

Міністерство освіти і науки України

Луцький національний технічний університет

(повне найменування закладу вищої освіти)

Факультет комп'ютерних та інформаційних технологій

(повне найменування факультету)

Кафедра комп'ютерної інженерії та безпеки

(повне найменування кафедри)

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ЗА СТУПЕНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ «БАКАЛАВР»**

**МОДЕРНІЗОВАНА МЕРЕЖА КОМУНАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ
ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ “ЛУЦЬКИЙ ЛІЦЕЙ №21 ІМЕНІ
МИХАЙЛА КРАВЧУКА”**

**THE MODERNIZED NETWORK OF THE COMMUNAL INSTITUTION OF
GENERAL SECONDARY EDUCATION «LUTSK LYCEUM 21 NAMED
AFTER MYKHAILO KRAVCHUK»**

спеціальність 123 Комп'ютерна інженерія

(шифр і назва спеціальності)

освітня програма Комп'ютерна інженерія

(назва освітньої програми)

Виконав: здобувач вищої освіти
групи КІ-41
Овдієвич Богдан Юрійович

(підпис)

Керівник:
к.т.н., доцент
Багнюк Наталія Володимирівна

(підпис)

Кваліфікаційну роботу
допущено до захисту
« _____ » червня _____ 2025 р.
Гарант освітньої програми:
к.т.н., доцент
Лавренчук Світлана Василівна

(підпис)

Луцьк – 2025 року

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет комп'ютерних та інформаційних технологій

Кафедра комп'ютерної інженерії та безпеки

Ступінь вищої освіти: бакалавр

Галузь знань: 12 Інформаційні технології

Спеціальність: 123 Комп'ютерна інженерія

Освітня програма: «Комп'ютерна інженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

доц. Т. ТЕРЛЕЦЬКИЙ

« 10 » 01 2025 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Овдієвичу Богдану Юрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи *Модернізована мережа комунального закладу загальної середньої освіти «Луцький ліцей №21 імені Михайла Кравчука»*

Керівник роботи *к.т.н., доцент Багнюк Наталія Володимирівна*

затверджені наказом закладу вищої освіти від «04» січня 2025 року № 11/01-02

2. Строк подання здобувачем вищої освіти кваліфікаційної роботи 10.06.2025р.

3. Вихідні дані до роботи *джерелом розробки є науково-технічна література та публікації в періодичних виданнях з даного питання, опубліковані зарубіжні та вітчизняні роботи в даній області та різні інтернет-ресурси технічного спрямування.*

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

Вступ

Аналіз існуючої мережевої інфраструктури ліцею

Розробка проєкту модернізації мережі

Налаштування модернізованої мережі

Висновки

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу:

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Аналіз існуючої мережевої інфраструктури ліцею</i>	<i>Багнюк Н.В., доцент</i>		
<i>Розробка проєкту модернізації мережі</i>	<i>Багнюк Н.В., доцент</i>		
<i>Налаштування модернізованої мережі</i>	<i>Багнюк Н.В., доцент</i>		
<i>Нормоконтроль</i>	<i>Багнюк Н.В., доцент</i>		
<i>Гарант ОП</i>	<i>Лавренчук С.В., доцент</i>		
<i>Показник запозичень тексту</i>		_____%	
<i>Академічна доброчесність</i>	<i>Міскевич О.І., ст.викладач</i>		

7. Дата видачі завдання 10.01.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	<i>Огляд літератури із досліджуваної проблеми, аналіз предметної області та наявних рішень</i>	до 10.02.2025 р.	Виконано
2.	<i>Аналіз існуючої мережевої інфраструктури ліцею</i>	до 02.03.2025 р.	Виконано
3.	<i>Розробка проєкту модернізації мережі та її налаштування</i>	до 02.04.2025 р.	Виконано
4.	<i>Висновки та пропозиції</i>	до 10.04.2025 р.	Виконано
5.	<i>Формування списку використаних джерел</i>	до 15.04.2025 р.	Виконано
6.	<i>Формування додатків</i>	до 02.05.2025 р.	Виконано
7.	<i>Оформлення ілюстративного матеріалу</i>	до 10.05.2025 р.	Виконано
8.	<i>Представлення остаточного варіанту кваліфікаційної роботи керівникові</i>	до 15.05.2025 р.	Виконано
9.	<i>Нормоконтроль</i>	до 30.05.2025 р.	Виконано
10	<i>Інструментальна перевірка на академічний плагіат</i>	до 03.06.2025 р.	Виконано
11.	<i>Здача кваліфікаційної роботи та всіх супровідних документів на кафедру</i>	до 10.06.2025 р.	Виконано

Здобувач вищої освіти

(підпис)

Овдієвич Б.Ю.

(прізвище, ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

(підпис)

Багнюк Н.В.

(прізвище, ініціали)

АНОТАЦІЯ

Овдієвич Б.Ю. Модернізована мережа комунального закладу загальної середньої освіти «Луцький ліцей №21 імені Михайла Кравчука».

Кваліфікаційна робота бакалавра ОП «Комп'ютерна інженерія» спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія. Луцький національний технічний університет. Луцьк, 2025.

Кваліфікаційна робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків.

У першому розділі виконано детальний аналіз наявної комп'ютерної мережі комунального закладу загальної середньої освіти «Луцький ліцей №21 імені Михайла Кравчука». Також здійснено огляд загальної організаційної структури закладу, виявлено потреби користувачів щодо мережевих ресурсів, а також ідентифіковано ключові слабкі місця поточної інфраструктури. Проведено оцінювання технічного стану обладнання, рівня інформаційної безпеки та перспектив розширення мережі. На базі отриманих відомостей сформульовано необхідні вимоги для модернізації мережевої інфраструктури та обґрунтовано доцільність застосування передових технічних рішень.

В другому розділі проведена робота по вибору топології мережі та мережевого обладнання. Розроблена логічна структура мережі, IP-адресації та описані використані технології.

У третьому розділі представлено практичну реалізацію комп'ютерної мережі в середовищі Cisco Packet Tracer, де здійснено налаштування маршрутизаторів, комутаторів, точок доступу, а також основних мережевих служб – DHCP, DNS, NAT і ACL. Крім того, реалізовано віртуальні локальні мережі.

Ключові слова: комп'ютерна мережа, з'єднання, комутатор, налаштування, маршрутизація, інтернет.

ANNOTATION

Ovdiievich B. The modernized network of the communal institution of general secondary education «Lutsk lyceum 21 named after Mykhailo Kravchuk»

Bachelor's Qualification Work of the Educational Program «Computer Engineering» in the Specialty 123 Computer Engineering. Lutsk National Technical University. Lutsk, 2025.

The qualification work consists of an introduction, three chapters, conclusions, a list of references, and appendices.

The first chapter provides a detailed analysis of the existing computer network of the communal institution of general secondary education «Lutsk lyceum 21 named after Mykhailo Kravchuk». A review of the overall organizational structure of the institution was conducted, user needs for network resources were identified, and key weaknesses in the current infrastructure were identified. An assessment of the technical condition of the equipment, the level of information security, and the prospects for network expansion was carried out. Based on the information received, the necessary requirements for the modernization of the network infrastructure were formulated and the feasibility of using advanced technical solutions was substantiated.

In the second chapter, work was carried out on the selection of network topology and network equipment. The logical structure of the network, IP addressing, and the technologies used were developed.

The third chapter presents a practical implementation of a computer network in the Cisco Packet Tracer environment, where routers, switches, access points, as well as basic network services – DHCP, DNS, NAT and ACL – are configured. In addition, virtual local area networks are implemented.

Keywords: computer network, connection, switch, configuration, routing, internet.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧОЇ МЕРЕЖЕВОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ЛІЦЕЮ	9
1.1 Поняття та класифікація комп'ютерних мереж.....	9
1.1.1 Класифікація за територією охоплення	9
1.1.2 Класифікація за протоколами	9
1.2 Загальна характеристика закладу освіти.....	10
1.3 Аналіз поточного стану комп'ютерної мережі.....	12
1.4 Завдання та цілі модернізації.....	13
РОЗДІЛ 2 РОЗРОБКА ПРОЄКТУ МОДЕРНІЗАЦІЇ МЕРЕЖІ	14
2.1 Вибір топології та архітектури	14
2.2 Вибір мережевого обладнання.....	15
2.3 Логічна структура мережі.....	18
2.4 Технологія VLAN.....	28
2.5 Бездротовий доступ.....	29
РОЗДІЛ 3 НАЛАШТУВАННЯ МОДЕРНІЗОВАНОЇ МЕРЕЖІ	32
3.1 Налаштування маршрутизаторів	32
3.2 Налаштування комутаторів.....	38
3.3 Налаштування бездротових точок доступу	40
ВИСНОВКИ	42
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	43
ДОДАТКИ	45

ВСТУП

У сучасних умовах цифровізації освіти та впровадження інноваційних технологій навчання особливої актуальності набуває створення надійної та ефективної комп'ютерної мережі у закладах загальної середньої освіти. Комп'ютерна мережа є основою для забезпечення доступу до навчальних ресурсів, організації електронного документообігу, дистанційного навчання та адміністрування. Особливо важливою є модернізація застарілих мереж, які не відповідають сучасним вимогам щодо продуктивності та масштабованості.

Об'єктом дослідження є комп'ютерна мережа комунального закладу загальної середньої освіти «Луцький ліцей №21 імені Михайла Кравчука».

Предметом дослідження є процес модернізації комп'ютерної мережі, що включає вибір архітектури, обладнання, технологій маршрутизації, сегментації мережі (VLAN), засобів безпеки та оптимізації ресурсів.

Метою роботи є розробка та обґрунтування проєкту модернізації комп'ютерної мережі Луцького ліцею №21, який забезпечить підвищення її продуктивності, надійності, безпеки та відповідності сучасним вимогам закладів освіти.

Розробка модернізованої комп'ютерної мережі для комунального закладу загальної середньої освіти «Луцький ліцей №21 імені Михайла Кравчука Луцької міської ради» включає такі завдання:

- проаналізувати існуючу мережеву інфраструктуру ліцею та виявити її недоліки;
- визначити технічні та функціональні вимоги до модернізованої мережі;
- обґрунтувати вибір топології, обладнання та технологій для нової мережі;
- розробити структурну схему модернізованої мережі;
- виконати налаштування основних мережевих сервісів (DHCP, NAT, VLAN, ACL, OSPF).

У роботі використано сучасні методи та технології проектування й реалізації комп'ютерних мереж, враховуючи специфіку освітніх установ.

Результатом роботи є детальний проєкт модернізованої комп'ютерної мережі для закладу, який готовий до впровадження та створює всі необхідні умови для ефективної діяльності установи.

Апробація: практична значимість основних результатів дослідження підтверджена на Міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених та студентів «Програмне та апаратне забезпечення в інформаційних технологіях» (6 травня 2025 р., м. Луцьк) [1].

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ІСНУЮЧОЇ МЕРЕЖЕВОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ЛЦЕЮ

1.1 Поняття та класифікація комп'ютерних мереж

«Комп'ютерна мережа – це система, яка з'єднує два або більше комп'ютерних пристроїв для передачі та обміну інформацією. Комп'ютерні пристрої включають все: від мобільного телефону до сервера. Ці пристрої підключаються або за допомогою фізичних проводів або можуть бути бездротовими» [2].

Комп'ютерні мережі класифікуються за декількома параметрами, але найчастіше їх класифікують за територією охоплення та використаними протоколами.

1.1.1 Класифікація за територією охоплення

За територією охоплення КМ можна поділити на:

– «PAN (Personal Area Network) – тип мережі, призначений для з'єднання пристроїв на невеликій відстані, як правило, навколо однієї людини» [3];

– «LAN (Local Area Network) – комп'ютерна мережа, яка об'єднує комп'ютери через загальний канал зв'язку, що міститься в обмеженій зоні, тобто локально» [3];

– «WAN (Wide Area Network) – тип комп'ютерної мережі, яка об'єднує комп'ютери на великій географічній відстані через спільний канал зв'язку» [3];

– «MAN (Metropolitan Area Network) – тип комп'ютерної мережі, яка з'єднує комп'ютери на географічній відстані через спільний канал зв'язку в місті, селищі чи столичній зоні» [3];

– «CAN (Campus Area Network) – тип комп'ютерної мережі, яка зазвичай використовується в таких місцях, як школа чи коледж» [3].

1.1.2 Класифікація за протоколами

У будь-якій комунікаційній мережі взаємодія між пристроями здійснюється за допомогою наборів правил, яких мають дотримуватись усі учасники мережі. Ці набори правил називаються протоколами. Протоколи, що

визначають правила передавання найменших одиниць даних між пристроями, називають транспортними протоколами. Прикладами таких протоколів є:

- TCP/IP;
- NetBEUI;
- IPX/SPX;
- AppleTalk.

«TCP IP, або Transmission Control Protocol/Internet Protocol, являє собою набір протоколів, які використовуються для передачі даних між комп'ютерами в мережі. Цей стандарт відіграє вирішальну роль у світі інтернету та програмування, виконуючи ключові функції» [4]. Він є найпоширенішим транспортним протоколом.

NetBEUI – це протокол, призначений для використання в однорангових мережах невеликих робочих груп. Він є реалізацією застарілого стандарту NetBIOS, розробленого компанією Microsoft та інтегрованого в операційні системи Windows.

Протокол IPX/SPX був широко використовуваним транспортним протоколом у середині 1990-х років, переважно завдяки популярності операційної системи NetWare від компанії Novell. За своїми можливостями він є близьким до TCP/IP і також підтримує обмін даними в глобальних мережах.

«AppleTalk – це протокол транспортного рівня, який дозволяє передавати невеликі обсяги даних через мережу. Він забезпечує безпомилковий та надійний засіб зв'язку в налаштуваннях клієнт-сервер. Він виконує більшість функцій транспортного рівня, таких як сегментація, послідовність пакетів тощо» [5].

1.2 Загальна характеристика закладу освіти

Луцький ліцей №21 імені Михайла Кравчука – це загальноосвітній навчальний заклад, що забезпечує базову та профільну середню освіту учням міста Луцька. Заклад має розвинену матеріально-технічну базу, що включає навчальні кабінети, комп'ютерні класи, лабораторії, бібліотеку, актову та

спортивну зали, а також адміністративні приміщення. Ліцей розташований у триповерховій будівлі, що дає змогу організовувати навчання у зручних і безпечних умовах.

У навчальному процесі широко використовуються інформаційно-комунікаційні технології. Для цього в закладі створено кілька комп'ютерних класів, частина навчальних кабінетів обладнана мультимедійними проєкторами, інтерактивними дошками та мережевими комп'ютерами. Водночас значна частина адміністративної діяльності також залежить від роботи комп'ютерної мережі, адже електронні журнали, звітність, документообіг та комунікація з органами управління освіти відбуваються через Інтернет.

В закладі вже функціонує базова комп'ютерна мережа, котра була збудована кілька років тому. Проте зі зростанням потреб у цифровізації освітнього процесу та підвищенням навантаження на мережу, наявна інфраструктура виявилася застарілою і такою, що потребує модернізації.

План будівлі Луцького ліцею №21 зображено в додатку Б. Також на цих рисунках позначено кабінети, в яких повинно стояти обладнання.

Сам ліцей має безліч різноманітних кабінетів. Перелік кабінетів із назвами вказаний в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Назва кабінетів

Номер кабінету	Назва кабінету
23	Кабінет англійської мови
24	Кабінет німецької мови
25	Кабінет інформатики
26	Кабінет англійської мови
27	Кабінет географії
28	Конференц зал
29	Кабіне трудового навчання
30	Кабінет біології
31	Кабінет історії
32	Кабінет історії
34	Кабінет української мови та літератури
35	Кабінет української мови та літератури
36	Кабінет математики
37	Навчальний кабінет
38	Кабінет української мови та літератури
39	Кабінет Хімії
40	Навчальний кабінет

Продовження таблиці 1.1

Номер кабінету	Назва кабінету
41	Кабінет англійської мови
42	Навчальний кабінет
43	Навчальний кабінет
44	Навчальний кабінет
45	Кабінет інформатики
51	Кабінет фізики
52	Кабінет фізики
53	Кабінет математики
54	Кабінет української мови та літератури
55	Кабінет інформатики
56	Навчальний кабінет
58	Кабінет економіки
59	Кабінет англійської мови
60	Навчальний кабінет
61	Кабінет математики
62	Навчальний кабінет
63	Навчальний кабінет
64	Навчальний кабінет
	Приймальня директора
	Кабінет директора
	Бібліотека
	Кабінет завуча
	Кабінет завуча
	Кабінет завуча

1.3 Аналіз поточного стану комп'ютерної мережі

Комп'ютерна мережа Луцького ліцею №21 має ієрархічну структуру, що охоплює три поверхи навчального закладу. Незважаючи на наявність базової мережевої інфраструктури, структура є неоднорідною та потребує оптимізації.

На першому поверсі основний вхід до локальної мережі закладу здійснюється через вхідний маршрутизатор. Він забезпечує підключення до зовнішньої мережі Інтернет, а також обслуговує внутрішню маршрутизацію. Від маршрутизатора прокладено лінію до комутатора, який розміщений у кабінеті директора. Ще один комутатор розташований в приймальні директора для дротового підключення ноутбуків, які є майже у кожному навчальному класі. В кабінеті директора та його приймальні стоїть по одному персональному

комп'ютеру. Також на першому поверсі є один комп'ютерний клас, в якому розташований маршрутизатор, комутатор та 10 персональних комп'ютерів.

На другому поверсі в комп'ютерному класі аналогічно є маршрутизатор, комутатор та 10 персональних комп'ютерів. В навчальних класах наявно по одному ноутбуку. В кабінетах завучів та бібліотеці також є персональні комп'ютери.

На третьому поверсі проміжного мережевого обладнання немає. Персональні комп'ютери в комп'ютерному класі підключені до комутатора на другому поверсі. І аналогічно до перших двох поверхів в навчальних класах є по одному ноутбуку.

1.4 Завдання та цілі модернізації

З вищесказаного можна зрозуміти, що мережа побудована не дуже раціонально. Наприклад, на першому поверсі від комутатора в приймальні до ноутбуків прокладати кабель дорого. Тому пропонується поставити на кожному поверсі безпроводну точку доступу та роздавати Wi-Fi для ноутбуків, тоді комутатор в приймальні буде зайвим. Також, через зростання кількості учнів в ліцеї, одного комп'ютерного класу на поверсі не вистачає. Тому потрібно додати ще по одному комп'ютерному класу (по 15 персональних комп'ютерів) та додати персональні комп'ютери у вже існуючі.

Крім того, персональні комп'ютери на третьому поверсі підключені до комутатора на другому поверсі, що є не раціонально. Тому потрібно додати в комп'ютерному класі на третьому поверсі маршрутизатор та комутатор.

Оскільки в школах проводять НМТ, можна обладнати два класи з ноутбуками, які також можна використовувати для проведення інтерактивних уроків.

РОЗДІЛ 2

РОЗРОБКА ПРОЄКТУ МОДЕРНІЗАЦІЇ МЕРЕЖІ

2.1 Вибір топології та архітектури

Топологія комп'ютерної мережі визначає фізичну або логічну будову з'єднання мережевих пристроїв. Вона впливає на ефективність мережі, складність її втілення, ціну побудови, надійність та масштабованість. Існує декілька базових видів топологій, кожна з котрих має свої переваги та недоліки. Фізичні топології мережі зображені на рисунку 2.1.

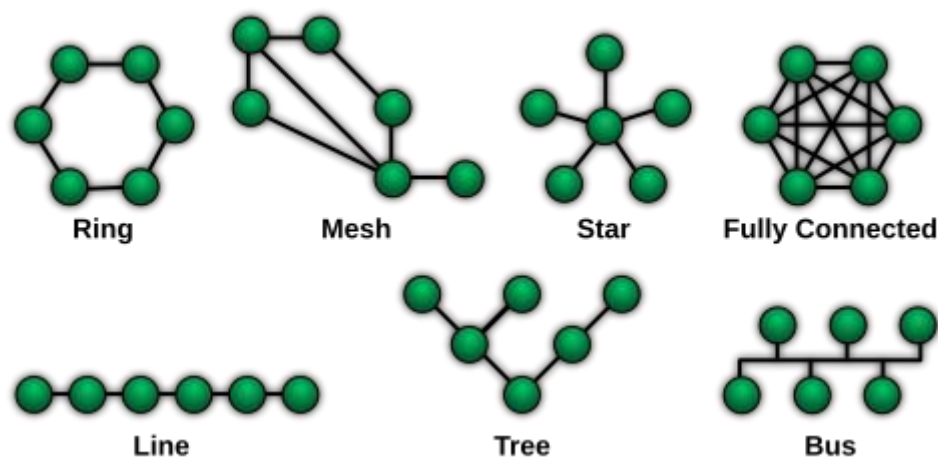


Рисунок 2.1 – Топології мережі [6]

У шинній топології всі пристрої приєднуються до одного спільного каналу зв'язку – магістралі. Відомості, що передаються одним пристроєм, доступні всім іншим, проте лише адресат їх опрацьовує.

У кільцевій топології кожний прилад з'єднаний із двома іншими, утворюючи замкнене кільце. Дані передаються в одному напрямку від вузла до вузла.

У зіркоподібній топології всі пристрої під'єднуються до центрального вузла – комутатора чи концентратора. Передача даних відбувається крізь центральний пристрій.

Під час вибору топології мережі слід враховувати кількість підключених пристроїв, призначення мережі, потенціал для подальшої модернізації, витрати на її побудову, рівень безпеки, а також фізичне розташування приміщень.

Для комунального закладу загальної середньої освіти «Луцький ліцей №21 імені Михайла Кравчука» найкращим варіантом буде гібридна топологія, яка поєднує декілька топологій (зіркову та шинну). З такою топологією мережа отримає такі переваги: простота реалізації та невисока вартість, висока швидкість передачі даних при низькому навантаженні, мінімальна кількість кабелю.

