

**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 кібербезпеки**

(повне найменування кафедри)

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

**КОРПОРАТИВНА КОМП'ЮТЕРНА МЕРЕЖА З  
БЕЗПРОВОДОВИМ СЕГМЕНТОМ**

**CORPORATE COMPUTER NETWORK WITH WIRELESS  
SEGMENT**

спеціальність 123 Комп'ютерна інженерія

(шифр і назва спеціальності)

освітня програма Комп'ютерна інженерія

(назва освітньої програми)

Виконав: здобувач вищої освіти  
групи КІс-21

Романов Михайло Володимирович

(підпис)

Керівник:

к.т.н., доцент

Мельник Катерина Вікторівна

(підпис)

Кваліфікаційну роботу

допущено до захисту

«    » червня      2023 р.

Гарант освітньої програми:

к.т.н., доцент

Лавренчук Світлана Василівна

(підпис)

Луцьк – 2023 рок

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет комп'ютерних та інформаційних технологій  
Кафедра комп'ютерної інженерії та кібербезпеки  
Ступінь вищої освіти: бакалавр  
Галузь знань: 12 Інформаційні технології  
Спеціальність: 123 Комп'ютерна інженерія  
Освітня програма: «Комп'ютерна інженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 р.

ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

*Романову Михайлу Володимировичу*  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи *Корпоративна комп'ютерна мережа з безпроводовим сегментом*

Керівник роботи *к.т.н., доцент Мельник Катерина Вікторівна*

затверджені наказом закладу вищої освіти від «28» грудня 2022 року № 982/01-02

2. Строк подання здобувачем вищої освіти кваліфікаційної роботи 01.06.2023р.

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, різні інтернет-ресурси технічного спрямування*

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

*Вступ*

*Аналіз предметної області та існуючих рішень*

*Розробка комп'ютерної мережі підприємства*

*Побудова бездротової мережі*

*Висновки*

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу:

*Існуючі рішення*

*RouterBoard, RouterOS, Small Form-factor Pluggable, Simple Network Management Protocol,*

*Small Office/Home Office, Spread Spectrum*

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Аналіз проблеми за темою роботи та постановка завдань дослідження</i>	<i>Мельник К.В.</i>		
<i>Теоретичне дослідження та практична реалізація</i>	<i>Мельник К.В.</i>		
<i>Практична реалізація об'єкта проектування</i>	<i>Мельник К.В.</i>		
<i>Висновки</i>	<i>Мельник К.В.</i>		

7. Дата видачі завдання 01.11.2022 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	<i>Обґрунтування теми</i>	До 15.11.2022 р.	
2.	<i>Огляд літератури із досліджуваної проблеми</i>	До 15.12.2022 р.	
3.	<i>Розділ 1</i>	До 02.02.2023 р.	
4.	<i>Розділ 2</i>	До 02.03.2023 р.	
5.	<i>Висновки та пропозиції</i>	До 02.04.2023 р.	
6.	<i>Формування списку використаних джерел</i>	До 15.04.2023 р.	
7.	<i>Формування додатків</i>	До 02.05.2023 р.	
8.	<i>Оформлення ілюстративного матеріалу</i>	До 15.05.2023 р.	
9.	<i>Нормоконтроль</i>	До 25.05.2023 р.	
10.	<i>Інструментальна перевірка на академічний плагіат</i>	До 01.06.2023 р.	
11..	<i>Представлення кваліфікаційної роботи бакалавра до захисту</i>	До 07.06.2023 р.	

Здобувач вищої освіти

(підпис)

Романов М.В.

(прізвище, ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

(підпис)

Мельник К.В.

(прізвище, ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Романов М.В. Корпоративна комп'ютерна мережа з безпроводовим сегментом. Рукопис.

Кваліфікаційна робота бакалавра ОП «Комп'ютерна інженерія» спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія. Луцький національний технічний університет. Луцьк, 2023.

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

Перший розділ присвячено огляду предметної області, тут розглядаються переваги та недоліки безпроводових мереж, особливості технології WI-FI, проектування локальних комп'ютерних мереж з бездротовим сегментом.

В другому розділі подається побудова бездротової мережі: ресурсні дані, вибір платформи.

Третій розділ присвячено побудові бездротової мережі: обладнання, що використовується, розгортання мережі, конфігурація мережі, налаштування контролера, тестування роботи системи.

Об'єкт – є корпоративна комп'ютерна мережа з безпроводовим сегментом.

Предмет – є проектування корпоративної комп'ютерної мережі з безпроводовим сегментом.

Метою роботи є аналіз характеристик та особливостей функціонування корпоративної комп'ютерної мережі, яка включає як проводові, так і безпроводові сегменти.

Ключові слова: RouterBoard, RouterOS, Small Form-factor Pluggable, Simple Network Management Protocol, Small Office/Home Office, Spread Spectrum.

## ANNOTATION

Romanov M. A corporate computer network with a wireless segment. Manuscript.

Bachelor's qualifying thesis of the OP "Computer Engineering" specialty 123 Computer Engineering. Lutsk National Technical University. Lutsk, 2023.

The qualification work consists of an introduction, three sections, conclusions, a list of used sources, and three appendices.

The first section is dedicated to the review of the subject area, here the advantages and disadvantages of wireless networks, features of WI-FI technology, design of local computer networks with a wireless segment are considered.

The second section presents the construction of a wireless network: resource data, platform selection.

The third section is devoted to the construction of a wireless network: the equipment used, network deployment, network configuration, controller settings, and system performance testing.

The object is a corporate computer network with a wireless segment.

The subject is the design of a corporate computer network with a wireless segment.

The purpose of the work is to analyze the characteristics and features of the functioning of the corporate computer network, which includes both wired and wireless segments.

Keywords: RouterBoard, RouterOS, Small Form-factor Pluggable, Simple Network Management Protocol, Small Office/Home Office, Spread Spectrum.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ .....	9
1.1 Переваги та недоліки безпроводових мереж .....	9
1.2 Особливості технології WI-FI .....	11
1.3 Проектування локальних комп'ютерних мереж з бездротовим сегментом .	14
РОЗДІЛ 2 РОЗРОБКА КОМП'ЮТЕРНОЇ МЕРЕЖІ ПІДПРИЄМСТВА .....	16
2.1 Вибір мережевого обладнання .....	16
2.2 Логічна структура мережі .....	21
РОЗДІЛ 3 ПОБУДОВА КОРПОРАТИВНОЇ МЕРЕЖІ .....	27
3.1 Моделювання мережі .....	27
3.2 Налаштування бездротового сегменту .....	32
ВИСНОВКИ .....	36
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	37
ДОДАТКИ.....	39

## ВСТУП

Актуальність теми. Сучасний офіс неможливо уявити собі без локальної мережі і виходу в мережу Інтернет. І мова йде не тільки про кількісне, але і про якісне зростання. Швидка мережа дозволяє організувати аудіо і відеозв'язок між співробітниками всередині офісу, а також з віддаленими офісами – і в значній кількості випадків відпадає потреба в телефонних каналах зв'язку. Швидка і надійна мережа дозволяє організувати хмарну інфраструктуру, де документи одночасно доступні для спільної роботи, що дозволяє відмовитися від локального зберігання даних. Об'єднання локальних мереж центрального та віддалених офісів в єдину інфраструктуру створює корпоративну комп'ютерну мережу.

Поміж тим, більшість сучасних пристроїв обладнані адаптерами безпроводового зв'язку і тому потрібно, разом із проводовими мережами, забезпечувати надійну роботу таких безпроводових пристроїв.

Об'єкт – є корпоративна комп'ютерна мережа з безпроводовим сегментом.

Предмет – є проектування корпоративної комп'ютерної мережі з безпроводовим сегментом.

Метою роботи є аналіз характеристик та особливостей функціонування корпоративної комп'ютерної мережі, яка включає як проводові, так і безпроводові сегменти.

Завдання кваліфікаційної роботи:

- проаналізувати предметну область та існуючі рішення, визначити специфікації логічної та фізичної структури підприємства;
- розробити комп'ютерну мережу підприємства, розробити структуру корпоративної комп'ютерної мережі;
- побудувати бездротову мережу визначити особливості функціонування комп'ютерної мережі з безпроводовим сегментом;
- вдосконалити алгоритм безпроводового роумінгу.

Для вирішення складової якісного і недорогого безпроводового доступу до мереж передачі даних і для забезпечення мобільності технологія WI-FI (група стандартів WI-FI IEEE 802.11) підходить на сьогоднішній день якнайкраще. Перш за все це пов'язано з широкою доступністю і дешевизною клієнтського обладнання, а також умовно безкоштовними частотами в 2.4 ГГц і 5 ГГц. Важливо й те, що інфраструктурне обладнання (мережева частина) вже досягла високого рівня, при цьому є відносно недорогою. Доцільним також є вибір правильної архітектури мережі WI-FI і найбільш доступного виробника WI-FI-рішень.

## РОЗДІЛ 1

### АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ

#### 1.1 Переваги та недоліки безпроводових мереж

Бездротові мережі посідають важливе місце в сучасних інформаційно-комунікаційних системах, оскільки забезпечують гнучкість побудови мережевої інфраструктури та підтримку мобільного доступу до інформаційних ресурсів. Їх активне впровадження зумовлене розвитком технологій радіозв'язку, зростанням кількості портативних пристроїв і підвищенням вимог користувачів до доступності мережевих сервісів незалежно від фізичного місця перебування. Водночас використання безпроводових мереж має як суттєві переваги, так і низку обмежень, які необхідно враховувати під час проєктування та експлуатації мережевих систем.

