

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»

Спеціальність: 123 «Комп'ютерна інженерія»

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

Група: 4КС-58

# Дипломний проєкт

здобувача освіти денної форми навчання  
КС.58.15.000.ДП

**ОВЧАРЕНКО**

**ВОЛОДИМИРА ВЯЧЕСЛАВОВИЧА**

м. Одеса  
2025 р.



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»**

Відділення комп'ютерних систем Комісія КТ та ПІ  
Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»  
Освітньо-професійна програма «Обслуговування комп'ютерних систем і мереж»

ЗАТВЕРДЖУЮ:  
Заст. дир. з НВР Беркань І.В.  
« 19 » 05 2025 р.

**ЗАВДАННЯ**

**на дипломний проект**

Здобувачеві освіти Овчаренко Володимиру Вячеславовичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту Проектування локальної мережі з точками доступу для навчального корпусу ВСП "ОТФК ОНТУ"

затверджена наказом по коледжу від "14" листопада 2025 р. № 246

2. Термін здачі закінченого проекту \_\_\_\_\_

3. Вихідні данні до проекту Використання принципів роботи топологій комп'ютерних мереж; Використання Cisco Packet Tracer; Використання ПЗ для тестування потужності радіосигналу Wi-Fi-точок доступу; Використання сучасних апаратних рішень для комп'ютерних мереж

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які необхідно розробити)  
Завдання проектування, вимоги до локальної мережі та аналіз об'єкту; Вибір програмних засобів для проектування; Обрання топології розробляємої локальної мережі; Розробка проекту локальної мережі; Розміщення точок доступу для вузлів локальної мережі; Тестування зон покриття точок доступу; Підбір апаратних рішень для вузлів локальної мережі та точок доступу

5. Перелік графічного (презентаційного) матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, кількості слайдів)  
Аналіз поставленої задачі; Обрані програмні засоби для проектування; Обрання топології для реалізації локальної мережі; Процес розробки локальної мережі першого, другого та третього поверху; Процес розробки локальної мережі четвертого поверху; Розміщення точок доступу для вузлів локальної мережі; Тестування зон покриття точок доступу; Підбір апаратних засобів для вузлів локальної мережі

6. Консультанти по проекту, із зазначенням розділів проекту, що їх стосується

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Основний розділ	Скорняков В.С.		
Економічний розділ	Канський М.Ю.		
Розділ охорони праці	Чорновол Н.І.		
Нормоконтроль	Петрашова В.І.		
Старший консультант	Кривченко Ю.В.		

7. Дата видачі завдання 02.06.2025

Керівник

Скорняков В.С.

(підпис)

Завдання прийняв до виконання

Овчаренко В.В.

(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/р	Назва етапів дипломного проекту	Термін виконання етапів дипломного проекту (роботи)	Відмітка про виконання
1	Вступ. Постановка мети та задач проектування	14.05.2025	виконав
2	Аналіз поставленої задачі	16.05.2025	виконав
3	Обрання та налаштування програмних засобів	17.05.2025	виконав
4	Вибір топології для локальної мережі	20.05.2025	виконав
5	Заміри дистанцій та потреб	22.05.2025	виконав
6	Проектування проводки локальної мережі	28.05.2025	виконав
7	Вибір розміщення точок доступу для вузлів мережі	01.06.2025	виконав
8	Тестування сили радіосигналу	03.06.2025	виконав
9	Внесення корегувань у розміщення точок	06.06.2025	виконав
10	Обрання апаратних засобів для локальної мережі	10.06.2025	виконав
11	Розрахунок вартості локальної мережі	11.06.2025	виконав
12	Аналіз результатів, підготовка слайдів презентації	12.06.2025	виконав
13	Економічні розрахунки та питання з охорони праці	13.06.2025	виконав
14	Підготовка графічної частини проекту	14.06.2025	виконав
15	Підготовка проекту до захисту та тестування ПЗ	16.06.2025	виконав

Дипломник

(підпис)

Керівник

(підпис)



# ЗМІСТ

Вступ.....	7
1 Основний розділ .....	8
1.1 Завдання проектування, вимоги до локальної мережі та аналіз об'єкту .....	8
1.1.1 Аналіз завдання проектування .....	8
1.1.2 Формування вимог до проектуємої локальної мережі з точками доступу .....	9
1.1.3 Аналіз об'єкту для якого виконується проектування .....	10
1.2 Вибір програмних засобів для проектування.....	14
1.2.1 Cisco Packet Tracer .....	14
1.2.2 Вибір програмного забезпечення для зняття теплової карти зон покриття Wi-Fi.....	15
1.2.3 Інше програмне забезпечення.....	17
1.3 Обрання топології розробляємої локальної мережі .....	18
1.3.1 Загальні відомості про мережеві топології .....	18
1.3.2 Вибір топології та обґрунтування вибору .....	18
1.4 Розробка проекту локальної мережі.....	21
1.4.1 Застосування топології до об'єкту .....	21
1.4.2 Проектування структурної схеми локальної мережі для першого поверху навчального корпусу.....	25
1.4.3 Проектування структурної схеми локальної мережі для другого поверху навчального корпусу.....	27
1.4.4 Проектування структурної схеми локальної мережі для третього поверху навчального корпусу.....	28
1.4.5 Проектування структурної схеми локальної мережі для четвертого поверху навчального корпусу.....	29

					<b>КС 58. 15 000. 00 ДП ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

1.5 Розміщення точок доступу для вузлів локальної мережі.....	34
1.5.1 Принцип роботи точок доступу.....	34
1.5.2 Розміщення точок доступу по об'єкту.....	35
1.6 Тестування зон покриття точок доступу .....	41
1.7 Підбір обладнання для вузлів локальної мережі та точок доступу .....	50
1.7.1 Підбір роутерів .....	50
1.7.2 Підбір свічів.....	53
1.7.3 Підбір точок доступу .....	53
1.7.4 Результати проектування .....	54
2 Економічний розділ.....	55
3 Розділ охорони праці та техніки безпеки .....	60
3.1 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів .....	60
3.2 Гігієнічні вимоги до виробничого середовища .....	60
3.3 Вимоги безпеки праці працівника.....	61
3.4 Правила безпеки праці при паянні .....	62
3.5 Пожежна безпека.....	62
Висновки .....	65
Перелік використаних інформаційних джерел .....	66
ДОДАТОК А. Слайди мультимедійної презентації .....	67

					<b>КС 58. 15 000. 00 ДП ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

## ВСТУП

В наші дні інтернет та локальні мережі стали повсякденною частиною технічної складової будь-якого підприємства, установи або приватних будинків та квартир. Дуже складно уявити ситуацію, коли людина не може отримати доступ до мережі Інтернет, або швидко та ефективно передавати інформацію між пристроями.

Темою даної дипломної роботи є «Проектування локальної мережі з точками доступу для навчального корпусу ВСП "ОТФК ОНТУ"». Метою даної роботи є проектування єдиної централізованої локальної мережі для навчального корпусу коледжу та забезпечення цієї мережі точками доступу для великої кількості користувачів. Проектування такої мережі, яка могла би ефективно витримувати робочі навантаження, представляючи для користувачів всього навчального корпусу якісний доступ до мережі Інтернет та передачі даних між користувачами.