2.2 Вибір мережевого обладнання

Для втілення модернізації комп'ютерної мережі Луцького ліцею №21 виконано аналіз наявної інфраструктури та окреслено потреби в оновленні та розширенні мережевого устаткування. До нього входить таке мережеве обладнання:

– «маршрутизатор – це мережевий пристрій, на підставі інформації про топологію мережі та певних правил приймає рішення про пересилання пакетів мережевого рівня (рівень 3 моделі OSI) між різними сегментами мережі» [7];

– «комутатор – це мережевий пристрій, який з'єднує окремі сегменти комп'ютерної мережі, забезпечуючи між ними передачу даних» [8];

– «безпроводні точки доступу – це бездротова базова станція, призначена для забезпечення бездротового доступу до вже існуючої мережі або створення нової бездротової мережі» [9].

Головними критеріями при виборі стали: надійність, продуктивність, масштабованість, легкість адміністрування та сумісність із сучасними протоколами та технологіями (VLAN, DHCP, NAT, ACL тощо).

Для порівняння вирішено взяти мережеве обладнання однієї з найбільших компаній в сфері телекомунікацій, а саме, Cisco.

Спершу розглянемо комутатори. Обрано комутатори Cisco WS-C2960-24TC-S (рис. 2.2) та Cisco WS-C2960-24LC-S (рис. 2.3).



Рисунок 2.2 – Cisco WS-C2960-24TC-S [10]



Рисунок 2.3 – Cisco WS-C2960-24LC-S [11]

Ці комутатори мають схожі характеристики, але є одна дуже важлива відмінність. Cisco WS-C2960-24LC-S має підтримку PoE, що дозволяє підключення безпроводної точки доступу. Це головна причина вибору цього комутатора, хоча він і дорожчий на 400\$.

Тепер розглянемо маршрутизатори. Моделі Cisco 1841 (рис. 2.4) та Cisco 1941/K9 (рис. 2.5) є оптимальними для даної мережі.



Рисунок 2.4 – Cisco 1841 [12]



Рисунок 2.5 – Cisco 1941/K9 [13]

Після аналізу технічних характеристик, наведених в таблиці 2.1 можна зрозуміти, що новіша версія маршрутизатора є кращою, але і дорожчою. Тож, для даної мережі підійде і Cisco 1841, який є відповідно дешевшим.

Таблиця 2.1 – Порівняльна характеристика маршрутизаторів

Характеристика	Cisco 1841	Cisco 1941/K9
Процесор	266 МГц RISC	533 МГц Multi-core
Оперативна пам'ять (RAM)	128 МБ (до 384 МБ)	512 МБ (до 2 ГБ)
Флеш-пам'ять	32 МБ (до 128 МБ)	256 МБ (до 4 ГБ)
Порти LAN/WAN	2 x 10/100 Ethernet	2 x 10/100/1000 Ethernet
Швидкість маршрутизації	~50 Мбіт/с	~200–300 Мбіт/с (залежно від конфігурації)
Ціна	1395\$	1595\$

Останнє, що потрібно розглянути, це бездротові точки доступу. Cisco AIR-AP1832I-E-K9 (рис. 2.6) та Cisco Catalyst 9115AXI-E (рис. 2.7) одні з найпопулярніших рішень компанії Cisco.



Рисунок 2.6 – Cisco AIR-AP1832I-E-K9 [14]



Рисунок 2.7 – Cisco Catalyst 9115AXI-E [15]

В таблиці 2.2 наведені технічні характеристики двох бездротових точок доступу. Порівнявши їх, можна з легкістю сказати що Cisco Catalyst 9115AXI-E задовільняє потреби модернізації мережі. Вона новіша, підтримує більше технологій, кращий захист та значно більша максимальна швидкість передачі даних.

Таблиця 2.2 – Порівняльна характеристика бездротових точок доступу

Характеристика	Cisco AIR-AP1832I-E-K9	Cisco Catalyst 9115AXI-E
Стандарти Wi-Fi	802.11a/b/g/n/ac (Wi-Fi 5 / Wave 2)	802.11a/b/g/n/ac/ax (Wi-Fi 6)
Макс. швидкість передачі	до 1.3 Гбіт/с	до 5.38 Гбіт/с
Керування	Контролер або автономна (Mobility Express)	Через Cisco DNA Center або Embedded Wireless
Безпека	WPA2, 802.1X, ACL	WPA3, WPA2, Trustworthy Systems
Ціна	782\$	1249\$

2.3 Логічна структура мережі

В модернізованій комп'ютерній мережі використовується поділ на підмережі, що сприяє покращенню ефективності адміністрування мережі та підвищенню рівня безпеки.

В таблиці 2.3 продемонстровано IP-адресацію першого поверху комунального закладу загальної середньої освіти «Луцький лицей №21 імені Михайла Кравчука».

Таблиця 2.3 – IP-адресації першого поверху

Назва мережевого сегменту	IP-адреса мережі	Маска IP-адреси мережі	Vlan
25 кабінет	192.168.5.0	255.255.255.0	50
32 кабінет	192.168.6.0	255.255.255.0	60
Кабінет директора	192.168.70.0	255.255.255.248	70
Приймальня директора	192.168.80.0	255.255.255.248	80
Wi-Fi 1 поверх	192.168.14.0	255.255.255.0	25

Нарисунку 2.8 можна побачити, що на першому поверсі розміщено два маршрутизатора, три комутатора, бездротова точка доступу, 32 персональних комп'ютерів та 8 ноутбуків. Також змодельований вихід в Інтернет через маршрутизатор провайдера.

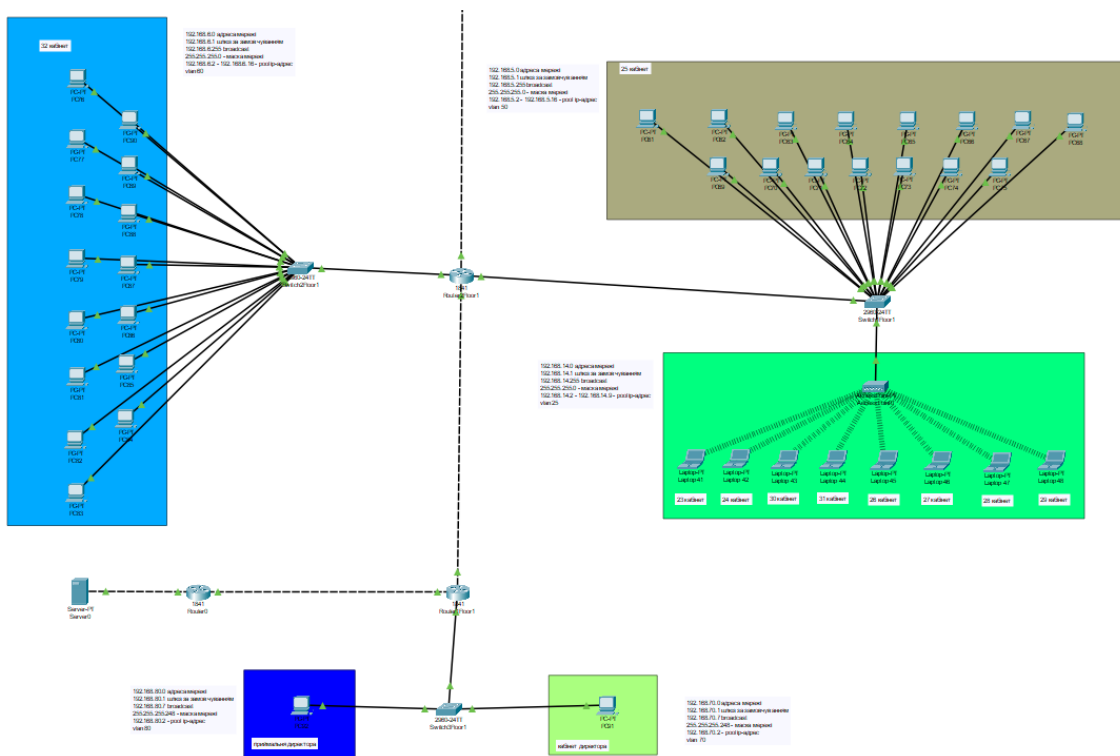


Рисунок 2.8 – Логічна структура першого поверху

На рисунку 2.9 зображено фізичне розміщення мережевого обладнання на першому поверсі. Зокрема, показано розташування комутаторів, точок доступу, та підключених кінцевих пристроїв. Таке планування дозволяє забезпечити ефективне покриття Wi-Fi, зручне підключення кабельної інфраструктури та відповідність нормам організації інформаційної мережі.



Рисунок 2.9 – Фізична структура першого поверху

В таблиці 2.4 наведено IP-адресацію другого поверху комунального закладу загальної середньої освіти «Луцький ліцей №21 імені Михайла Кравчука».

Таблиця 2.4 – IP-адресації другого поверху

Назва мережевого сегменту	IP-адреса мережі	Маска IP-адреси мережі	Vlan
44 кабінет	192.168.3.0	255.255.255.0	30
45 кабінет	192.168.4.0	255.255.255.0	40
Кабінети завучів	192.168.35.0	255.255.255.248	35
Бібліотека	192.168.45.0	255.255.255.248	45
34 кабінет	192.168.41.0	255.255.255.248	41
39 кабінет	192.168.42.0	255.255.255.248	42
Wi-Fi 2 поверх	192.168.12.0	255.255.255.0	15

На рисунку 2.10 подано логічну структуру другого поверху. Як видно з рисунку, на другому поверсі розміщено один маршрутизатор, два комутатора, бездротова точка доступу, 37 персональних комп'ютерів та 14 ноутбуків.

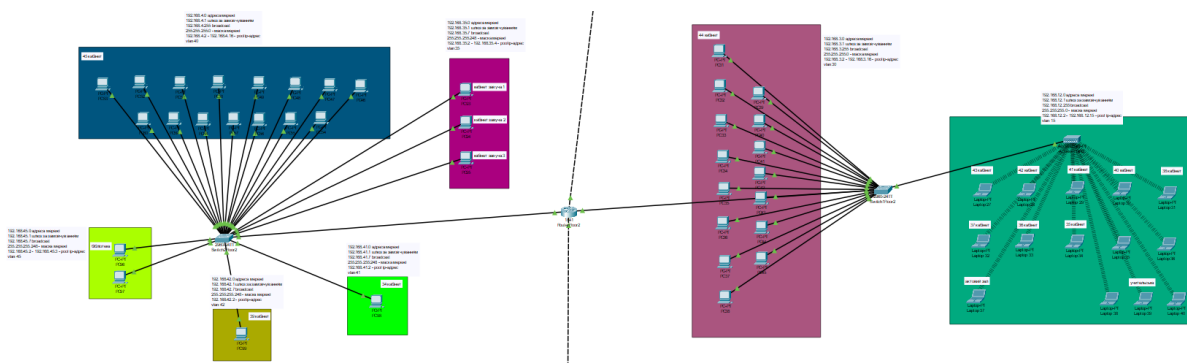


Рисунок 2.10 – Логічна структура другого поверху

На рисунку 2.11 подано фізичне розміщення мережевого обладнання на другому поверсі. Схеми ілюструють розташування основних мережевих компонентів, таких як комутатори, маршрутизатори, точки доступу Wi-Fi та кінцеві пристрої, що дозволяє оцінити логіку побудови та зручність обслуговування мережі.



Рисунок 2.11 – Фізична структура другого поверху

В таблиці 2.5 продемонстровано IP-адресацію третього поверху комунального закладу загальної середньої освіти «Луцький ліцей №21 імені Михайла Кравчука».

Таблиця 2.5 – IP-адресації третього поверху

Назва мережевого сегменту	IP-адреса мережі	Маска IP-адреси мережі	Vlan
55 кабінет	192.168.1.0	255.255.255.0	10
56 кабінет	192.168.2.0	255.255.255.0	20
51,52 кабінети	192.168.11.0	255.255.255.248	
Wi-Fi 3 поверх	192.168.10.0	255.255.255.0	5

Як видно з рисунка 2.12, на третьому поверсі розміщено один маршрутизатор, два комутатора, бездротова точка доступу, 32 персональних комп'ютерів та 27 ноутбуків.

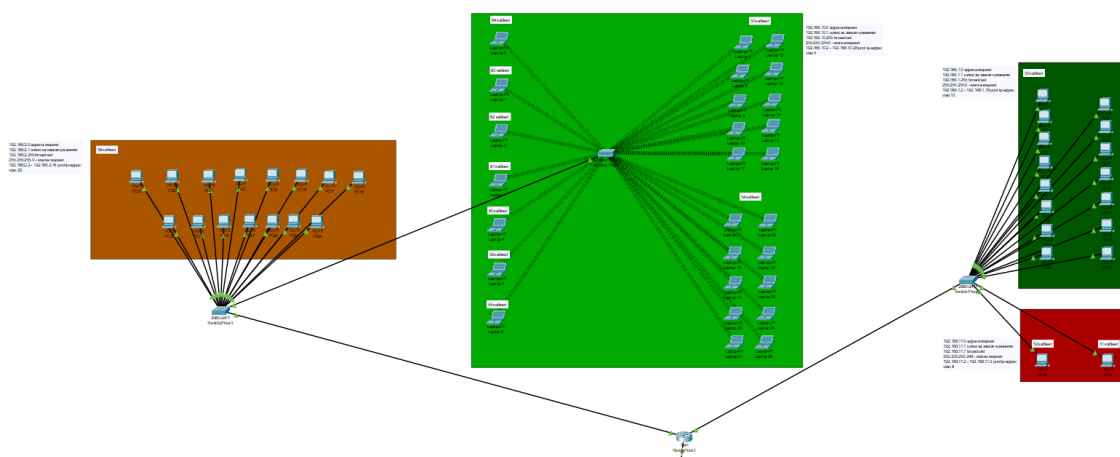


Рисунок 2.12 – Логічна структура третього поверху

Розглянемо схему третього поверху (рис. 2.13). На третьому поверсі мережеве обладнання розміщене безпосередньо в кабінетах, що дозволяє скоротити довжину з'єднувальних кабелів та зменшити втрати сигналу. У кожному кабінеті встановлено настінні або настільні комутатори, до яких під'єднано комп'ютери та інші пристрої користувачів. Таке розміщення сприяє ефективному використанню обладнання, спрощує обслуговування мережі та забезпечує стабільне з'єднання. Для покриття бездротової мережі передбачено встановлення точок доступу Wi-Fi у центральних зонах поверху.

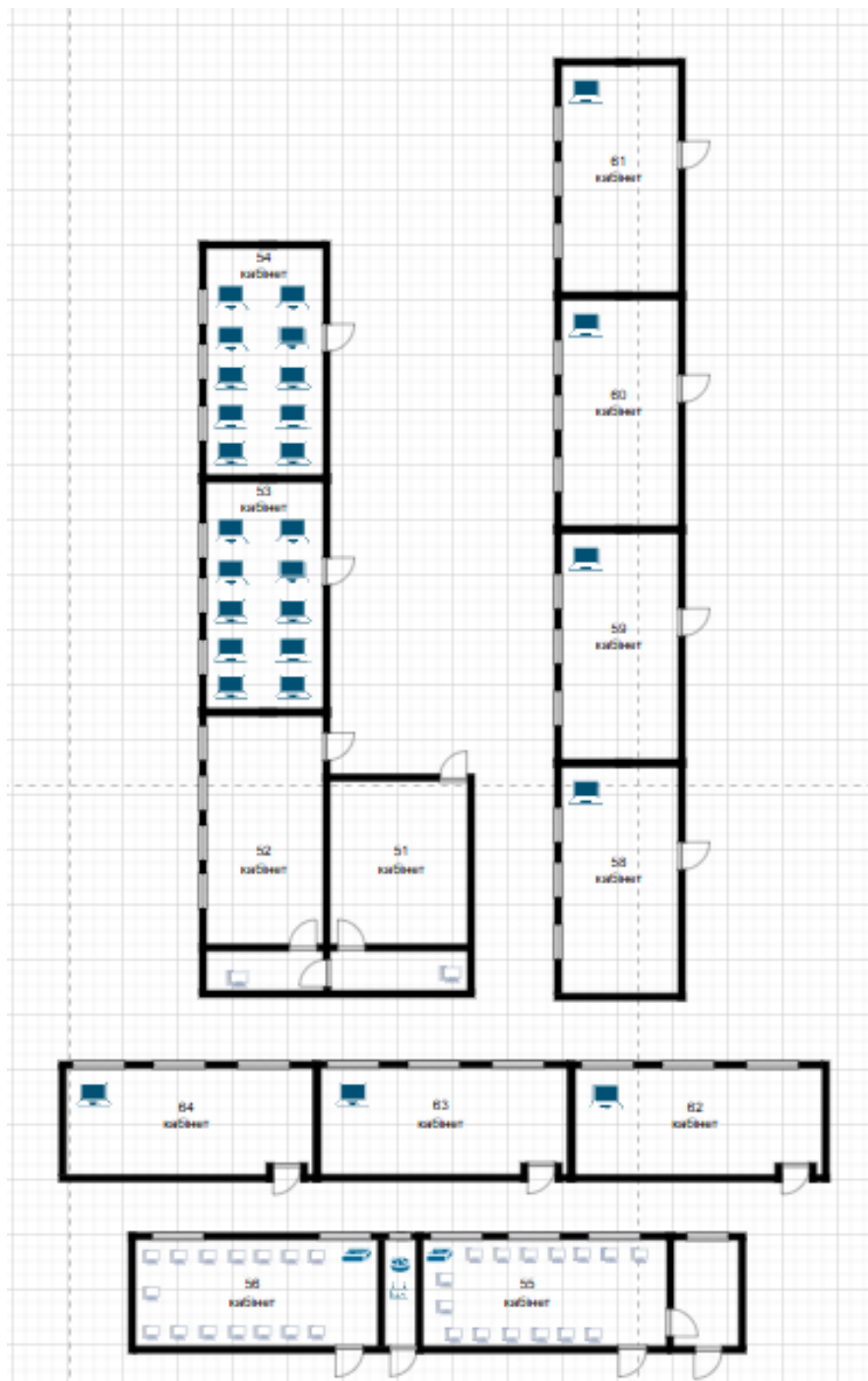


Рисунок 2.13 – Фізична структура третього поверху

Повністю спроектовану логічну структуру мережі комунального закладу загальної середньої освіти «Луцький ліцей №21 імені Михайла Кравчука» зображено на рисунку 2.14.

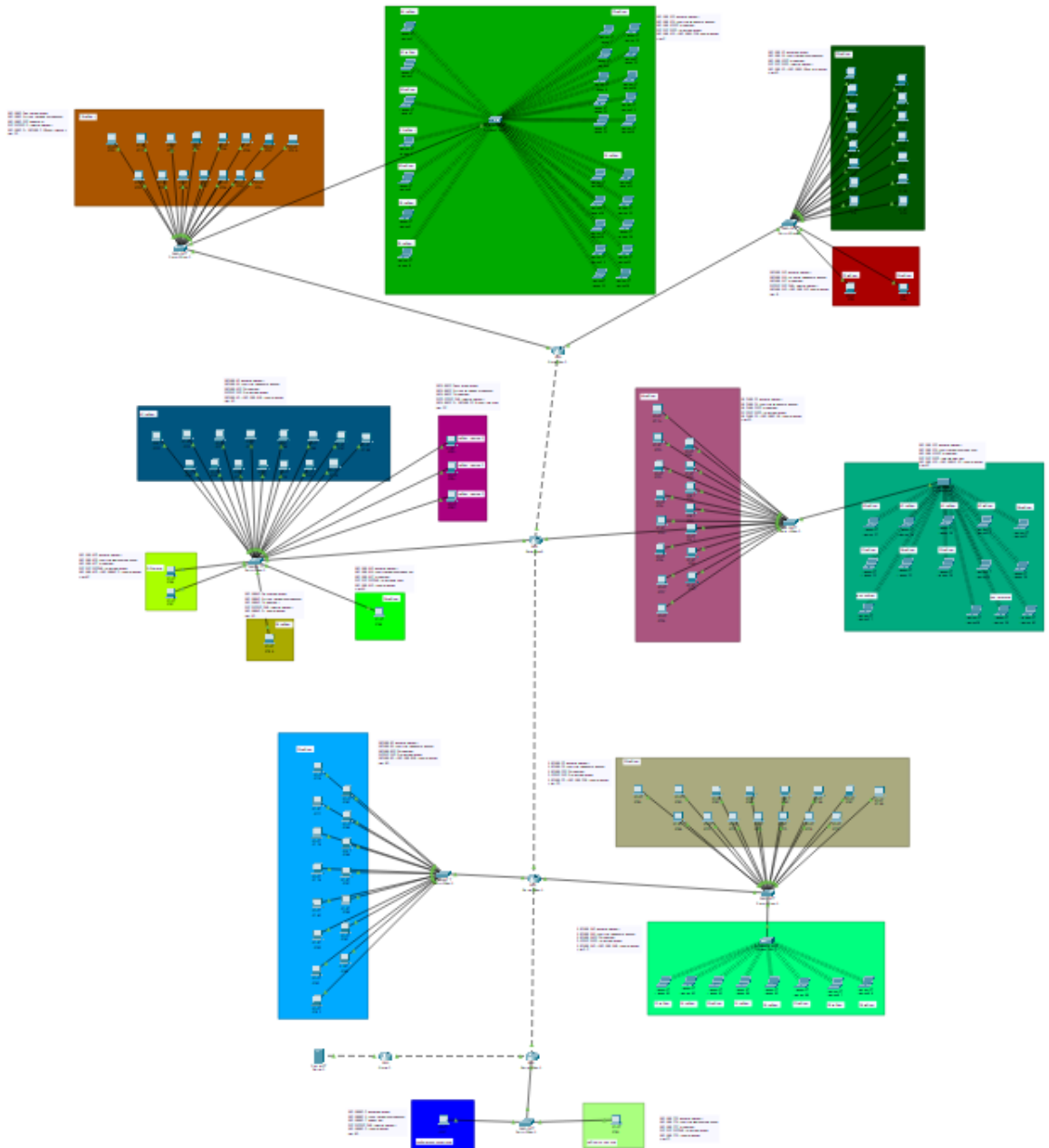


Рисунок 2.14 – Логічна структура мережі

Робота маршрутизаторів полягає в керуванні мережевим трафіком, забезпечуючи обмін даними між окремими сегментами мережі. Вони оптимізують процес передачі пакетів, що дозволяє уникати перевантаження та сприяє підвищенню загальної ефективності мережі.