Основною перевагою безпроводових мереж є висока мобільність користувачів і мережевих пристроїв. Відсутність фізичного підключення до кабельної інфраструктури дозволяє здійснювати доступ до мережі з різних локацій у межах зони покриття, що особливо важливо для навчальних закладів, офісних приміщень, виробничих підприємств і громадських просторів. Така мобільність сприяє підвищенню продуктивності праці та оптимізації бізнес-процесів, оскільки користувачі можуть оперативно отримувати необхідні дані без обмежень, пов'язаних із фіксованим робочим місцем.

Іншою важливою перевагою є спрощення процесу розгортання мережі та зниження витрат на інсталяцію. У порівнянні з дротовими мережами, безпроводові рішення не потребують прокладання кабелів, що особливо актуально для об'єктів зі складною архітектурою або історичних будівель, де проведення монтажних робіт є обмеженим. Це дозволяє скоротити терміни впровадження мережі та зменшити фінансові витрати на будівельно-монтажні роботи, а також забезпечує більшу гнучкість під час подальшого розширення або модернізації мережевої інфраструктури.

Важливим аспектом є масштабованість безпроводових мереж, яка полягає у можливості відносно швидкого підключення нових користувачів і пристроїв без суттєвих змін у фізичній структурі мережі. Завдяки сучасним технологіям керування та балансування навантаження, безпроводові мережі можуть ефективно обслуговувати значну кількість клієнтів, що робить їх придатними для середовищ з динамічно змінною кількістю користувачів. Крім того, безпроводові мережі є важливою основою для розвитку концепцій Інтернету речей і «розумних» середовищ, у яких велика кількість сенсорів і пристроїв потребує постійного мережевого підключення.

Поряд із зазначеними перевагами безпроводові мережі мають низку суттєвих недоліків, які обмежують сферу їх застосування. Одним із ключових є нижчий рівень стабільності та пропускну здатності у порівнянні з дротовими мережами. Радіоканал є спільним середовищем передачі даних, що призводить до зменшення ефективної швидкості при збільшенні кількості активних користувачів. Крім того, на якість зв'язку впливають фізичні перешкоди, електромагнітні завади та умови поширення сигналу, що може спричинити втрати пакетів і зростання затримок [1].

Суттєвим недоліком безпроводових мереж є підвищені ризики інформаційної безпеки. Передача даних через радіоефір робить їх потенційно доступними для перехоплення, що потребує застосування складних механізмів шифрування, аутентифікації та контролю доступу. Неправильна конфігурація безпроводового обладнання або використання застарілих протоколів захисту може призвести до несанкціонованого доступу, витоку конфіденційної інформації або атак типу відмови в обслуговуванні. Це зумовлює необхідність постійного моніторингу стану мережі та регулярного оновлення програмного забезпечення мережевих пристроїв.

Ще одним обмежувальним фактором є обмежений радіочастотний ресурс і проблема взаємних завад. У середовищах з високою щільністю безпроводових мереж, зокрема у багатоповерхових будівлях або міських районах,

спостерігається перевантаження радіочастотного спектра, що негативно впливає на якість зв'язку. Для мінімізації цього впливу необхідне ретельне планування каналів і потужності передавачів, однак навіть за оптимальних налаштувань повністю усунути завади часто неможливо.

Таким чином, безпроводові мережі характеризуються значними перевагами у вигляді мобільності, гнучкості та відносної простоти розгортання, що робить їх незамінними у багатьох сучасних сферах застосування. Водночас наявність обмежень, пов'язаних із продуктивністю, стабільністю та безпекою, вимагає виваженого підходу до їх використання. Оптимальним рішенням у більшості випадків є поєднання безпроводових і дротових технологій у межах єдиної мережевої інфраструктури, що дозволяє максимально ефективно використати переваги кожного з підходів та мінімізувати їх недоліки.

## **1.2 Особливості технології WI-FI**

Технологія бездротової передачі даних Wi-Fi (Wireless Fidelity) є однією з найважливіших інновацій у сфері комунікацій, що дозволяє забезпечити високошвидкісну передачу інформації без використання фізичних з'єднань. Вона базується на принципах радіозв'язку і використовує стандарти, розроблені інститутом IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), зокрема сімейство стандартів IEEE 802.11. Перша версія цієї технології була представлена на початку 1990-х років, а сьогодні Wi-Fi є стандартом, що широко застосовується в побутових, комерційних і промислових мережах, від побутових бездротових мереж до складних корпоративних і державних інфраструктур [2].

Технологія Wi-Fi використовує радіохвилі для передачі інформації, що дозволяє усунути необхідність проводів між пристроями. Найбільш поширені частотні діапазони для Wi-Fi знаходяться в межах 2,4 ГГц та 5 ГГц, хоча новіші стандарти підтримують також частоти до 6 ГГц. Передача даних здійснюється через точку доступу, яка функціонує як шлюз, що з'єднує користувачів з більш

широкою мережею, зокрема Інтернетом. Підключення до Wi-Fi можливе за допомогою різноманітних пристроїв, таких як смартфони, ноутбуки, планшети, а також стаціонарні комп'ютери та інші девайси, що підтримують Wi-Fi. Однак існують певні обмеження, які впливають на ефективність цієї технології.

Однією з ключових особливостей Wi-Fi є використання спеціальних методів модуляції та кодування сигналу для підвищення ефективності використання частотного спектра. Важливим інструментом, що дозволяє зменшити вплив перешкод і забезпечити стабільну передачу даних, є метод модуляції OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing). Ця техніка дозволяє передавати дані через кілька паралельних частотних каналів одночасно, що підвищує ефективність використання радіочастот і дозволяє уникнути конфліктів між каналами. У сучасних версіях Wi-Fi, таких як 802.11ac і 802.11ax, застосовуються вдосконалені методи кодування сигналів, що дозволяють досягати швидкості передачі даних до кількох гігабіт на секунду.

Попри високу швидкість і ефективність, Wi-Fi має певні обмеження, пов'язані з фізичними характеристиками радіохвиль та їх взаємодією з навколишнім середовищем. Однією з основних проблем є зниження якості сигналу на великих відстанях або при наявності фізичних перешкод, таких як стіни, меблі або електронні пристрої, що можуть створювати перешкоди. Крім того, частотний діапазон, у якому працює Wi-Fi, є відкритим і загальнодоступним, що робить технологію вразливою до перешкод від інших бездротових пристроїв. Наприклад, Wi-Fi в діапазоні 2,4 ГГц може зазнавати перешкод від інших технологій, таких як Bluetooth або мікрохвильові печі. Тому у нових версіях стандартів Wi-Fi було введено використання нових частотних діапазонів, зокрема 5 ГГц і 6 ГГц, що дозволяють знизити вплив таких перешкод і забезпечити більшу стабільність з'єднання.

Іншою важливою характеристикою Wi-Fi є його здатність підтримувати різні типи бездротових мереж, включаючи відкриті (не зашифровані) та зашифровані з'єднання. Безпека в бездротових мережах є важливою складовою,

оскільки радіосигнал, на відміну від дротових мереж, може бути перехоплений зловмисниками. Для захисту інформації, що передається, були розроблені різні стандарти шифрування і автентифікації. Першими такими протоколами стали WEP (Wired Equivalent Privacy) та WPA (Wi-Fi Protected Access), але через виявлені уразливості вони були замінені більш безпечними стандартами WPA2 і WPA3. Протокол WPA3, що був введений в 2018 році, забезпечує більш високий рівень захисту завдяки використанню удосконалених методів шифрування, що дозволяють запобігти атакам типу «перехоплення паролів» та «брутфорс» [3].

Ще однією важливою складовою є питання масштабованості та здатності Wi-Fi працювати в складних мережевих структурах. У великих організаціях та кампусах, де потреба в бездротовому доступі є великою, застосовуються системи бездротових мереж, що включають багато точок доступу, які працюють разом для покриття великої території. В таких системах часто використовуються технології, що дозволяють автоматично переключати користувачів між точками доступу без втрати з'єднання, що забезпечує безперервний доступ до мережі при переміщенні по території. Окрім цього, з'явилися нові стандарти Wi-Fi, що підтримують підключення великої кількості пристроїв одночасно, зокрема Wi-Fi 6 (802.11ax), який підтримує технології, що дозволяють оптимізувати роботу мережі в умовах високої завантаженості.

У зв'язку з динамічним розвитком технологій бездротового зв'язку, Wi-Fi також отримує підтримку нових інноваційних функцій, таких як інтеграція з іншими технологіями, наприклад, Bluetooth або 5G. Це дозволяє створювати більш потужні і гнучкі мережі, що забезпечують високу швидкість, мінімальну затримку і стабільне з'єднання навіть у найскладніших умовах.

Отже, технологія Wi-Fi є важливою складовою сучасної інфраструктури зв'язку, яка забезпечує зручність, швидкість і мобільність при підключенні до глобальної мережі. Проте її ефективність залежить від багатьох факторів, таких як відстань між пристроєм і точкою доступу, наявність перешкод, а також налаштування безпеки та керування мережею. З розвитком нових стандартів та

інноваційних рішень, Wi-Fi продовжує залишатися однією з основних технологій для бездротового підключення в умовах високої мобільності і постійного росту вимог до швидкості та надійності з'єднання.