Мережа має буде спроектована таким чином, щоби давати доступ до Інтернет не тільки працівникам навчального закладу, але й спроектувати безкоштовні вільні точки доступу для здобувачів освіти або відвідувачів навчального закладу..

В результаті спроектована мережа має надавати високошвидкісний бездротовий інтернет стандарту не нижче 802.11ac з забезпеченням технології MU-MIMO, а її локальні точки доступу мати технологію передачі даних не нижче 1000BASE-T.

Для виконання поставленої мети потрібно буде використати програмне забезпечення для проектування локальної мережі та розміщення точок доступу на поверххах навчального корпусу, буде проведено тестування зони покриття точок доступу за допомогою теплових карт та врахуванням різних матеріалів стін та їх товщини, а також проведено аналіз обладнання необхідного для реалізації проекту, створено перелік пристроїв, для виконання робіт.

					<i>КС 58. 15 000. 00 ДП ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		7

# 1 ОСНОВНИЙ РОЗДІЛ

## 1.1 Завдання проектування, вимоги до локальної мережі та аналіз об'єкту

### 1.1.1 Аналіз завдання проектування

Темою даної дипломної роботи є «Проектування локальної мережі з точками доступу для навчального корпусу ВСП "ОТФК ОНТУ"». Задачею роботи є проектування локальної мережі в навчальному корпусі з проробкою розміщення точок доступу по всьому корпусу. Перед виконанням роботи необхідно проаналізувати задачу проектування з метою конкретизації робіт та вимог до проекту. Завдання можна розкласти на декілька основних етапів:

- Аналіз поставленої задачі;
- Аналіз об'єкту;
- Обрання топології;
- Проектування локальної мережі;
- Вибір позицій для розміщення точок доступу;
- Тестування якості розміщення точок доступу;
- Вибір обладнання та кошторис виконання проекту.

Будь-яка робота починається з аналізу задачі. Він потрібен для формування чітких рамок проектування, що забезпечує умови для конкретного пошуку варіантів їх вирішення, способів виконання та методів досягнення цілей. Отриманий результат аналізу можна використати, як чіткий базис для подальшого виконання дипломного проектування. Для вдалої роботи також потрібно проаналізувати об'єкт для якого буде виконуватись проектування локальної мережі з точками доступу. Параметри об'єкту грають важливу роль у проектуванні, оскільки його потрібно виконувати з опором на необхідність реалізації локальної з точками доступу мережі.

Задачею поточного проектування є формування кінцевого плану для реалізації локальної мережі навчального закладу. Такий проект, або план, повинен мати не тільки графічний супровід розміщення обладнання та мережевих ліній,

					<b>КС 58. 15 001. 00 ДП ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

чітку схему з'єднань, але й кошторис обладнання та інструментів для виконання робіт, оскільки фінансова складова також є важливою для замовника. Рентабельність виконання робіт може впливати на прийняття рішення про виконання проекту, або його зміну у варіантах виконання, чи зовсім відмову від робіт.

### **1.1.2 Формування вимог до проектуємої локальної мережі з точками доступу**

Формування вимог до проектуємої локальної мережі з точками доступу дасть змогу коректним чином виконати тему дипломної роботи. Під вимогами маються на увазі завдання, які буде вирішувати локальна мережа у момент її використання, а також перспективні задачі, яка вона зможе виконувати у майбутньому. Вимоги формуються виходячи з потреб які ставляться перед проектувальником. Для розробляємої локальної мережі було сформовано наступні вимоги:

- Локальна мережа повинна забезпечувати доступ до мережі Інтернет всіх вже існуючих користувачів;
- Локальна мережа повинна використовувати підключення до мережі Інтернет від єдиного провайдера;
- Локальна мережа повинна бути реалізована із основними заходами безпеки для користувачів від несанкціонованого доступу;
- Локальна мережа повинна мати точки доступу для реалізації виходу до мережі Інтернет не тільки працівників коледжу, але й здобувачів освіти у рамках одного навчального корпусу;
- Локальна мережа повинна представляти пропускну здатність достатню для проведення навчального процесу у навчальному корпусі не нижче стандарту Fast Ethernet;
- Точки доступу локальної мережі повинні забезпечувати доступ до мережі Інтернет за допомогою Wi-Fi стандартом Wi-Fi 6;
- Спроектована локальна мережа повинна мати основу для подальшого приєднання до неї додаткових користувачів;

					<b>КС 58. 15 001. 00 ДП ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

- Спроектowana локальна мережа повинна мати основу для подальшої її модифікації у обладнанні;
- Локальна мережа повинна мати прийнятну ступінь відмовостійкості;
- Спроектowana локальна мережа повинна у перспективі забезпечити існування системи обміну інформації між користувачами різних кабінетів та поверхів;
- Локальна мережа має бути спроектована так, щоби в будь-який час можна було виконати її налаштування, або заміну вузла мережі без довгого періоду відключення користувачів від мережі.

Сформовані вимоги до локальної мережі для навчального корпусу дають чітке розуміння завдань з проектування та є основою для подальшого проектування. Слід також зазначити, що на даний момент в будівлі навчальних корпусів коледжу заведено та використовують інтернет від провайдера «Датагруп», але в корпусах також є точки від провайдера «Укртелеком». Одною із вимог є відхід від використання обох провайдерів до повного переходу до «Укртелекому».

### **1.1.3 Аналіз об'єкту для якого виконується проектування**

Для подальшої роботи з проектування необхідно виконати дослідження об'єкту для якого виконується проектування. Виконання такого аналізу дає основу для розуміння потужності та класу обладнання, яке буде використовуватись, як вузли локальної мережі. Окрім того, частина дослідження об'єкту потрібна для розуміння доступності комунікацій для обладнання, точок доступу до мережі Інтернет від провайдера, раціональності розміщення обладнання, а також ліній для прокладання кабелів локальної мережі.

Перш за все необхідно визначитись із призначенням об'єкту. Другий навчальний корпус ВСП «ОТФК ОНТУ» представляє собою більше лабораторний корпус, оскільки в ньому досить велика кількість спеціалізованих лабораторій, кількість яких може бути рівною з кількістю лекційних приміщень. Саме в цьому корпусі розміщена комісія КТ та ПІ, яка є основним оператором комп'ютерної техніки в усьому навчальному закладі. Також в цьому корпусі розміщено два

					<b>КС 58. 15 001. 00 ДП ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

кабінети навчальних відділень, а також кабінет ЄДЕБО, який в свою чергу є користувачем мережі Інтернет. Для більш оптимального дослідження навчального корпусу та подальшого проектування було отримано доступ до планів поверхів будівлі, які будуть розглянуті нижче.

