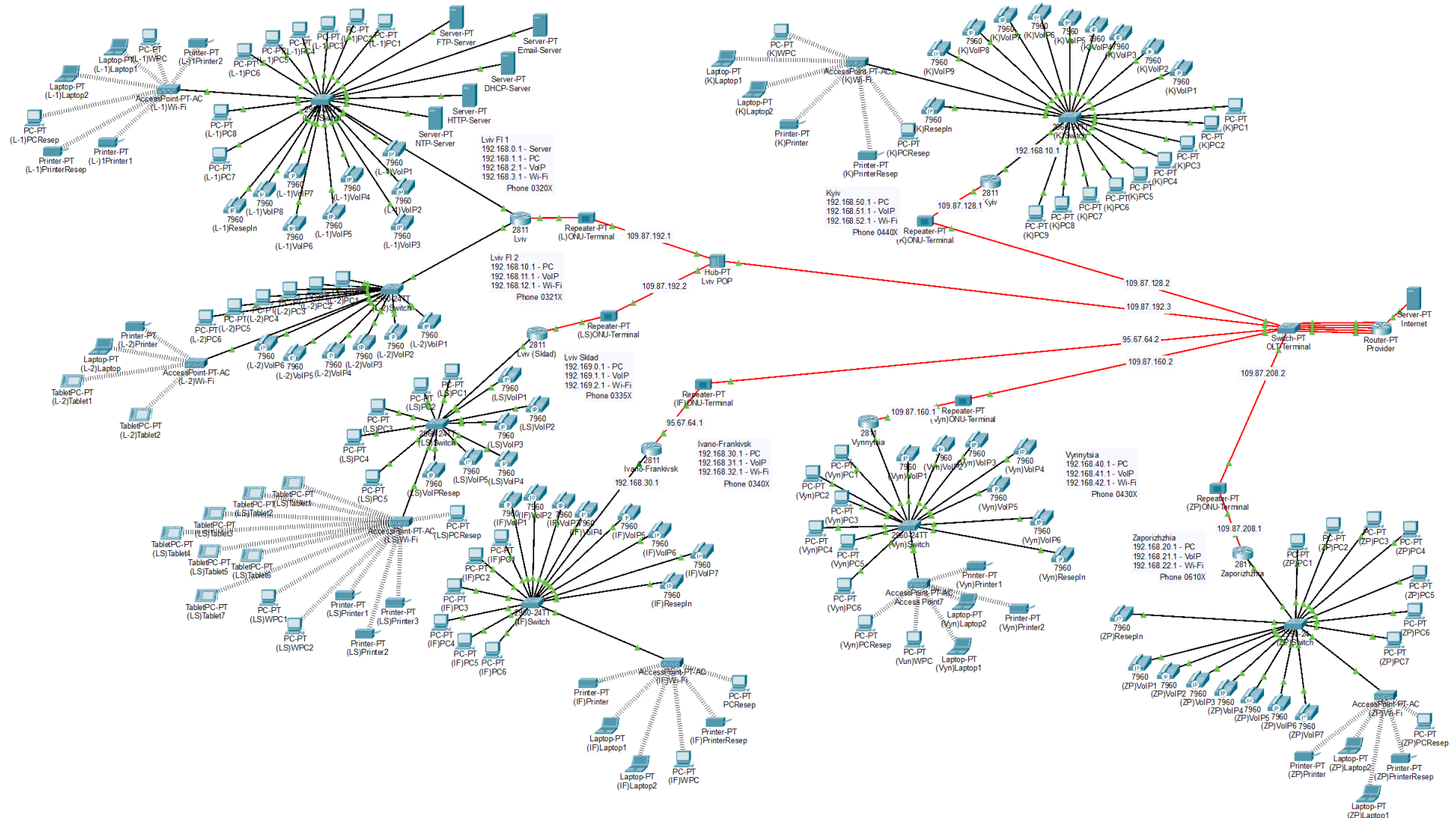


Рисунок А.1 — Структурна схема мережі ТОВ “СПІЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ”

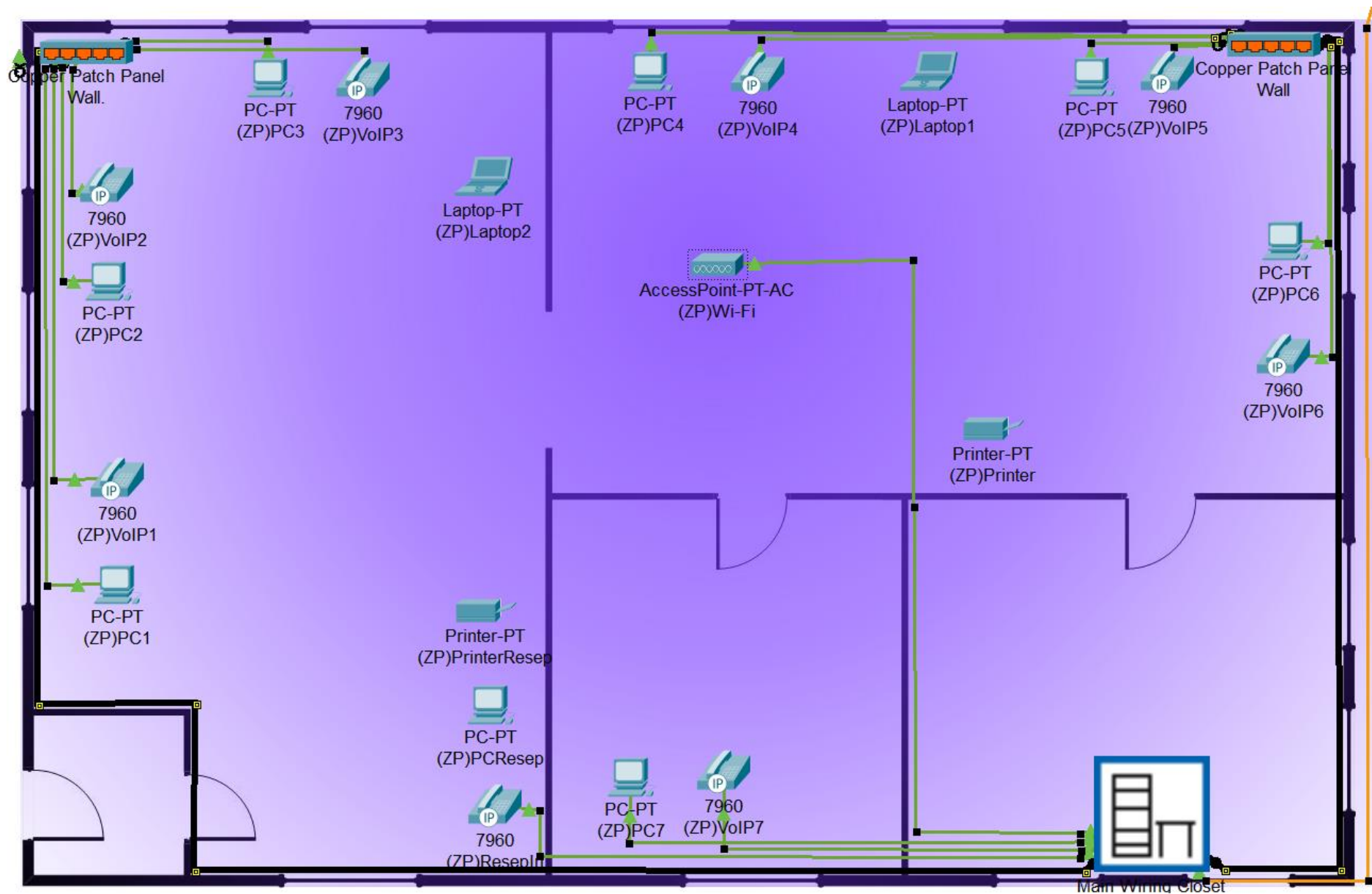


Рисунок А.2 — Монтажна схема Запорізької філії

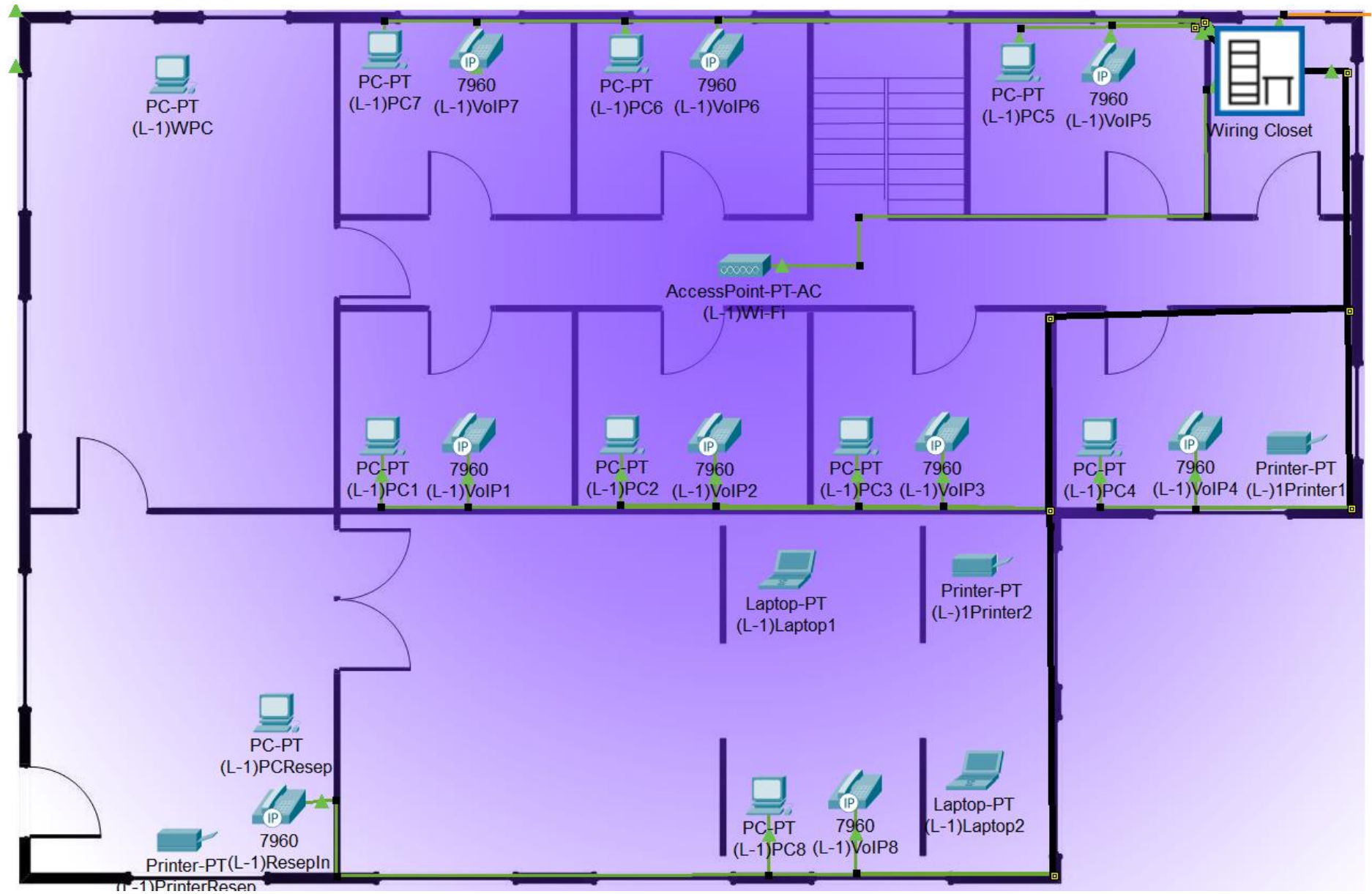


Рисунок А.3 — Монтажна схема Львівської філії (1 поверх)