### **1.3 Проектування локальних комп'ютерних мереж з бездротовим сегментом**

Проектування локальних комп'ютерних мереж з бездротовим сегментом є складним інженерним процесом, що поєднує принципи класичного мережевого проектування з особливостями радіочастотних технологій передачі даних. Такий підхід зумовлений зростаючими вимогами до мобільності користувачів, гнучкості мережевої інфраструктури та необхідності інтеграції різнорідних пристроїв у єдине інформаційне середовище. У сучасних умовах бездротовий сегмент локальної мережі не розглядається як допоміжний елемент, а виступає повноцінною складовою, що має відповідати вимогам продуктивності, надійності та безпеки на рівні з дротовими з'єднаннями.

Процес проектування локальної комп'ютерної мережі з бездротовим сегментом починається з аналізу функціонального призначення мережі та характеристик середовища її експлуатації. Враховується кількість користувачів, типи мережевих пристроїв, характер трафіку, вимоги до пропускної здатності та затримок передачі даних. Особливу увагу приділяють просторовим параметрам об'єкта, таким як площа приміщень, матеріали стін і перекриттів, наявність джерел електромагнітних завад, оскільки ці чинники безпосередньо впливають на якість бездротового зв'язку та зону покриття точок доступу [4].

Важливим етапом проектування є вибір стандартів і технологій бездротового зв'язку. Найпоширенішими є стандарти сімейства IEEE 802.11, які постійно вдосконалюються з метою підвищення швидкості передавання даних, ефективності використання радіочастотного спектра та рівня безпеки. При цьому необхідно узгодити параметри бездротового сегмента з можливостями дротової

частини мережі, щоб уникнути вузьких місць у точках агрегації трафіку та забезпечити збалансовану роботу всієї інфраструктури.

Архітектура локальної мережі з бездротовим сегментом зазвичай передбачає ієрархічну побудову з виділенням рівнів доступу, агрегації та ядра. Бездротові точки доступу виконують функцію рівня доступу та підключаються до комутаторів дротової мережі, які, у свою чергу, забезпечують маршрутизацію та комутацію трафіку до серверних ресурсів і зовнішніх мереж. Така архітектура дозволяє централізовано керувати бездротовим сегментом, оптимізувати навантаження та підвищувати масштабованість мережі.

Окрему увагу в процесі проєктування приділяють питанням інформаційної безпеки. Бездротовий сегмент є більш уразливим порівняно з дротовим, оскільки передача даних здійснюється відкритим радіоканалом. Тому необхідно впроваджувати сучасні механізми аутентифікації та шифрування, сегментацію мережі за допомогою віртуальних локальних мереж, а також засоби моніторингу та виявлення несанкціонованого доступу. Комплексний підхід до безпеки дозволяє мінімізувати ризики витоку інформації та порушення цілісності даних.

Значну роль у проєктуванні відіграє планування радіочастотного ресурсу. Оптимальне розміщення точок доступу, правильний вибір каналів і рівнів потужності передавачів сприяють зменшенню взаємних завад і забезпеченню стабільного покриття. Для цього використовуються результати попередніх розрахунків і моделювання, а також інструменти радіочастотного аналізу, що дозволяють оцінити реальні умови поширення сигналу в конкретному середовищі [5].

Завершальним етапом проєктування комп'ютерної мережі з бездротовим сегментом є оцінювання її ефективності та відповідності заданим вимогам. Проводиться тестування пропускну здатності, затримок, стійкості до навантажень і відмов, а також перевірка механізмів безпеки. Отримані результати слугують основою для коригування параметрів мережі та формування рекомендацій щодо подальшої експлуатації й розвитку інфраструктури.

## РОЗДІЛ 2

### РОЗРОБКА КОМП'ЮТЕРНОЇ МЕРЕЖІ ПІДПРИЄМСТВА

#### 2.1 Вибір мережевого обладнання

Мережеве обладнання – пристрої, необхідні для роботи комп'ютерної мережі, наприклад: маршрутизатор, комутатор, концентратор, патч-панель тощо. Зазвичай розрізняють активне та пасивне мережеве обладнання.

Активне мережеве обладнання – це устаткування, що має певні «інтелектуальні» можливості. Тобто маршрутизатор і комутатор, які є активним мережним устаткуванням. Повторювач (репітер) і концентратор (хаб) не є АМО, оскільки він тільки повторює сигнал для збільшення відстані з'єднання або топологічного розгалуження і нічого «інтелектуального» собою не являють. Але керовані комутатори відносяться до активного мережного обладнання, так як можуть бути наділені певними «інтелектуальними властивостями».

Під пасивним мережним устаткуванням мається на увазі обладнання, не наділене «інтелектуальними» особливостями. Наприклад – кабельна система: кабель (коаксіальний і кручена пара (UTP / STP)), вилка/розетка (RG58, RJ45, RJ11, GG45), повторювач (репітер), патч-панель, концентратор (хаб), балун для коаксіальних кабелів (RG-58) тощо. Також, до пасивного обладнання можна віднести монтажні шафи і стійки, телекомунікаційні шафи. Монтажні шафи поділяють на типові та спеціалізовані. За типом монтажу: настінні й долівкові та інші [6].

Хаб або мережевий концентратор – це пристрій що працює на фізичному рівні мережевих протоколів – розмножує дані, що надходять на один порт з усіх інших.

Саме побудова мереж за допомогою хабів і було джерелом можливості сніффінга – підслуховування даних, переданих іншим користувачем.

Принцип сніфінга простий – мережева карта переводиться в режим слухання всіх пакетів, що приходять на комп'ютер, а не тільки призначених для нього.

Мережеві комутатори це широко поширені пристрої, що працюють на каналному рівні мережевих протоколів – записують MAC-адреси приєднаних комп'ютерів, деякі ідентифікатори мережевих карт і далі переправляють пакети тільки на той комп'ютер, чия MAC-адреса написана в пакеті. Перехід на свічі ліквідує проблему сніфінгу, крім того істотно знижує навантаження на лінії.

Комутатор може мати виділений порт, так званий UpLink, призначений для відправки пакетів, що не знайшли адресата в локальній мережі. Найбільш поширені керовані комутатори, що дозволяють до себе приєднатися – для початку через спеціальний порт (не мережевий) і налаштувати його з комп'ютера. Далі можна задати IP-адресу і надалі керувати ним по мережі. Незважаючи на наявність IP-адреси, комутатор залишається прозорим для мережевого рівня – наприклад, його неможливо виявити при трасуванні.

Мережеві маршрутизатори – це пристрої які працюють на мережевому рівні мережевих протоколів. Використовується для зовнішнього світу і для локальної мережі.

У локальній мережі основний роутер, може роздавати IP-адреси по DHCP, контролювати допустимі IP-адреси. Зазвичай у такому випадку роутер є шлюзом для комп'ютерів локальної мережі, при трасуванні зовнішнього адреси спочатку з'явиться адресу роутера. Зовнішня адреса може бути як статичною, так і динамічною [7].

Роутери часто виконують і функції більш високого рівня – роль мережевого екрану. При цьому аналіз даних виконується на транспортному чи навіть прикладному рівні мережевих протоколів. Суть полягає в тому, що на роутері можна налаштувати, на які порти дозволяти з'єднання, а на які – не потрібно, налаштувати переадресацію портів.

Вибираючи коммутатори для побудування мережі, необхідно виконати необхідні вимоги:

– кількість комп'ютерів. Оскільки, на нашому підприємстві 4 відділи і в мережу потрібно об'єднати 42 комп'ютери, то було вирішено розмістити на поверсі по 2 комутатора, який об'єднає всі ці комп'ютери, тому потрібно вибрати комутатори, котрі містять не менше 24-ти порти;

– масштабування. Можливість каскадування, щоб було можливе розширення мережі без заміни комутатора.

Зробивши аналіз технічних характеристик ряду комутаторів та взявши до уваги середовище розробки, був вибраний наступний пристрій - CISCO WS-C2950T-24 (рис. 2.1).



Рисунок 2.1 – Комутатор CISCO WS-C2950T-24

Особливості комутатора. Фіксована конфігурація з інтерфейсами Fast Ethernet і Gigabit Ethernet (Base-T).

Підтримує стандарти FastEthernet / GigabitEthernet – 2 порти.

Використовуючи комутатор серії Cisco Catalyst 2950, мережеві адміністратори можуть реалізувати високий рівень захисту портів і консолі. Контроль доступу до порту, заснований на аналізі MAC-адреси, захищає комутатор від доступу неавторизованих станцій. Можна створити обмеження на статичні і динамічні адреси, що забезпечить адміністраторам повний контроль над усім доступом до мережі.

Основні функції. Комутатор забезпечує одночасну роботу всіх портів на швидкості задіяного каналу.

Управління багатоадресного (multicast) трафіку за допомогою протоколу IGMP Snooping.

Функціональність для забезпечення масштабованості і високої доступності.

Підтримка додаткових функцій по фільтрації трафіку на рівнях L3 і L4 за допомогою стандартних і розширених листів доступу, а також ряд додаткових функцій по забезпеченню QoS в програмному забезпеченні Enhanced Image (EI) [7].