На першому поверсі серед користувачів інтернету можна відмітити приміщення відділення енергетичних систем, а також кабінет адміністратора ЄДЕБО. Для роботи відділення необхідний доступ до мережі Інтернет, оскільки деяка частина документації передається поштою, окрім того, комунікація між здобувачами освіти та завідуючим відділенням також частково проходить онлайн. Адміністратор ЄДЕБО повинен мати швидкий доступ до ЄДЕБО – Єдиної державної електронної бази з питань освіти, тому для цього приміщення також є важливим доступ до мережі Інтернет. Всі користувачі цього поверху підключені до «Датагруп». Обидва користувача мають підключення, яке реалізовано за допомогою кабелю витої пари, яка приходить від обладнання провайдера на горищі навчального корпусу. Схему першого поверху з користувачами зображено на рисунку 1.1.

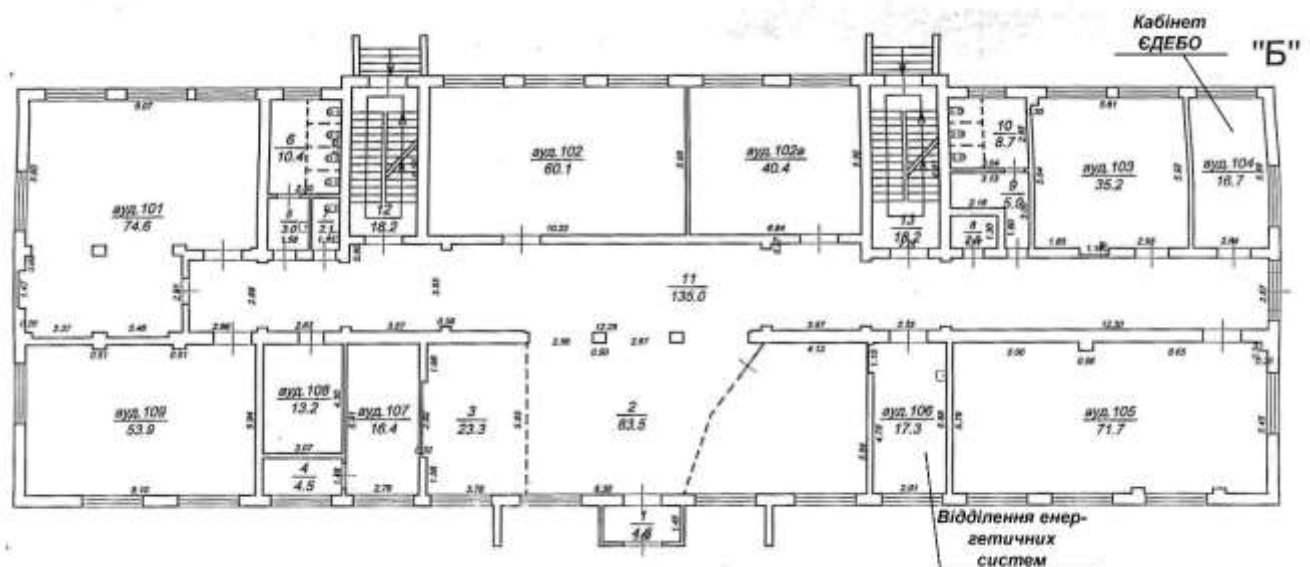


Рисунок 1.1. Схема першого поверху та розміщення користувачів на ньому

На другому поверсі розміщені кабінети, лабораторії та аудиторії комісії Хімічних дисциплін, а також кафедри енергетичного машинобудування. Тут також є користувачі інтернету, які підключені до провайдера «Укртелеком».

					<b>КС 58. 15 001. 00 ДП ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Інтернет на поверсі представлено роутером, який передає Wi-Fi-сигнал на викладацькі, а також використовується для проведення лектроних та лабораторних занять із ноутбуком. На рисунку 1.2 зображено схему другого поверху та роутера на ньому.

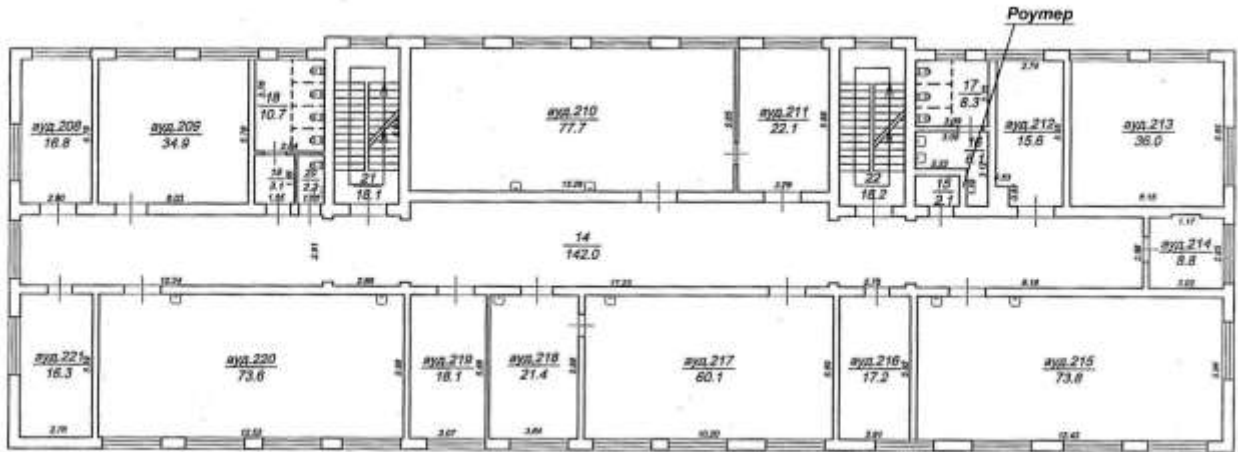


Рисунок 1.2. Схема другого поверху та розміщення роутера на ньому

Щодо третього поверху навчального корпусу, то точок доступу до мережі Інтернет безпосередньо на ньому немає. Єдиними користувачами є кабінет комп'ютерного відділення, який підключений до інтернету через Wi-Fi від роутеру, що знаходиться на четвертому поверсі. Схема третього поверху із кабінетом користувачів зображено на рисунку 1.3.