Для зв'язку між маршрутизаторами використаний протокол OSPF, який забезпечує динамічну маршрутизацію на основі алгоритму найкоротшого шляху. Це дозволяє швидко адаптуватися до змін у мережевій топології, оптимізувати

маршрути передавання даних та забезпечити високу надійність і ефективність функціонування мережі.

IP-адреси видавалися як статично, так і автоматично за допомогою протоколу DHCP, що дозволило поєднати централізоване керування адресним простором із гнучкістю автоматичної конфігурації клієнтських пристроїв. Такий підхід спрощує адміністрування мережі та зменшує ймовірність виникнення конфліктів IP-адрес.

Автоматична видача IP-адрес використовувалася у великих сегментах, що забезпечує зручність масштабування мережі та спрощує підключення нових пристроїв.

Статично IP-адреси видавалися для невелих сегментів, які складаються із 1-5 персональних комп'ютерів, а також при налаштуванні проміжного мережевого обладнання (табл. 2.6-2.8).

Таблиця 2.6 – IP-адресації проміжного мережевого обладнання на першому поверсі

Пристрій	Інтерфейс	IP-адреса	Маска IP-адреси мережі
Router1Floor1	fa 0/0.70	192.168.70.1	255.255.255.248
Router1Floor1	fa 0/0.80	192.168.80.1	255.255.255.248
Router1Floor1	fa 0/1	10.10.10.1	255.255.255.252
Router1Floor1	eth 0/1/0	213.234.10.2	255.255.255.252
Router1Floor1	loopback0	192.168.100.1	255.255.255.255
Router2Floor1	fa 0/0.25	192.168.14.1	255.255.255.0
Router2Floor1	fa 0/0.50	192.168.5.1	255.255.255.0
Router2Floor1	fa 0/1.60	192.168.6.1	255.255.255.0
Router2Floor1	eth 0/0/0	10.10.11.1	255.255.255.252
Router2Floor1	eth 0/1/0	10.10.10.2	255.255.255.252
Router2Floor1	loopback0	192.168.100.2	255.255.255.255

Таблиця 2.7 – IP-адресації проміжного мережевого обладнання на другому поверсі

Пристрій	Інтерфейс	IP-адреса	Маска IP-адреси мережі
RouterFloor2	fa 0/0.15	192.168.12.1	255.255.255.0
RouterFloor2	fa 0/0.30	192.168.3.1	255.255.255.0
RouterFloor2	fa 0/1.35	192.168.35.1	255.255.255.248
RouterFloor2	fa 0/1.40	192.168.4.1	255.255.255.0
RouterFloor2	fa 0/1.45	192.168.45.1	255.255.255.248

Продовження таблиці 2.7

Пристрій	Інтерфейс	IP-адреса	Маска IP-адреси мережі
RouterFloor2	fa 0/1.41	192.168.41.1	255.255.255.248
RouterFloor2	fa 0/1.42	192.168.42.1	255.255.255.248
RouterFloor2	eth 0/0/0	10.10.12.1	255.255.255.252
RouterFloor2	eth 0/1/0	10.10.11.2	255.255.255.252
RouterFloor2	loopback0	192.168.100.3	255.255.255.255

Таблиця 2.8 – IP-адресації проміжного мережевого обладнання на третьому поверсі

Пристрій	Інтерфейс	IP-адреса	Маска IP-адреси мережі
RouterFloor3	fa 0/0.6	192.168.11.1	255.255.255.248
RouterFloor3	fa 0/0.10	192.168.1.1	255.255.255.0
RouterFloor3	fa 0/1.5	192.168.10.1	255.255.255.0
RouterFloor3	fa 0/1.20	192.168.2.1	255.255.255.0
RouterFloor3	eth 0/0/0	10.10.12.2	255.255.255.252
RouterFloor3	loopback0	192.168.100.4	255.255.255.255

Присвоєння IP-адрес статичним способом також має свої переваги:

- стабільність підключення. Пристрій завжди має одну й ту саму IP-адресу, що зручно для серверів, принтерів, камер відеоспостереження та інших мережевих ресурсів;
- спрощене адміністрування. Легше налаштовувати доступ до пристроїв (наприклад, через фаєрволи або маршрути), оскільки IP-адреса відома і незмінна;
- полегшення діагностики мережі. Адміністратору простіше відстежувати проблеми, бо IP-адреси закріплені за конкретними пристроями;
- покращене управління безпекою. Можна обмежити доступ до мережевих ресурсів на основі IP-адрес (наприклад, через ACL), знаючи, що вони не змінюються;
- відсутність залежності від DHCP-сервера. Навіть якщо DHCP-сервер недоступний, пристрої з ручним налаштуванням працюватимуть без збоїв.

2.4 Технологія VLAN

«VLAN технологія (Virtual Local Area Network) – логічно розділяюча і ізолююча одну або кілька локальних фізичних мереж на кілька віртуальних ширококомовних доменів» [16].

VLAN поділяють на:

- Data VLAN – для звичайного користувацького трафіку (наприклад, комп'ютери офісних працівників);
- Voice VLAN – для передачі VoIP-трафіку, що потребує високого пріоритету;
- Management VLAN – для доступу до керування мережевими пристроями (наприклад, через SSH або Telnet);
- Native VLAN – VLAN за замовчуванням для некатегоризованого трафіку на транковому з'єднанні;
- Default VLAN – стандартна VLAN з ID 1, яка існує на всіх комутаторах за замовчуванням.

На рисунку 2.15 показано приклад поділу мережі на VLAN.

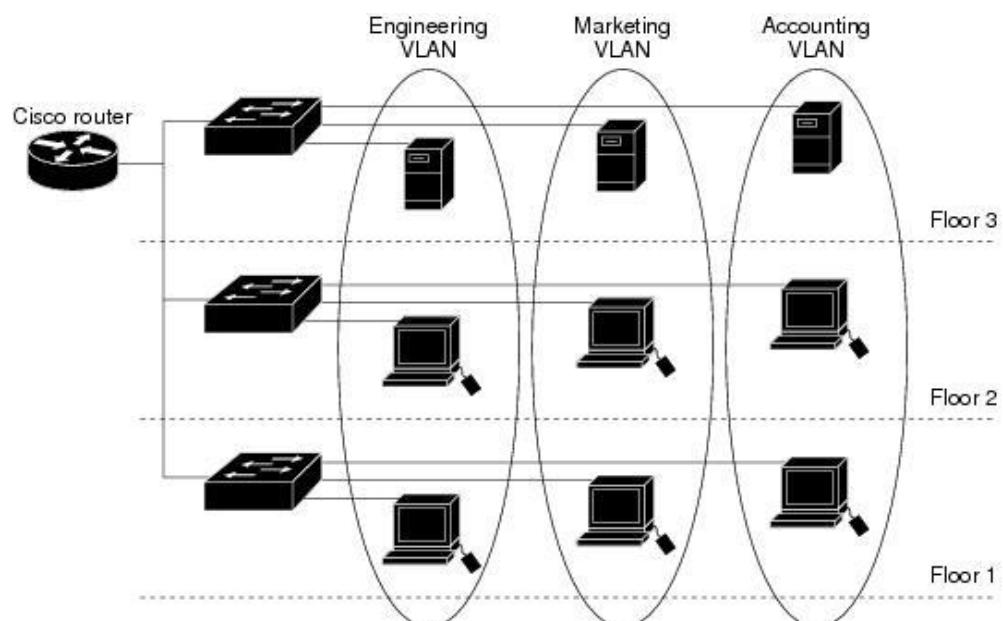


Рисунок 2.15 – Зображення VLAN [17]

Використання VLAN має свої переваги:

- сегментація мережі – дозволяє розділити мережу за відділами, функціями чи рівнями доступу;
- підвищена безпека – користувачі з різних VLAN не можуть безпосередньо взаємодіяти без маршрутизації;
- зменшення широкомовного трафіку – кожна VLAN обмежує область розповсюдження broadcast-пакетів;
- гнучкість розгортання – пристрої можуть бути у тій самій VLAN, навіть якщо вони підключені до різних комутаторів;
- краще управління ресурсами – адміністратор може централізовано контролювати доступ до мережевих служб.

2.5 Бездротовий доступ

Бездротовий доступ (Wireless Access) – це технологія, яка дозволяє кінцевим пристроям підключатися до локальної або глобальної мережі без використання фізичних з'єднань. Зазвичай бездротовий доступ реалізується на основі стандартів Wi-Fi через точки доступу.

Бездротовий доступ є важливою складовою сучасної мережевої інфраструктури, оскільки забезпечує мобільність, гнучкість і зручність для користувачів. Його застосування актуальне у різних середовищах – від офісів і навчальних закладів до підприємств і публічних просторів.

Перевагами бездротових мереж можна назвати:

- мобільність – користувачі не прив'язані до конкретного місця;
- швидке розгортання – немає потреби у прокладанні кабелів;
- гнучкість – легко додавати нові пристрої до мережі;
- масштабованість – мережу можна розширити за рахунок додаткових точок доступу.

Попри свої переваги, бездротові мережі також мають і недоліки:

- вразливість до перешкод – робота залежить від умов навколишнього середовища;
- обмежена швидкість у порівнянні з дротовими мережами;
- загроза безпеці – можливі спроби несанкціонованого доступу при слабкому захисті.

У більшості випадків бездротовий доступ реалізується за інфраструктурною моделлю, де всі бездротові клієнти підключаються до мережі через точку доступу. Точка доступу виступає посередником між бездротовими клієнтами та дротовою частиною мережі.

На рисунку 2.16 зображено приклад мережі використання бездротового доступу.

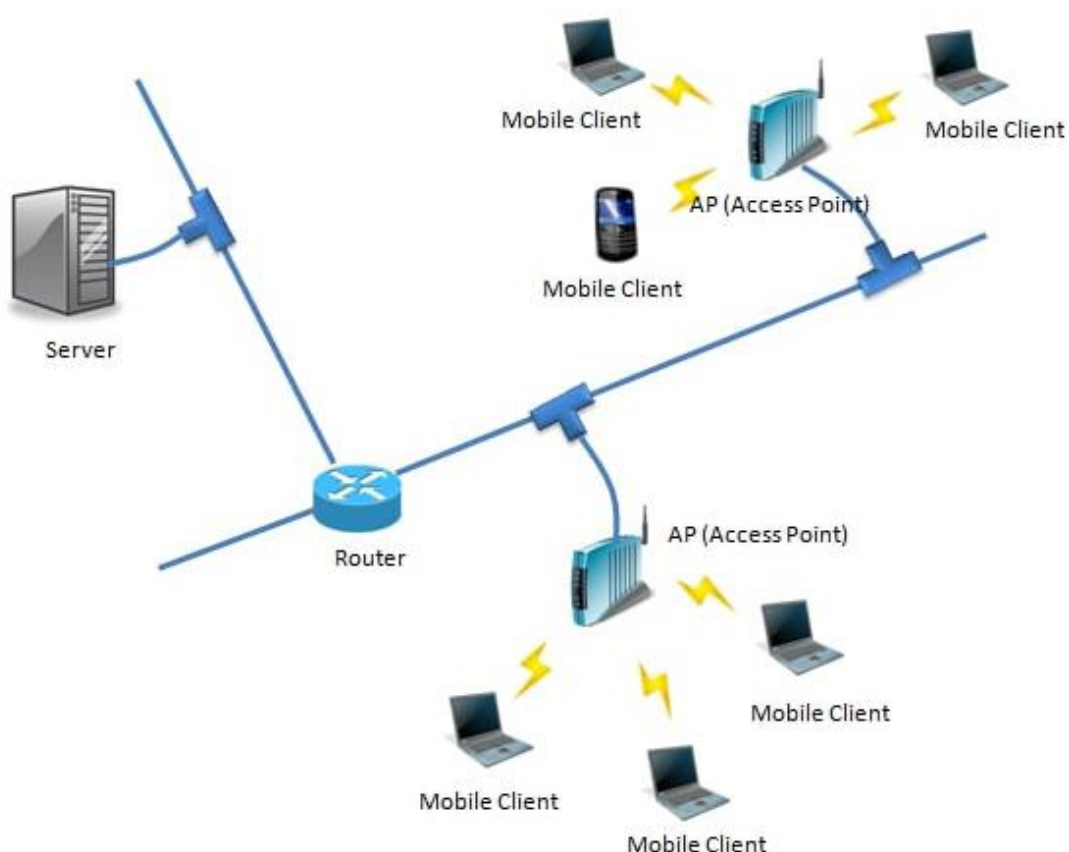


Рисунок 2.16 – Приклад бездротової мережі [18]

Підключення до бездротової точки доступу відбувається двома шляхами:

- відкрита автентифікація (Open Authentication) – не передбачає жодних механізмів перевірки користувача, використовується лише в гостьових або публічних мережах із обмеженням доступу на рівні фільтрації чи ізоляції;

- автентифікація за паролем (Pre-Shared Key, PSK) – найпоширеніший метод у домашніх та малих мережах, користувач вводить один загальний пароль, який зберігається на точці доступу.

Шифрування даних у бездротових мережах є одним із ключових механізмів захисту інформації від стороннього доступу. Радіосигнал у Wi-Fi мережах поширюється у відкритому середовищі, тому без належного шифрування будь-який користувач у межах покриття потенційно може перехопити трафік. Застосування сучасних протоколів шифрування дозволяє гарантувати конфіденційність, цілісність і автентичність переданих даних.

Основні протоколи шифрування:

- WEP (Wired Equivalent Privacy): перший стандарт шифрування для Wi-Fi, який є не актуальним на сьогодні, використовує ключ довжиною від 64 до 128 біт, який легко зламується сучасними інструментами;

- TKIP (Temporal Key Integrity Protocol): модернізована версія WEP, яка має динамічну генерацію ключів, але все ще має слабче шифрування, вразливе до атак;

- AES (Advanced Encryption Standard): використовується у WPA2 та WPA3, має блочне симетричне шифрування та довжину ключа 128, 192, або 256 біт, використовується державними та фінансовими установами, що свідчить про високий рівень захисту.

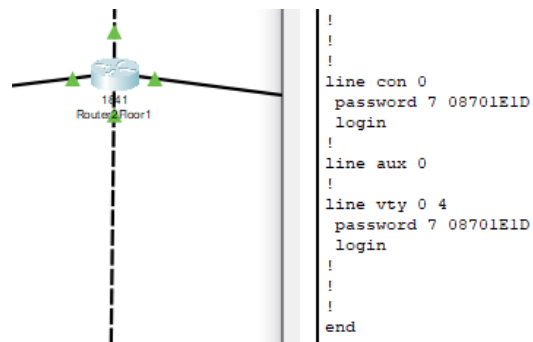


Рисунок 3.2 – Налаштування паролів на маршрутизаторі

На маршрутизаторах налаштовано протокол динамічної маршрутизації.

Динамічна маршрутизація – це процес автоматичної побудови та оновлення маршрутів між мережами за допомогою спеціальних протоколів маршрутизації. На відміну від статичної маршрутизації, яка вимагає ручного введення маршрутів, динамічна маршрутизація дозволяє мережевим пристроям автоматично обмінюватися інформацією про мережеву топологію, адаптуючись до змін у мережі.

Протоколи динамічної маршрутизації поділяють на дві групи:

- IGP (внутрішні протоколи маршрутизації) – використовуються для обміну маршрутами всередині однієї автономної системи;
- EGP (зовнішні протоколи маршрутизації) – застосовуються для маршрутизації між різними автономними системами.

В свою чергу до IGP протоколів відносяться:

- RIP (Routing Information Protocol);
- EIGRP (Enhanced Interior Gateway Routing Protocol);
- OSPF (Open Shortest Path First).

Основним і найуживанішим протоколом серед EGP є BGP (Border Gateway Protocol).

В даній роботі використаний протокол OSPF. Він має ряд переваг над іншими протоколами маршрутизації:

– швидка конвергенція – швидко реагує на зміни в мережі, оперативно обчислюючи нові маршрути у разі відмови ліній зв'язку чи обладнання, що підвищує надійність мережі;

– масштабованість – підтримує ієрархічну структуру з розподілом на області, що дозволяє оптимізувати обмін маршрутною інформацією та ефективно використовувати ресурси в мережах великого масштабу;

– підтримка відкритих стандартів – OSPF є відкритим протоколом, тому підтримується більшістю виробників мережевого обладнання, на відміну від EIGRP, який довгий час був пропрієтарним рішенням Cisco;

– оптимальний вибір маршрутів – використовує алгоритм Дейкстри для обчислення найкоротшого шляху, що забезпечує ефективне маршрутизування трафіку;

– мінімальне використання трафіку – надсилає лише зміни в топології після первинного обміну, що суттєво зменшує обсяг службового трафіку в порівнянні з RIP, який періодично надсилає всю таблицю маршрутів.

Налаштування OSPF на роутері зображено на рисунку 3.3.

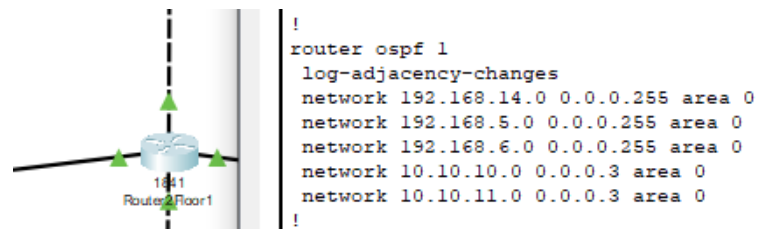


Рисунок 3.3 – Налаштування OSPF

В ролі DHCP-сервера в модернізованій мережі виступає маршрутизатор. Для його налаштування потрібно визначити адреси, які не будуть видаватися автоматично. Потім створити dhcp pool та обрати йому адресу мережі, маску мережі та шлюз за замовчуванням.

На рисунку 3.4 зображено налаштування DHCP.

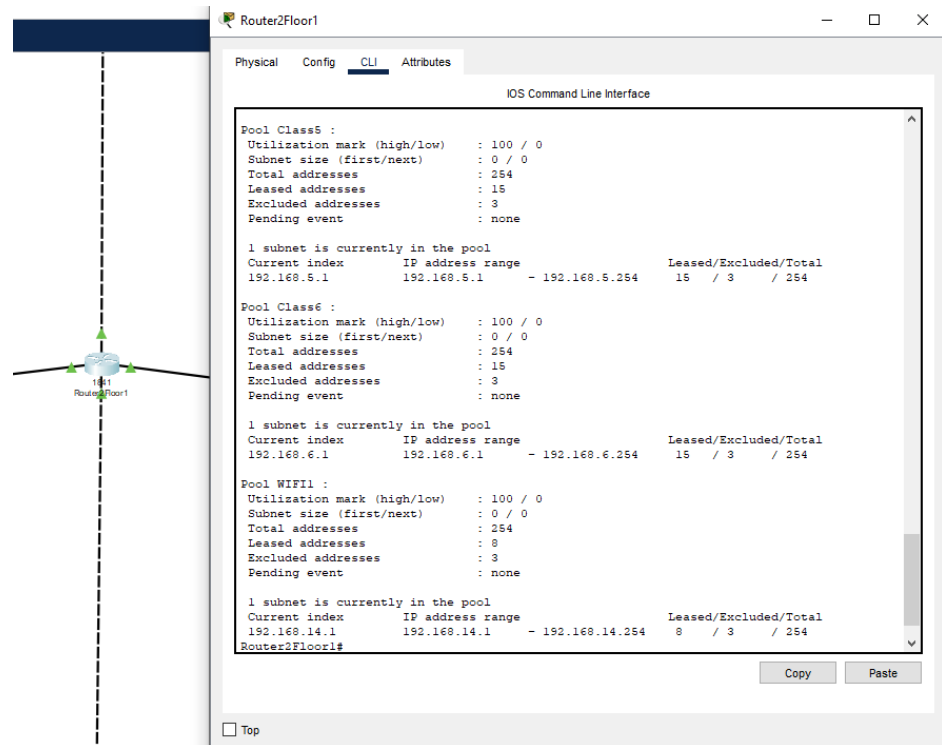


Рисунок 3.4 – Налаштування DHCP

А на рисунку 3.5 можна побачити, як IP-адреси призначаються персональним комп'ютерам за допомогою DHCP.