Опис:

- комутатор Cisco Catalyst WS-C2950T-24Виробник Cisco;
- модель Catalyst 2950T 24;
- входить в комплект керівництво користувача;
- основні характеристики;
- тип пристрою комутатор для великого підприємства;
- тип мережі Fast Ethernet;
- Ethernet;
- кількість базових портів 24.

Інтерфейси 24 x Ethernet 10 / 100BaseT • RJ-45 (автоматично узгоджена швидкість, автовизначний дуплекс режим).

2 x Ethernet 10/100 / 1000BaseT • RJ-45.

Електроспоживання внутрішнього блоку живлення:

- 100 - 120/200 - 240 В;
- споживана потужність 30 Вт.

Габарити – 444.5 x 43.6 x 241.8 мм, вага – 3 кг.

Оптимальним рішенням для з'єднання комутаторів та інших маршрутизаторів між поверхами є модель Cisco C2911/K9 (рис. 2.2).



Рисунок 2.2 – Маршрутизатор Cisco C2911/K9

Цей роутер буде використаний як і для з'єднання комутаторів на поверсі так і для з'єднання цих роутерів між собою в ієрархічну мережу.

Маршрутизатор (роутер) Cisco C2911-SRE-700 / K9 оснащений модулем SRE 700, який має процесор з частотою 1,6 ГГц і жорсткий диск ємністю 500 Гб. 3 Ethernet порти 10/100/1000, 2 USB порти і 10 слотів розширення забезпечують масштабованість. Також роутер володіє великим набором сервісів підвищення безпеки зв'язку [8].

Характеристики мережі:

- технологія з'єднання – провідна;
- протокол передачі даних Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet;
- протокол мережі IPSec;
- віддалене управління RMON, SNMP;
- індикатори живлення, статус з'єднання;
- протоколи маршрутизації BGP, GRE, OSPF, DVMRP, EIGRP, IS-IS, IGMPv3, PIM-SM, PIM-SSM, статична IPv4 і IPv6 маршрутизація;
- особливості конфігурації;
- підтримуються: VPN, DMVPN, IPv6, MPLS, Syslog;
- встановлені: фаєрвол, функція фільтрації контенту, DMVPN, WRED, CBWFQ.

Відповідність стандартам IEEE 802.1ag, IEEE 802.1ah. SRE модуль:

- тип SM-SRE-700-K9;
- процесор Intel Core 24;
- частота 1,86 ГГц;
- DRAM 2 Гб;
- флеш пам'ять. Встановлено внутрішній модуль USB flash-memory ємністю 2 Гб;
- жорсткий диск. Встановлено 1 жорсткий диск ємністю 500 Гб.

Інтерфейси, роз'єми:

- 3 порти Ethernet 10Base-T / 100Base-TX / 1000Base-T, роз'єм RJ-45;

- 1 консольний порт управління, роз'єм RJ-45;
- 1 консольний порт управління, коннектор Mini-USB тип B;
- 1 послідовний допоміжний порт, роз'єм RJ-45;
- 2 порти USB 4-пін USB тип A.

Відповідність стандартам CS-03, EN55024, CISPR 24, EN300-386, EN50082-1, EN 60950-1, UL 60950-1, AS / NZS 3548, IEC 60950-1, BSMI CNS 13438, EN55022 Class A, CISPR 22 Class A, ICES-003 Class A, CAN / CSA-E60065-00, FCC CFR47 Part 15, CSA C22.2 No. 60065.

Операційна система – Cisco IOS Security, Cisco IOS Unified Communications.

Фізичні характеристики:

- електроспоживання: 120/230 В змінного струму;
- габарити 88.9 x 438.2 x 469.9 мм;
- вага 13,2 кг - з джерелом живлення, без модулів;
- 15,5 кг – середня вага з модулями;
- форм-фактор зовнішній та займає 2 юніта;
- у комплекті поставки є монтажний набір на 19 дюймів;
- робоча температура від 0 до 40° С;
- зберігання: від 40 до 70°С;
- вологість від 5 до 85% (без конденсату).

На реалізацію мережі потрібна наступне мережеве обладнання:

- комутатор Cisco Catalyst 2950 – 12 шт;
- маршрутизатор Cisco C2911-SRE-700/K9 – 4 шт.

## **2.2 Логічна структура мережі**

Перед визначення логічної структури необхідно визначити найменування мережевого обладнання для зручності пояснення. Всього на поверсі має бути 42 комп'ютери, 2 комутатори, 1 маршрутизатор.

Комп'ютери на кожному поверсі матимуть наступні найменування: PC\_T\_N. Де PC – Personal computer, T – номер поверху, N – номер комп'ютера на поверсі починаючи зі значення 1 до K, де K – кількість комп'ютерів на поверсі, тобто 42 [9]. Наприклад на першому поверсі комутатори матимуть назви S\_1\_1 та S\_1\_2.

Комутатори на кожному поверсі матимуть наступні найменування: S\_T\_N. Де S – Switch, T – номер поверху, N – номер комутатора на поверсі, 1 або 2. Наприклад на першому поверсі комутатори матимуть назви S\_1\_1 та S\_1\_2.

Маршрутизатори на кожному поверсі матимуть наступні найменування: R\_T.

Де R – Router, T – номер поверху. Наприклад на першому та другому поверсі маршрутизатори матимуть назви R\_1 та R\_2.

Обладнання на кожному поверсі є аналогічне попередньому крім двох виключень:

- на 1 поверсі на відмінну від інших встановлений сервер;
- на 3 поверсі на відмінну від інших встановлений маршрутизатор для об'єднання маршрутизаторів з інших поверхів.

Проектування логічної мережі необхідно розпочати з визначення VLAN для кожного відділу.

VLAN (англ. Virtual Local Area Network — віртуальна локальна комп'ютерна мережа) — є групою хостів з загальним набором вимог, що взаємодіють так, ніби вони прикріплені до одного домену, незалежно від їх фізичного розташування. VLAN має ті самі атрибути, як і фізична локальна мережа, але дозволяє кінцевим станціям бути згрупованими разом, навіть якщо вони не перебувають на одному мережевому комутаторі. Реконфігурація мережі може бути зроблена за допомогою програмного забезпечення замість фізичного переміщення пристроїв [10].

Як було підмічено, на підприємстві є чотири відділи, від 1 до 4 відповідно:

- менеджери з продаж – працівники які займаються продажем – 1;

- топ менеджери, керівники – 2;
- бухгалтерія – 3;
- IT відділ – 4.

Отже кожному відділу ми визначимо свій VLAN та він матиме наступні найменування відділу-найменування VLAN-номер VLAN:

- менеджери – MANAGERS – 2;
- керівники – DIRECTORS – 3;
- бухгалтери – BУН – 4;
- технічні інженери – IT – 5.

Налаштування VLAN потрібно виконати на комутаторах та маршрутизаторах. На комутаторах створюються самі VLAN, а на маршрутизаторі створюються підінтерфейси, які кріпляться за відповідними VLAN та мають свої IP. Нижче наведена таблиця 2.1 IP мереж за кожним VLAN на поверсі:

Таблиця 2.1 – Таблиця IP адресів на кожен VLAN

Номер VLAN	Найменування VLAN	IP під інтерфейсу	Маска
2	MANAGERS	192.168.12.1	255.255.255.0
3	DIRECTORS	192.168.13.1	255.255.255.0
4	BУН	192.168.14.1	255.255.255.0
5	IT	192.168.15.1	255.255.255.0

Як видно з таблиці 2.1, IP мережа на VLAN має певну закономірність, а саме – 192.168.[T][NVLAN].1, де T – номер поверху, а NVLAN номер VLAN, який був визначений вище в розділі. Адреса мережі рівна 192.168.[T][NVLAN].0.

Для гнучкості та простоти налаштування мережі на кожному комп'ютері було вирішено використовувати динамічне отримання IP параметрів за допомогою DHCP.

DHCP (англ. Dynamic Host Configuration Protocol — протокол динамічної конфігурації вузла) – це стандартний протокол прикладного рівня, який дозволяє комп'ютерам автоматично отримувати IP-адресу та інші параметри, необхідні для роботи в мережі. Для цього комп'ютер звертається відповідно до DHCP-сервера. Мережевий адміністратор може задати діапазон адрес, які будуть розподілені між комп'ютерами. Це дозволяє уникнути ручного налаштування комп'ютерів мережі й зменшує кількість помилок. Протокол DHCP використовується в більшості великих мереж TCP/IP [11-13].

Для налаштування DHCP необхідно конфігурувати роутер, що знаходиться на поверсі, для прикладу на першому поверсі R\_1. Конфігурування зводиться до створення пулу під кожен VLAN з вказанням IP адреси мережі з маскою, шлюзу по замовчуванням та DNS сервера.

В таблиці 2.2 наведений приклад конфігурації DHCP 1 поверху на роутері R\_1.

Таблиця 2.2 – Конфігурування DHCP по VLAN на 1 поверсі

Номер VLAN	IP мережі	Маска	Шлюз	DNS
2	192.168.12.0	255.255.255.0	192.168.12.1	8.8.8.8
3	192.168.13.0	255.255.255.0	192.168.13.1	8.8.8.8
4	192.168.14.0	255.255.255.0	192.168.14.1	8.8.8.8
5	192.168.15.0	255.255.255.0	192.168.15.1	8.8.8.8

Детальніше про налаштування VLAN буде в розділі моделювання мережі.