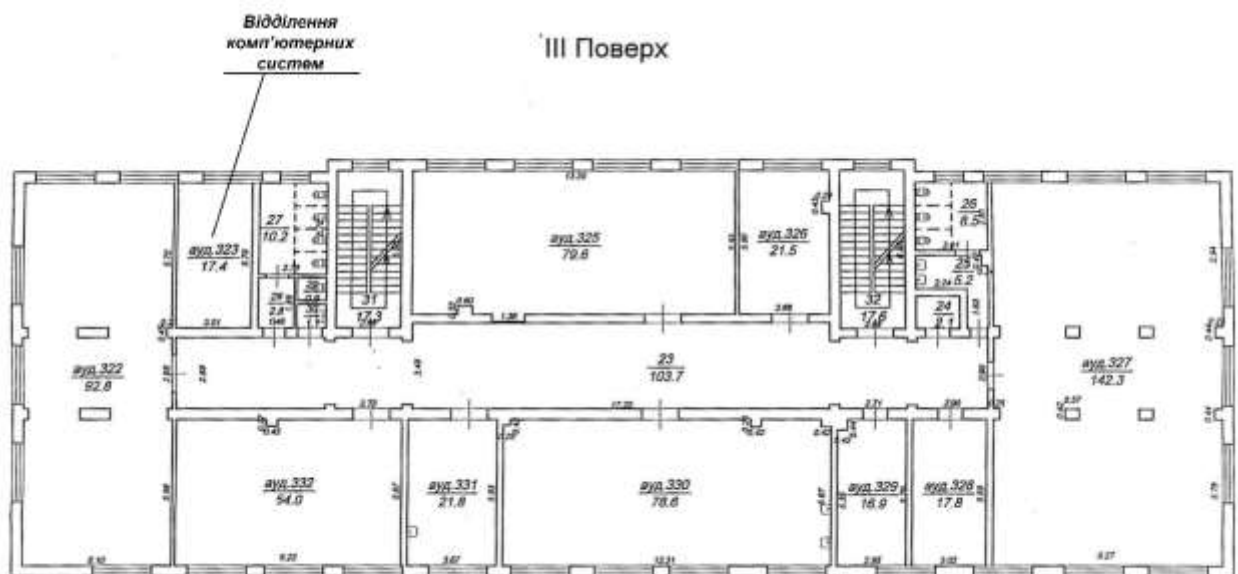
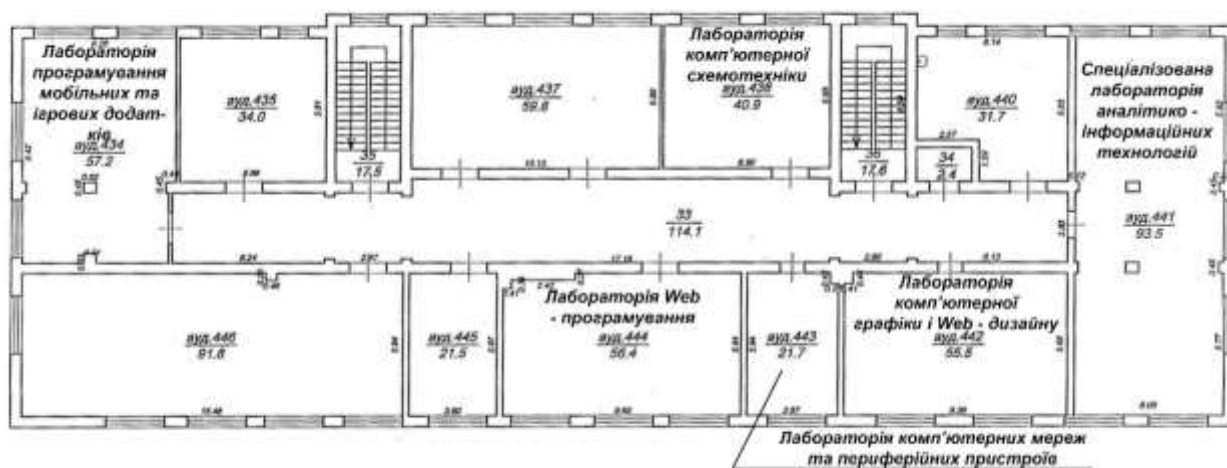


Рисунок 1.3. Схема третього поверху та розміщення користувачів на ньому

Четвертий поверх є основним користувачем мережі Інтернет у всьому навчальному корпусі, оскільки на ньому розміщена велика кількість комп'ютерних класів, що мають свої внутрішні локальні мережі, а також виходить до інтернету. Провайдером доступу є «Датагруп». Особливістю доступу деяких кабінетів до мережі Інтернет є те, що він забезпечується за допомогою підключення до локальної мережі сусідньої лабораторії, або через Wi-Fi, оскільки деякі кабінети початково не були підключені до обладнання провайдера. Через це, в деяких кабінетах доступ до інтернету є лише тоді, коли заживлено мережеве обладнання у основних лабораторіях поверху. Також на цьому поверсі знаходяться кабінети, які в даний час не мають і не мали підключення до мережі Інтернет, але у процесі проектування потрібно врахувати необхідність реалізувати доступ до локальної мережі і для цих кабінетів. На рисунку 1.4 можна побачити схему поверху та користувачів на ньому.



Рисунк 1.4. Схема четвертого поверху та розміщення користувачів на ньому

За результатами аналізу видно, що на різних поверхах є різна кількість користувачів при чому вона має дуже нерівномірний характер з різким збільшенням на четвертому поверсі. Також, аналіз схем поверхів дав змогу зрозуміти конфігурацію приміщень, товщину стін а також присутність додаткових перешкод у місцях, куди неможна було потрапити – такими перешкодами стали додаткові стіни у підсобних приміщеннях, приміщеннях туалетів, клітки сходів та службові приміщення.

## 1.2 Вибір програмних засобів для проектування

### 1.2.1 Cisco Packet Tracer

Для виконання теми дипломного проектування необхідно буде побудувати схему майбутньої локальної мережі для розуміння її структури та принципів функціонування. Для виконання цієї роботи можна використати безліч програмних засобів, від найпростіших, які дають змогу лише візуально побудувати мережу, до складних, що не тільки будуть ілюструвати структуру мережі, її вузли елементи, але й дасть уявлення щодо її працездатності, тому було вирішено обрати Cisco Packet Tracer.

Cisco Packet Tracer – це програмне середовище мережевого моделювання, розроблене компанією Cisco Systems, яке використовується для проектування, налаштування та симуляції мережевої інфраструктури. Основне призначення Packet Tracer – підтримка навчального процесу з мережевих технологій, особливо в межах освітніх програм Cisco Networking Academy. Cisco Packet Tracer дає змогу створювати логічні топології з використанням віртуального обладнання: маршрутизаторів, комутаторів, бездротових точок доступу, ПК, серверів, міжмережєвих екранів тощо. Кожен пристрій має власний набір інтерфейсів та команд, які моделюють реальну поведінку обладнання Cisco.

Серед основних функцій виділяється симуляція мережевих протоколів, яких підтримується велика кількість, наприклад: DHCP, DNS, RIP, OSPF, EIGRP, VLAN, STP, NAT, ACL та інші. Реалізовано CLI-інтерфейс (Command Line Interface), що дає можливість конфігурувати пристрої за допомогою командного рядка, аналогічного до реального обладнання Cisco.

Моделювання трафіку – це одна з потужних функцій Cisco Packet Tracer. Воно дає можливість надсилати пакети, переглядати їхній маршрут, аналізувати ARP-таблиці, таблиці маршрутизації та інші параметри в режимі симуляції. Інтерфейс програми дозволяє виконувати візуальну побудову мережі, реалізовувати структури мереж, з'єднувати пристрої різними типами кабелів і перевіряти їхню доступність. Підтримка сценаріїв дозволяє створювати завдання і сценарії для перевірки знань студентів, у тому числі з автоматичною перевіркою

					<b>КС 58. 15 001. 00 ДП ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

правильності конфігурацій.