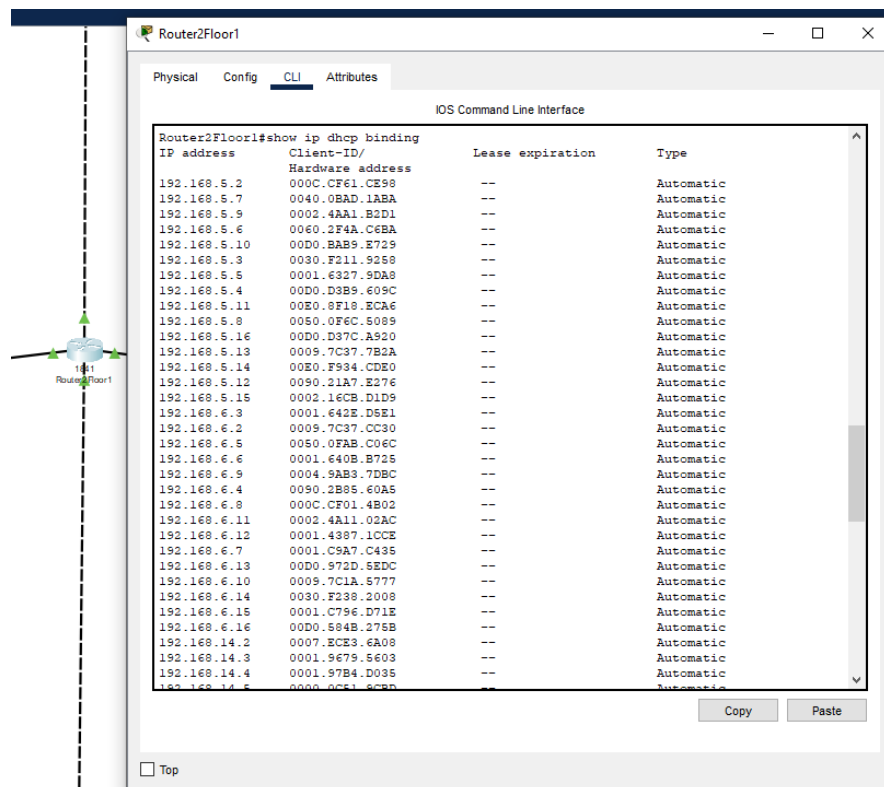
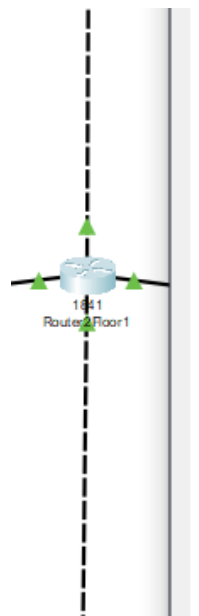


Рисунок 3.5 – Призначення IP-адрес

Щоб VLAN коректно працювали, потрібно створити підпорти та налаштувати їх. Перевірити налаштування можна за допомогою команд `show vlan` (рис. 3.6) та `show ip interface brief` (рис. 3.7).



```
Router2Floor1#show vlan
```

VLAN Name	Status	Ports
1 default	active	
1002 fddi-default	active	
1003 token-ring-default	active	
1004 fddinet-default	active	
1005 trnet-default	active	

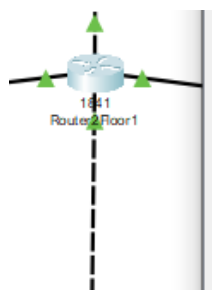
VLAN Type	SAID	MTU	Parent	RingNo	BridgeNo	Stp	BrdgMode	Trans1	Trans2
1 enet	100001	1500	-	-	-	-	-	0	0
1002 fddi	101002	1500	-	-	-	-	-	0	0
1003 tr	101003	1500	-	-	-	-	-	0	0
1004 fdnet	101004	1500	-	-	-	ieee	-	0	0
1005 trnet	101005	1500	-	-	-	ibm	-	0	0

VLAN Type	SAID	MTU	Parent	RingNo	BridgeNo	Stp	BrdgMode	Trans1	Trans2

Remote SPAN VLANs

Primary	Secondary	Type	Ports

Рисунок 3.6 – Налаштування VLAN



```
Router2Floor1#show ip interface brief
```

Interface	IP-Address	OK?	Method	Status	Protocol
FastEthernet0/0	unassigned	YES	NVRAM	up	up
FastEthernet0/0.25	192.168.14.1	YES	manual	up	up
FastEthernet0/0.50	192.168.5.1	YES	manual	up	up
FastEthernet0/1	unassigned	YES	NVRAM	up	up
FastEthernet0/1.60	192.168.6.1	YES	manual	up	up
Ethernet0/0/0	10.10.11.1	YES	manual	up	up
Ethernet0/1/0	10.10.10.2	YES	manual	up	up
Loopback0	192.168.100.2	YES	manual	up	up
Vlan1	unassigned	YES	unset	administratively down	down

Рисунок 3.7 – Налаштування підпортів

Окремо на вхідному маршрутизаторі налаштовано протокол NAT для виходу в Інтернет. Для цього налаштовано вхідні та вихідні порти маршрутизатора, створено access-list з дозволом конкретних IP-адрес мережі та прописано інтерфейс, через який буде вихід до Інтернету. На рисунках 3.8-3.10 продемонстровані налаштування портів, створений access-list та приклад роботи протоколу NAT.

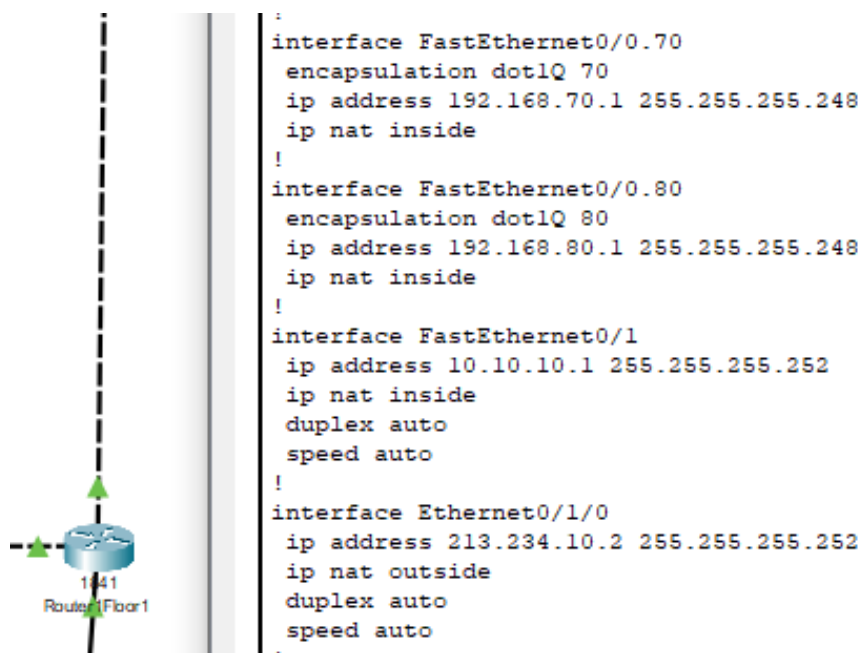


Рисунок 3.8 – Налаштування вхідних та вихідних портів

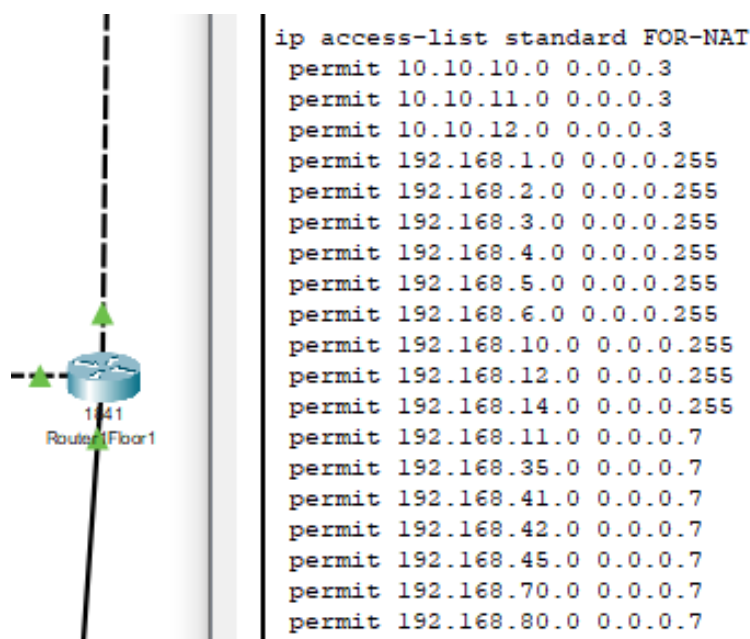


Рисунок 3.9 – Налаштований access-list

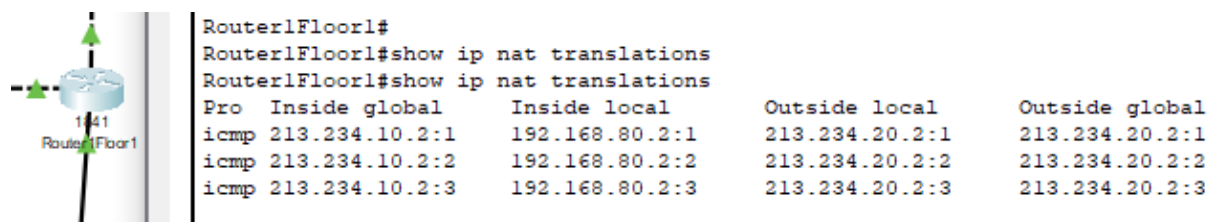


Рисунок 3.10 – Приклад роботи NAT

3.2 Налаштування комутаторів

Аналогічно до маршрутизаторів, на комутаторах налаштовані hostname, паролі та шифрування паролів (рис. 3.11-3.12).

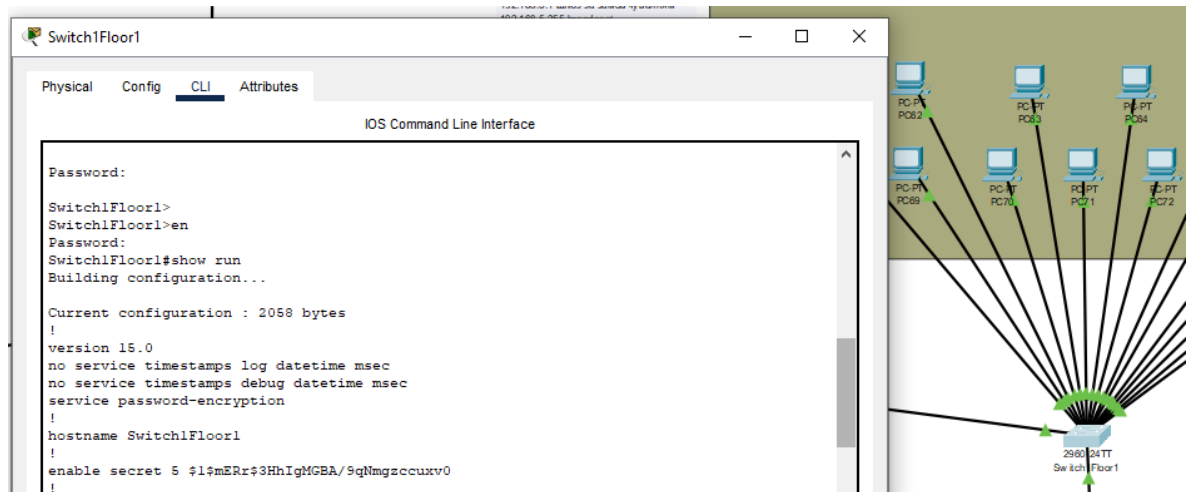


Рисунок 3.11 – Налаштування hostname та шифрування паролів на комутаторі



Рисунок 3.12 – Налаштування паролів на комутаторі

Для налаштування vlan на комутаторах потрібно налаштувати порти, через які підключено ПК та порт, за допомогою якого комутатор підключений до маршрутизатора. За допомогою команди show vlan (рис. 3.13) можна перевірити, до якого vlan належить порт, а за допомогою команди show run (рис. 3.14) можна визначити в якому режимі порт (access чи trunk).

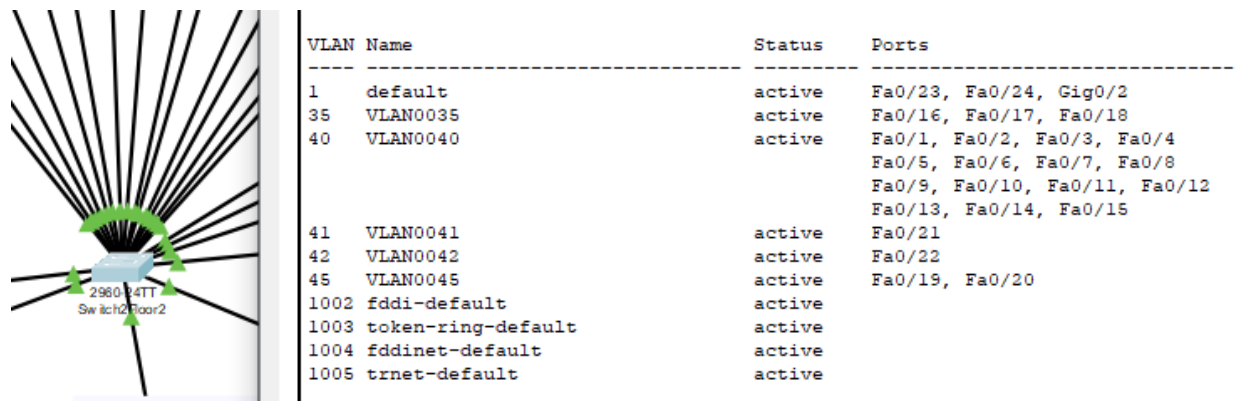


Рисунок 3.13 – Перевірка підключених портів

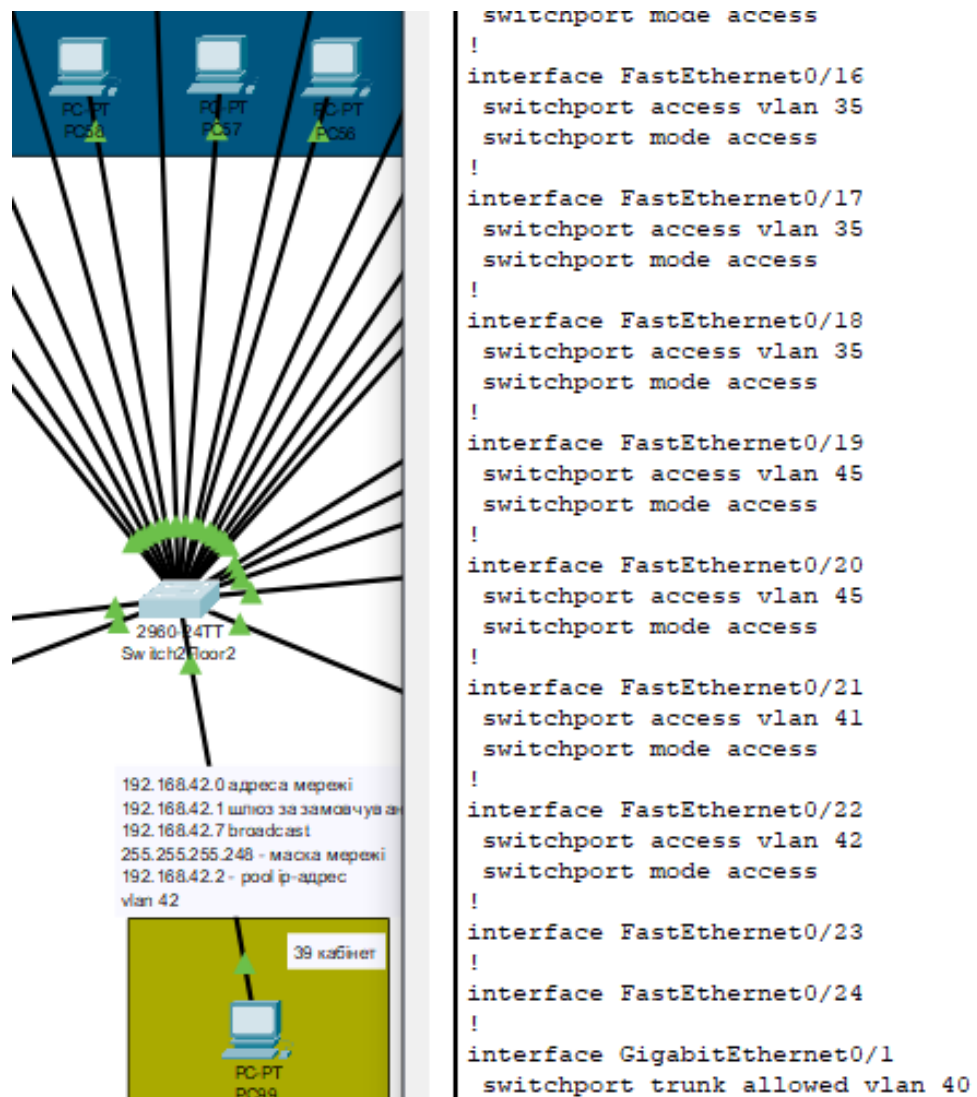


Рисунок 3.14 – Перевірка режиму порту

На рисунку 3.15 зображена розроблена структура VLAN на другому поверсі.

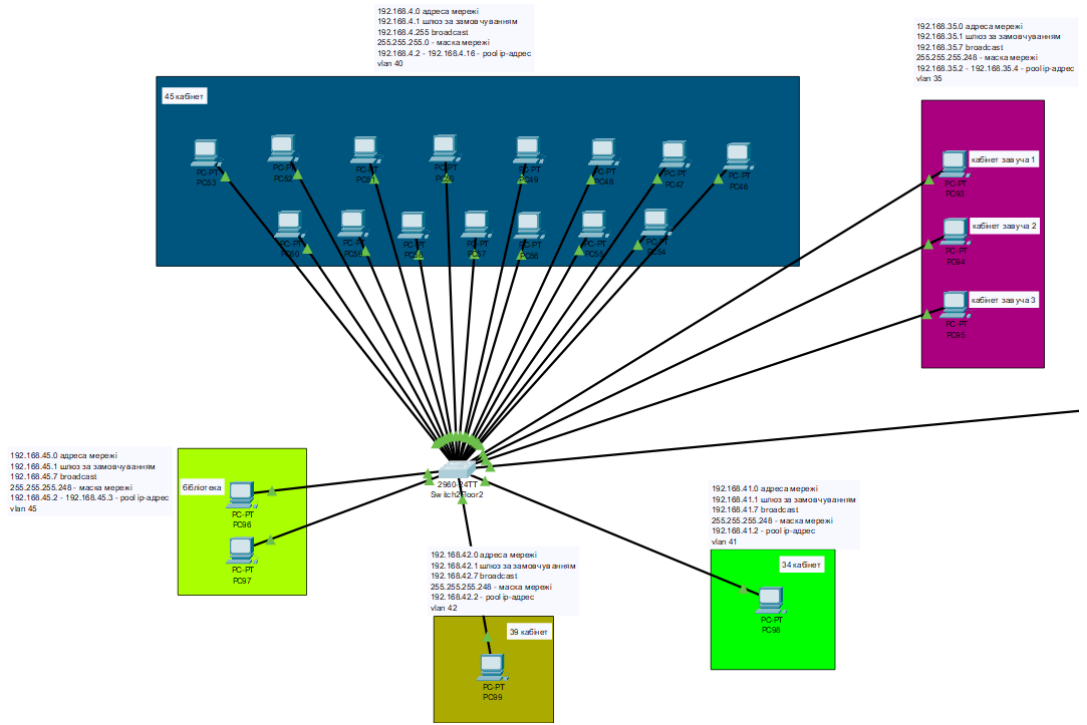


Рисунок 3.15 – Структура VLAN

3.3 Налаштування бездротових точок доступу

Для налаштування бездротової точки доступу потрібно зайти в графічний інтерфейс та вказати назву Wi-Fi, протокол безпеки та ввести пароль (рис. 3.16).

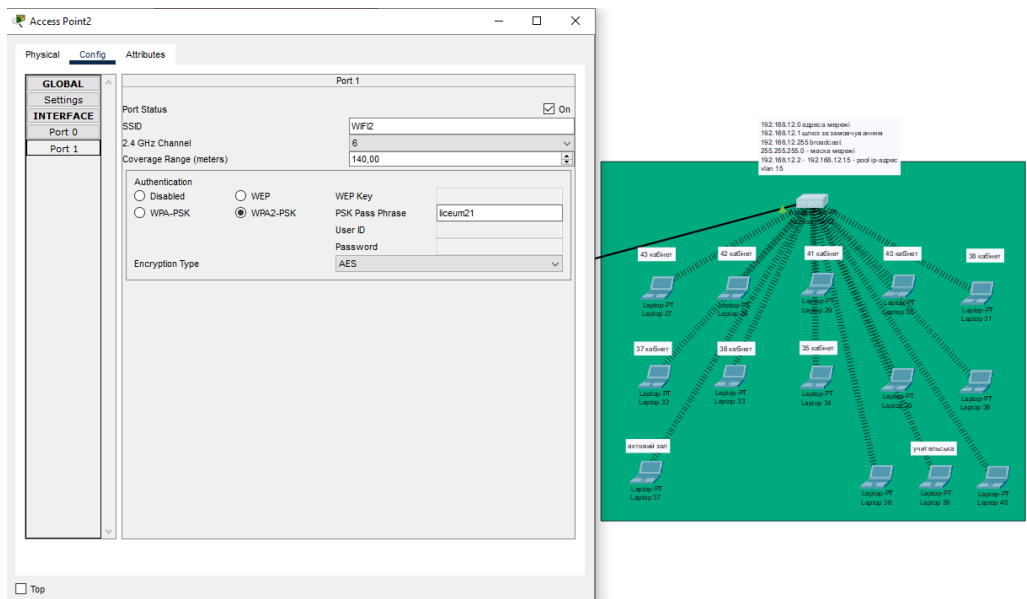


Рисунок 3.16 – Графічний інтерфейс точки доступу

Щоб з кінцевого пристрою (рис. 3.17) підключитися до точки доступу Wi-Fi потрібно мати підключений Wi-Fi модем, вибрати мережу та вписати пароль.

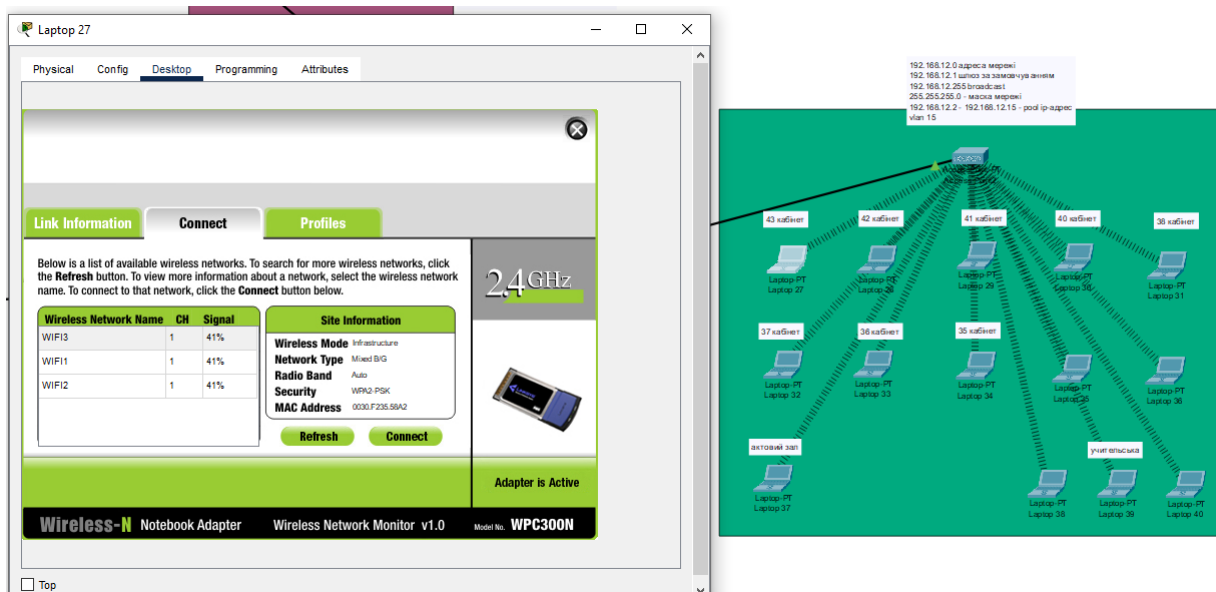


Рисунок 3.17 – Графічний інтерфейс кінцевого пристрою

Після цього пристрій виконує процес аутентифікації, асоціюється з точкою доступу та, у разі успішного з'єднання, автоматично отримує IP-адресу та інші параметри мережі за допомогою протоколу DHCP. Після завершення цих етапів користувач отримує доступ до локальної мережі та, за наявності підключення точки доступу, до Інтернету.