Для наглядності також буде складена аналогічна таблиця для другого поверху – 2.3.

Таблиця 2.3 – Конфігурування DHCP по VLAN на 2 поверсі

Номер VLAN	IP мережі	Маска	Шлюз	DNS
2	192.168.22.0	255.255.255.0	192.168.22.1	8.8.8.8
3	192.168.23.0	255.255.255.0	192.168.23.1	8.8.8.8
4	192.168.24.0	255.255.255.0	192.168.24.1	8.8.8.8
5	192.168.25.0	255.255.255.0	192.168.25.1	8.8.8.8

Для реалізації маршрутизації між поверхами введений ще один маршрутизатор, до якого під'єднанні маршрутизатори на поверхах – R\_MAIN. На цьому роутері прописана таблиця маршрутизації між відділами на різних поверхах. Розглянемо приклад між 1 та 2 поверхом. Для можливості маршрутизації необхідно підключити роутери, що на поверхах (R\_1 та R\_2), до R\_MAIN і задати IP налаштування інтерфейсів підключення. Налаштування наглядно показані в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – IP налаштування інтерфейсів R\_1 та R\_2 з R\_MAIN

Назва роутеру поверху	IP адрес роутеру поверху	IP адрес R_MAIN	Маска
R_1	192.168.101.1	192.168.101.2	255.255.255.252
R_2	192.168.102.1	192.168.102.2	255.255.255.252

Маска визначена виходячи з пристроїв в цій підмережі, а їхня кількість рівна 2 і не буде збільшена.

Після цього на маршрутизаторах R\_1 та R\_2 необхідно ввести шлюз по замовчуванню для того, щоб пакети, які мають отримувача на іншому, на відмінну від відправника, поверсі були доставлені через роутер R\_MAIN. Для цього R\_1 має бути 192.168.101.2, а в R\_2 192.168.102.2. Для інших поверхів налаштування мають бути аналогічні та рівні 192.168.10[N].2 де N – номер поверху.

В завершення налаштування необхідно прописати статичні маршрути в роутер R\_MAIN.

Таблиця 2.5 – Таблиця статичної маршрутизації в межах 1 та 2 поверху на маршрутизаторі R\_MAIN

IP мережі призначення	Маска мережі призначення	Інтерфейс перенаправлення пакетів
192.168.12.0	255.255.255.0	192.168.101.1
192.168.13.0	255.255.255.0	192.168.101.1
192.168.14.0	255.255.255.0	192.168.101.1
192.168.15.0	255.255.255.0	192.168.101.1
192.168.22.0	255.255.255.0	192.168.102.1
192.168.23.0	255.255.255.0	192.168.102.1
192.168.24.0	255.255.255.0	192.168.102.1
192.168.25.0	255.255.255.0	192.168.102.1

Як результат ми отримали логічні налаштування та параметри нашого обладнання для успішної роботи. Описані VLAN їх DHCP пули, та маршрутизації між поверхами та VLAN.

## РОЗДІЛ 3

### ПОБУДОВА КОРПОРАТИВНОЇ МЕРЕЖІ

#### 3.1 Моделювання мережі

Для моделювання комп'ютерної мережі використано симулятор Cisco Packet Tracer. Програма випущена компанією Cisco, виробником мережевого обладнання для побудов мереж. Програма – ефективний інструмент для побудови логічної схеми та налаштування параметрів мережі, робота з фізичним виглядом мережі слабо підтримується, тому фізичне розміщення комп'ютерів буде тільки для наглядного прикладу.

Ознайомлення з мережевим обладнанням в програмі Cisco PT: на рисунку 3.1 зображено маршрутизатор 2911.



Рисунок 3.1 – Маршрутизатор 2911

Виходячи з розділу про логічну структуру підприємства, було визначено 4 таких роутери.

Зображення комутатору 2950T-24 добавленого на логічну структуру на рисунку 3.2



Рисунок 3.2 – Комутатор 2950T-24

Необхідна кількість такого обладнання рівна 12шт.



Рисунок 3.3 – Комп'ютер – PC-PT

Всього необхідно 256 таких комп'ютерів.

Всього для мережі потрібно чотири маршрутизатори 2911, по одному на поверх та один R\_MAIN на третій поверх. Чотири комутатори 2960T-24 на кожен поверх по два. Сорок шість комп'ютерів та один сервер, сорок два на перший поверх та чотири для кожного відділу на другий поверх, сервер на першому поверсі.

За допомогою програми AutoCad була побудована наступна схема підприємства, використовуючи вхідні дані з технічного завдання та зображена на рис. 3.4.

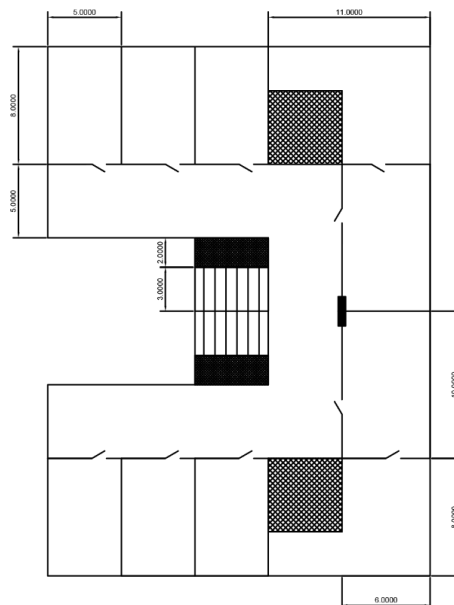


Рисунок 3.4 – План підприємства розроблений в AutoCad

Після додавання плану в програму Cisco PT та розмістивши комп'ютери та інше мережеве обладнання на 1 поверсі, ми отримали наступний вигляд – рис. 3.5

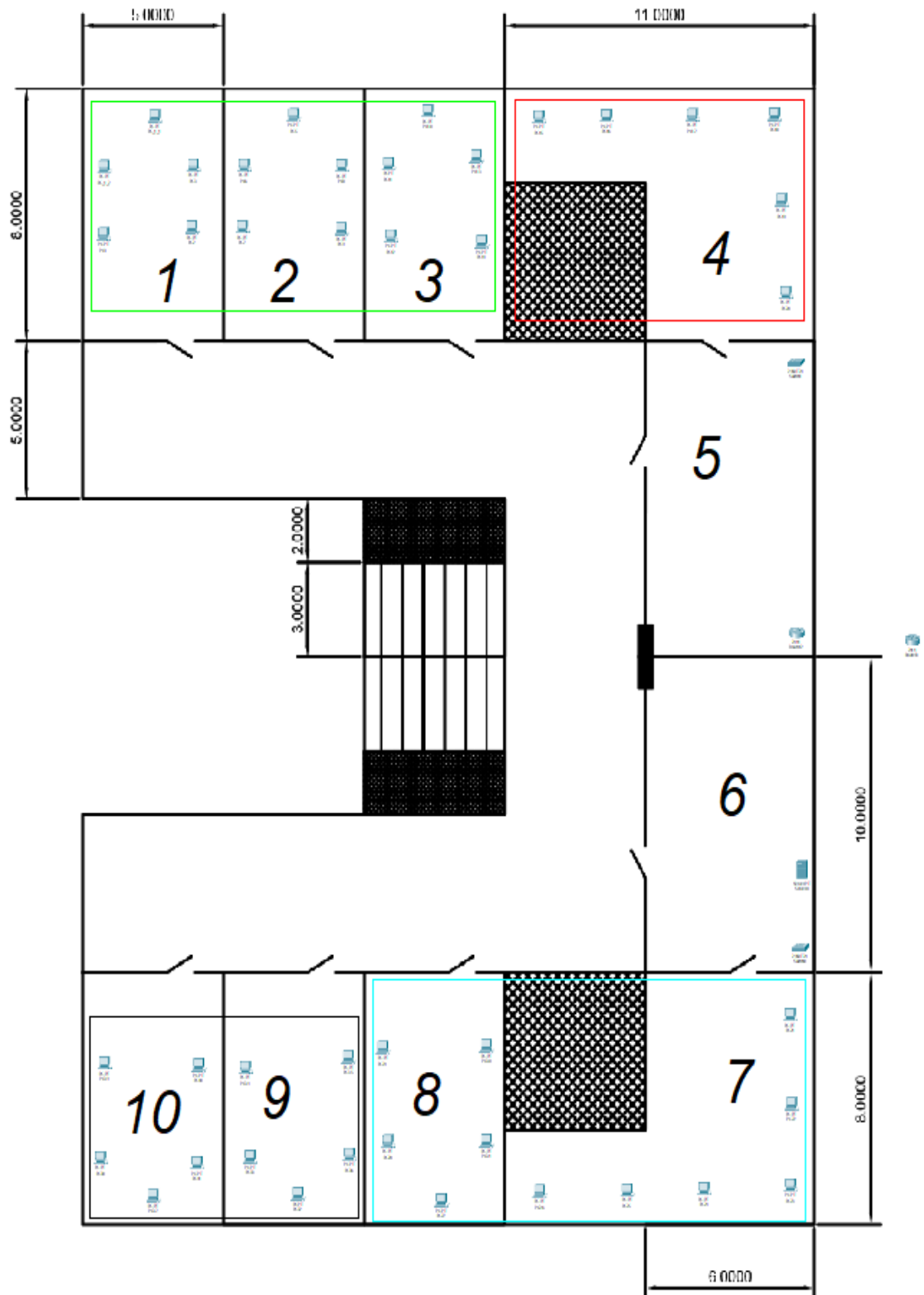


Рисунок 3.5 – Планування та розміщення обладнання на першому поверсі



Як видно на рисунку 3.6, в нас є виділення комп'ютерів в окремі зони, які описані в таблиці 6.1, що вище, та виконані підписи.