Cisco Packet Tracer активно використовувався на курсах із мережевих технологій, тому вже є досвід в його використанні. Завдяки можливості моделювання без потреби в реальному «залізі», Packet Tracer є ефективним рішенням попередньої побудову складних мереж, а також ідеально підходить для виконання завдання дипломного проектування.

### **1.2.2 Вибір програмного забезпечення для зняття теплової карти зон покриття Wi-Fi**

Одним із завдань дипломного проектування є розміщення в рамках локальної мережі навчального корпусу точок доступу для реалізації можливості здобувачам освіти, а також відвідувачам навчального закладу отримувати вільний доступ до мережі Інтернет. Для найбільш ефективного виконання цієї задачі необхідно не тільки обрати правильне обладнання, але й виконати тестування його можливостей у рамках поверхів навчального корпусу. Таке завдання дозволяють вирішити програми, що створюють теплову карту зон покриття пристроїв Wi-Fi. Було розглянуто ряд таких програмних рішень.

VisiWave Site Survey – це програмне забезпечення для проведення професійного аналізу зони покриття бездротових мереж Wi-Fi, розроблене компанією AZO Technologies, Inc. Програма призначена для виконання так званого «site survey» – оцінки радіопокриття, виявлення «мертвих зон», перевірки потужності сигналу, виявлення джерел інтерференції та аналізу якості мережі. Це програмне забезпечення дозволяє створювати детальні радіочастотні – теплові – карти Wi-Fi-покриття на основі реальних вимірювань, які здійснюються за допомогою сумісного бездротового адаптера або контролера, що підтримує режим моніторингу.

Серед ключових можливостей виділяється імпорт планів приміщень. Підтримуються до імпорту зображення планів поверхів у форматах JPEG, PNG, BMP, PDF тощо. Після завантаження можна масштабувати план відповідно до фізичних розмірів будівлі. Генерація теплових карт сигналу, які показують рівень потужності сигналу (RSSI), рівень шуму, співвідношення сигнал/шум (SNR),

					<b>КС 58. 15 001. 00 ДП ПЗ</b>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		15

швидкість з'єднання та інші параметри;

VisiWave Site Survey активно використовується фахівцями з проектування, оптимізації та обслуговування Wi-Fi-мереж у корпоративному секторі, освітніх закладах, логістичних центрах, аеропортах та об'єктах зі складною архітектурою. Програма дозволяє ефективно виявляти проблемні ділянки, оптимізувати розташування точок доступу та забезпечити стабільне покриття відповідно до стандартів 802.11a/b/g/n/ac/ax.

Ще однією програмою на вибір була NetSpot. Це програмне забезпечення для аналізу, тестування та візуалізації бездротових Wi-Fi мереж, яке також дозволяє проводити повноцінний радіочастотний аудит приміщень і відкритих територій. Програма підтримує як базовий, так і професійний функціонал, адаптований для використання як технічними спеціалістами, так і IT-адміністраторами. Розроблена компанією Etwok Inc., NetSpot доступна для Windows і macOS.

Програма підтримує аналіз у частотних діапазонах 2.4 ГГц і 5 ГГц, а у професійній версії — також 6 ГГц (Wi-Fi 6E), що дає змогу оцінити покриття новітніх стандартів

NetSpot використовується для проектування нових бездротових мереж, оптимізації існуючих рішень, виявлення «мертвих зон» та джерел інтерференції. Програма знайшла широке застосування у корпоративному секторі, в освітніх установах, готельно-ресторанному бізнесі, а також при побудові Wi-Fi в офісах, складах, торгових центрах і житлових комплексах.

Нарешті вибір впав на Ekahau AI Pro який є професійним програмним забезпеченням для планування, аналізу, моделювання та оптимізації Wi-Fi мереж корпоративного рівня. Програма розроблена компанією Ekahau (Фінляндія, нині частина групи Ookla), і широко використовується в середовищах, де критично важлива стабільність, покриття та пропускна здатність бездротових мереж, зокрема у промисловості, медицині, освіті, логістиці та офісній інфраструктурі.

Ekahau AI Pro дозволяє створювати віртуальну модель Wi-Fi-мережі ще до її фізичного впровадження. Після імпорту плану приміщення з файлів

					<b>КС 58. 15 001. 00 ДП ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

найпоширеніших стандартів, як CAD, PNG, JPG, PDF, програма генерує детальне покриття на основі багатьох параметрів серед яких:

- Матеріалів стін;
- Перешкоди та джерела інтерференції;
- Щільності користувачів;
- Типу трафіку – передача голосу, відео, або інших даних через симульовану мережу;

Окрім того це програмне забезпечення використовує штучний інтелект для автоматичного розміщення точок доступу відповідно до заданих критеріїв. Алгоритм враховує потужність передавача, антенні параметри, каналне планування та мінімізує зони перекриття та конфліктів.

EkaHau AI Pro є індустріальним стандартом у сфері Wi-Fi планування та аудиту, що поєднує глибоку технічну аналітику, інтуїтивний інтерфейс і точні інструменти оцінки для реалізації стабільних, безпечних і масштабованих бездротових мереж. Зручний зрозумілий інтерфейс, простота у використанні, а також лояльна система випробувальних версій стали головними причинами, чому було обране саме це програмне забезпечення для зняття теплової карти зон покриття точок доступу.

### **1.2.3 Інше програмне забезпечення**

Окрім спеціального програмного забезпечення, важливою складовою роботи є використання графічного редактора. Ця дипломна робота має на увазі процес проектування комп'ютерних мереж у рамках деяких програмних засобів. Для ефективної роботи в них, а також у цілях більш інформативної презентації, потрібно буде працювати із схемами поверхів навчального закладу. Також на фінальних етапах потрібно буде підбирати обладнання для реалізації проекту, для обробки зображень цього обладнання, зміни розмірів, або видалення непотрібних частин зображення також буде використовуватись програмне забезпечення для роботи з графікою. Це ж програмне забезпечення буде використано для створення графічних схем підключень. Враховуючи функціональні можливості, зручність роботи та наявний досвід, було обрано Adobe Photoshop – професійний інструмент

					<b>КС 58. 15 001. 00 ДП ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

для роботи з растровими зображеннями, створений компанією Adobe Inc. Ця програма широко використовується дизайнерами, ілюстраторами, художниками та іншими фахівцями для обробки зображень, створення графіки, оформлення інтерфейсів, а також підготовки матеріалів до друку чи анімації.

### **1.3 Обрання топології розробляємої локальної мережі**

#### **1.3.1 Загальні відомості про мережеві топології**

Перед початком розробки локальної мережі необхідно визначитись із топологією комп'ютерної мережі, яку буде використано, як основу для побудови проекту. Мережеві комп'ютерні топології – це спосіб організації та структурного розміщення елементів комп'ютерної мережі, таких як комп'ютери, сервери, маршрутизатори, комутатори, точки доступу тощо. Топологія визначає фізичне або логічне розташування вузлів і спосіб, у який між ними здійснюється передача даних. Існують два основних типи мережевих топологій.