ВИСНОВКИ

У межах виконання кваліфікаційної роботи проведено комплексний аналіз існуючої мережевої інфраструктури комунального закладу загальної середньої освіти «Луцький ліцей №21 імені Михайла Кравчука» та сформульовано основні технічні вимоги до її модернізації. На основі виявлених потреб розроблено проєкт оновленої комп'ютерної мережі, яка поєднує надійність, масштабованість і відповідність сучасним стандартам у сфері інформаційних технологій для закладів освіти.

У процесі проєктування враховано специфіку функціонування освітньої установи, зокрема вимоги до стабільного доступу до освітніх ресурсів, підтримки дистанційного навчання, електронного документообігу та ефективного адміністрування. Це дозволило сформувати логічну структуру мережі з урахуванням зонального поділу, резервування та сегментації за допомогою VLAN.

Було підібрано та налаштовано сучасне мережеве обладнання, яке відповідає вимогам до продуктивності, надійності та захисту даних. У проєкті використано технології динамічної маршрутизації, автоматичної адресації, трансляції адрес і списків контролю доступу, що дозволяє оптимізувати роботу мережі та підвищити її рівень безпеки.

Розроблено детальну технічну документацію, яка охоплює всі ключові аспекти інфраструктури – від логічної топології до політик безпеки й процедур резервного копіювання. Це значно спрощує підтримку, обслуговування та подальший розвиток мережі.

Модернізована мережа забезпечує високий рівень доступності сервісів, стійкість до відмов та готовність до подальшої інтеграції інноваційних освітніх технологій.

Запропоноване рішення дозволяє створити ефективне цифрове середовище, яке сприяє підвищенню якості освітнього процесу та відповідає актуальним викликам у сфері цифровізації освіти.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Багнюк Н., Овдієвич Б. Модернізована мережа комунального закладу середньої загальної освіти «Луцький лицей №21 імені Михайла Кравчука». *Програмне та апаратне забезпечення в інформаційних технологіях* : зб. тез доп. міжнар. наук-практ. конф. Молодих науковців та студентів, м. Луцьк. 6 травня, 2025. С.15-16.
2. What Is a Computer Network? *Spiceworks Inc.* URL: <https://surl.lu/fyvzcc> (дата звернення: 02.03.2025).
3. Types of Computer Networks. *GeeksforGeeks.* URL: <https://surl.cc/icdeaj> (дата звернення: 02.03.2025).
4. TCP IP: історія розвитку протоколів і основні принципи роботи. *FoxmindEd.* URL: <https://surl.li/wubhkp> (дата звернення: 03.03.2025).
5. GeeksforGeeks. What is ATP (AppleTalk Transaction Protocol)? *GeeksforGeeks.* URL: <https://surl.li/nnmgrt> (дата звернення: 05.03.2025).
6. Учасники проектів Вікімедіа. Топологія мереж. *Вікіпедія.* URL: <https://surl.cc/vvadam> (дата звернення: 05.03.2025).
7. Що таке маршрутизатор? *Network Tools.* URL: <https://surl.cc/zkmnoi> (дата звернення: 06.03.2025).
8. Що таке комутатор: види, функції та принцип роботи. *Системний інтегратор ITBIZ.* URL: <https://surl.cc/bzspdy> (дата звернення: 12.03.2025).
9. Що таке точка доступу Wi-Fi? *Setevuha.* URL: <https://surl.lu/smquxk> (дата звернення: 15.03.2025).
10. Комутатор Cisco WS-C2960-24TC-S. *Cisco.com.ua.* URL: <https://surl.li/xmudiq> (дата звернення: 20.03.2025).
11. Комутатор Cisco WS-C2960-24LC-S. *Cisco.com.ua.* URL: <https://surl.li/tlmzue> (дата звернення: 20.03.2025).
12. Cisco 1841. *Cisco.com.ua.* URL: <https://surl.li/goqlnl> (дата звернення: 25.03.2025).
13. Маршрутизатор cisco 1941/K9. *Cisco.com.ua.* URL: <https://surl.li/pbygil>

(дата звернення: 25.03.2025).

14. Точка доступу Cisco AIR-AP1832I-E-K9. *Cisco.com.ua*.
URL: <https://surl.li/snspjn> (дата звернення: 25.03.2025).

15. Точка доступу Cisco Catalyst C9115AXI-E. *Cisco.com.ua*.
URL: <https://surl.li/yuqqly> (дата звернення: 25.03.2025).

16. Технологія VLAN. Об'єднання офісів у локальну, віртуальну мережу. *westelecom.ua*. URL: <https://surl.li/wxoofc> (дата звернення: 10.04.2025).

17. Configuring VLANs. *Cisco*. URL: <https://surl.lt/baesqv> (дата звернення: 10.04.2025).

18. Rehman J. What is WLAN with example. *IT Release*.
URL: <https://surl.li/mwowpr> (дата звернення: 18.04.2025).

19. Cisco packet tracer. *Cisco Networking Academy: Learn Cybersecurity, Python & More*. URL: <https://surl.li/ycjaas> (дата звернення: 20.04.2025).

ДОДАТКИ

Додаток А
Апробація роботи



Міністерство освіти і науки України
Луцький національний технічний університет (м. Луцьк)
Наукове товариство студентів, аспірантів, докторантів та
молодих вчених ЛНТУ (м. Луцьк)
Люблінська Політехніка (Польща, Люблін)
Університету «Дюнаре де Жос» (Румунія, Галац)
Університет Коменського (Словаччина, Братислава)
Університет Оснабрюк (Німеччина, Оснабрюк)
Університет Трансмонтани і Верхнього Дору (Португалія, Віла-Реал)
Чеський університет природничих наук (Чехія, Прага)
Національний університет «Чернігівська Політехніка» (м. Чернігів)
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя (м. Тернопіль)
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича (м. Чернівці)

6 травня 2025 року, м. Луцьк

ПРОГРАМНЕ ТА АПАРАТНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ В ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ

Тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції
молодих вчених та студентів

SOFTWARE AND HARDWARE IN INFORMATION TECHNOLOGIES

Abstracts of the International Scientific Conference
for Young Scientists and Students

Випуск 1

Луцький національний технічний університет

Луцьк – 2025

ЗМІСТ

Азіз АБІБУЛАЄВ, Андрій ПІСКОЗУБ ВИКОРИСТАННЯ ОБРОБКИ ПРИРОДНОЇ МОВИ ДЛЯ АНАЛІЗУ ІНЦИДЕНТІВ БЕЗПЕКИ	10
Наталія БАГНЮК, Андрій МИХАЛЬЧУК МЕТОДИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІДВИЩЕНОГО РІВНЯ ЗАХИСТУ КОМП'ЮТЕРНОЇ МЕРЕЖІ ПІДПРИЄМСТВА	13
Наталія БАГНЮК, Богдан ОВДІЄВИЧ ІНЖЕНЕРНІ РІШЕННЯ ДЛЯ МОДЕРНІЗАЦІЇ ШКІЛЬНОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ МЕРЕЖІ В УМОВАХ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ОСВІТИ	15
Наталія БАГНЮК, Олеся ЧИЧЕЛЮК КОРПОРАТИВНА МЕРЕЖА З ВИКОРИСТАННЯМ ІoT ТА ВІДДАЛЕНИХ ОФІСІВ	17
Віктор БАЛЦЬКИЙ ЗАСТОСУВАННЯ НЕРЕЛЯЦІЙНИХ БАЗ ДАНИХ ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ ТА ОБРОБКИ РОЗРІЗНЕНИХ МЕДИЧНИХ ДАНИХ У СИСТЕМАХ ПІДТРИМКИ КЛІНІЧНИХ РІШЕНЬ	19
Тамара БЄЛІНСЬКА ОПТИМІЗАЦІЯ ЗАПИТІВ У MONGODB ЯК КЛЮЧОВИЙ ФАКТОР ЕФЕКТИВНОГО УПРАВЛІННЯ BIG DATA В ЦИФРОВОМУ СУСПІЛЬСТВІ	21
Володимир БИЦЮК, Оксана МІСКЕВИЧ СМАРТ-БУДИЛЬНИК НА ОСНОВІ ARDUINO З ІНТЕГРАЦІЄЮ МОБІЛЬНОГО ДОДАТКУ	23
Денис БІЛОБРИЦЬКИЙ, Марія ТАЛАХ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА АНАЛІЗУ ТА МОДИФІКАЦІЇ ЕМОЦІЙНОГО ВПЛИВУ ЛІТЕРАТУРНИХ ТЕКСТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ МОДЕЛІ BERT	25
Олександр ВАХУЛА АВТОМАТИЗОВАНИЙ ПІДХІД «БЕЗПЕКА ЯК КОД» НА БАЗІ АГЕНТНОЇ AI-СИСТЕМИ ДЛЯ ЗАХИСТУ ХМАРНИХ DevSecOps-СЕРЕДОВИЩ	28
Ігор ВЛАСІЮК СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ЖУРНАЛІЗАЦІЇ КІБЕРІНЦИДЕНТІВ	30

*Міжнародна науково-практична конференція молодих науковців та студентів
(м. Луцьк, 6 травня 2025 р.)*

2. Міжмережвий екран – Вікі ЦДУ. Вікі ЦДУ.
URL: https://wiki.cusu.edu.ua/index.php/Міжмережвий_екран (дата звернення:
21.03.2025 р.)

Наталія БАГНЮК,
канд. техн. наук., доцент

Богдан ОВДІЄВИЧ,
здобувач вищої освіти

Луцький національний технічний університет

ІНЖЕНЕРНІ РІШЕННЯ ДЛЯ МОДЕРНІЗАЦІЇ ШКІЛЬНОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ МЕРЕЖІ В УМОВАХ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ОСВІТИ

В сучасному світі інтернет є невід'ємною частиною нашого життя. Майже у всіх сферах життєдіяльності неможливо обійтися без доступу до Інтернету. Навчальні заклади, такі як школи чи університети, мають необхідність у використанні різних інтернет ресурсів, за допомогою яких навчальний процес можна зробити веселішим та якіснішим. І оскільки кількість інформації, яку потрібно опрацювати учню, студенту, вчителю чи викладачу, збільшується кожного дня, то потрібно мати достатню швидкість інтернет з'єднання та стабільну роботу мережі.

Оскільки в школі зросла кількість учнів та багато предметів потребують залучення комп'ютерних класів, поставлено завдання модернізувати комп'ютерну мережу школи. Ось кілька кроків, які можна вжити: оновлення обладнання (комутатор, маршрутизатор, безпроводна точка доступу), оптичне з'єднання, віртуалізація мережі, забезпечення безпеки, оптимізація мережевого трафіку, масштабування мережі та системи для аварійного відновлення та резервного копіювання

Вибираючи обладнання, потрібно звернути увагу на багато різних характеристик, таких як: пропускна здатність, типи портів і інтерфейсів, надійність, підтримка стандартів і технологій та енергоефективність. В даному випадку обрано обладнання компанії Cisco. Комутатор Cisco CBS250-16P-2G, який має 16 портів Gigabit Ethernet, що буде достатньо для одного комп'ютерного класу, маршрутизатор Cisco C1121-8P, який має 8 LAN портів Ethernet та

2 WAN порти Ethernet. А також мережевий екран Cisco Meraki MX64W-HW.

Оптичне з'єднання має багато переваг, таких як: висока пропускна здатність, низька затримка, велика відстань передачі сигналу, висока надійність та безпека.

NFV (Network Functions Virtualization) дозволяє розподіляти різні мережеві функції (наприклад, маршрутизацію, брандмауери) на віртуальних машинах, що знижує залежність від апаратного забезпечення [1].

Для покращення безпеки мережі використовується мережевий екран для фільтрації вхідного трафіку, налаштовані access lists для обмеження доступу до заборонених школою сайтів, таких як Chat GPT чи ГДЗ, обмежене встановлення програм та використовується антивірус [2].

Так як в період карантину та війни онлайн уроки були невід'ємною частиною навчального процесу, впровадження QoS (Quality of Service) для пріоритизації важливих потоків даних, є обов'язковим елементом для якісного навчання [3].

Також встановлені системи аварійного відновлення для забезпечення безперервності роботи, забезпечено резервне копіювання мережевих налаштувань та конфігурацій для швидкого відновлення в разі збою.

Описані вище кроки для модернізації мережі не є універсальними, оскільки під різні потреби можна по різному поставитися до вдосконалення комп'ютерної мережі. Конкретно для модернізації даної мережі оновлено обладнання та встановлено мережевий екран, замінено виту пару на оптоволоконні кабелі, використав NFV та ACL.

Перелік використаних джерел

1. IBM. What Is Network Functions Virtualization (NFV)? | IBM. *IBM - United States*. URL: <https://www.ibm.com/think/topics/network-functions-virtualization> (дата звернення: 25.02.2025 р.)
2. Забезпечення мережевої безпеки спільно з брокерами мережевих пакетів. Частина перша. Пасивні засоби безпеки. *Побудова та налаштування комп'ютерної корпоративної та домашньої мережі у Києві*. URL: https://www.telesphera.net/blog/zabezpechennya-merezhevoi-bezpeki.html?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 10.03.2025 р.)
3. Оптимізація ресурсів мережі: Інноваційні підходи та ефективні стратегії управління - Рейтинг проксі. *Рейтинг проксі -*. URL: https://proxys-rating.com/optymizacziya-resursiv-merezhi-innovaczijni-pidhody-ta-efektyvni-strategiyi-upravlinnya/?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 22.03.2025 р.)

Додаток Б

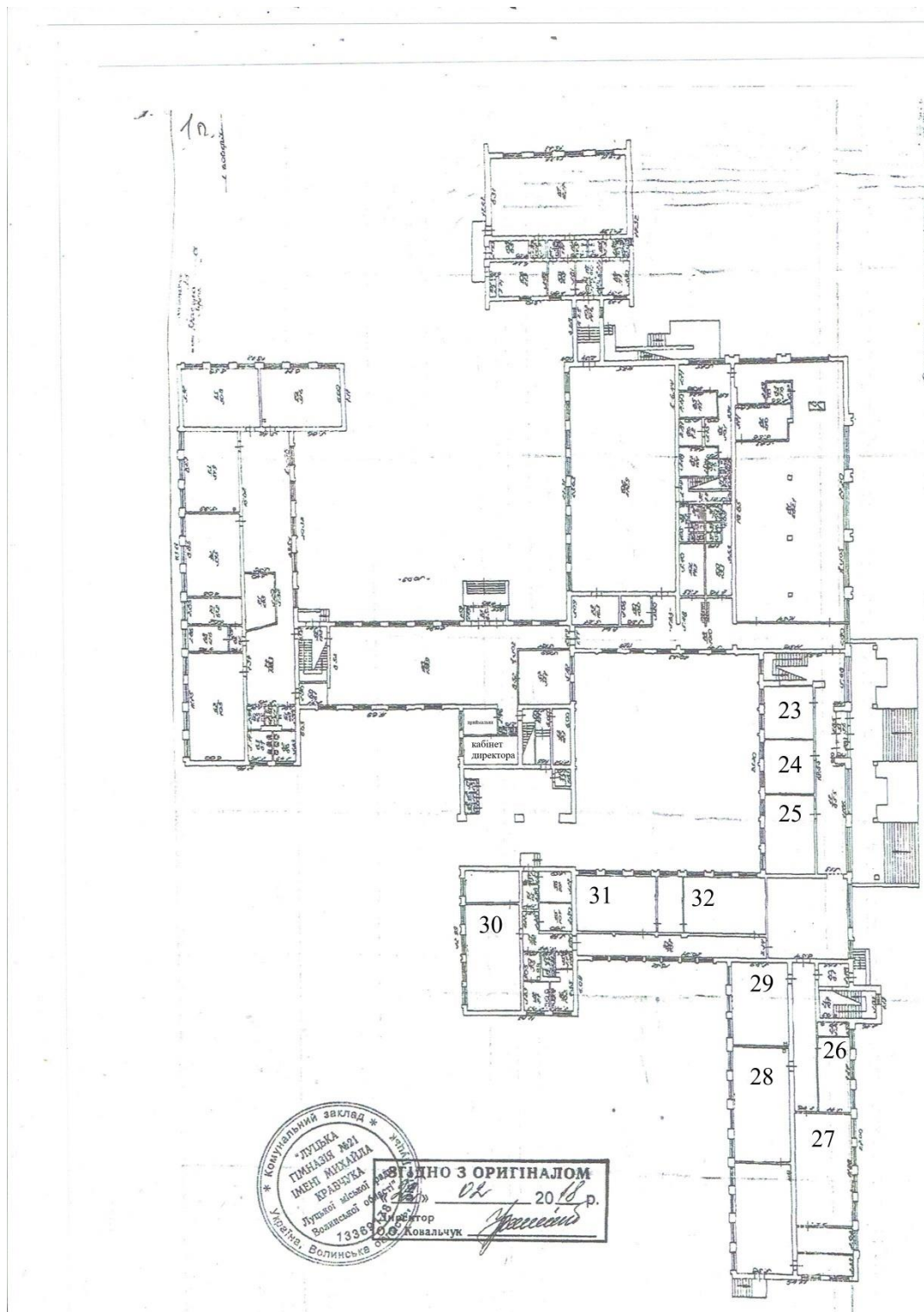
План будівлі комунального закладу загальної середньої освіти
«Луцький ліцей №21»