Налаштування обладнання проводилось в CLI, що зображено на рисунку 3.7, на прикладі комутатора S\_1\_1

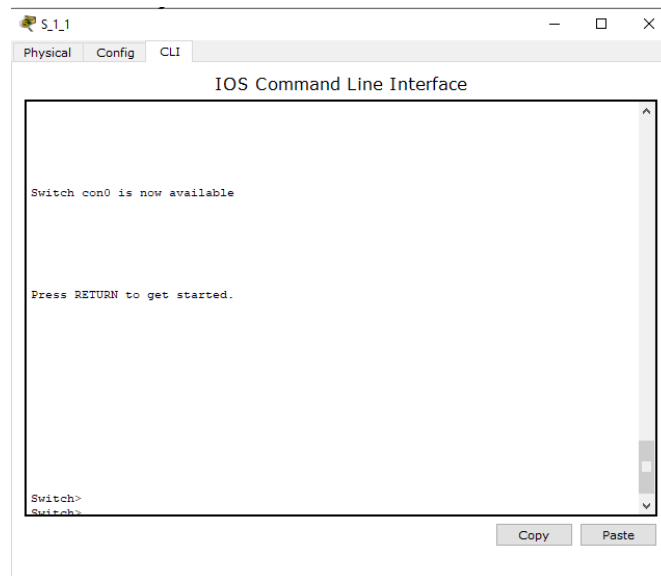


Рисунок 3.7 – Command Line Interface на прикладі комутатора S\_1\_1

Перевіримо роботу мережі, розглянувши транзитні за допомогою команди `tracert` від PC\_1\_1 до PC\_2\_1 в Command Prompt PC\_1\_1. Результат виконання команд зображені на рисунку 3.8

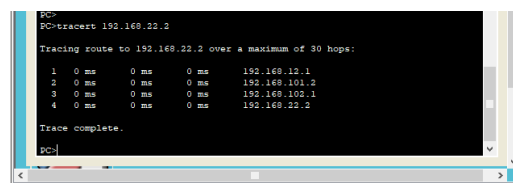


Рисунок 3.8 – Результати команди `tracert` від PC\_1\_1 до PC\_2\_1

Конфігураційні налаштування кожного обладнання розміщені в додатках А-Є. Приведена таблиця 3.2, яка задає відповідність налаштувань конкретного пристрою до найменування додатку.

Таблиця 6.2 – Відповідність налаштувань конкретного пристрою до найменування

Ім'я пристрою	Найменування додатку
R_1	А
S_1_1	Б
S_1_2	В
R_2	Г
S_2_1	Д
S_2_2	Е
R_MAIN	Є

### 3.2 Налаштування бездротового сегменту

Одна з причин, чому нам потрібна бездротова мережа, це підключення до мережі для сторонніх осіб або співробітників, які будуть працювати в мережі організації. Для цього потрібно використовувати бездротову точку доступу. Зазвичай точка доступу має один вхід, куди у нас прийде кабель, який під'єднає цю точку доступу до мережі, і є антени, які з нею зроблять бездротову мережу. Точка доступу перетворює сигнал і дозволяє використовувати бездротове з'єднання, просто зв'язує бездротові пристрої з дротовою мережею. Це класичне уявлення будь-яких точок доступу.

На рисунках 3.9-3.14 зображено налаштування точок доступу.