Фізична топологія визначає фактичне розташування кабелів, пристроїв і з'єднань у мережі. Вона описує, як фізично з'єднані пристрої між собою. Логічна топологія визначає спосіб, у який дані передаються між вузлами, незалежно від їх фізичного розташування. Наприклад, навіть якщо пристрої з'єднані як у «зірці», логічна передача може імітувати «шину». Мережева топологія є критично важливим фактором при проектуванні та впровадженні комп'ютерних мереж. Від вибору топології залежать:

- Продуктивність і стабільність мережі;
- Витрати на обладнання та монтаж;
- Масштабованість і простота обслуговування;
- Надійність і стійкість до збоїв.

#### **1.3.2 Вибір топології та обґрунтування вибору**

Перед вибором топології для мережі яку потрібно спроектувати, необхідно перелічити основні комп'ютерні топології та обрати серед них ту, яка буде більше підходити до поточного проекту. Серед комп'ютерних мережевих топологій розрізняють шість основних видів комп'ютерних топологій.

					<b>КС 58. 15 001. 00 ДП ПЗ</b>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		18

Шинною називають топологію де пристрої під'єднані до одного загального кабелю (магістралі). У такій мережі, кабель проходить від першої машини, до нього доєднуються інші комп'ютери мережі, після чого цей кабель підключається до термінатору. Оскільки в цій мережі немає сервера, то данні, що не мають адресатів, або вже побували у кожного з адресатів, мають бути знищені саме у термінаторі. Серед переваг такої мережі можна виділити простоту в реалізації, а також мінімізацію у витратах кабелю. Недоліком є компонента сильної сторони цієї топології – один кабель. Він є серйозною точкою відмови, окрім того існує складність у діагностиці; зниження продуктивності при збільшенні кількості пристроїв.

Зірка – це топологія в якій всі пристрої підключені до центрального вузла (комутатора або концентратора). Така топологія є досить поширеною, оскільки дає змогу створювати централізовані мережеві екосистеми. Перевагою можна назвати високу надійність, оскільки вихід з ладу будь-якого користувача не впливає на інших користувачів мережі, окрім того таку систему дуже зручно адмініструвати. Головним недоліком є те, що при виході з ладу центрального пристрою (комутатора чи концентратора), вся мережа перестає працювати.

Кільцева топологія має на увазі що кожен пристрій з'єднаний з двома сусідніми чим утворює замкнуте коло. Ця топологія є досить вузьконаправленою та не популярною у використанні. Єдиною перевагою такої топології є передача даних у визначеному напрямку, а також зменшення колізій між пакетами даних. В свою чергу серйозним недоліком є те що вихід одного вузла може порушити всю мережу, окрім того таку мережу дуже складно розширяти.

Сітчаста, або повнозв'язна топологія полягає у прямому з'єднанні кожного пристрою з іншими пристроями у комп'ютерній мережі. Така система представляє максимальну надійність та відмовостійкість, дозволяє передавати велику кількість трафіку, складність у руйнуван мережі. Втім очевидним недоліком є велика вартість та складність реалізації такої мережі, оскільки вона потребує використання багатої кількості кабелів та спеціалізованого обладнання.

Коміркова, або сотова комп'ютерна топологія використовується у

					<b>КС 58. 15 001. 00 ДП ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

бездротових мережах, де кожна «комірка» керується точкою доступу. Перевагою є мобільність та широке покриття. Недоліком є великий вплив інтерференцій у передачу даних, колізії даних, складність в управлінні, направленість на бездротову складову.

Деревоподібна комп'ютерна мережева топологія є комбінацією кількох зірок, підключених до центральної магістралі. Також називається гібридною, оскільки поєднує в собі елементи інших мережевих топологій. Очевидною сильною стороною цієї топології є її масштабованість, логічна організація за рівнями доступу та рівнями керування, гнучкість у адмініструванні. Таку комп'ютерну мережу завжди досить просто розширювати, додаючи нову зірку у схему підключення. Недоліками такого підключення є навантаження на магістраль та деяка складність у адмініструванні системи. На рисунку 1.5 зображено приклад побудови комп'ютерної мережі у деревоподібній топології.

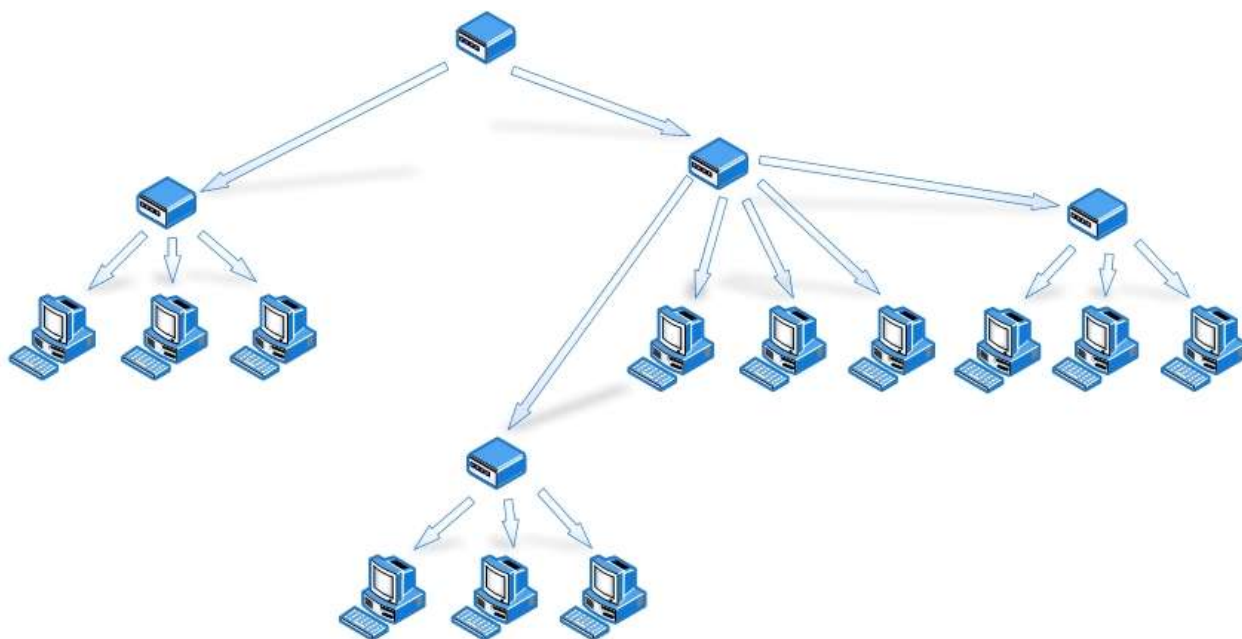


Рисунок 1.5. Приклад побудови комп'ютерної мережі у деревоподібній топології

Рисунок 1.5 добре ілюструє, що серед розглянутих топологій комп'ютерних мереж деревоподібна є такою, що більше за все підходить для реалізації теми дипломного проекту. Саме вона відповідає всім вимогам, які поставлені перед розробкою проекту. Створивши основну магістраль – роль якої може відігравати обладнання провайдера – завжди можна додавати до неї нові «гілки» мережі,

підключаючи їх до зірки, в основі якої можуть знаходитись комутатори, або роутери. Оскільки одною із вимог роботи є перспектива на модифікацію комп'ютерної мережі, обрана топологія відповідає цьому критерію. Також, така топологія взагалі дозволяє реалізовувати підключення невідомої кількості користувачів до точок доступу.