Рисунок Б.1 – План першого поверху

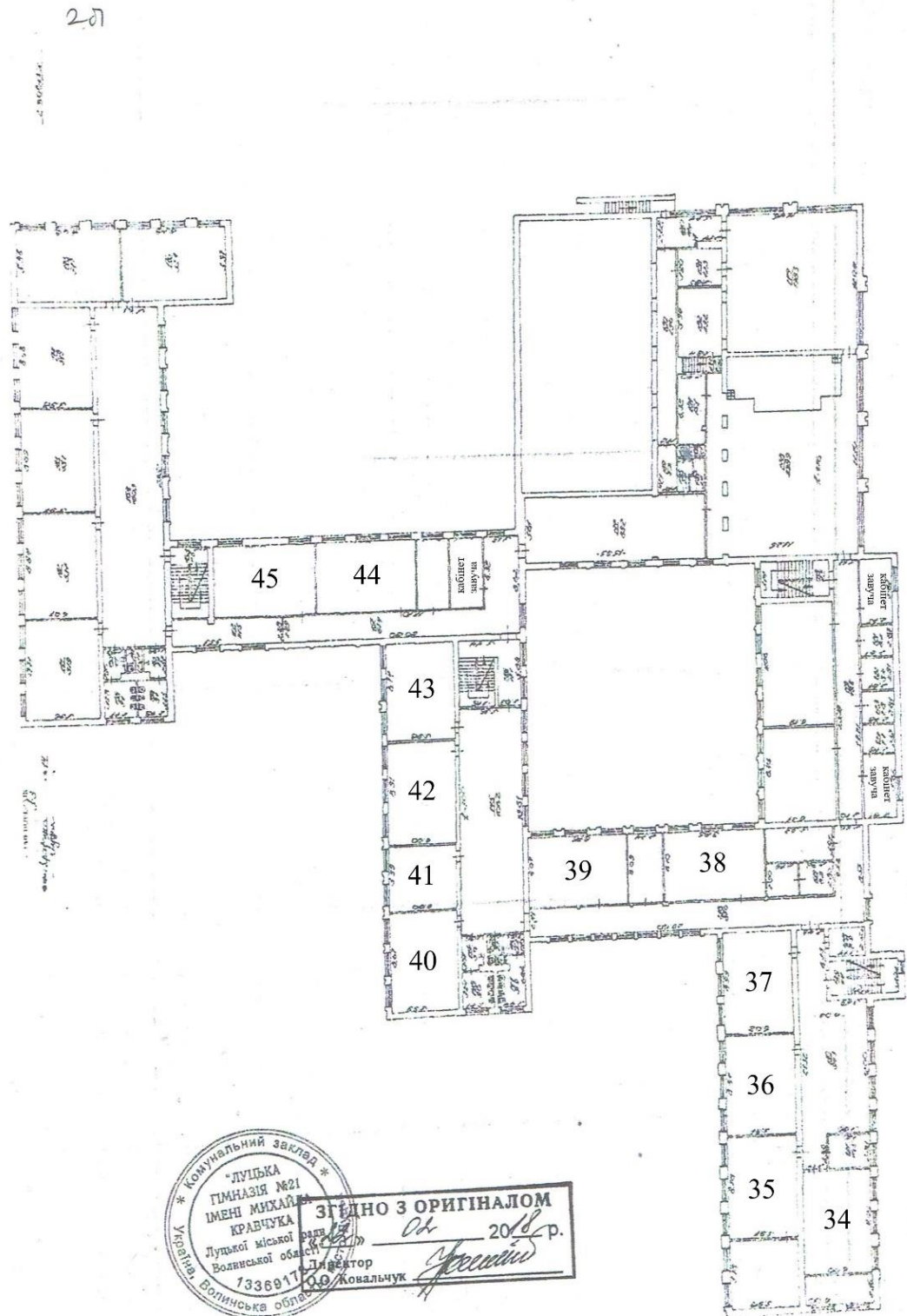


Рисунок Б.2 – План другого поверху

Додаток В

Налаштування вхідного маршрутизатора

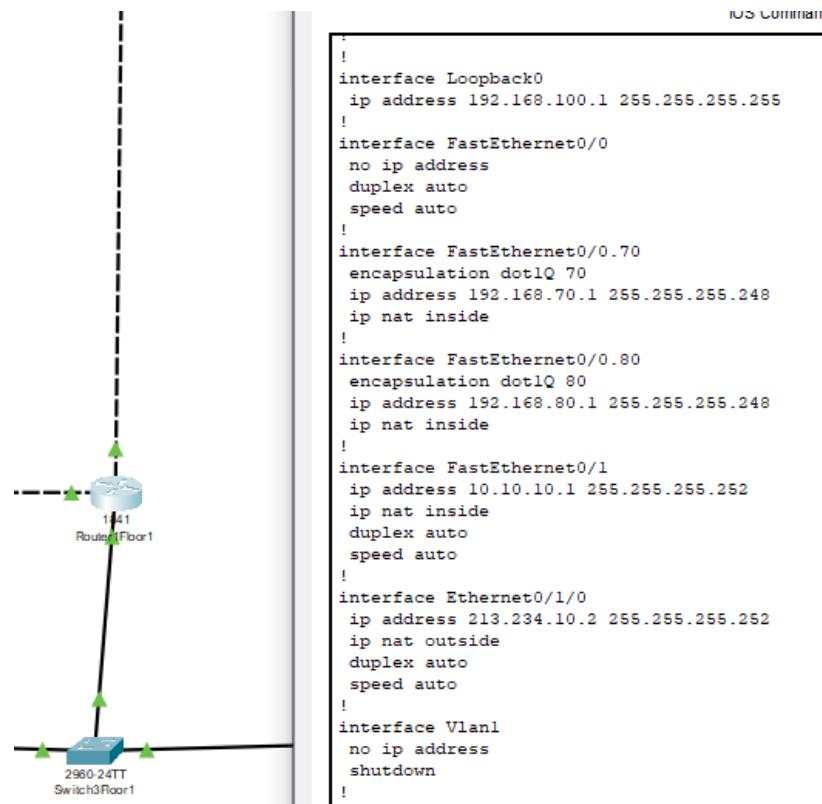


Рисунок В.1 – Конфігурація базових налаштувань на вхідному маршрутизаторі

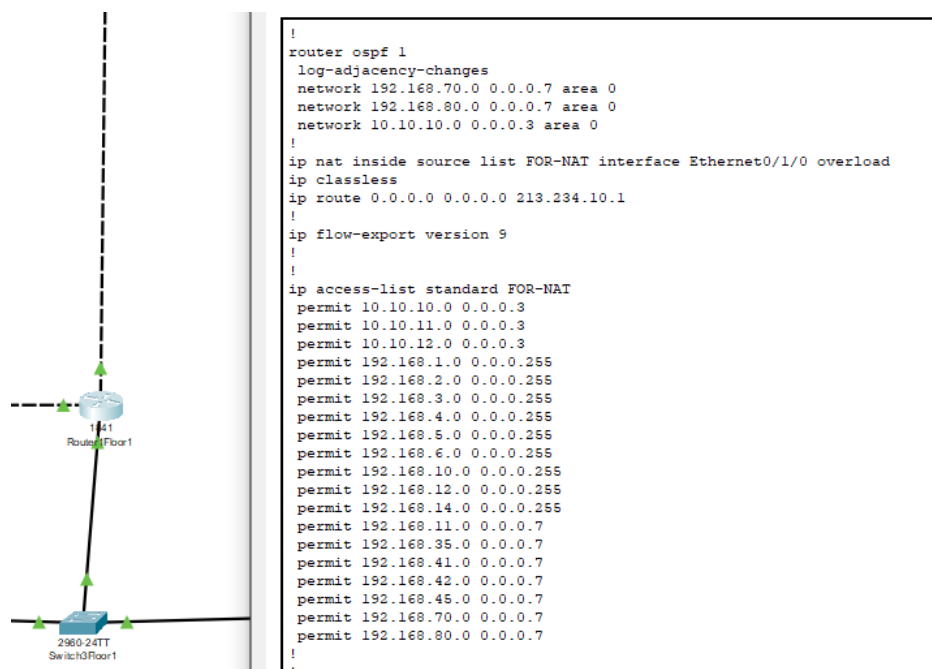


Рисунок В.2 – Конфігурація налаштувань OSPF та NAT на вхідному маршрутизаторі

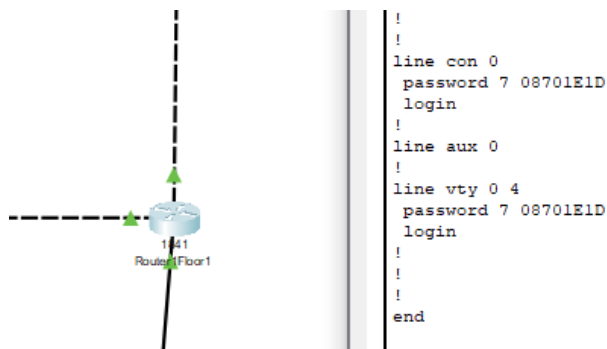


Рисунок В.3 – Налаштування паролів на вхідному маршрутизаторі

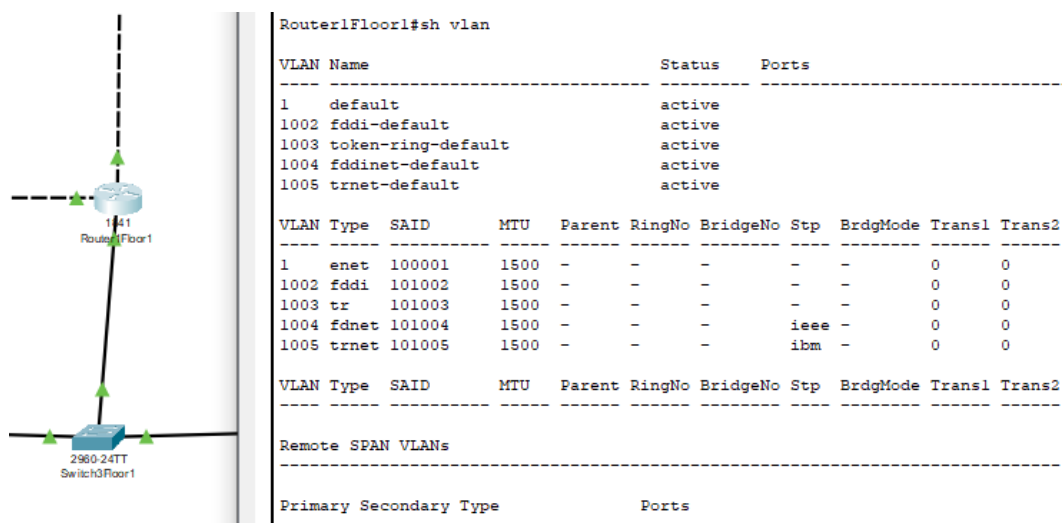


Рисунок В.4 – Конфігурація налаштувань VLAN на вхідному маршрутизаторі

Додаток Г

Налаштування маршрутизатора на першому поверсі

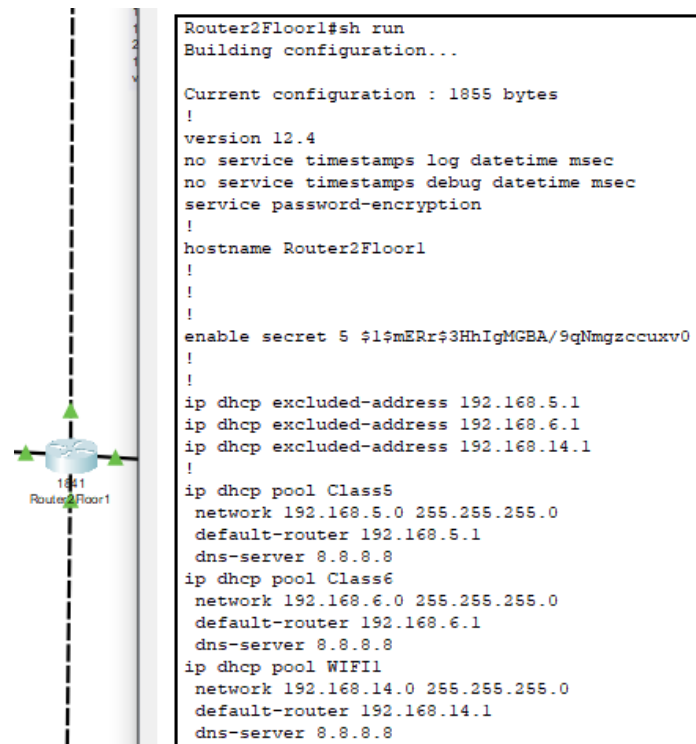


Рисунок Г.1 – Налаштування DHCP на маршрутизаторі на першому поверсі

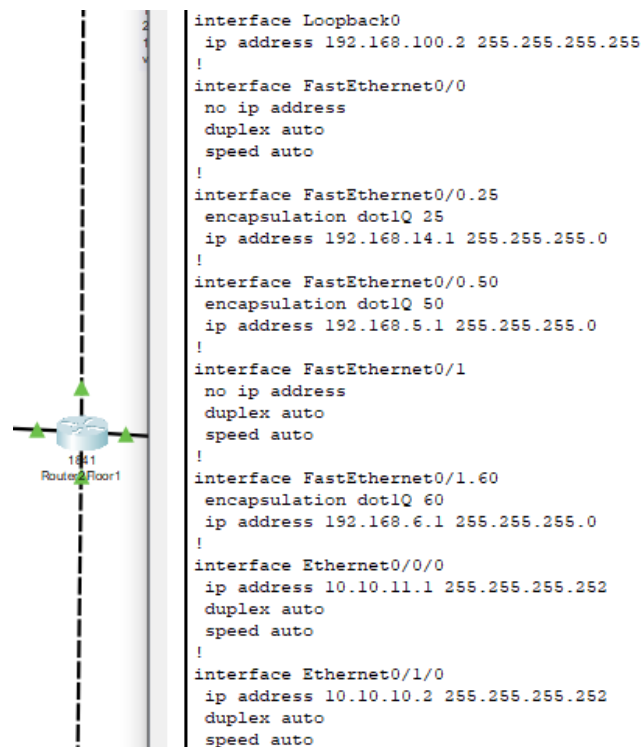
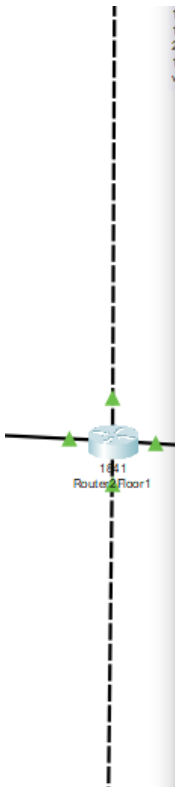


Рисунок Г.2 – Налаштування підінтерфейсів на маршрутизаторі на першому поверсі

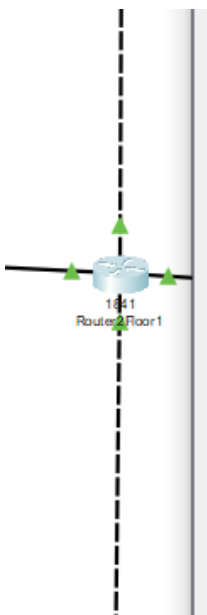


```

Router2Floor1#sh ip dhcp binding
IP address      Client-ID/      Lease expiration  Type
Hardware address
192.168.5.5     0050.0F6C.5089  --                Automatic
192.168.5.4     0001.6327.9DA8  --                Automatic
192.168.5.9     0030.F211.9258  --                Automatic
192.168.5.13    0090.21A7.E276  --                Automatic
192.168.5.6     0002.4AA1.B2D1  --                Automatic
192.168.5.14    00D0.D3B9.609C  --                Automatic
192.168.5.10    0040.0BAD.1ABA  --                Automatic
192.168.5.15    0009.7C37.7B2A  --                Automatic
192.168.5.12    0060.2F4A.C6BA  --                Automatic
192.168.5.2     00D0.D37C.A920  --                Automatic
192.168.5.3     00E0.8F18.ECA6  --                Automatic
192.168.5.11    0002.16CB.D1D9  --                Automatic
192.168.5.16    00E0.F934.CDE0  --                Automatic
192.168.5.7     00D0.BAB9.E729  --                Automatic
192.168.5.8     000C.CF61.CE98  --                Automatic
192.168.6.7     000C.CF01.4B02  --                Automatic
192.168.6.8     0090.2B85.60A5  --                Automatic
192.168.6.9     00D0.972D.5EDC  --                Automatic
192.168.6.10    0001.C796.D71E  --                Automatic
192.168.6.2     0001.642E.D5E1  --                Automatic
192.168.6.4     00D0.584B.275B  --                Automatic
192.168.6.6     0001.640B.B725  --                Automatic
192.168.6.3     0002.4A11.02AC  --                Automatic
192.168.6.13    0004.9AB3.7DBC  --                Automatic
192.168.6.16    0001.4387.1CCE  --                Automatic
192.168.6.15    0030.F238.2008  --                Automatic
192.168.6.11    0009.7C1A.5777  --                Automatic
192.168.6.14    0001.C9A7.C435  --                Automatic
192.168.6.12    0050.0FAB.C06C  --                Automatic
192.168.6.5     0009.7C37.CC30  --                Automatic
192.168.14.2    0001.C732.15AE  --                Automatic
192.168.14.3    000A.F333.1701  --                Automatic
192.168.14.4    0007.ECE3.6A08  --                Automatic
192.168.14.5    0001.87B4.D035  --                Automatic

```

Рисунок Г.5 – Призначення IP-адрес на першому поверсі



```

Router2Floor1#sh vlan
VLAN Name                Status    Ports
-----
1    default                 active
1002 fddi-default           active
1003 token-ring-default    active
1004 fddinet-default       active
1005 trnet-default        active

VLAN Type  SAID      MTU   Parent RingNo BridgeNo Stp  BrdgMode Trans1 Trans2
-----
1    enet    100001   1500  -     -     -     -    -      0      0
1002 fddi    101002   1500  -     -     -     -    -      0      0
1003 tr     101003   1500  -     -     -     -    -      0      0
1004 fdnet 101004   1500  -     -     -     -    ieee  0      0
1005 trnet 101005   1500  -     -     -     -    ibm   0      0

VLAN Type  SAID      MTU   Parent RingNo BridgeNo Stp  BrdgMode Trans1 Trans2
-----

Remote SPAN VLANs
-----

Primary Secondary Type          Ports
-----

```

Рисунок Г.6 – Налаштування VLAN на маршрутизаторі на першому поверсі

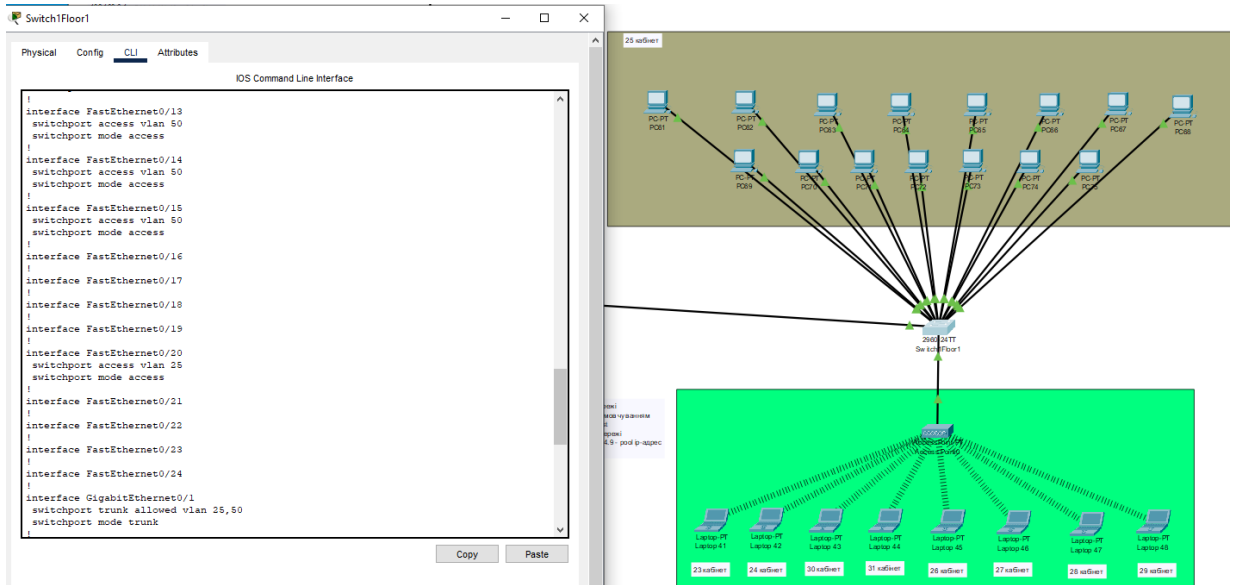


Рисунок Д.3 – Налаштування trunk порту на першому комутаторі на першому поверсі

```
!
!
line con 0
password 7 08701E1D
login
!
line vty 0 4
password 7 08701E1D
login
line vty 5 15
login
```

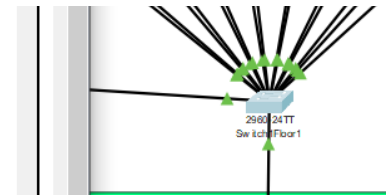


Рисунок Д.4 – Налаштування паролів на першому комутаторі на першому поверсі

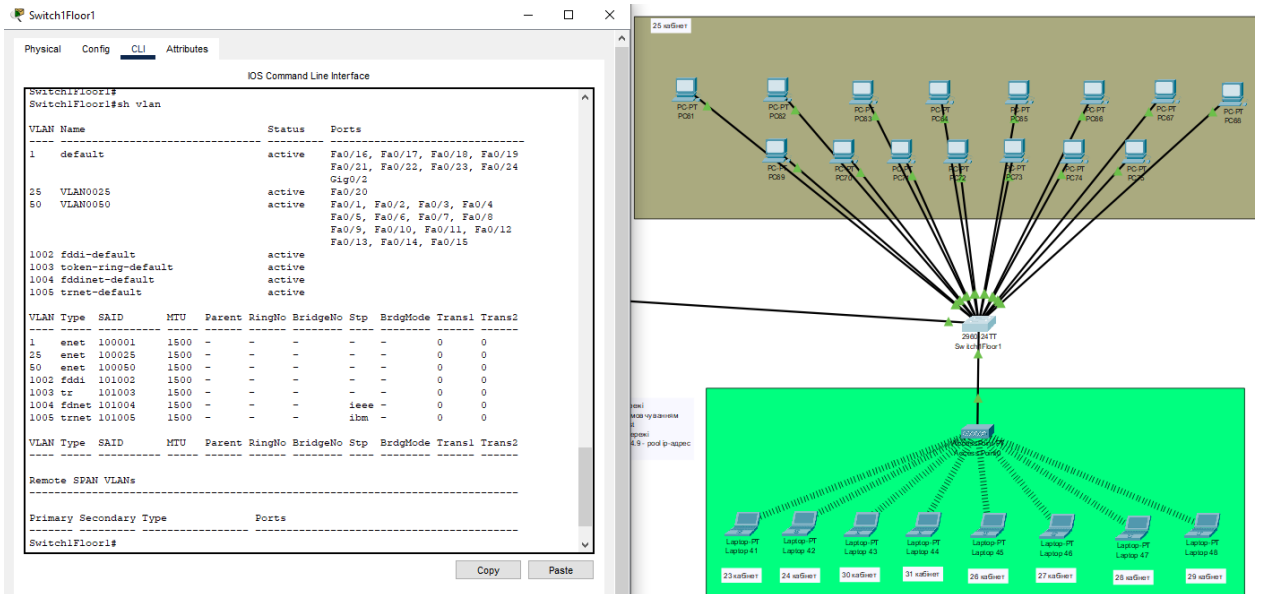


Рисунок Д.5 – Налаштування VLAN на першому комутаторі на першому поверсі

Додаток Е

Налаштування другого комутатора на першому поверсі

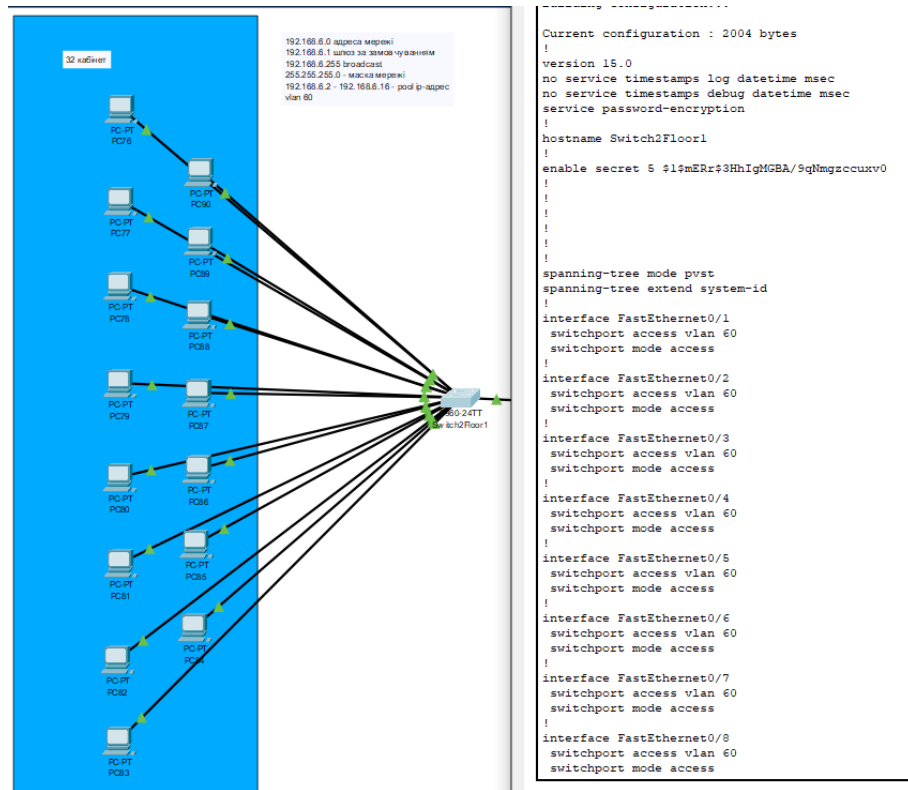


Рисунок Е.1 – Базові налаштування на другому комутаторі на першому поверсі

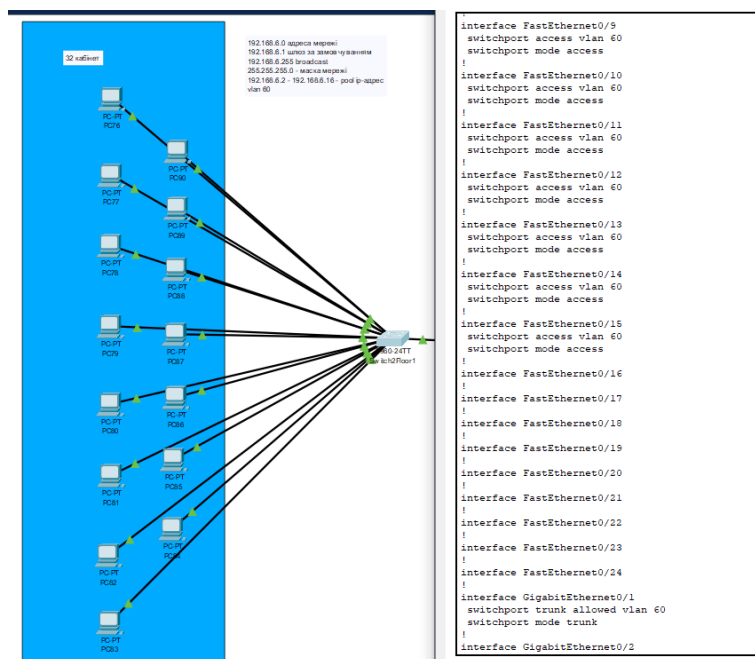


Рисунок Е.2 – Налаштування access портів на другому комутаторі на першому поверсі