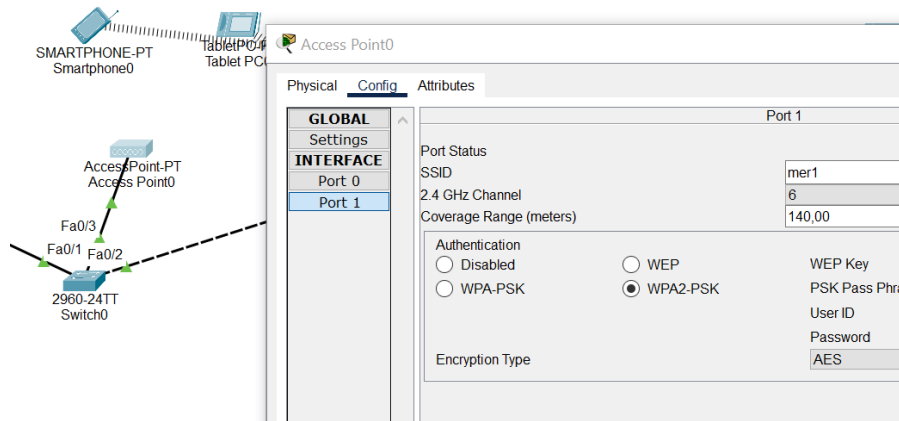


Рисунок 3.9 – Налаштування точки доступу Access Point0

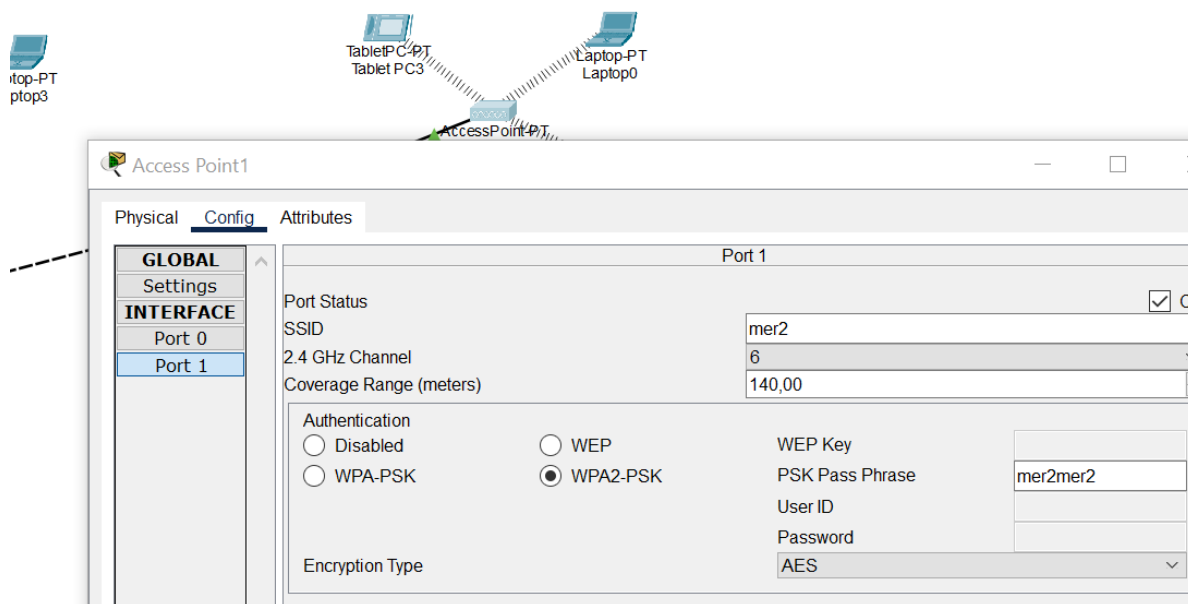


Рисунок 3.10 – Налаштування точки доступу Access Point1

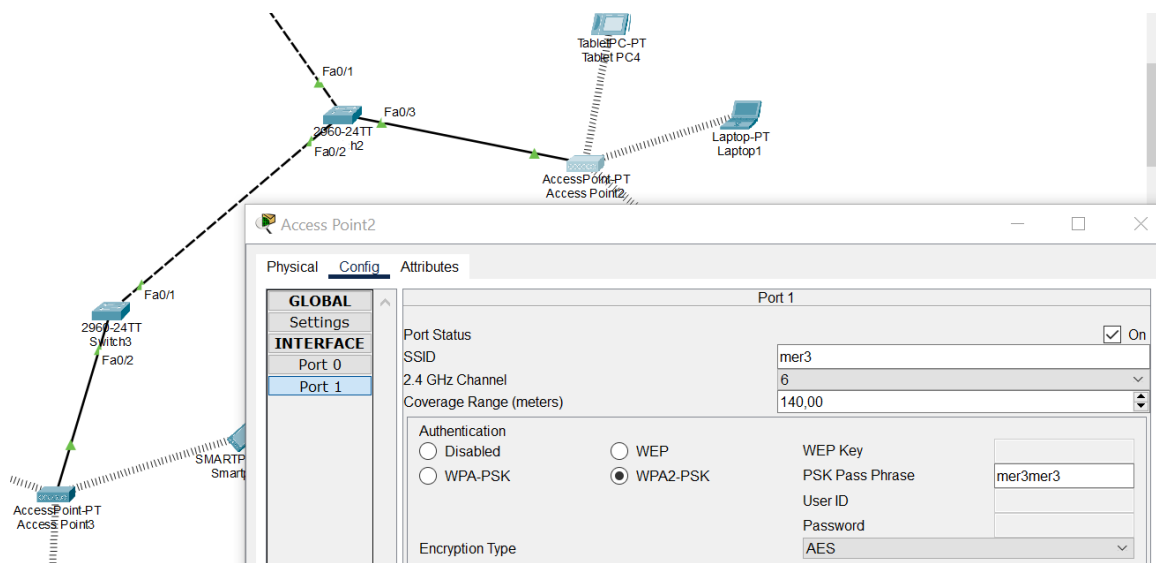


Рисунок 3.11 – Налаштування точки доступу Access Point2

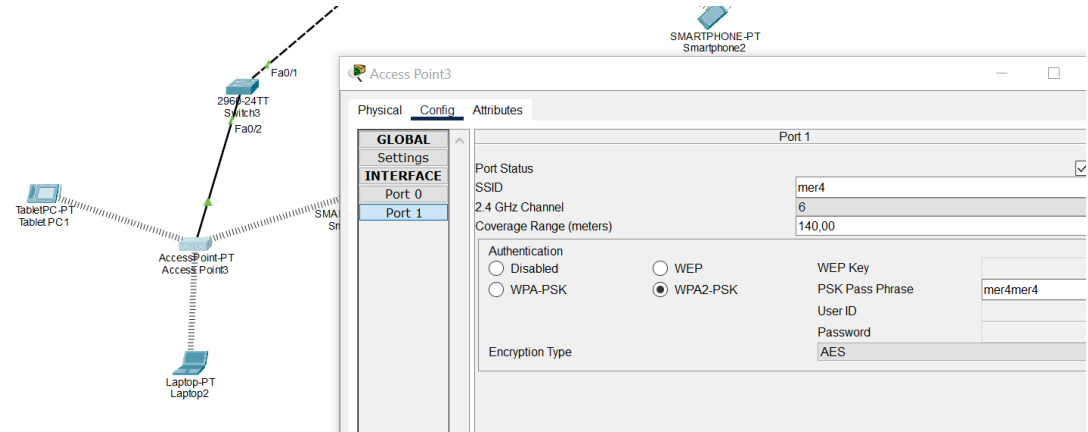


Рисунок 3.12 – Налаштування точки доступу Access Point3

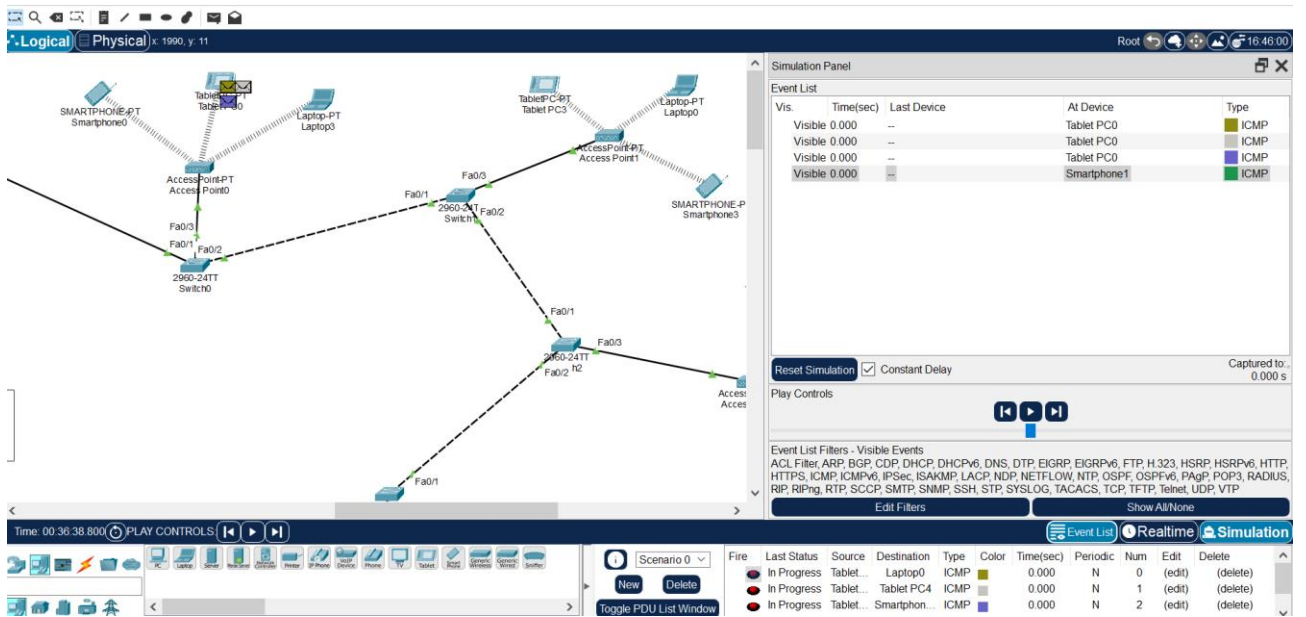


Рисунок 3.13 – Перевірка роботи мережі

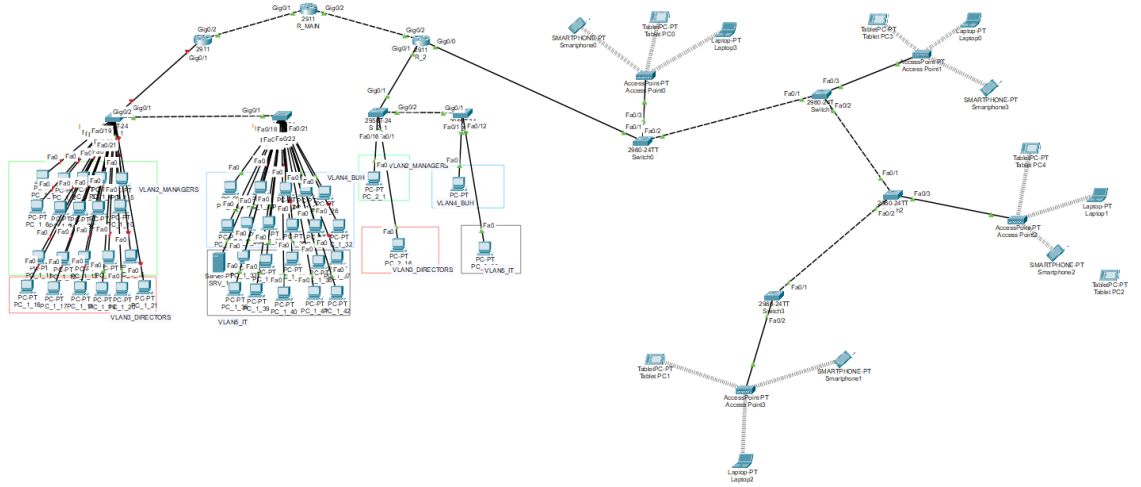


Рисунок 3.14 – Схема мережі з бездротовим сегментом

Отже, у ході виконання роботи була спроектована та налаштована корпоративна комп'ютерна мережа з інтегрованим бездротовим сегментом, що відповідає сучасним вимогам до надійності, масштабованості та інформаційної безпеки. Реалізована архітектура мережі забезпечує ефективну взаємодію дротових і бездротових підсистем, що дозволяє поєднати високу пропускну здатність стаціонарних підключень із мобільністю та гнучкістю безпроводового доступу. Запроваджені рішення дають змогу підтримувати стабільний обмін даними між користувачами та мережевими ресурсами незалежно від їх фізичного розташування в межах корпоративної інфраструктури.

## ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі проаналізована предметна область та існуючі рішення, визначені специфікації логічної та фізичної структури підприємства, в якій розглянуті технології та принципи, за допомогою яких побудована безпроводна комп'ютерна мережа. Аналіз предметної області довів, що технології в ІТ-сфері інтенсивно розвиваються і необхідно кожного дня модернізувати знання та використовувати їх на практиці: спочатку в тестових змодульованих системах, а тільки потім впроваджувати їх в робочі системи. Кінцеве безпроводне обладнання, як і контролери мережі з кожним днем зазнають все більше навантажень і тому, використовуючи функціонал обладнання, потрібно модернізувати розроблений безпроводовий сегмент. Велика увага в даному проєкті приділена забезпеченню коректної безпомилкової роботи обладнання при підключенні нових пристроїв, для чого вивчена та розроблена система.

Розроблена комп'ютерна мережа підприємства, розроблена структура корпоративної комп'ютерної мережі. Визначені особливості функціонування комп'ютерної мережі з безпроводовим сегментом, яка забезпечує додатковий комфорт при роботі з безпроводовим обладнанням.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Частотні смуги і канали WI-FI – URL: <http://wi-life.ru/technologii/WI-FI/WI-FI-frequency-bands-and-channels> (дата звернення 05.02.2023)
2. Постанова № 815 від 9 червня 2006 р. Про затвердження Плану використання радіочастотного ресурсу України URL: <https://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/815-2006-%D0%BF/paran11#n11> (дата звернення 07.02.2023)
3. Фундаментальні основи технологій стандарту WI-FI802.11 URL: <http://wi-life.ru/WI-FI-academy-rus/some-WI-FI-fundamentals-module-1> (дата звернення 05.02.2023)
4. Огляд вендорів для побудови бездротових мереж URL: <https://treolink.ru/articles/WI-FI-roaming> (дата звернення 05.02.2023)
5. VPN – 2019. – URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/VPN> (дата звернення 05.02.2023)
6. Учасники проектів Вікімедіа. Топологія мереж – Вікіпедія. Вікіпедія. URL: <http://surl.li/ewdem> (дата звернення: 14.02.2023).
7. Що таке фізична топологія? - визначення з техопедії - Мережі 2023. Icy Science. URL: <https://griml.com/1KIGW> (дата звернення: 15.02.2023).
8. Учасники проектів Вікімедіа. Комп'ютерна мережа – Вікіпедія. Вікіпедія. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Комп'ютерна\\_мережа](https://uk.wikipedia.org/wiki/Комп'ютерна_мережа) (дата звернення: 22.04.2023).
9. Учасники проектів Вікімедіа. Середовище передачі даних – Вікіпедія. Вікіпедія. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Середовище\\_передачі\\_даних](https://uk.wikipedia.org/wiki/Середовище_передачі_даних) (дата звернення: 01.05.2023).
10. Учасники проектів Вікімедіа. Маршрутизатор – Вікіпедія. Вікіпедія. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Маршрутизатор> (дата звернення: 24.05.2023).