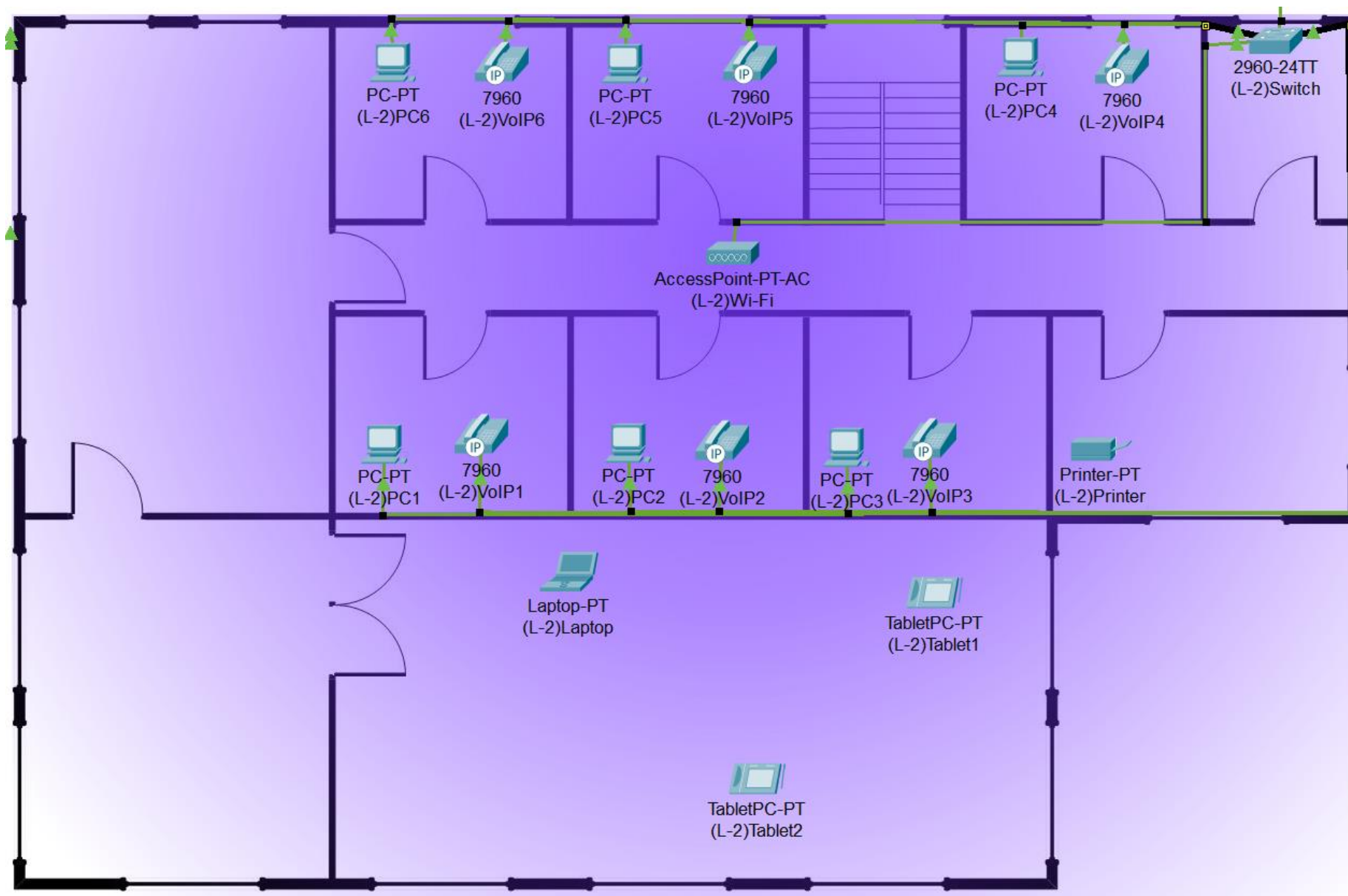


Рисунок А.4 — Монтажна схема Львівської філії (2 поверх)