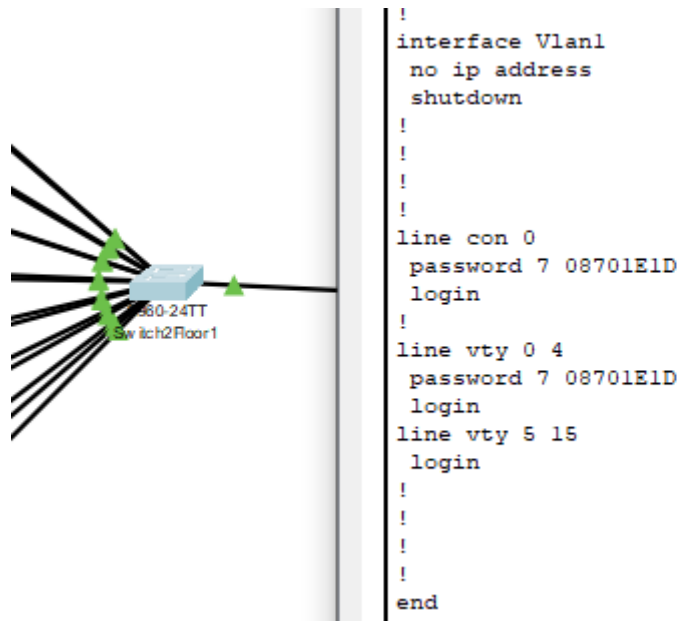


Рисунок Е.3 – Налаштування паролів на другому комутаторі на першому поверсі

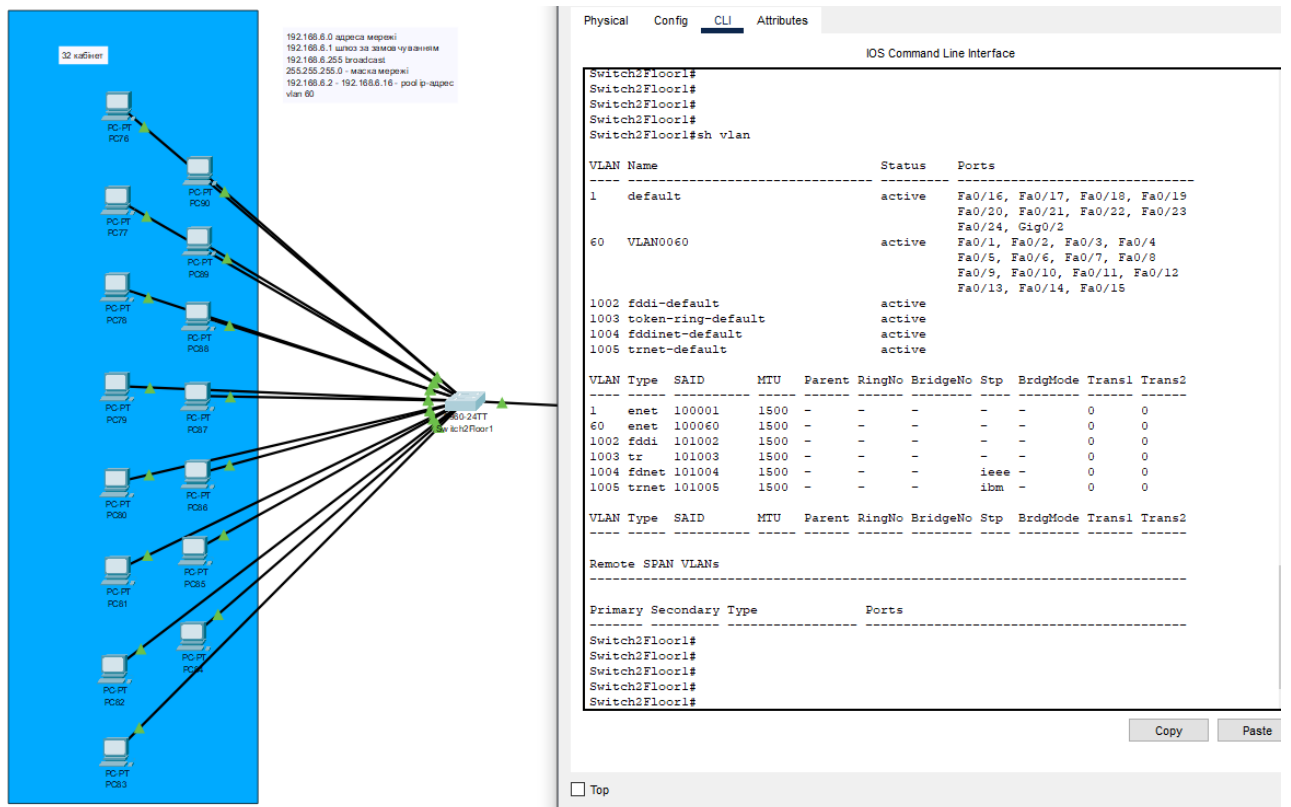
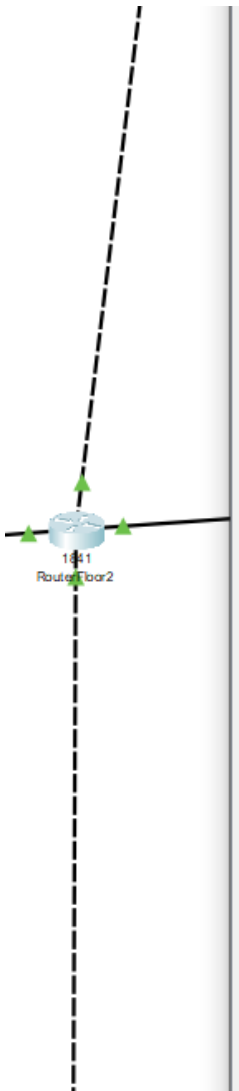


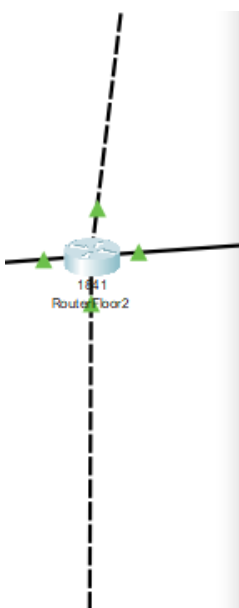
Рисунок Е.4 – Налаштування VLAN на другому комутаторі на першому поверсі



```
RouterFloor2#sh ip dhcp binding
```

IP address	Client-ID/ Hardware address	Lease expiration	Type
192.168.3.10	0001.97E9.74B1	--	Automatic
192.168.3.7	0005.5ED5.B2C8	--	Automatic
192.168.3.6	0030.F217.D891	--	Automatic
192.168.3.3	000B.BE44.AC3D	--	Automatic
192.168.3.4	00D0.BAB5.17D7	--	Automatic
192.168.3.11	0090.21C4.7658	--	Automatic
192.168.3.12	0003.E4DA.A974	--	Automatic
192.168.3.13	000A.41E4.9CD4	--	Automatic
192.168.3.5	0001.4322.8572	--	Automatic
192.168.3.16	0009.7C7E.A4D4	--	Automatic
192.168.3.8	00D0.BC97.227C	--	Automatic
192.168.3.2	000C.85BA.ED4C	--	Automatic
192.168.3.15	0060.4782.425C	--	Automatic
192.168.3.14	0060.700D.1EE4	--	Automatic
192.168.3.9	000A.4139.704A	--	Automatic
192.168.4.5	000C.8589.40DC	--	Automatic
192.168.4.6	00E0.8F1B.1C18	--	Automatic
192.168.4.11	000C.CF86.9EDC	--	Automatic
192.168.4.9	0030.A338.9AD3	--	Automatic
192.168.4.15	0004.9AC1.EDD9	--	Automatic
192.168.4.7	00D0.5830.85A6	--	Automatic
192.168.4.12	000A.F323.6133	--	Automatic
192.168.4.10	00E0.F952.3091	--	Automatic
192.168.4.13	000C.CF52.ED69	--	Automatic
192.168.4.4	00E0.B0E1.396A	--	Automatic
192.168.4.8	00D0.BCE5.EC39	--	Automatic
192.168.4.14	0001.9692.BC11	--	Automatic
192.168.4.3	0002.4A22.A604	--	Automatic
192.168.4.16	00E0.F95E.A20A	--	Automatic
192.168.4.2	00E0.F7DB.265A	--	Automatic
192.168.12.2	00D0.978A.C59B	--	Automatic
192.168.12.4	0030.A326.96B5	--	Automatic
192.168.12.3	0090.21E3.9207	--	Automatic
192.168.12.5	0001.64DC.66D0	--	Automatic
192.168.12.7	0010.11BC.C3B6	--	Automatic
192.168.12.6	0002.17E3.982A	--	Automatic
192.168.12.8	0003.E459.B4C4	--	Automatic
192.168.12.9	0002.1674.9323	--	Automatic
192.168.12.10	000C.CF67.3314	--	Automatic
192.168.12.11	0002.169C.885E	--	Automatic
192.168.12.12	000A.F34C.82D5	--	Automatic
192.168.12.14	00D0.9781.BBB4	--	Automatic
192.168.12.13	0040.0BA0.1865	--	Automatic
192.168.12.15	000A.F369.2BA5	--	Automatic

Рисунок Ж.5 – Призначення IP-адрес на другому поверсі



```
RouterFloor2#sh vlan
```

VLAN Name	Status	Ports
1 default	active	
1002 fddi-default	active	
1003 token-ring-default	active	
1004 fddinet-default	active	
1005 trnet-default	active	

VLAN Type	SAID	MTU	Parent	RingNo	BridgeNo	Stp	BrdgMode	Trans1	Trans2
1 enet	100001	1500	-	-	-	-	-	0	0
1002 fddi	101002	1500	-	-	-	-	-	0	0
1003 tr	101003	1500	-	-	-	-	-	0	0
1004 fdnet	101004	1500	-	-	-	ieee	-	0	0
1005 trnet	101005	1500	-	-	-	ibm	-	0	0

VLAN Type	SAID	MTU	Parent	RingNo	BridgeNo	Stp	BrdgMode	Trans1	Trans2
1 enet	100001	1500	-	-	-	-	-	0	0
1002 fddi	101002	1500	-	-	-	-	-	0	0
1003 tr	101003	1500	-	-	-	-	-	0	0
1004 fdnet	101004	1500	-	-	-	ieee	-	0	0
1005 trnet	101005	1500	-	-	-	ibm	-	0	0


```
Remote SPAN VLANs
```


Primary	Secondary	Type	Ports

Рисунок Ж.6 – Налаштування VLAN на маршрутизаторі на другому поверсі

Додаток И

Налаштування першого комутатора на другому поверсі

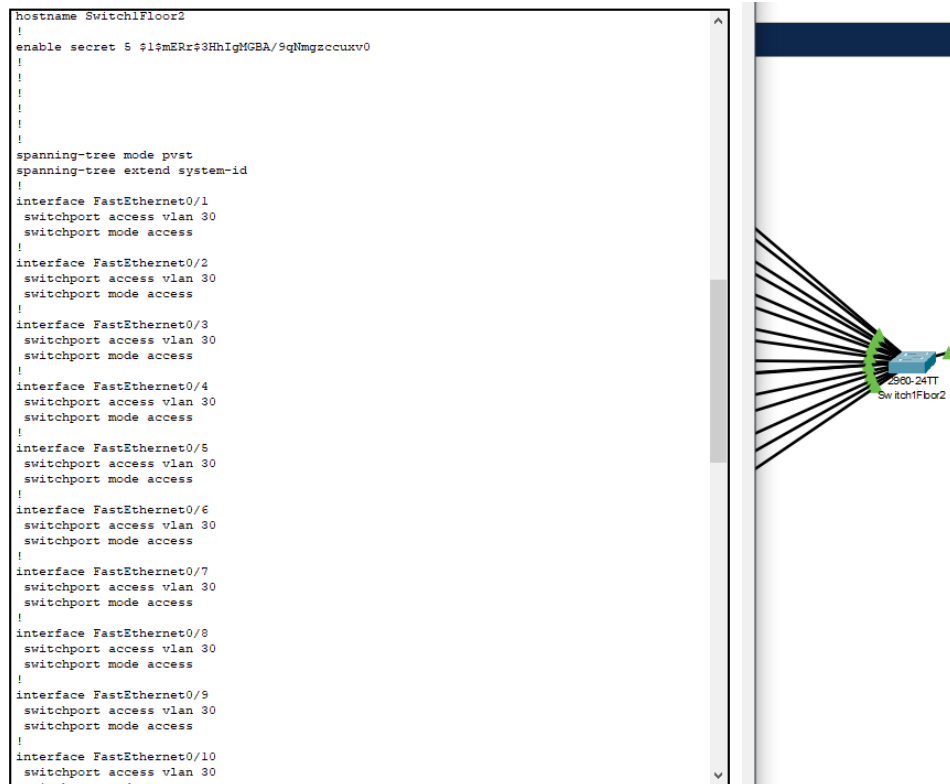


Рисунок И.1 – Налаштування access портів на першому комутаторі на другому поверсі



Рисунок И.2 – Налаштування паролів на першому комутаторі на другому поверсі

```
Switch1Floor2#sh vlan
```

VLAN Name	Status	Ports
1 default	active	Fa0/17, Fa0/18, Fa0/19, Fa0/21 Fa0/22, Fa0/23, Fa0/24, Gig0/2
15 VLAN0015	active	Fa0/20
30 VLAN0030	active	Fa0/1, Fa0/2, Fa0/3, Fa0/4 Fa0/5, Fa0/6, Fa0/7, Fa0/8 Fa0/9, Fa0/10, Fa0/11, Fa0/12 Fa0/13, Fa0/14, Fa0/15, Fa0/16
1002 fddi-default	active	
1003 token-ring-default	active	
1004 fddinet-default	active	
1005 trnet-default	active	

VLAN	Type	SAID	MTU	Parent	RingNo	BridgeNo	Stp	BrdgMode	Trans1	Trans2
1	enet	100001	1500	-	-	-	-	-	0	0
15	enet	100015	1500	-	-	-	-	-	0	0
30	enet	100030	1500	-	-	-	-	-	0	0
1002	fddi	101002	1500	-	-	-	-	-	0	0
1003	tr	101003	1500	-	-	-	-	-	0	0
1004	fdnet	101004	1500	-	-	-	ieee	-	0	0
1005	trnet	101005	1500	-	-	-	ibm	-	0	0

VLAN Type	SAID	MTU	Parent	RingNo	BridgeNo	Stp	BrdgMode	Trans1	Trans2
1	enet	100001	-	-	-	-	-	0	0
15	enet	100015	-	-	-	-	-	0	0
30	enet	100030	-	-	-	-	-	0	0
1002	fddi	101002	-	-	-	-	-	0	0
1003	tr	101003	-	-	-	-	-	0	0
1004	fdnet	101004	-	-	-	ieee	-	0	0
1005	trnet	101005	-	-	-	ibm	-	0	0


```
Remote SPAN VLANs
```

Primary	Secondary	Type	Ports

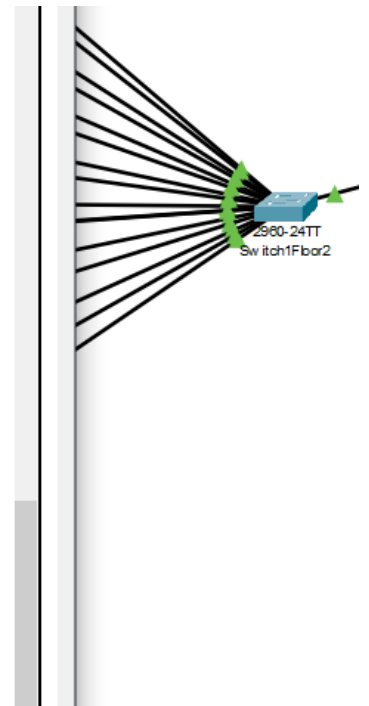


Рисунок И.3 – Налаштування VLAN на першому комутаторі на другому поверсі

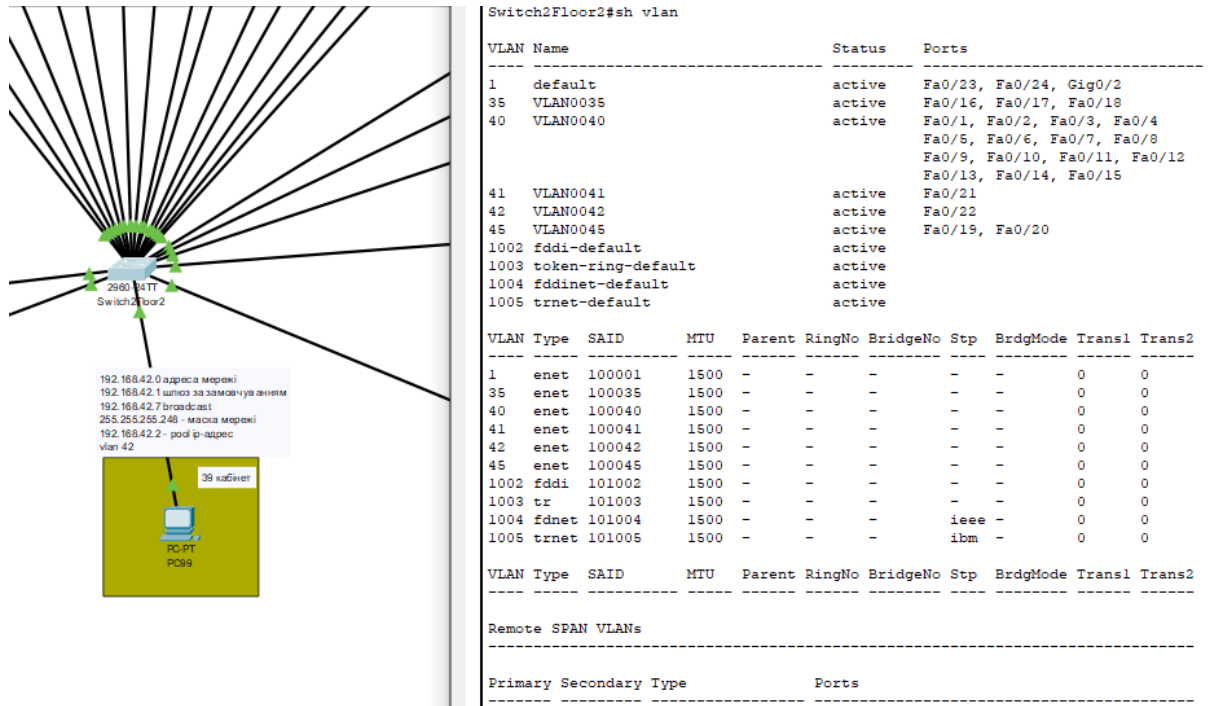


Рисунок К.3 – Налаштування VLAN на другому комутаторі на другому поверсі

Додаток Л

Налаштування маршрутизатора на третьому поверсі



Рисунок Л.1 – Налаштування DHCP на маршрутизаторі на третьому поверсі

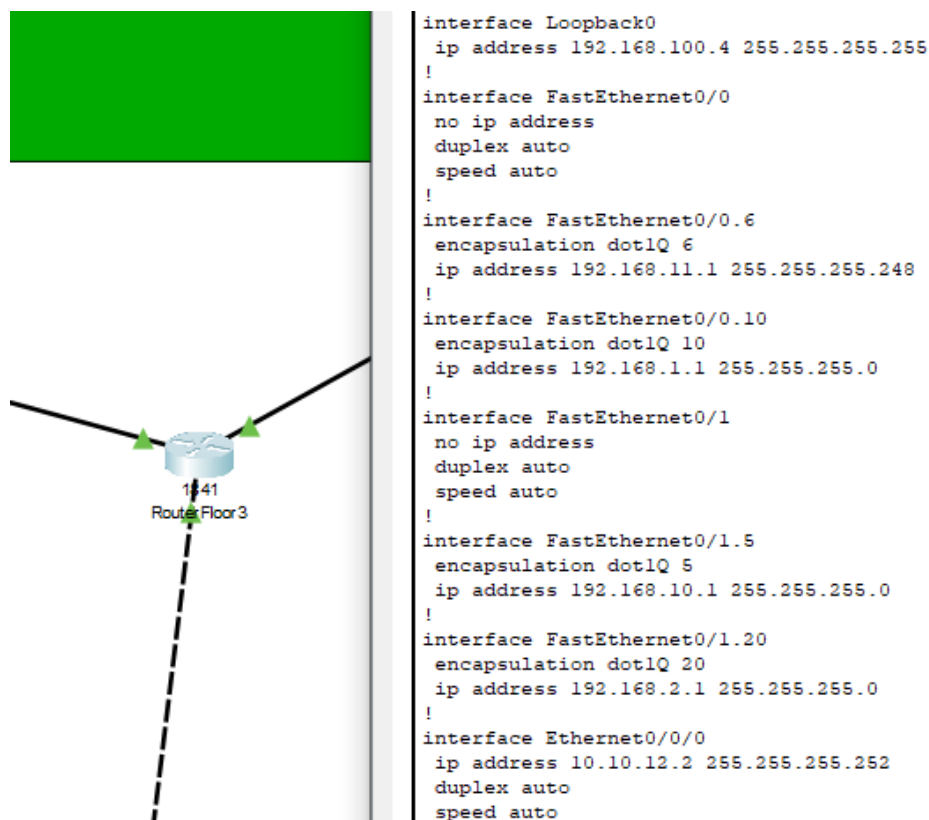
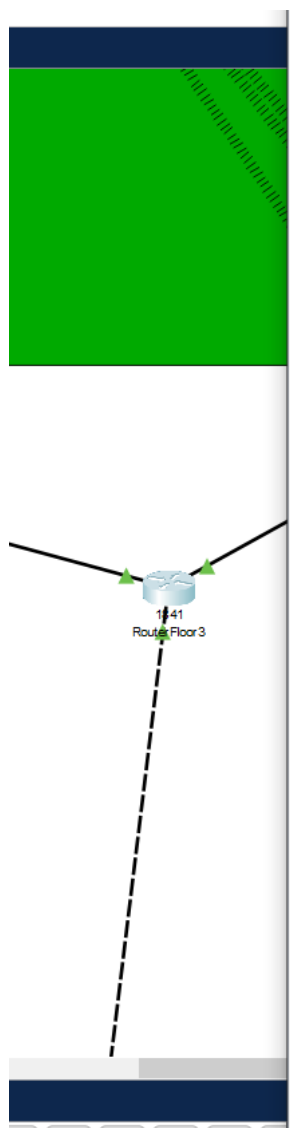
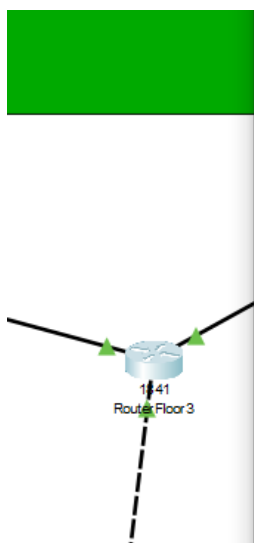