## **1.4 Розробка проекту локальної мережі**

### **1.4.1 Застосування топології до об'єкту**

Важливим етапом, перед побудовою проектів локальної мережі, є знаходження оптимального підходу для застосування обраної топології. Для цього необхідно виконати дослідження будівлі навчального корпусу та визначитись із місцями, де знаходиться обладнання провайдера, оскільки саме воно буде основою магістралі нашої деревовидної топології.

Провайдер «Укртелеком», до якого є вимога підключити всіх користувачів, представляє для ВСП «ОТФК ОНТУ» підключення через оптоволоконну лінію безпосередньо від провайдера до користувача, напряду від оптичного передавача. Принцип роботи оптоволоконних мереж ґрунтується на передачі даних за допомогою світлових імпульсів, які проходять через оптичне волокно – тонкий прозорий провідник, виготовлений зі скла або пластику, здатний передавати світло на великі відстані з мінімальними втратами. Оптоволоконні мережі – це основа сучасної високошвидкісної телекомунікаційної інфраструктури, що використовується у глобальних магістральних лініях, дата-центрах, операторських мережах і корпоративних рішеннях. Завдяки надійності, масштабованості й швидкості, вони витісняють традиційні мідні кабелі у багатьох сферах. Втім, для розглядаемого проекту використання оптоволоконної технології для побудови локальної мережі є надмірним.

Всього, в ході обходу навчального корпусу ВСП «ОТФК ОНТУ» було знайдено дві точки підключення від провайдера «Укртелеком», які представляли собою бокси ONU/ONT з виведеними з них оптоволоконними кабелями. Самі по собі бокси не виконують жодної ролі, окрім збереження оптоволоконного кабелю

					<b>КС 58. 15 001. 00 ДП ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

у безпеці. Перша точка підключення зображена на рисунку 1.6 та знаходиться на клітці сходин на другому поверсі. З цього боксу виведена одна оптоволоконна жила, яка прямує до медіаконвертеру на другому поверсі та обслуговує роутер відділення хімічних дисциплін. Медіаконвертер – це найпростіший прилад який перетворює світловий сигнал у електричний та передає його до мідної інфраструктури.



Рисунок 1.6. Бокс ONU/ONT на сходах другого поверху

Друга точка доступу зображена на рисунку 1.7 та знаходиться на клітці сходин на четвертому поверсі. Цей бокс немає жодних підключених користувачів, тому оптоволоконна жила знаходиться у змотаному стані.



Рисунок 1.7. Бокс ONU/ONT на сходах четвертого поверху

					<b>КС 58. 15 001. 00 ДП ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Отримані дані щодо розміщення боксів ONU/ONT дають основу для пошуку більш оптимального варіанту реалізації мережі. Оскільки у визначених вимогах до проекту було вказано на необхідність створити доступ до мережі Інтернет як для працівників навчального корпусу, так і для здобувачів освіти, є дилема щодо підключення цих боксів.

Перший варіант полягає у тому, щоби повністю розділити мережі працівників навчального корпусу від здобувачів освіти. Це можна зробити розмістивши відповідну інфраструктуру для працівників на бокс, що знаходиться на четвертому поверсі, а для здобувачів освіти на бокс, що знаходиться на другому поверсі. Підключення працівників наведено синім кольором, а здобувачів освіти – зеленим. Схематичне зображення цього варіанту зображено на рисунку 1.8.

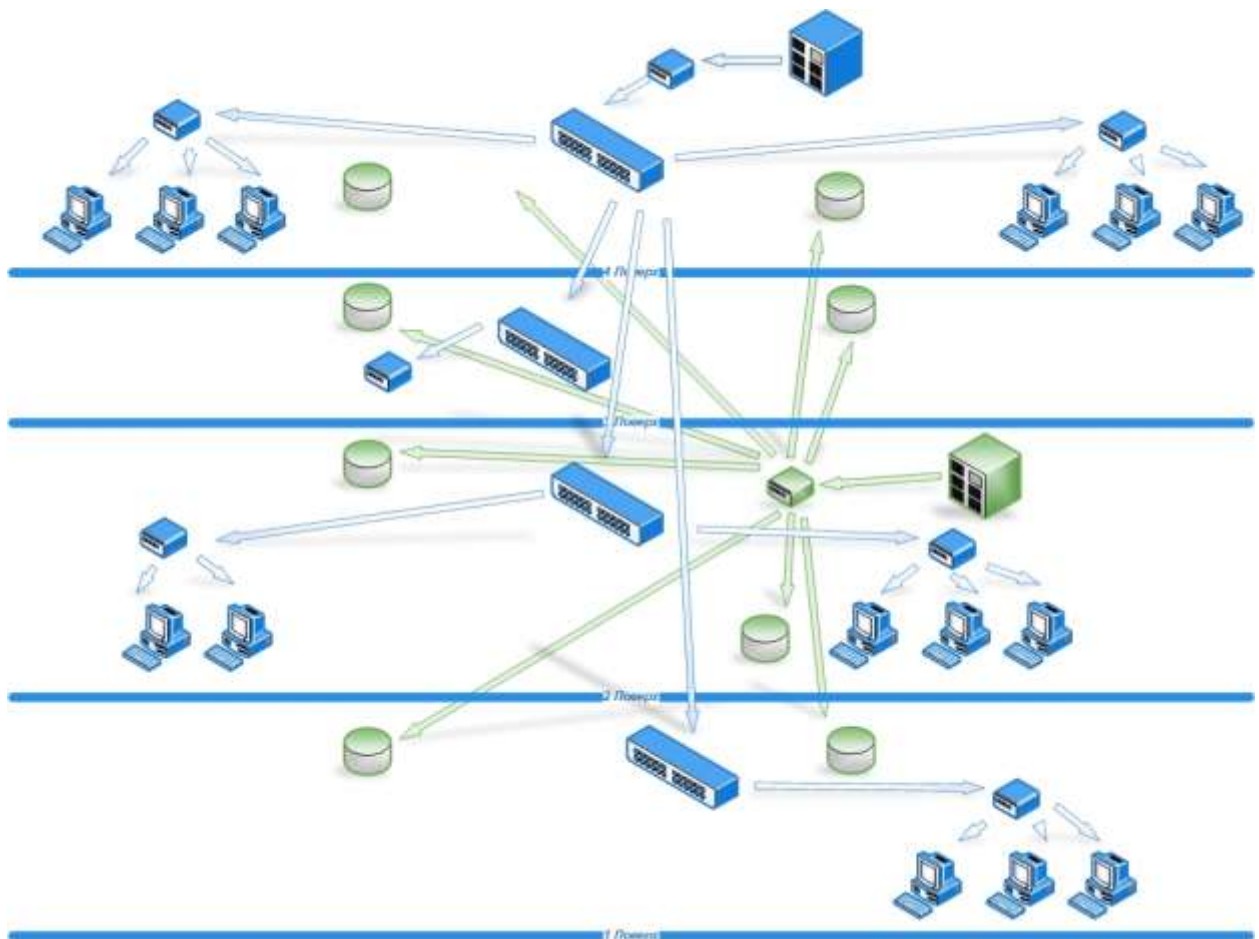


Рисунок 1.8. Функціональна схема підключення груп користувачів Варіант 1

Такий підхід фізично повністю виключає доступ здобувачів освіти до локальної мережі працівників навчального закладу. З іншого боку, оскільки потрібно буде розміщувати інфраструктуру для обох груп користувачів на всіх

поверхах, то це створить перевантаження каналів для кабелів через те, що потрібно буде переміщувати кабелі для обладнання між всіма поверхами два рази.