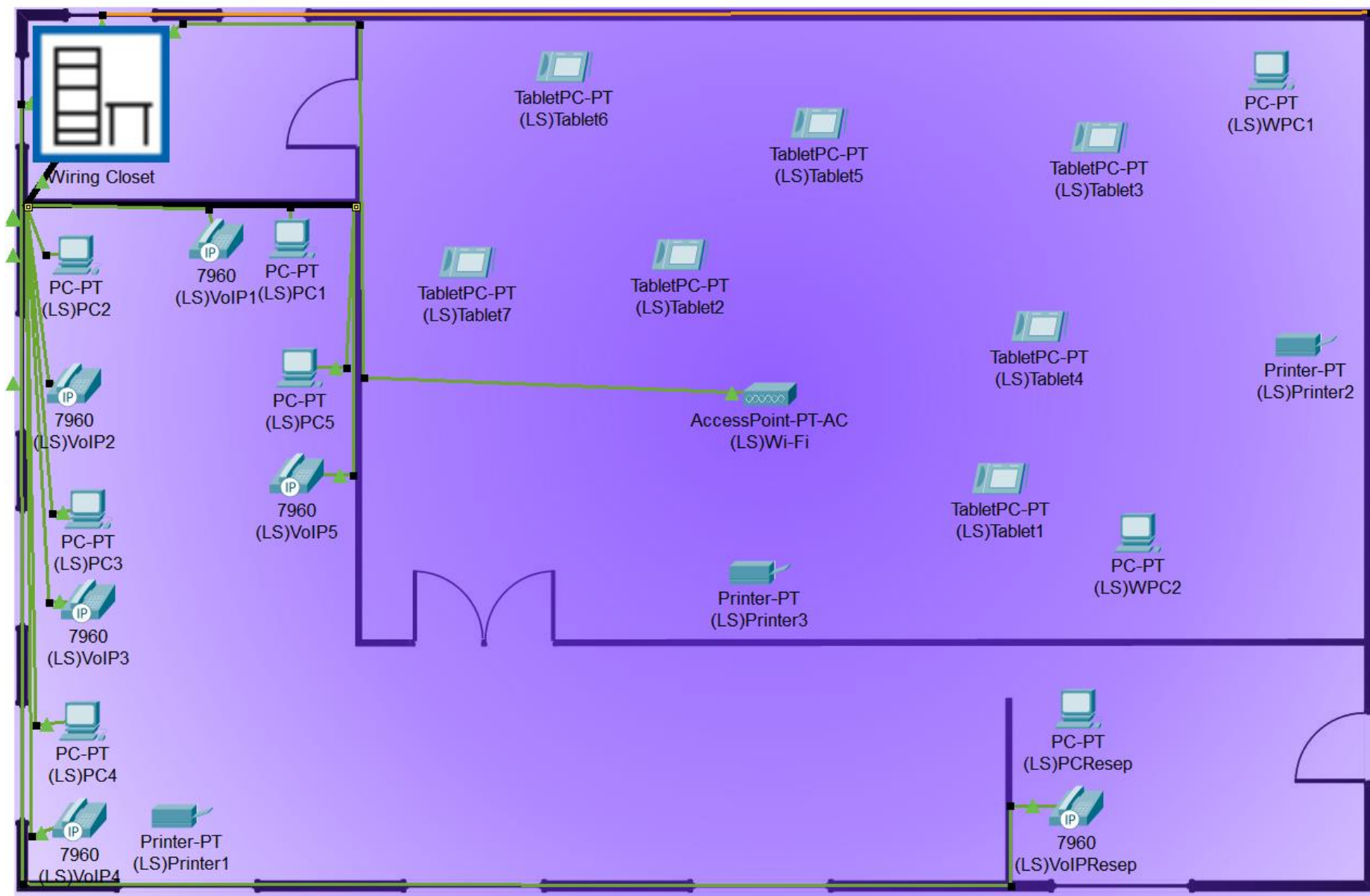


Рисунок А.5 — Монтажна схема Львівського складу

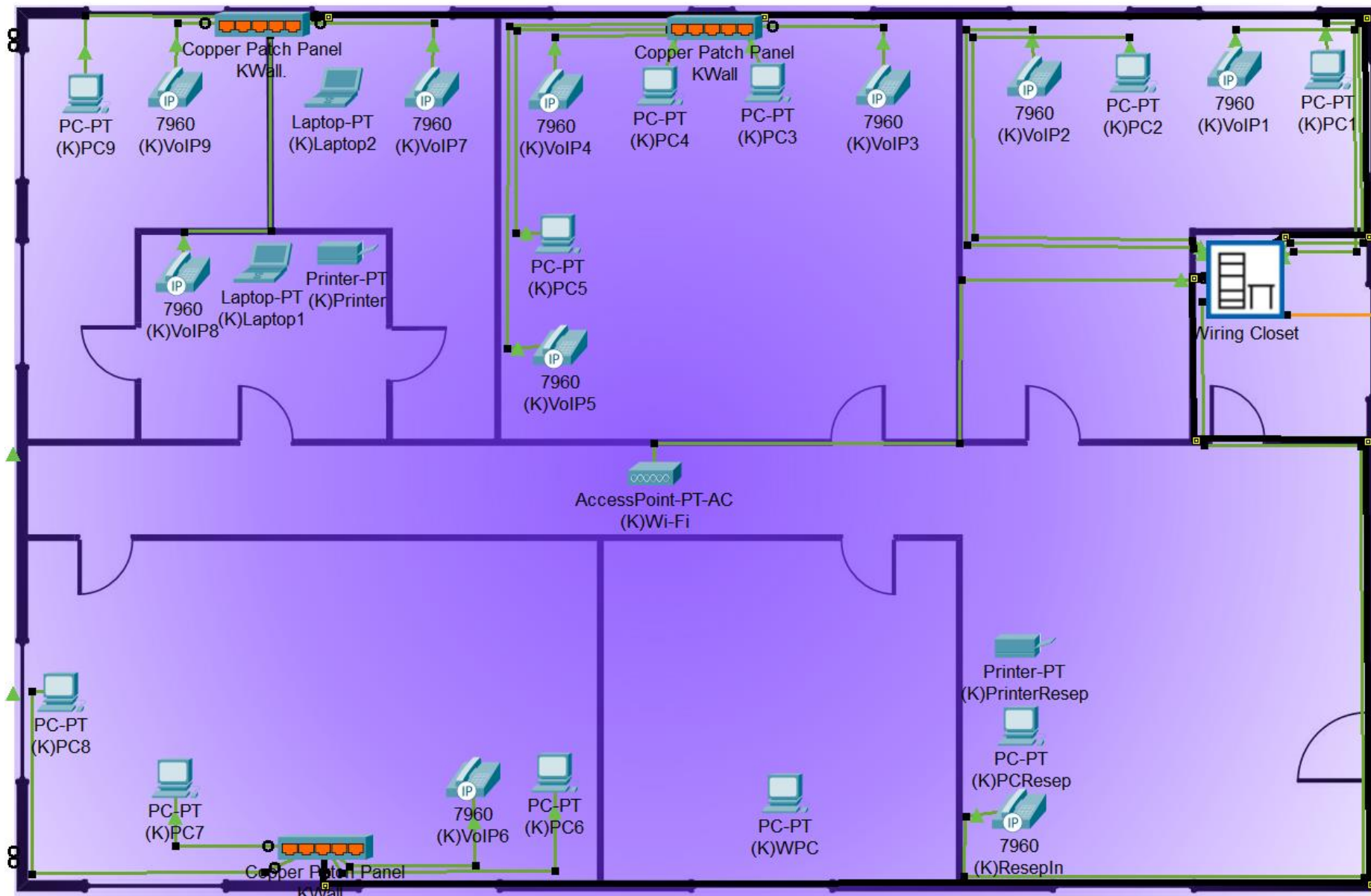


Рисунок А.6 — Монтажна схема Київської філії

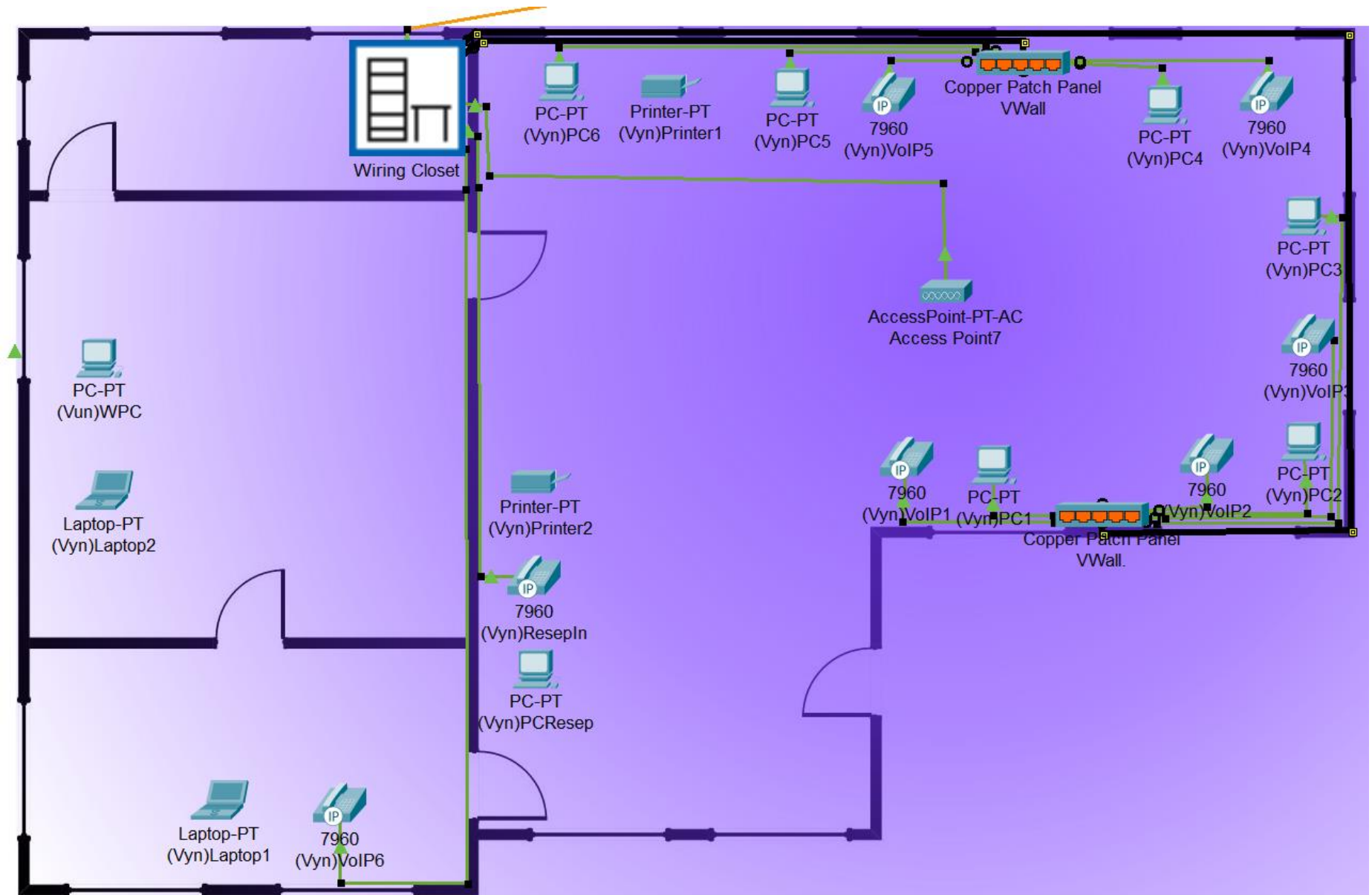


Рисунок А.7 — Монтажна схема Вінницької філії

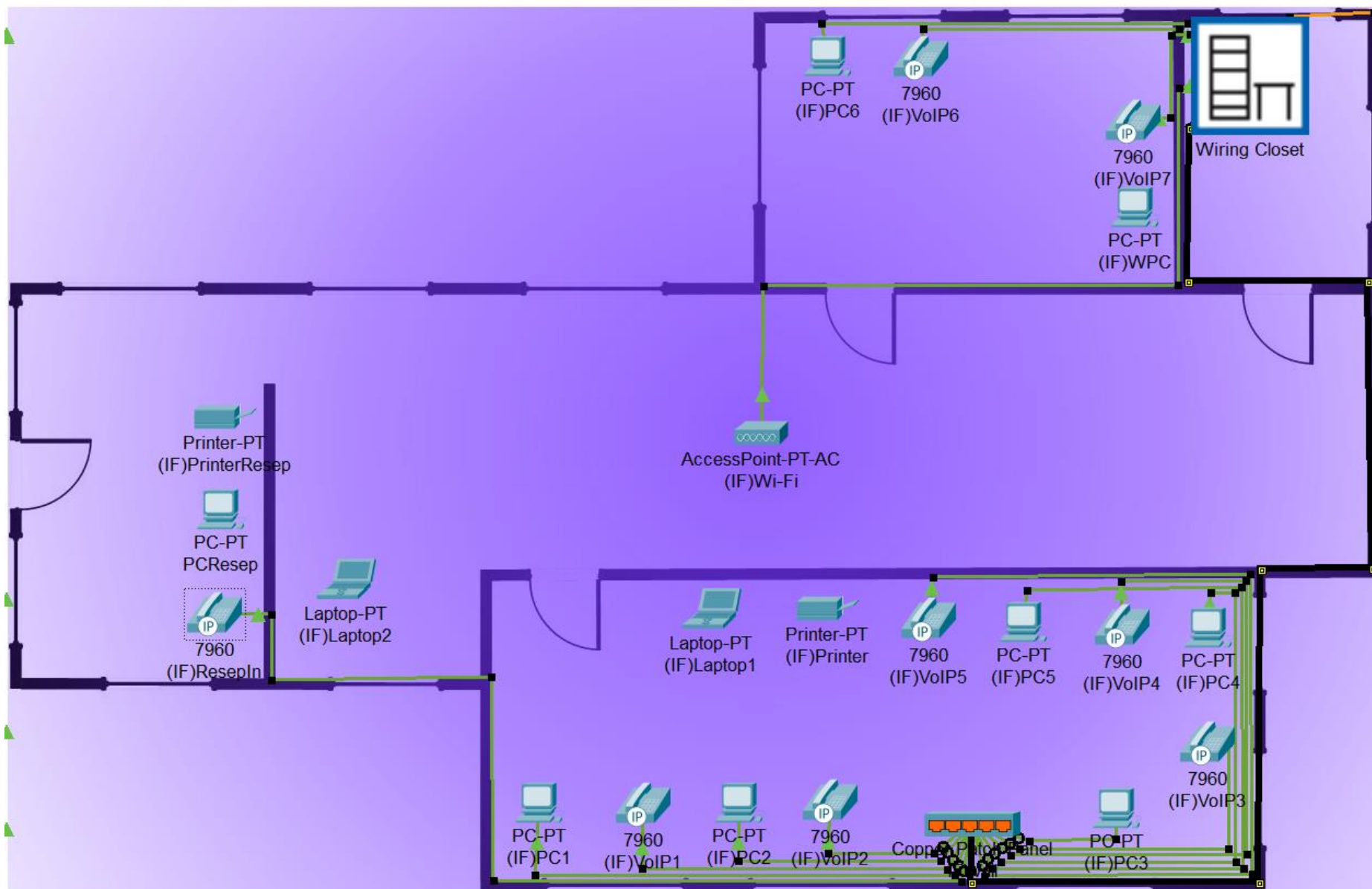


Рисунок А.8 — Монтажна схема Івано-Франківської філії

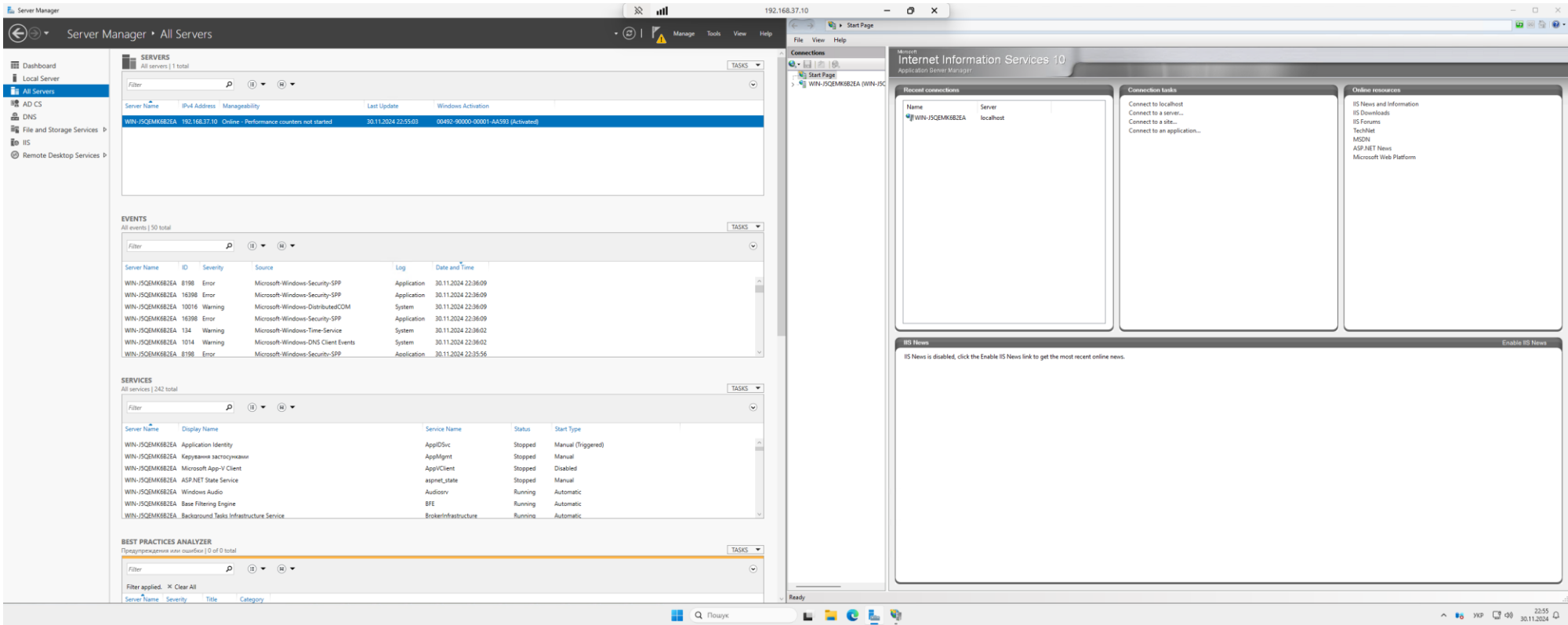


Рисунок А.9 — Успішне підключення через сервіс віддаленого керування до сервера

```
Building configuration...
[OK]
Current configuration : 4458 bytes
!
version 15.1
no service timestamps log datetime msec
no service timestamps debug datetime msec
no service password-encryption
!
hostname Lviv
!
!
!
!
ip dhcp excluded-address 192.168.2.1
ip dhcp excluded-address 192.168.11.1
!
ip dhcp pool VoIPF11
network 192.168.2.0 255.255.255.0
default-router 192.168.2.1
option 150 ip 192.168.2.1
ip dhcp pool VoIP2
network 192.168.11.0 255.255.255.0
default-router 192.168.11.1
option 150 ip 192.168.11.1
!
!
!
!
no ip cef
no ipv6 cef
!
!
!
!
!
license udi pid CISCO2811/K9 sn FTX10175N9C-
!
!
!
!
!
!
!
!
!
!
spanning-tree mode pvst
!
```

```
!  
!  
!  
!  
!  
interface FastEthernet0/0  
no ip address  
duplex auto  
speed auto  
!  
interface FastEthernet0/0.10  
encapsulation dot1Q 10  
ip address 192.168.0.1 255.255.255.0  
ip helper-address 192.168.0.3  
!  
interface FastEthernet0/0.20  
encapsulation dot1Q 20  
ip address 192.168.1.1 255.255.255.0  
ip helper-address 192.168.0.3  
!  
interface FastEthernet0/0.30  
encapsulation dot1Q 30  
ip address 192.168.2.1 255.255.255.0  
ip helper-address 192.168.0.3  
!  
interface FastEthernet0/0.40  
encapsulation dot1Q 40  
ip address 192.168.3.1 255.255.255.0  
ip helper-address 192.168.0.3  
!  
interface FastEthernet0/1  
no ip address  
duplex auto  
speed auto  
!  
interface FastEthernet0/1.10  
encapsulation dot1Q 10  
ip address 192.168.10.1 255.255.255.0  
ip helper-address 192.168.0.3  
!  
interface FastEthernet0/1.20  
encapsulation dot1Q 20  
ip address 192.168.11.1 255.255.255.0  
ip helper-address 192.168.0.3  
!  
interface FastEthernet0/1.30  
encapsulation dot1Q 30  
ip address 192.168.12.1 255.255.255.0  
ip helper-address 192.168.0.3  
!  
interface GigabitEthernet0/0/0  
ip address 109.87.192.1 255.255.255.0  
!
```

```
interface Vlan1
no ip address
shutdown
!
router rip
version 2
network 109.0.0.0
network 192.168.0.0
network 192.168.1.0
network 192.168.2.0
network 192.168.3.0
network 192.168.10.0
network 192.168.11.0
network 192.168.12.0
no auto-summary
!
ip classless
!
ip flow-export version 9
!
!
!
!
!
!
!
dial-peer voice 2 voip
destination-pattern 0440.
session target ipv4:192.168.51.1
!
dial-peer voice 7 voip
destination-pattern 0335.
session target ipv4:192.169.1.1
!
dial-peer voice 12 voip
destination-pattern 0340.
session target ipv4:192.168.31.1
!
dial-peer voice 17 voip
destination-pattern 0430.
session target ipv4:192.168.41.1
!
dial-peer voice 22 voip
destination-pattern 0610.
session target ipv4:192.168.21.1
!
telephony-service
max-ephones 30
max-dn 30
ip source-address 192.168.2.1 port 2000
auto assign 1 to 30
!
ephone-dn 1
```

```
number 03201
!
ephone-dn 2
number 03202
!
ephone-dn 3
number 03203
!
ephone-dn 4
number 03204
!
ephone-dn 5
number 03205
!
ephone-dn 6
number 03206
!
ephone-dn 7
number 03207
!
ephone-dn 8
number 03208
!
ephone-dn 9
number 03209
!
ephone-dn 10
number 03210
!
ephone-dn 11
number 03211
!
ephone-dn 12
number 03212
!
ephone-dn 13
number 03213
!
ephone-dn 14
number 03214
!
ephone-dn 15
number 03215
!
ephone-dn 16
number 03216
!
ephone-dn 17
number 03217
!
ephone-dn 18
number 03218
!
```

```
ephone 1
device-security-mode none
mac-address 00D0.BA1C.1B89
type 7960
button 1:1
!
ephone 2
device-security-mode none
mac-address 0004.9AEB.A7E2
type 7960
button 1:2
!
ephone 3
device-security-mode none
mac-address 00D0.FF67.5D0A
type 7960
button 1:3
!
ephone 4
device-security-mode none
mac-address 000C.85DC.C340
type 7960
button 1:4
!