Рисунок Л.2 – Налаштування підінтерфейсів на маршрутизаторі на третьому поверсі



IP Address	Hardware address	Status	Assignment
192.168.1.7	0002.4A18.695B	--	Automatic
192.168.1.8	0002.16A2.1A2E	--	Automatic
192.168.1.6	0009.7C14.7359	--	Automatic
192.168.1.15	0000.0CD4.00A6	--	Automatic
192.168.1.2	0007.EC70.C337	--	Automatic
192.168.1.4	000B.EEC4.ED5A	--	Automatic
192.168.1.3	00D0.584E.2599	--	Automatic
192.168.1.5	0001.9781.E934	--	Automatic
192.168.1.9	000A.F3D9.A7C6	--	Automatic
192.168.1.12	0004.9A07.D111	--	Automatic
192.168.1.14	0009.7C90.30E0	--	Automatic
192.168.1.11	0002.16B6.1ED7	--	Automatic
192.168.1.10	000C.8593.90E0	--	Automatic
192.168.1.16	00E0.8FB1.47E4	--	Automatic
192.168.1.13	00E0.8C1C.3DC1	--	Automatic
192.168.2.8	000A.F3EC.9321	--	Automatic
192.168.2.9	00D0.5877.0CE6	--	Automatic
192.168.2.10	00D0.D3E1.EEC3	--	Automatic
192.168.2.5	0004.9A57.7686	--	Automatic
192.168.2.6	0001.96C0.9EB7	--	Automatic
192.168.2.13	0007.EC30.E330	--	Automatic
192.168.2.11	0050.0F13.A0C5	--	Automatic
192.168.2.4	0002.173C.1BD6	--	Automatic
192.168.2.15	0001.974A.737A	--	Automatic
192.168.2.12	0005.5EB8.183E	--	Automatic
192.168.2.14	00E0.8C71.4CA8	--	Automatic
192.168.2.2	00E0.2F03.5245	--	Automatic
192.168.2.3	00D0.582A.E73B	--	Automatic
192.168.2.7	000A.414E.33CC	--	Automatic
192.168.2.16	0001.6397.8815	--	Automatic
192.168.10.2	00E0.3EE5.8352	--	Automatic
192.168.10.3	0050.0FBE.C94C	--	Automatic
192.168.10.4	00E0.B052.A248	--	Automatic
192.168.10.5	0006.2A0A.5703	--	Automatic
192.168.10.6	0001.9731.768D	--	Automatic
192.168.10.7	0001.4306.658B	--	Automatic
192.168.10.10	00D0.5898.72AC	--	Automatic
192.168.10.11	0006.2A4D.3E9B	--	Automatic
192.168.10.8	00E0.706E.968B	--	Automatic
192.168.10.9	0090.2B5C.4A60	--	Automatic
192.168.10.14	00E0.2FE8.0614	--	Automatic
192.168.10.13	00D0.979A.AE44	--	Automatic
192.168.10.12	0007.EC26.8D62	--	Automatic
192.168.10.15	0001.C9D6.EC35	--	Automatic
192.168.10.16	00E0.F934.1394	--	Automatic
192.168.10.17	00D0.BD37.6D27	--	Automatic
192.168.10.19	0001.634E.A6D9	--	Automatic
192.168.10.18	0003.E4EE.E656	--	Automatic
192.168.10.21	0050.0F56.A161	--	Automatic
192.168.10.20	000B.BE23.D819	--	Automatic
192.168.10.22	00E0.B087.8788	--	Automatic
192.168.10.23	00E0.F728.1925	--	Automatic
192.168.10.24	0090.2BD4.CBD6	--	Automatic
192.168.10.26	0009.7C08.613E	--	Automatic
192.168.10.27	0007.EC50.59E7	--	Automatic
192.168.10.25	0002.4A86.C47D	--	Automatic
192.168.10.28	00E0.8F80.LDB6	--	Automatic
192.168.11.3	00D0.D39D.7A04	--	Automatic
192.168.11.2	0002.17ED.A07C	--	Automatic

Рисунок Л.5 – Призначення IP-адрес на третьому поверсі



```
RouterFloor3#sh vlan
```

VLAN Name	Status	Ports
1 default	active	
1002 fddi-default	active	
1003 token-ring-default	active	
1004 fddinet-default	active	
1005 trnet-default	active	

VLAN	Type	SAID	MTU	Parent	RingNo	BridgeNo	Stp	BrdgMode	Trans1	Trans2
1	enet	100001	1500	-	-	-	-	-	0	0
1002	fddi	101002	1500	-	-	-	-	-	0	0
1003	tr	101003	1500	-	-	-	-	-	0	0
1004	fdnet	101004	1500	-	-	-	ieee	-	0	0
1005	trnet	101005	1500	-	-	-	ibm	-	0	0


```
Remote SPAN VLANs
```


Primary	Secondary	Type	Ports
---------	-----------	------	-------

Рисунок Л.6 – Налаштування VLAN на маршрутизаторі на третьому поверсі

Додаток М

Налаштування першого комутатора на третьому поверсі

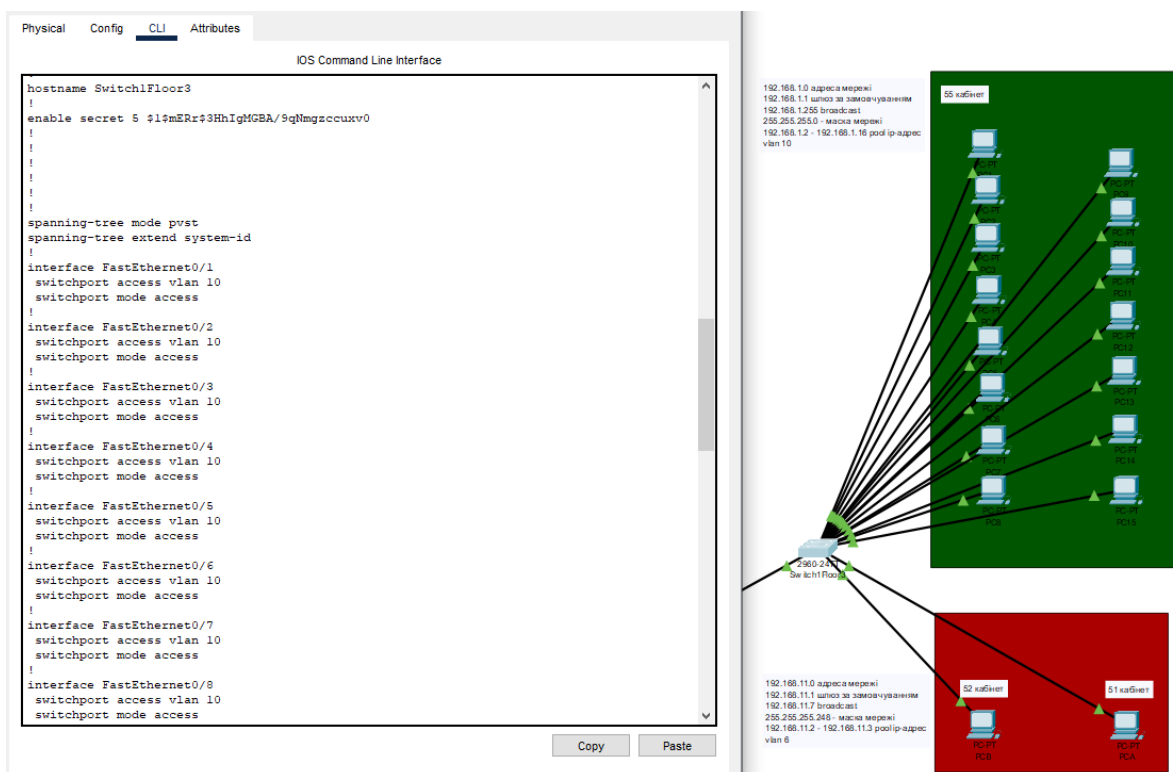


Рисунок М.1 – Налаштування access портів на першому комутаторі на третьому поверсі

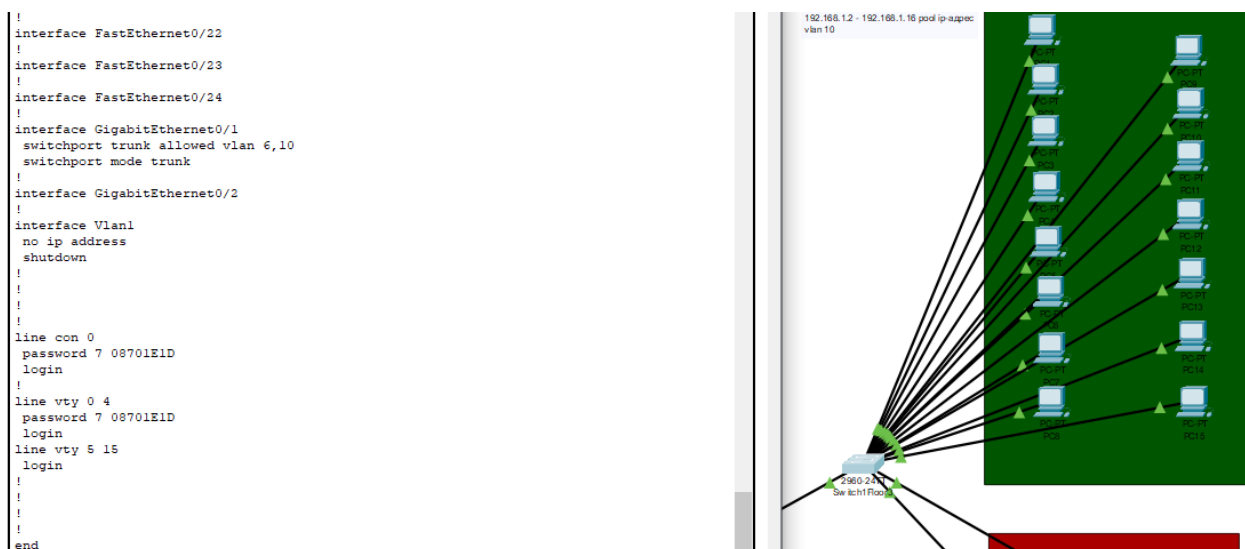


Рисунок М.2 – Налаштування паролів на першому комутаторі на третьому поверсі

```

Switch1Floor3#sh vlan
-----
VLAN Name                Status    Ports
-----
1    default                active    Fa0/16, Fa0/17, Fa0/18, Fa0/19
        Fa0/22, Fa0/23, Fa0/24, Gig0/2
6    VLAN0006                active    Fa0/20, Fa0/21
10   VLAN0010                 active    Fa0/1, Fa0/2, Fa0/3, Fa0/4
        Fa0/5, Fa0/6, Fa0/7, Fa0/8
        Fa0/9, Fa0/10, Fa0/11, Fa0/12
        Fa0/13, Fa0/14, Fa0/15
1002 fddi-default            active
1003 token-ring-default     active
1004 fddinet-default       active
1005 trnet-default         active

VLAN Type  SAID      MTU   Parent  RingNo  BridgeNo  Stp    BrdgMode  Trans1  Trans2
-----
1    enet     1000001  1500   -       -         -     -         0        0
6    enet     1000006  1500   -       -         -     -         0        0
10   enet     1000010  1500   -       -         -     -         0        0
1002 fddi     1010002  1500   -       -         -     -         0        0
1003 tr      1010003  1500   -       -         -     -         0        0
1004 fdnet  1010004  1500   -       -         -     ieee      0        0
1005 trnet  1010005  1500   -       -         -     ibm       0        0

VLAN Type  SAID      MTU   Parent  RingNo  BridgeNo  Stp    BrdgMode  Trans1  Trans2
-----

Remote SPAN VLANs
-----

Primary Secondary Type          Ports
-----

```

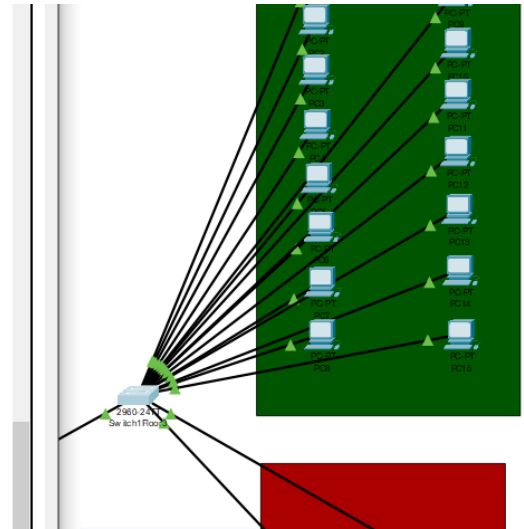


Рисунок М.3 – Налаштування VLAN на першому комутаторі на третьому поверсі

Додаток Н

Налаштування другого комутатора на третьому поверсі

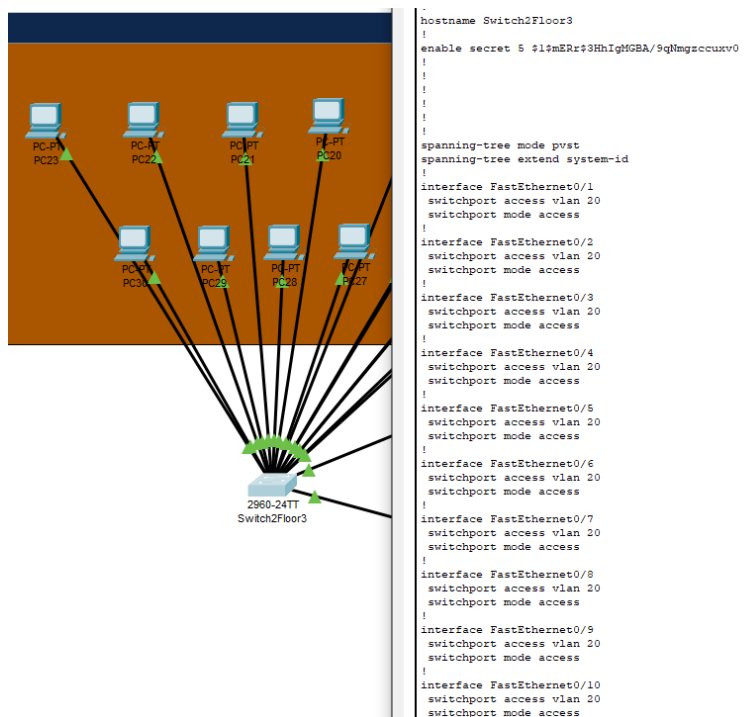


Рисунок Н.1 – Налаштування access портів на другому комутаторі на третьому поверсі

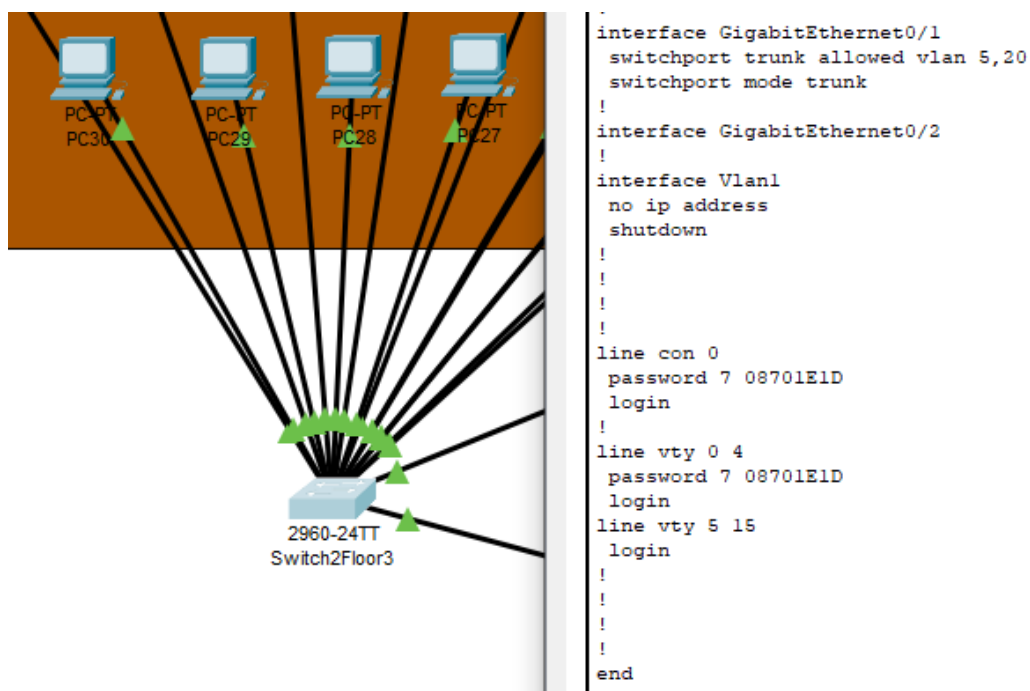


Рисунок Н.2 – Налаштування паролів на другому комутаторі на третьому поверсі

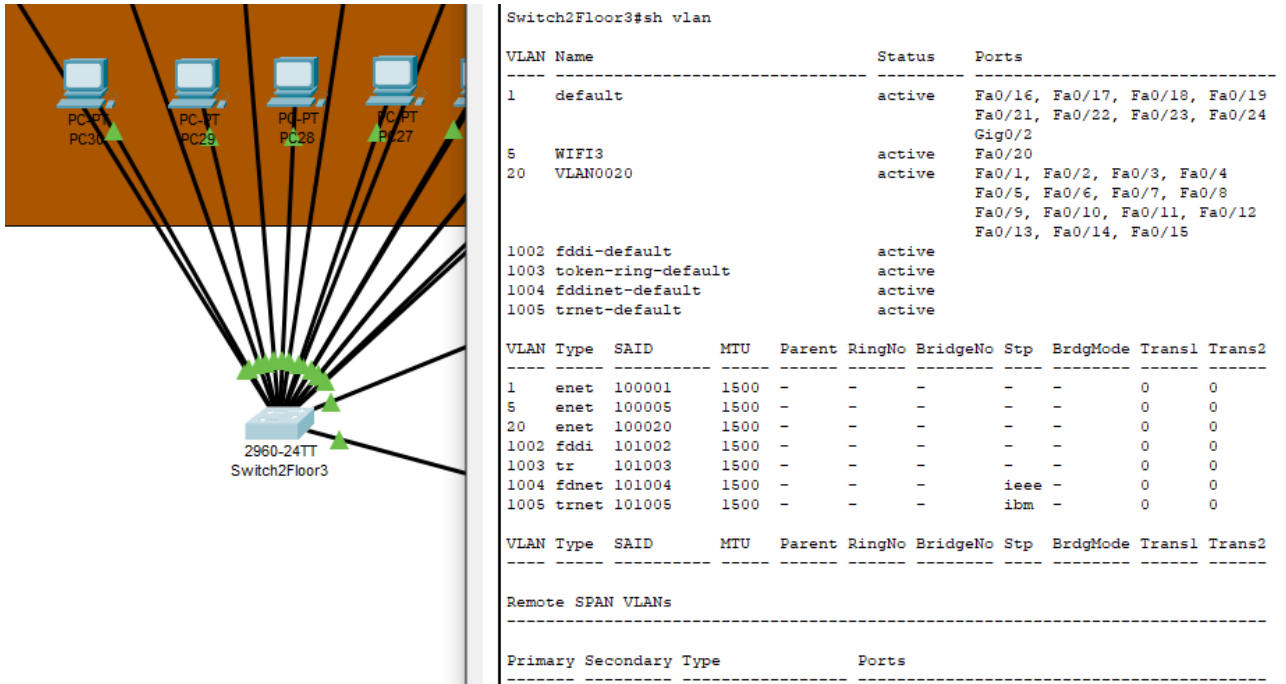


Рисунок Н.3 – Налаштування VLAN на другому комутаторі на третьому поверсі