11. Учасники проектів Вікімедіа. Бездротові технології – Вікіпедія. Вікіпедія. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Бездротові\\_технології](https://uk.wikipedia.org/wiki/Бездротові_технології) (дата звернення: 14.05.2023).

12. Мережевий комутатор (Ethernet Switch): що таке, для чого потрібний, як працює, порівнюємо з концентратором (Hub). Креативність ЮА - Блог про техніку, технології та готові інструкції до ПК. URL: <https://creativnost.com.ua/nalashtuvannya-lokalnoї-merezhi-cherez-svitch-pobachiv-rodumav-napisav-livejournal/> (дата звернення: 18.05.2023).

13. Міжмережевий екран – Вікі ЦДУ. Вікі ЦДУ. URL: [https://wiki.cuspu.edu.ua/index.php/Міжмережевий\\_екран](https://wiki.cuspu.edu.ua/index.php/Міжмережевий_екран) (дата звернення: 24.05.2023).

# ДОДАТКИ



## Додаток Б

## S\_1\_1

```

!
version 12.1
no service timestamps log datetime msec
no service timestamps debug datetime msec
no service password-encryption
!
hostname Switch
!
!
!
spanning-tree mode pvst
!
interface FastEthernet0/1
switchport access vlan 2
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/2
switchport access vlan 2
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/3
switchport access vlan 2
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/4
switchport access vlan 2
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/5
switchport access vlan 2
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/6
switchport access vlan 2
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/7
switchport access vlan 2
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/8
switchport access vlan 2
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/9
switchport access vlan 2
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/10
switchport access vlan 2
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/11
switchport access vlan 2
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/12
switchport access vlan 2
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/13
switchport access vlan 2
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/14
switchport access vlan 2
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/15
switchport access vlan 2
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/16
switchport access vlan 3
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/17
switchport access vlan 3
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/18
switchport access vlan 3
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/19
switchport access vlan 3
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/20
switchport access vlan 3
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/21
switchport access vlan 3
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/22
!
interface FastEthernet0/23
!
interface FastEthernet0/24
!
interface GigabitEthernet0/1
switchport trunk allowed vlan 2-5
switchport mode trunk
!
interface GigabitEthernet0/2
switchport trunk allowed vlan 4-5
switchport mode trunk
!
interface Vlan1
no ip address
shutdown
!
!
!
line con 0
!
line vty 0 4
login
line vty 5 15
login
!
!
end

```

## Додаток В

## S\_1\_2

```

!
version 12.1
no service timestamps log datetime msec
no service timestamps debug datetime msec
no service password-encryption
!
hostname Switch
!
!
!
spanning-tree mode pvst
!
interface FastEthernet0/1
switchport access vlan 4
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/2
switchport access vlan 4
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/3
switchport access vlan 4
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/4
switchport access vlan 4
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/5
switchport access vlan 4
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/6
switchport access vlan 4
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/7
switchport access vlan 4
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/8
switchport access vlan 4
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/9
switchport access vlan 4
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/10
switchport access vlan 4
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/11
switchport access vlan 4
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/12
switchport access vlan 5
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/13
switchport access vlan 5
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/14
switchport access vlan 5
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/15
switchport access vlan 5
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/16
switchport access vlan 5
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/17
switchport access vlan 5
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/18
switchport access vlan 5
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/19
switchport access vlan 5
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/20
switchport access vlan 5
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/21
switchport access vlan 5
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/22
switchport access vlan 5
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/23
!
interface FastEthernet0/24
!
interface GigabitEthernet0/1
switchport trunk allowed vlan 4-5
switchport mode trunk
!
interface GigabitEthernet0/2
switchport trunk allowed vlan 2-4
!
interface Vlan1
no ip address
shutdown
!
!
!
!
line con 0
!
line vty 0 4
login
line vty 5 15
login
!
!
end

```



## Додаток Д

## S\_2\_1

```

!
version 12.1
no service timestamps log datetime msec
no service timestamps debug datetime msec
no service password-encryption
!
hostname Switch
!
!
!
spanning-tree mode pvst
!
interface FastEthernet0/1
switchport access vlan 2
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/2
switchport access vlan 2
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/3
switchport access vlan 2
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/4
switchport access vlan 2
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/5
switchport access vlan 2
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/6
switchport access vlan 2
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/7
switchport access vlan 2
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/8
switchport access vlan 2

```

```

switchport mode access
!
interface FastEthernet0/9
switchport access vlan 2
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/10
switchport access vlan 2
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/11
switchport access vlan 2
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/12
switchport access vlan 2
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/13
switchport access vlan 2
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/14
switchport access vlan 2
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/15
switchport access vlan 2
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/16
switchport access vlan 3
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/17
switchport access vlan 3
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/18
switchport access vlan 3
switchport mode access
!

```

```

interface FastEthernet0/19
switchport access vlan 3
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/20
switchport access vlan 3
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/21
switchport access vlan 3
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/22
!
interface FastEthernet0/23
!
interface FastEthernet0/24
!
interface GigabitEthernet0/1
switchport trunk allowed vlan 2-5
switchport mode trunk
!
interface GigabitEthernet0/2
switchport trunk allowed vlan 4-5
switchport mode trunk
!
interface Vlan1
no ip address
shutdown
!
!
!
!
!
line con 0
!
line vty 0 4
login
line vty 5 15
login
!
!
end

```

## Додаток Е

## S\_2\_2

```

!
version 12.1
no service timestamps log datetime msec
no service timestamps debug datetime msec
no service password-encryption
!
hostname Switch
!
!
!
spanning-tree mode pvst
!
interface FastEthernet0/1
switchport access vlan 4
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/2
switchport access vlan 4
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/3
switchport access vlan 4
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/4
switchport access vlan 4
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/5
switchport access vlan 4
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/6
switchport access vlan 4
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/7
switchport access vlan 4
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/8
switchport access vlan 4
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/9
switchport access vlan 4
switchport mode access

```

```

!
interface FastEthernet0/10
switchport access vlan 4
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/11
switchport access vlan 4
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/12
switchport access vlan 5
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/13
switchport access vlan 5
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/14
switchport access vlan 5
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/15
switchport access vlan 5
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/16
switchport access vlan 5
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/17
switchport access vlan 5
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/18
switchport access vlan 5
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/19
switchport access vlan 5
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/20
switchport access vlan 5
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/21
switchport access vlan 5

```

```

switchport mode access
!
interface FastEthernet0/22
!
interface FastEthernet0/23
!
interface FastEthernet0/24
!
interface GigabitEthernet0/1
switchport trunk allowed vlan 4-5
switchport mode trunk
!
interface GigabitEthernet0/2
switchport trunk allowed vlan 2-4
!
interface Vlan1
no ip address
shutdown
!
!
!
!
line con 0
!
line vty 0 4
login
line vty 5 15
login
!
!
end

```

# Додаток Є

## R\_MAIN

```
!  
version 15.1  
no service timestamps log datetime msec  
no service timestamps debug datetime msec  
no service password-encryption  
!  
hostname Router  
!!  
ip cef  
no ipv6 cef  
!  
license udi pid CISCO2911/K9 sn FTX1524D611  
!  
!spanning-tree mode pvst  
!!  
interface GigabitEthernet0/0  
no ip address  
duplex auto  
speed auto  
shutdown  
!  
interface GigabitEthernet0/1  
ip address 192.168.101.2 255.255.255.252  
duplex auto  
speed auto  
!  
interface GigabitEthernet0/2  
ip address 192.168.102.2 255.255.255.252  
duplex auto  
speed auto  
!  
interface Vlan1  
no ip address  
shutdown  
!  
ip classless  
ip route 192.168.12.0 255.255.255.0 192.168.101.1  
ip route 192.168.13.0 255.255.255.0 192.168.101.1  
ip route 192.168.14.0 255.255.255.0 192.168.101.1  
ip route 192.168.15.0 255.255.255.0 192.168.101.1  
ip route 192.168.25.0 255.255.255.0 192.168.102.1  
ip route 192.168.24.0 255.255.255.0 192.168.102.1  
ip route 192.168.23.0 255.255.255.0 192.168.102.1  
ip route 192.168.22.0 255.255.255.0 192.168.102.1  
!ip flow-export version 9  
!line con 0  
!line aux 0  
!line vty 0 4  
login  
!end
```