ephone 5
device-security-mode none
mac-address 00E0.A369.1E17
type 7960
button 1:8
!
ephone 6
device-security-mode none
mac-address 000D.BD5E.7015
type 7960
button 1:5
!
ephone 7
device-security-mode none
mac-address 0030.A371.C8D5
type 7960
button 1:9
!
ephone 8
device-security-mode none
mac-address 0002.1715.2992
type 7960
button 1:7
!
ephone 9
device-security-mode none
mac-address 0060.5CE9.CB25
type 7960
button 1:6
```

```
!  
ephone 10  
device-security-mode none  
mac-address 0010.11B2.C48C  
type 7960  
button 1:10  
!  
ephone 11  
device-security-mode none  
mac-address 000C.85D6.215B  
type 7960  
button 1:11  
!  
ephone 12  
device-security-mode none  
mac-address 0060.470B.1653  
type 7960  
button 1:12  
!  
ephone 13  
device-security-mode none  
mac-address 00E0.A327.2698  
type 7960  
button 1:13  
!  
ephone 14  
device-security-mode none  
mac-address 0001.97A4.72E4  
type 7960  
button 1:14  
!  
ephone 15  
device-security-mode none  
mac-address 0060.4797.E3A3  
type 7960  
button 1:15  
!  
line con 0  
!  
line aux 0  
!  
line vty 0 4  
login  
!  
!  
ntp server 192.168.0.5  
!  
end
```

Лістинг Б.2 — Команди налаштування комутатора Львівської філії (1

поверх)

```
Building configuration...
[OK]
Current configuration : 2622 bytes
!
version 15.0
no service timestamps log datetime msec
no service timestamps debug datetime msec
no service password-encryption
!
hostname Sw_L-1
!
!
!
!
!
!
spanning-tree mode pvst
spanning-tree extend system-id
!
interface FastEthernet0/1
switchport access vlan 10
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/2
switchport access vlan 10
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/3
switchport access vlan 10
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/4
switchport access vlan 10
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/5
switchport access vlan 20
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/6
switchport access vlan 20
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/7
switchport access vlan 20
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/8
switchport access vlan 20
switchport mode access
```

```
!  
interface FastEthernet0/9  
switchport access vlan 20  
switchport mode access  
!  
interface FastEthernet0/10  
switchport access vlan 20  
switchport mode access  
!  
interface FastEthernet0/11  
switchport access vlan 20  
switchport mode access  
!  
interface FastEthernet0/12  
switchport access vlan 20  
switchport mode access  
!  
interface FastEthernet0/13  
switchport access vlan 20  
switchport mode access  
!  
interface FastEthernet0/14  
switchport access vlan 20  
switchport mode access  
switchport voice vlan 30  
!  
interface FastEthernet0/15  
switchport access vlan 20  
switchport mode access  
switchport voice vlan 30  
!  
interface FastEthernet0/16  
switchport access vlan 20  
switchport mode access  
switchport voice vlan 30  
!  
interface FastEthernet0/17  
switchport access vlan 20  
switchport mode access  
switchport voice vlan 30  
!  
interface FastEthernet0/18  
switchport access vlan 20  
switchport mode access  
switchport voice vlan 30  
!  
interface FastEthernet0/19  
switchport access vlan 20  
switchport mode access  
switchport voice vlan 30  
!  
interface FastEthernet0/20  
switchport access vlan 20
```

```
switchport mode access
switchport voice vlan 30
!
interface FastEthernet0/21
switchport access vlan 20
switchport mode access
switchport voice vlan 30
!
interface FastEthernet0/22
switchport access vlan 20
switchport mode access
switchport voice vlan 30
!
interface FastEthernet0/23
switchport access vlan 20
switchport mode access
switchport voice vlan 30
!
interface FastEthernet0/24
switchport access vlan 40
switchport mode access
speed 100
!
interface GigabitEthernet0/1
switchport mode trunk
!
interface GigabitEthernet0/2
switchport mode access
!
interface Vlan1
no ip address
shutdown
!
!
!
!
line con 0
!
line vty 0 4
login
line vty 5 15
login
!
!
!
!
end
```

Лістинг Б.3 — Команди налаштування комутатора Львівської філії (2

поверх)

```
Building configuration...
[OK]
Current configuration : 2434 bytes
!
version 15.0
no service timestamps log datetime msec
no service timestamps debug datetime msec
no service password-encryption
!
hostname Sw_L-2
!
!
!
!
!
!
spanning-tree mode pvst
spanning-tree extend system-id
!
interface FastEthernet0/1
switchport access vlan 10
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/2
switchport access vlan 10
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/3
switchport access vlan 10
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/4
switchport access vlan 10
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/5
switchport access vlan 10
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/6
switchport access vlan 10
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/7
switchport access vlan 10
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/8
switchport access vlan 10
switchport mode access
```

```
!  
interface FastEthernet0/9  
switchport access vlan 10  
switchport mode access  
!  
interface FastEthernet0/10  
switchport access vlan 10  
switchport mode access  
!  
interface FastEthernet0/11  
switchport access vlan 10  
switchport mode access  
switchport voice vlan 20  
!  
interface FastEthernet0/12  
switchport access vlan 10  
switchport mode access  
switchport voice vlan 20  
!  
interface FastEthernet0/13  
switchport access vlan 10  
switchport mode access  
switchport voice vlan 20  
!  
interface FastEthernet0/14  
switchport access vlan 10  
switchport mode access  
switchport voice vlan 20  
!  
interface FastEthernet0/15  
switchport access vlan 10  
switchport mode access  
switchport voice vlan 20  
!  
interface FastEthernet0/16  
switchport access vlan 10  
switchport mode access  
switchport voice vlan 20  
!  
interface FastEthernet0/17  
switchport access vlan 10  
switchport mode access  
switchport voice vlan 20  
!  
interface FastEthernet0/18  
switchport access vlan 10  
switchport mode access  
switchport voice vlan 20  
!  
interface FastEthernet0/19  
switchport access vlan 10  
switchport mode access  
switchport voice vlan 20
```

```
!  
interface FastEthernet0/20  
switchport access vlan 10  
switchport mode access  
switchport voice vlan 20  
!  
interface FastEthernet0/21  
switchport access vlan 30  
switchport mode access  
!  
interface FastEthernet0/22  
!  
interface FastEthernet0/23  
!  
interface FastEthernet0/24  
!  
interface GigabitEthernet0/1  
switchport mode trunk  
!  
interface GigabitEthernet0/2  
!  
interface Vlan1  
no ip address  
shutdown  
!  
!  
!  
!  
line con 0  
!  
line vty 0 4  
login  
line vty 5 15  
login  
!  
!  
!  
!  
end
```

ДОДАТОК В

Лістинг В.1 — Команди налаштування маршрутизатора львівського складу

```
Building configuration...
[OK]
Current configuration : 2742 bytes
!
version 15.1
no service timestamps log datetime msec
no service timestamps debug datetime msec
no service password-encryption
!
hostname Lviv_Sklad
!
!
!
!
!
ip dhcp pool VoIP
network 192.169.1.0 255.255.255.0
default-router 192.169.1.1
option 150 ip 192.169.1.1
!
!
!
no ip cef
no ipv6 cef
!
!
!
!
!
license udi pid CISCO2811/K9 sn FTX10170QD0-
!
!
!
!
!
!
!
!
!
!
spanning-tree mode pvst
!
!
!
!
!
!
interface FastEthernet0/0
```

```

no ip address
duplex auto
speed auto
!
interface FastEthernet0/0.10
encapsulation dot1Q 10
ip address 192.169.0.1 255.255.255.0
ip helper-address 192.168.0.3
!
interface FastEthernet0/0.20
encapsulation dot1Q 20
ip address 192.169.1.1 255.255.255.0
ip helper-address 192.168.0.3
!
interface FastEthernet0/0.30
encapsulation dot1Q 30
ip address 192.169.2.1 255.255.255.0
ip helper-address 192.168.0.3
!
interface FastEthernet0/1
no ip address
duplex auto
speed auto
shutdown
!
interface GigabitEthernet0/0/0
ip address 109.87.192.2 255.255.255.0
!
interface Vlan1
no ip address
shutdown
!
router rip
version 2
network 109.0.0.0
network 192.169.0.0
network 192.169.1.0
network 192.169.2.0
no auto-summary
!
ip classless
!
ip flow-export version 9
!
!
!
!
!
!
!
dial-peer voice 3 voip
destination-pattern 032..
session target ipv4:192.168.2.1

```

```

!
dial-peer voice 8 voip
destination-pattern 0440.
session target ipv4:192.168.51.1
!
dial-peer voice 13 voip
destination-pattern 0340.
session target ipv4:192.168.31.1
!
dial-peer voice 18 voip
destination-pattern 0430.
session target ipv4:192.168.41.1
!
dial-peer voice 23 voip
destination-pattern 0610.
session target ipv4:192.168.21.1
!
telephony-service
max-ephones 15
max-dn 15
ip source-address 192.169.1.1 port 2000
auto assign 1 to 15
!
ephone-dn 1
number 03351
!
ephone-dn 2
number 03352
!
ephone-dn 3
number 03353
!
ephone-dn 4
number 03354
!
ephone-dn 5
number 03355
!
ephone-dn 6
number 03356
!
ephone-dn 7

Lviv_Sklad#show running-config
Building configuration...

Current configuration : 2742 bytes
!
version 15.1
no service timestamps log datetime msec
no service timestamps debug datetime msec
no service password-encryption
!

```

```

hostname Lviv_Sklad
!
!
!
!
!
ip dhcp pool VoIP
network 192.169.1.0 255.255.255.0
default-router 192.169.1.1
option 150 ip 192.169.1.1
!
!
!
no ip cef
no ipv6 cef
!
!
!
!
license udi pid CISCO2811/K9 sn FTX10170QD0-
!
!
!
!
!
!
!
!
!
!
!
!
!
!
spanning-tree mode pvst
!
!
!
!
!
!
interface FastEthernet0/0
no ip address
duplex auto
speed auto
!
interface FastEthernet0/0.10
encapsulation dot1Q 10
ip address 192.169.0.1 255.255.255.0
ip helper-address 192.168.0.3
!
interface FastEthernet0/0.20
encapsulation dot1Q 20
ip address 192.169.1.1 255.255.255.0
ip helper-address 192.168.0.3
!

```

```

interface FastEthernet0/0.30
encapsulation dot1Q 30
ip address 192.169.2.1 255.255.255.0
ip helper-address 192.168.0.3
!
interface FastEthernet0/1
no ip address
duplex auto
speed auto
shutdown
!
interface GigabitEthernet0/0/0
ip address 109.87.192.2 255.255.255.0
!
interface Vlan1
no ip address
shutdown
!
router rip
version 2
network 109.0.0.0
network 192.169.0.0
network 192.169.1.0
network 192.169.2.0
no auto-summary
!
ip classless
!
ip flow-export version 9
!
!
!
!
!
!
!
dial-peer voice 3 voip
destination-pattern 032..
session target ipv4:192.168.2.1
!
dial-peer voice 8 voip
destination-pattern 0440.
session target ipv4:192.168.51.1
!
dial-peer voice 13 voip
destination-pattern 0340.
session target ipv4:192.168.31.1
!
dial-peer voice 18 voip
destination-pattern 0430.
session target ipv4:192.168.41.1
!
dial-peer voice 23 voip

```

```
destination-pattern 0610.
session target ipv4:192.168.21.1
!
telephony-service
max-ephones 15
max-dn 15
ip source-address 192.169.1.1 port 2000
auto assign 1 to 15
!
ephone-dn 1
number 03351
!
ephone-dn 2
number 03352
!
ephone-dn 3
number 03353
!
ephone-dn 4
number 03354
!
ephone-dn 5
number 03355
!
ephone-dn 6
number 03356
!
ephone-dn 7
number 03357
!
ephone-dn 8
number 03358
!
ephone-dn 9
number 03359
!
ephone-dn 10
number 03350
!
ephone 1
device-security-mode none
mac-address 0060.4796.9A64
type 7960
button 1:1
!
ephone 2
device-security-mode none
mac-address 0060.5C67.72DD
type 7960
button 1:2
!
ephone 3
device-security-mode none
```

```
mac-address 00D0.9770.D054
type 7960
button 1:3
!
ephone 4
device-security-mode none
mac-address 0060.4723.5E0D
type 7960
button 1:4
!
ephone 5
device-security-mode none
mac-address 0002.4A46.B596
type 7960
button 1:5
!
ephone 6
device-security-mode none
mac-address 0030.F211.37CE
type 7960
button 1:6
!
ephone 7
device-security-mode none
mac-address 00D0.9794.E299
type CIPC
button 1:7
!
line con 0
!
line aux 0
!
line vty 0 4
login
!
!
ntp server 192.168.0.5
!
end
```

Лістинг В.2 — Команди налаштування комутатора львівського складу

```
Building configuration...
[OK]
Current configuration : 2584 bytes
!
version 15.0
no service timestamps log datetime msec
no service timestamps debug datetime msec
no service password-encryption
!
hostname Sw_LS
!
!
!
!
!
!
spanning-tree mode pvst
spanning-tree extend system-id
!
interface FastEthernet0/1
switchport access vlan 10
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/2
switchport access vlan 10
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/3
switchport access vlan 10
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/4
switchport access vlan 10
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/5
switchport access vlan 10
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/6
switchport access vlan 10
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/7
switchport access vlan 10
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/8
switchport access vlan 10
switchport mode access
!
```

```
interface FastEthernet0/9
switchport access vlan 10
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/10
switchport access vlan 10
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/11
switchport access vlan 10
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/12
switchport access vlan 10
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/13
switchport access vlan 10
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/14
switchport access vlan 10
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/15
switchport access vlan 10
switchport mode access
switchport voice vlan 20
!
interface FastEthernet0/16
switchport access vlan 10
switchport mode access
switchport voice vlan 20
!
interface FastEthernet0/17
switchport access vlan 10
switchport mode access
switchport voice vlan 20
!
interface FastEthernet0/18
switchport access vlan 10
switchport mode access
switchport voice vlan 20
!
interface FastEthernet0/19
switchport access vlan 10
switchport mode access
switchport voice vlan 20
!
interface FastEthernet0/20
switchport access vlan 10
switchport mode access
switchport voice vlan 20
```

```
!  
interface FastEthernet0/21  
switchport access vlan 10  
switchport mode access  
switchport voice vlan 20  
!  
interface FastEthernet0/22  
switchport access vlan 10  
switchport mode access  
switchport voice vlan 20  
!  
interface FastEthernet0/23  
switchport access vlan 10  
switchport mode access  
switchport voice vlan 20  
!  
interface FastEthernet0/24  
switchport access vlan 30  
switchport mode access  
!  
interface GigabitEthernet0/1  
switchport mode trunk  
!  
interface GigabitEthernet0/2  
switchport mode access  
!  
interface Vlan1  
no ip address  
shutdown  
!  
!  
!  
!  
line con 0  
!  
line vty 0 4  
login  
line vty 5 15  
login  
!  
!  
!  
!  
end
```

ДОДАТОК Г

Лістинг Г.1 — Команди налаштування маршрутизатора Запорізької філії

```
Building configuration...
[OK]
Current configuration : 3044 bytes
!
version 15.1
no service timestamps log datetime msec
no service timestamps debug datetime msec
no service password-encryption
!
hostname Zaporizhzhia
!
!
!
!
ip dhcp excluded-address 192.168.21.1
!
ip dhcp pool VoIP
network 192.168.21.0 255.255.255.0
default-router 192.168.21.1
option 150 ip 192.168.21.1
!
!
!
ip cef
no ipv6 cef
!
!
!
!
license udi pid CISCO2811/K9 sn FTX10175S5Z-
!
!
!
!
!
!
!
!
!
!
spanning-tree mode pvst
!
!
!
!
!
```

```

interface FastEthernet0/0
no ip address
duplex auto
speed auto
!
interface FastEthernet0/0.10
encapsulation dot1Q 10
ip address 192.168.20.1 255.255.255.0
ip helper-address 192.168.0.3
!
interface FastEthernet0/0.20
encapsulation dot1Q 20
ip address 192.168.21.1 255.255.255.0
ip helper-address 192.168.0.1
ip helper-address 192.168.0.3
!
interface FastEthernet0/0.30
encapsulation dot1Q 30
ip address 192.168.22.1 255.255.255.0
ip helper-address 192.168.0.3
!
interface FastEthernet0/1
no ip address
duplex auto
speed auto
!
interface GigabitEthernet0/0/0
ip address 109.87.208.1 255.255.255.0
!
interface Vlan1
no ip address
shutdown
!
router rip
version 2
network 109.0.0.0
network 192.168.20.0
network 192.168.21.0
network 192.168.22.0
no auto-summary
!
ip classless
!
ip flow-export version 9
!
!
!
!
!
!
!
dial-peer voice 6 voip
destination-pattern 032..

```

```
session target ipv4:192.168.2.1
!
dial-peer voice 11 voip
destination-pattern 0440.
session target ipv4:192.168.51.1
!
dial-peer voice 16 voip
destination-pattern 0335.
session target ipv4:192.169.1.1
!
dial-peer voice 21 voip
destination-pattern 0340.
session target ipv4:192.168.31.1
!
dial-peer voice 25 voip
destination-pattern 0430.
session target ipv4:192.168.41.1
!
telephony-service
max-ephones 15
max-dn 15
ip source-address 192.168.21.1 port 2000
auto assign 1 to 15
!
ephone-dn 1
number 06101
!
ephone-dn 2
number 06102
!
ephone-dn 3
number 06103
!
ephone-dn 4
number 06104
!
ephone-dn 5
number 06105
!
ephone-dn 6
number 06106
!
ephone-dn 7
number 06107
!
ephone-dn 8
number 06108
!
ephone-dn 9
number 06109
!
ephone-dn 10
number 06110
```

```
!  
ephone-dn 11  
number 06111  
!  
ephone-dn 12  
number 06112  
!  
ephone-dn 13  
number 06113  
!  
ephone-dn 14  
number 06114  
!  
ephone-dn 15  
number 06115  
!  
ephone 1  
device-security-mode none  
mac-address 0005.5E16.CE04  
type 7960  
button 1:1  
!  
ephone 2  
device-security-mode none  
mac-address 000C.CF53.46C6  
type 7960  
button 1:2  
!  
ephone 3  
device-security-mode none  
mac-address 0001.42D1.B328  
type 7960  
button 1:3  
!  
ephone 4  
device-security-mode none  
mac-address 0001.43A3.9405  
type 7960  
button 1:4  
!  
ephone 5  
device-security-mode none  
mac-address 00D0.FFC6.5902  
type 7960  
button 1:5  
!  
ephone 6  
device-security-mode none  
mac-address 0060.704E.2E52  
type 7960  
button 1:6  
!  
ephone 7
```

```
device-security-mode none
mac-address 0060.5CB8.4335
type 7960
button 1:7
!
ephone 8
device-security-mode none
mac-address 0009.7C32.8C43
type 7960
button 1:8
!
line con 0
!
line aux 0
!
line vty 0 4
login
!
!
ntp server 192.168.0.5
!
end
```

Лістинг Г.2 — Команди налаштування комутатора Запорізької філії

```
Building configuration...
[OK]
Current configuration : 2447 bytes
!
version 12.1
no service timestamps log datetime msec
no service timestamps debug datetime msec
no service password-encryption
!
hostname Sw_ZP
!
!
!
!
!
!
spanning-tree mode pvst
spanning-tree extend system-id
!
interface FastEthernet0/1
switchport access vlan 10
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/2
switchport access vlan 10
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/3
switchport access vlan 10
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/4
switchport access vlan 10
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/5
switchport access vlan 10
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/6
switchport access vlan 10
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/7
switchport access vlan 10
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/8
switchport access vlan 10
switchport mode access
!
```

```
interface FastEthernet0/9
switchport access vlan 10
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/10
switchport access vlan 10
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/11
switchport access vlan 10
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/12
switchport access vlan 10
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/13
switchport access vlan 10
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/14
switchport access vlan 10
switchport mode access
switchport voice vlan 20
!
interface FastEthernet0/15
switchport access vlan 10
switchport mode access
switchport voice vlan 20
!
interface FastEthernet0/16
switchport access vlan 10
switchport mode access
switchport voice vlan 20
!
interface FastEthernet0/17
switchport access vlan 10
switchport mode access
switchport voice vlan 20
!
interface FastEthernet0/18
switchport access vlan 10
switchport mode access
switchport voice vlan 20
!
interface FastEthernet0/19
switchport access vlan 10
switchport mode access
switchport voice vlan 20
!
interface FastEthernet0/20
switchport access vlan 10
switchport mode access
```

```
switchport voice vlan 20
!
interface FastEthernet0/21
switchport access vlan 10
switchport mode access
switchport voice vlan 20
!
interface FastEthernet0/22
switchport access vlan 10
switchport mode access
switchport voice vlan 20
!
interface FastEthernet0/23
switchport access vlan 30
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/24
switchport mode trunk
!
interface Vlan1
no ip address
shutdown
!
!
!
!
line con 0
!
line vty 0 4
login
line vty 5 15
login
!
!
!
!
end
```

ДОДАТОК Д

Лістинг Д.1 — Команди налаштування маршрутизатора Київської філії

```
Building configuration...
[OK]
Current configuration : 3194 bytes
!
version 15.1
no service timestamps log datetime msec
no service timestamps debug datetime msec
no service password-encryption
!
hostname Kyiv
!
!
!
!
ip dhcp excluded-address 192.168.51.1
!
ip dhcp pool VoIP
network 192.168.51.0 255.255.255.0
default-router 192.168.51.1
option 150 ip 192.168.51.1
!
!
!
ip cef
no ipv6 cef
!
!
!
!
license udi pid CISCO2811/K9 sn FTX1017HK9M-
!
!
!
!
!
!
!
!
!
!
spanning-tree mode pvst
!
!
!
!
!
```

```

interface FastEthernet0/0
no ip address
duplex auto
speed auto
!
interface FastEthernet0/0.10
encapsulation dot1Q 10
ip address 192.168.50.1 255.255.255.0
ip helper-address 192.168.0.3
!
interface FastEthernet0/0.20
encapsulation dot1Q 20
ip address 192.168.51.1 255.255.255.0
ip helper-address 192.168.0.3
!
interface FastEthernet0/0.30
encapsulation dot1Q 30
ip address 192.168.52.1 255.255.255.0
ip helper-address 192.168.0.3
!
interface FastEthernet0/1
no ip address
duplex auto
speed auto
shutdown
!
interface GigabitEthernet0/0/0
ip address 109.87.128.1 255.255.255.0
!
interface Vlan1
no ip address
shutdown
!
router rip
version 2
network 109.0.0.0
network 192.168.50.0
network 192.168.51.0
network 192.168.52.0
no auto-summary
!
ip classless
!
ip flow-export version 9
!
!
!
!
!
!
!
dial-peer voice 1 voip
destination-pattern 032..

```

```
session target ipv4:192.168.2.1
!
dial-peer voice 6 voip
destination-pattern 0335.
session target ipv4:192.169.1.1
!
dial-peer voice 11 voip
destination-pattern 0340.
session target ipv4:192.168.31.1
!
dial-peer voice 16 voip
destination-pattern 0430.
session target ipv4:192.168.41.1
!
dial-peer voice 21 voip
destination-pattern 0610.
session target ipv4:192.168.21.1
!
telephony-service
max-ephones 15
max-dn 15
ip source-address 192.168.51.1 port 2000
auto assign 1 to 15
!
ephone-dn 1
number 04401
!
ephone-dn 2
number 04402
!
ephone-dn 3
number 04403
!
ephone-dn 4
number 04404
!
ephone-dn 5
number 04405
!
ephone-dn 6
number 04406
!
ephone-dn 7
number 04407
!
ephone-dn 8
number 04408
!
ephone-dn 9
number 04409
!
ephone-dn 10
number 04410
```

```
!  
ephone-dn 11  
number 04411  
!  
ephone-dn 12  
number 04412  
!  
ephone-dn 13  
number 04413  
!  
ephone-dn 14  
number 04414  
!  
ephone-dn 15  
number 04415  
!  
ephone 1  
device-security-mode none  
mac-address 0003.E433.BE19  
type 7960  
button 1:1  
!  
ephone 2  
device-security-mode none  
mac-address 0060.5C36.BD67  
type 7960  
button 1:2  
!  
ephone 3  
device-security-mode none  
mac-address 00D0.BAEA.AB47  
type 7960  
button 1:3  
!  
ephone 4  
device-security-mode none  
mac-address 00D0.9774.903C  
type 7960  
button 1:4  
!  
ephone 5  
device-security-mode none  
mac-address 0001.C9DB.06CC  
type 7960  
button 1:5  
!  
ephone 6  
device-security-mode none  
mac-address 0006.2AD4.364D  
type 7960  
button 1:6  
!  
ephone 7
```

```
device-security-mode none
mac-address 00D0.D345.6940
type 7960
button 1:7
!
ephone 8
device-security-mode none
mac-address 0090.2BC5.B880
type 7960
button 1:8
!
ephone 9
device-security-mode none
mac-address 0001.638D.B231
type 7960
button 1:9
!
ephone 10
device-security-mode none
mac-address 000A.4174.E458
type 7960
button 1:10
!
line con 0
!
line aux 0
!
line vty 0 4
login
!
!
ntp server 192.168.0.5
!
end
```

Лістинг Д.2 — Команди налаштування комутатора Київської філії

```
Building configuration...
[OK]
Current configuration : 2586 bytes
!
version 15.0
no service timestamps log datetime msec
no service timestamps debug datetime msec
no service password-encryption
!
hostname Sw_K
!
!
!
!
!
!
spanning-tree mode pvst
spanning-tree extend system-id
!
interface FastEthernet0/1
switchport access vlan 10
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/2
switchport access vlan 10
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/3
switchport access vlan 10
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/4
switchport access vlan 10
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/5
switchport access vlan 10
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/6
switchport access vlan 10
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/7
switchport access vlan 10
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/8
switchport access vlan 10
switchport mode access
!
```

```
interface FastEthernet0/9
switchport access vlan 10
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/10
switchport access vlan 10
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/11
switchport access vlan 10
switchport mode access
switchport voice vlan 20
!
interface FastEthernet0/12
switchport access vlan 10
switchport mode access
switchport voice vlan 20
!
interface FastEthernet0/13
switchport access vlan 10
switchport mode access
switchport voice vlan 20
!
interface FastEthernet0/14
switchport access vlan 10
switchport mode access
switchport voice vlan 20
!
interface FastEthernet0/15
switchport access vlan 10
switchport mode access
switchport voice vlan 20
!
interface FastEthernet0/16
switchport access vlan 10
switchport mode access
switchport voice vlan 20
!
interface FastEthernet0/17
switchport access vlan 10
switchport mode access
switchport voice vlan 20
!
interface FastEthernet0/18
switchport access vlan 10
switchport mode access
switchport voice vlan 20
!
interface FastEthernet0/19
switchport access vlan 10
switchport mode access
switchport voice vlan 20
!
```

```
interface FastEthernet0/20
switchport access vlan 10
switchport mode access
switchport voice vlan 20
!
interface FastEthernet0/21
switchport access vlan 10
switchport mode access
switchport voice vlan 20
!
interface FastEthernet0/22
switchport access vlan 10
switchport mode access
switchport voice vlan 20
!
interface FastEthernet0/23
switchport access vlan 30
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/24
switchport mode trunk
!
interface GigabitEthernet0/1
!
interface GigabitEthernet0/2
!
interface Vlan1
no ip address
shutdown
!
!
!
!
line con 0
!
line vty 0 4
login
line vty 5 15
login
!
!
!
!
end
```

ДОДАТОК E

Лістинг E.1 — Команди налаштування маршрутизатора Вінницької філії

```
Building configuration...
[OK]
Current configuration : 3017 bytes
!
version 15.1
no service timestamps log datetime msec
no service timestamps debug datetime msec
no service password-encryption
!
hostname Vynnytsia
!
!
!
!
!
ip dhcp pool VoIP
network 192.168.41.0 255.255.255.0
default-router 192.168.41.1
option 150 ip 192.168.41.1
!
!
!
ip cef
no ipv6 cef
!
!
!
!
license udi pid CISCO2811/K9 sn FTX101753HO-
!
!
!
!
!
!
!
!
!
!
spanning-tree mode pvst
!
!
!
!
!
interface FastEthernet0/0
```

```

no ip address
duplex auto
speed auto
!
interface FastEthernet0/0.10
encapsulation dot1Q 10
ip address 192.168.40.1 255.255.255.0
ip helper-address 192.168.0.3
!
interface FastEthernet0/0.20
encapsulation dot1Q 20
ip address 192.168.41.1 255.255.255.0
ip helper-address 192.168.0.3
!
interface FastEthernet0/0.30
encapsulation dot1Q 30
ip address 192.168.42.1 255.255.255.0
ip helper-address 192.168.0.3
!
interface FastEthernet0/1
no ip address
duplex auto
speed auto
shutdown
!
interface GigabitEthernet0/0/0
ip address 109.87.160.1 255.255.255.0
!
interface Vlan1
no ip address
shutdown
!
router rip
version 2
network 109.0.0.0
network 192.168.40.0
network 192.168.41.0
network 192.168.42.0
no auto-summary
!
ip classless
!
ip flow-export version 9
!
!
!
!
!
!
dial-peer voice 5 voip
destination-pattern 032..
session target ipv4:192.168.2.1

```

```
!  
dial-peer voice 10 voip  
destination-pattern 0440.  
session target ipv4:192.168.51.1  
!  
dial-peer voice 15 voip  
destination-pattern 0335.  
session target ipv4:192.169.1.1  
!  
dial-peer voice 20 voip  
destination-pattern 0340.  
session target ipv4:192.168.31.1  
!  
dial-peer voice 24 voip  
destination-pattern 0610.  
session target ipv4:192.168.21.1  
!  
telephony-service  
max-ephones 15  
max-dn 15  
ip source-address 192.168.41.1 port 2000  
auto assign 1 to 15  
!  
ephone-dn 1  
number 04301  
!  
ephone-dn 2  
number 04302  
!  
ephone-dn 3  
number 04303  
!  
ephone-dn 4  
number 04304  
!  
ephone-dn 5  
number 04305  
!  
ephone-dn 6  
number 04306  
!  
ephone-dn 7  
number 04307  
!  
ephone-dn 8  
number 04308  
!  
ephone-dn 9  
number 04309  
!  
ephone-dn 10  
number 04300  
!
```

```
ephone 1
device-security-mode none
mac-address 0001.C907.7564
type 7960
button 1:1
!
ephone 2
device-security-mode none
mac-address 000A.F390.4B09
type 7960
button 1:2
!
ephone 3
device-security-mode none
mac-address 0004.9A02.DC15
type 7960
button 1:3
!
ephone 4
device-security-mode none
mac-address 000A.F370.25AD
type 7960
button 1:4
!
ephone 5
device-security-mode none
mac-address 00D0.FF28.66D0
type 7960
button 1:5
!
ephone 6
device-security-mode none
mac-address 00D0.D324.A048
type 7960
button 1:6
!
ephone 7
device-security-mode none
mac-address 0003.E4C1.5865
type 7960
button 1:7
!
ephone 8
device-security-mode none
mac-address 0010.11AC.D0B4
type 7960
button 1:8
!
ephone 9
device-security-mode none
mac-address 00D0.FFA3.421E
type CIPC
button 1:9
```

```
!  
ephone 10  
device-security-mode none  
mac-address 0060.5C79.EBE7  
type CIPC  
button 1:10  
!  
line con 0  
!  
line aux 0  
!  
line vty 0 4  
login  
!  
!  
ntp server 192.168.0.5  
!  
end
```

Лістинг Е.2 — Команди налаштування комутатора Вінницької філії

```
Building configuration...
[OK]
Current configuration : 2561 bytes
!
version 15.0
no service timestamps log datetime msec
no service timestamps debug datetime msec
no service password-encryption
!
hostname Sw_Vyn
!
!
!
!
!
!
spanning-tree mode pvst
spanning-tree extend system-id
!
interface FastEthernet0/1
 switchport access vlan 10
 switchport mode access
!
interface FastEthernet0/2
 switchport access vlan 10
 switchport mode access
!
interface FastEthernet0/3
 switchport access vlan 10
 switchport mode access
!
interface FastEthernet0/4
 switchport access vlan 10
 switchport mode access
!
interface FastEthernet0/5
 switchport access vlan 10
 switchport mode access
!
interface FastEthernet0/6
 switchport access vlan 10
 switchport mode access
!
interface FastEthernet0/7
 switchport access vlan 10
 switchport mode access
!
interface FastEthernet0/8
 switchport access vlan 10
 switchport mode access
!
```

```
interface FastEthernet0/9
  switchport access vlan 10
  switchport mode access
!
interface FastEthernet0/10
  switchport access vlan 10
  switchport mode access
!
interface FastEthernet0/11
  switchport access vlan 10
  switchport mode access
!
interface FastEthernet0/12
  switchport access vlan 10
  switchport mode access
!
interface FastEthernet0/13
  switchport access vlan 10
  switchport mode access
!
interface FastEthernet0/14
  switchport access vlan 10
  switchport mode access
!
interface FastEthernet0/15
  switchport access vlan 10
  switchport mode access
  switchport voice vlan 20
!
interface FastEthernet0/16
  switchport access vlan 10
  switchport mode access
  switchport voice vlan 20
!
interface FastEthernet0/17
  switchport access vlan 10
  switchport mode access
  switchport voice vlan 20
!
interface FastEthernet0/18
  switchport access vlan 10
  switchport mode access
  switchport voice vlan 20
!
interface FastEthernet0/19
  switchport access vlan 10
  switchport mode access
  switchport voice vlan 20
!
interface FastEthernet0/20
  switchport access vlan 10
  switchport mode access
  switchport voice vlan 20
```

```
!  
interface FastEthernet0/21  
    switchport access vlan 10  
    switchport mode access  
    switchport voice vlan 20  
!  
interface FastEthernet0/22  
    switchport access vlan 10  
    switchport mode access  
    switchport voice vlan 20  
!  
interface FastEthernet0/23  
    switchport access vlan 10  
    switchport mode access  
    switchport voice vlan 20  
!  
interface FastEthernet0/24  
    switchport access vlan 30  
    switchport mode access  
!  
interface GigabitEthernet0/1  
    switchport mode trunk  
!  
interface GigabitEthernet0/2  
!  
interface Vlan1  
    no ip address  
    shutdown  
!  
!  
!  
!  
line con 0  
!  
line vty 0 4  
    login  
line vty 5 15  
    login  
!  
!  
!  
!  
end
```

ДОДАТОК Ж

Лістинг Ж.1 — Команди налаштування маршрутизатора Івано-Франківської філії

```
Building configuration...
[OK]
Current configuration : 2839 bytes
!
version 15.1
no service timestamps log datetime msec
no service timestamps debug datetime msec
no service password-encryption
!
hostname Ivano-Frankivsk
!
!
!
!
!
ip dhcp pool VoIP
network 192.168.31.0 255.255.255.0
default-router 192.168.31.1
option 150 ip 192.168.31.1
!
!
!
!
ip cef
no ipv6 cef
!
!
!
!
!
license udi pid CISCO2811/K9 sn FTX101724IR-
!
!
!
!
!
!
!
!
!
!
spanning-tree mode pvst
!
!
!
!
!
```

```
!  
interface FastEthernet0/0  
no ip address  
duplex auto  
speed auto  
!  
interface FastEthernet0/0.10  
encapsulation dot1Q 10  
ip address 192.168.30.1 255.255.255.0  
ip helper-address 192.168.0.3  
!  
interface FastEthernet0/0.20  
encapsulation dot1Q 20  
ip address 192.168.31.1 255.255.255.0  
ip helper-address 192.168.0.3  
!  
interface FastEthernet0/0.30  
encapsulation dot1Q 30  
ip address 192.168.32.1 255.255.255.0  
ip helper-address 192.168.0.3  
!  
interface FastEthernet0/1  
no ip address  
duplex auto  
speed auto  
shutdown  
!  
interface GigabitEthernet0/0/0  
ip address 95.67.64.1 255.255.255.0  
!  
interface Vlan1  
no ip address  
shutdown  
!  
router rip  
version 2  
network 95.0.0.0  
network 192.168.30.0  
network 192.168.31.0  
network 192.168.32.0  
no auto-summary  
!  
ip classless  
!  
ip flow-export version 9  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
dial-peer voice 4 voip
```

```
destination-pattern 032..  
session target ipv4:192.168.2.1  
!  
dial-peer voice 9 voip  
destination-pattern 0440.  
session target ipv4:192.168.51.1  
!  
dial-peer voice 14 voip  
destination-pattern 0335.  
session target ipv4:192.169.1.1  
!  
dial-peer voice 19 voip  
destination-pattern 0430.  
session target ipv4:192.168.41.1  
!  
dial-peer voice 23 voip  
destination-pattern 0610.  
session target ipv4:192.168.21.1  
!  
telephony-service  
max-ephones 15  
max-dn 15  
ip source-address 192.168.31.1 port 2000  
auto assign 1 to 15  
!  
ephone-dn 1  
number 03401  
!  
ephone-dn 2  
number 03402  
!  
ephone-dn 3  
number 03403  
!  
ephone-dn 4  
number 03404  
!  
ephone-dn 5  
number 03405  
!  
ephone-dn 6  
number 03406  
!  
ephone-dn 7  
number 03407  
!  
ephone-dn 8  
number 03408  
!  
ephone-dn 9  
number 03409  
!  
ephone-dn 10
```

```
number 03400
!
ephone 1
device-security-mode none
mac-address 0009.7C6D.9E65
type 7960
button 1:1
!
ephone 2
device-security-mode none
mac-address 00D0.9725.D877
type 7960
button 1:2
!
ephone 3
device-security-mode none
mac-address 0001.C96E.A77C
type 7960
button 1:3
!
ephone 4
device-security-mode none
mac-address 0004.9A7C.102C
type 7960
button 1:4
!
ephone 5
device-security-mode none
mac-address 0002.1637.E6DD
type 7960
button 1:5
!
ephone 6
device-security-mode none
mac-address 0090.0CED.72A8
type 7960
button 1:6
!
ephone 7
device-security-mode none
mac-address 0001.6473.61DB
type 7960
button 1:7
!
ephone 8
device-security-mode none
mac-address 0030.F2E8.04E9
type 7960
button 1:8
!
line con 0
!
line aux 0
```

```
!  
line vty 0 4  
login  
!  
!  
ntp server 192.168.0.5  
!  
end
```

Лістинг Ж.2 — Команди налаштування комутатора Івано-Франківської

філії

```
Building configuration...
[OK]
Sw_IF#show r
Sw_IF#show running-config
Building configuration...

Current configuration : 2611 bytes
!
version 15.0
no service timestamps log datetime msec
no service timestamps debug datetime msec
no service password-encryption
!
hostname Sw_IF
!
!
!
!
!
!
spanning-tree mode pvst
spanning-tree extend system-id
!
interface FastEthernet0/1
switchport access vlan 10
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/2
switchport access vlan 10
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/3
switchport access vlan 10
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/4
switchport access vlan 10
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/5
switchport access vlan 10
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/6
switchport access vlan 10
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/7
switchport access vlan 10
switchport mode access
```

```
!  
interface FastEthernet0/8  
switchport access vlan 10  
switchport mode access  
!  
interface FastEthernet0/9  
switchport access vlan 10  
switchport mode access  
!  
interface FastEthernet0/10  
switchport access vlan 10  
switchport mode access  
!  
interface FastEthernet0/11  
switchport access vlan 10  
switchport mode access  
!  
interface FastEthernet0/12  
switchport access vlan 10  
switchport mode access  
!  
interface FastEthernet0/13  
switchport access vlan 10  
switchport mode access  
!  
interface FastEthernet0/14  
switchport access vlan 10  
switchport mode access  
!  
interface FastEthernet0/15  
switchport access vlan 10  
switchport mode access  
switchport voice vlan 20  
!  
interface FastEthernet0/16  
switchport access vlan 10  
switchport mode access  
switchport voice vlan 20  
!  
interface FastEthernet0/17  
switchport access vlan 10  
switchport mode access  
switchport voice vlan 20  
!  
interface FastEthernet0/18  
switchport access vlan 10  
switchport mode access  
switchport voice vlan 20  
!  
interface FastEthernet0/19  
switchport access vlan 10  
switchport mode access  
switchport voice vlan 20
```

```
!  
interface FastEthernet0/20  
switchport access vlan 10  
switchport mode access  
switchport voice vlan 20  
!  
interface FastEthernet0/21  
switchport access vlan 10  
switchport mode access  
switchport voice vlan 20  
!  
interface FastEthernet0/22  
switchport access vlan 10  
switchport mode access  
switchport voice vlan 20  
!  
interface FastEthernet0/23  
switchport access vlan 10  
switchport mode access  
switchport voice vlan 20  
!  
interface FastEthernet0/24  
switchport access vlan 30  
switchport mode access  
!  
interface GigabitEthernet0/1  
switchport mode trunk  
!  
interface GigabitEthernet0/2  
switchport access vlan 30  
switchport mode access  
!  
interface Vlan1  
no ip address  
shutdown  
!  
!  
!  
!  
line con 0  
!  
line vty 0 4  
login  
line vty 5 15  
login  
!  
!  
!  
!  
end
```

ДОДАТОК 3

Лістинг 3.1 — Код сторінки сайту на віртуальній машині Windows Server

2025

```
<!DOCTYPE html>  
<html lang="uk">  
<head>  
    <meta charset="UTF-8">  
    <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">  
    <title>ТОВ "Спільні Енергетичні Проекти"</title>  
    <style>  
        body {  
            font-family: Arial, sans-serif;  
            margin: 0;  
            padding: 0;  
            background-color: #f4f4f9;  
        }  
        header {  
            background: url('building-reconstruction.jpg') no-repeat center center/cover;  
            color: white;  
            text-align: center;  
            padding: 100px 20px;  
        }  
        header h1 {  
            font-size: 3em;  
            margin: 0;  
        }  
        header p {  
            font-size: 1.2em;  
            margin: 20px 0;  
        }  
        header .buttons {  
            margin-top: 20px;  
        }  
        header .buttons a {  
            text-decoration: none;  
            padding: 10px 20px;  
            margin: 0 10px;  
            border: 2px solid white;  
            color: white;  
            border-radius: 5px;  
            font-weight: bold;  
            transition: all 0.3s;  
        }  
        header .buttons a:hover {  
            background: white;  
            color: black;  
        }  
    </style>  
</head>
```

```

    section {
        padding: 50px 20px;
        text-align: center;
    }
    section h2 {
        font-size: 2.5em;
        margin-bottom: 30px;
    }
    section .columns {
        display: flex;
        justify-content: center;
        gap: 20px;
        flex-wrap: wrap;
    }
    section .column {
        flex: 1 1 200px;
        max-width: 300px;
        background: rgba(255, 255, 255, 0.9);
        padding: 20px;
        border-radius: 10px;
        box-shadow: 0 2px 5px rgba(0, 0, 0, 0.1);
    }
    #services {
        background: url('services-background.jpg') no-repeat
center center/cover;
        color: black;
    }
    #services .column {
        color: black;
    }
    footer {
        background: #333;
        color: white;
        text-align: center;
        padding: 10px 0;
        margin-top: 50px;
    }
</style>
</head>
<body>
    <header>
        <h1>ТОВ "Спільні Енергетичні Проекти"</h1>
        <p>Лідери у сфері моделювання, проектування та відновлення
будівель в Україні.</p>
        <div class="buttons">
            <a href="#">Дізнатись більше</a>
            <a href="#">Контакти</a>
        </div>
    </header>
    <section>
        <h2>Про нас</h2>
        <div class="columns">
            <div class="column">

```

```

        <h3>Місія</h3>
        <p>Створення сучасних і надійних рішень для
відновлення та будівництва інфраструктури.</p>
    </div>
    <div class="column">
        <h3>Цінності</h3>
        <p>Інновації, довіра, якість та ефективність –
основа нашої роботи.</p>
    </div>
    <div class="column">
        <h3>Досвід</h3>
        <p>Понад 10 років успішної діяльності в проектуванні
та реконструкції об'єктів різної складності.</p>
    </div>
</div>
</section>
<section id="services">
    <h2>Наші послуги</h2>
    <div class="columns">
        <div class="column">
            <h3>Консультування</h3>
            <p>Допомога в аналізі проєктів, оцінці потенціалу та
розробці стратегій відновлення будівель.</p>
        </div>
        <div class="column">
            <h3>Проектування</h3>
            <p>Розробка інноваційних технічних рішень для
створення сучасних архітектурних об'єктів.</p>
        </div>
        <div class="column">
            <h3>Впровадження</h3>
            <p>Комплексне супроводження будівельних проєктів
від розробки до введення в експлуатацію.</p>
        </div>
        <div class="column">
            <h3>Експлуатація</h3>
            <p>Забезпечення ефективної та надійної роботи
будівель після реконструкції.</p>
        </div>
    </div>
</section>
<footer>
    <p>&copy; 2024 ТОВ "Спільні Енергетичні Проекти". Всі права
захищені.</p>
</footer>
</body>
</html>

```

Лістинг 3.2 — Код сторінки сайту www.tov-sep.com.ua у Cisco Packet Tracer

```

<!DOCTYPE html>
<html lang="uk">
<head>
<meta charset="UTF-8">
<meta name="viewport" content="width=device-width, initial-
scale=1.0">
<title>ТОВ "Спільні Енергетичні Проекти"</title>
<style>
body {
font-family: Arial, sans-serif;
background-color: #f9f9f9;
color: #333;
margin: 0;
padding: 0;
}
header {
background-color: #0044cc;
color: white;
padding: 20px 0;
text-align: center;
}
header h1 {
margin: 0;
font-size: 2em;
}
nav {
text-align: center;
margin: 20px 0;
}
nav a {
text-decoration: none;
color: #0044cc;
margin: 0 10px;
font-size: 1.1em;
}
nav a:hover {
text-decoration: underline;
}
main {
max-width: 800px;
margin: 0 auto;
padding: 20px;
background-color: white;
box-shadow: 0 0 10px rgba(0, 0, 0, 0.1);
border-radius: 8px;
}
footer {
text-align: center;
padding: 10px 0;
background-color: #0044cc;
color: white;

```

```

position: fixed;
bottom: 0;
width: 100%;
}
</style>
</head>
<body>
<header>
<h1>ТОВ "Спільні Енергетичні Проекти"</h1>
</header>
<nav>
<a href="services.html">Послуги</a>
<a href="projects.html">Наші проекти</a>
<a href="contacts.html">Контакти</a>
</nav>
<main>
<p>Ласкаво просимо на сторінку ТОВ "Спільні Енергетичні Проекти"!</p>
<p>Ми спеціалізуємося на проектуванні нових будівель, а також на ремонті існуючих. Наша команда професіоналів забезпечує якість, надійність та сучасний підхід до виконання кожного проекту.</p>
<p>Наші основні послуги:</p>
<ul>
<li>Проектування житлових і комерційних будівель</li>
<li>Капітальний ремонт будівель</li>
<li>Енергозберігаючі рішення для вашого дому чи бізнесу</li>
</ul>
<p>Зв'яжіться з нами для отримання консультації або обговорення вашого проекту!</p>
</main>
<footer>
© 2024 ТОВ "Спільні Енергетичні Проекти". Всі права захищені.
</footer>
</body>
</html>

```

Лістинг 3.3 — Код сторінки сайту www.google.com у Cisco Packet Tracer

```

<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
<head>
<meta charset="UTF-8">
<meta name="viewport" content="width=device-width, initial-
scale=1.0">
<title>Google</title>
<style>
body {
font-family: Arial, sans-serif;
text-align: center;
margin: 0;
padding: 0;
background-color: #f8f9fa;
}
.logo {
margin-top: 100px;
}
.search-container {
margin-top: 40px;
}
.search-bar {
width: 50%;
padding: 10px;
font-size: 16px;
border: 1px solid #ccc;
border-radius: 24px;
outline: none;
}
.buttons {
margin-top: 20px;
}
.button {
padding: 10px 20px;
font-size: 14px;
border: none;
border-radius: 4px;
background-color: #f8f9fa;
color: #202124;
cursor: pointer;
margin: 5px;
box-shadow: 0px 1px 3px rgba(0, 0, 0, 0.2);
}
.button:hover {
background-color: #e8e8e8;
}
</style>
</head>
<body>
<div class="logo">

```

```
<a                                href='cscoptlogo177x111.jpg'></a></p>  
</div>  
<div class="search-container">  
<input type="text" class="search-bar" placeholder="Search Google or  
type a URL">  
<div class="buttons">  
<button class="button">Google Search</button>  
<button class="button">I'm Feeling Lucky</button>  
</div>  
</div>  
</body>  
</html>
```