Другий варіант полягає у розподілі кожного боксу між користувачами мережі. Тобто, працівники коледжу будуть підключені до своїх центральних вузлів, які в свою чергу будуть підключені до обладнання провайдера. На кожний бокс ONU/ONT буде приходитись по два поверхи працівників. Самі ж працівники будуть поєднані у локальну мережу між центральними вузлами кабелями між поверхами. Здобувачі освіти натомість будуть підключені через точки доступу, які будуть підключатись по відповідним поверхам до боксів – перший на другий поверх, підключаються до боксу на другому поверсі, а третій та четвертий до боксу на четвертому поверсі. Підключення працівників наведено синім кольором, а здобувачів освіти – зеленим. Приклад такої схеми зображено на рисунку 1.9.

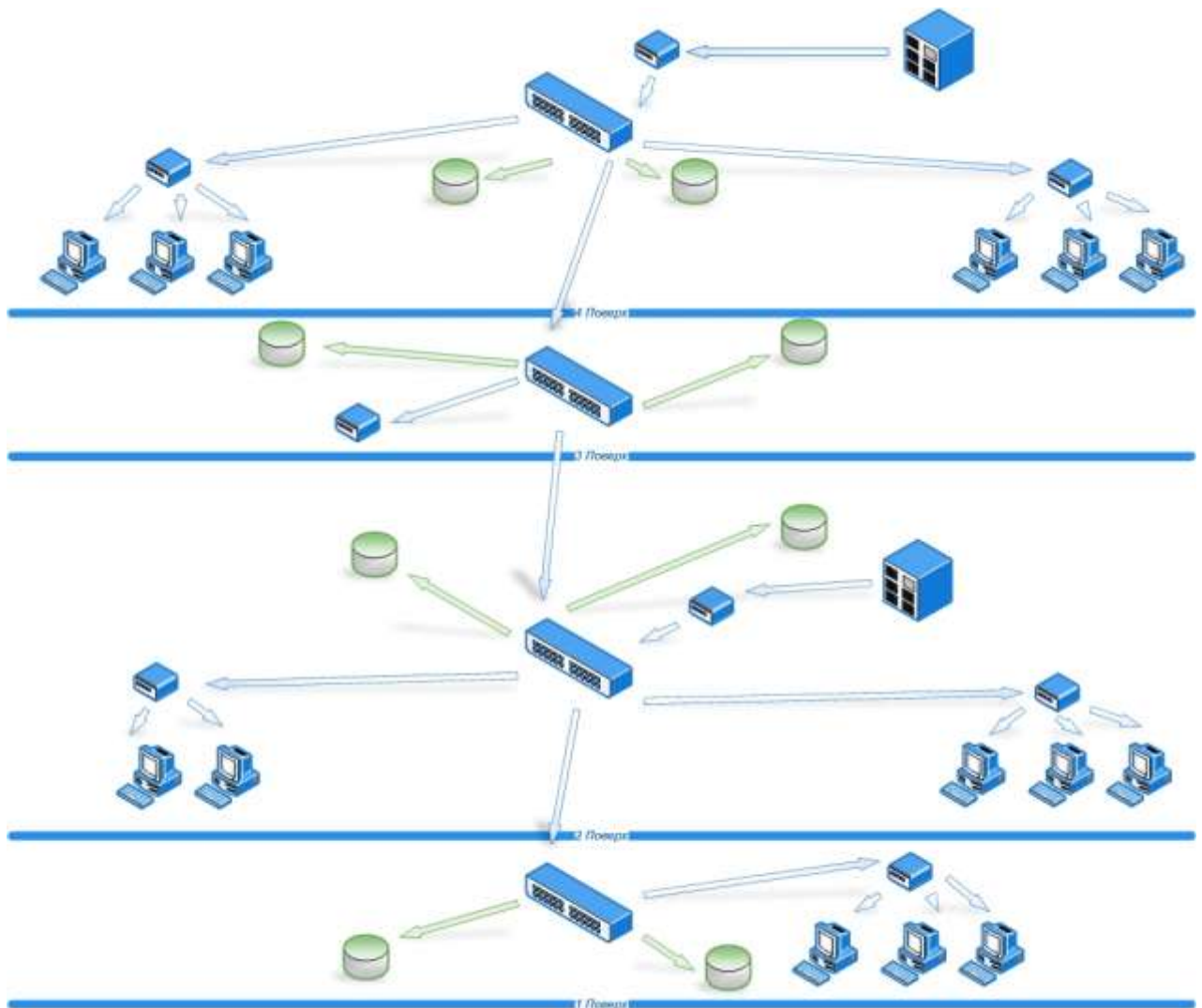


Рисунок 1.9. Функціональна схема підключення користувачів Варіант 2

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Схеми зображені на рисунку 1.8 та рисунку 1.9 наочно демонструють різницю у кількості переходів між поверхами, що створює явні проблеми у реалізації першого варіанту пережки. Її великим плюсом є повне розведення навантаження на точки підключення провайдерів за типом користувачів, що знизить ймовірність перенавантаження мережі. В свою чергу для реалізації такого варіанту мережі потрібно буде виконати серйозні монтажні роботи із створення або розширення кабельканалу між поверхами навчального корпусу.

Другий варіант побудови локальної мережі з точками доступу виглядає більш оптимізованим. Його слабкою частиною є велике навантаження, яке можуть створювати здобувачі освіти під час використання точок доступу та виходу до мережі Інтернет. З цієї причини необхідно у подальшому передбачити можливість програмно, за допомогою прошивки мережевого обладнання обмежити швидкість підключення здобувачів освіти.

#### **1.4.2 Проектування структурної схеми локальної мережі для першого поверху навчального корпусу**

Процес проектування локальної мережі з точками доступу для навчального корпусу ВСП «ОТФК ОНТУ» розділено на два етапи. На першому етапі було виконано побудову безпосередньо локальних мереж на поверхах та між поверхами, з урахуванням вже існуючих користувачів. Робота проводилась у програмного забезпеченні Cisco Packet Tracer. На рисунку 1.10 зображено робоче вікно цієї програми.

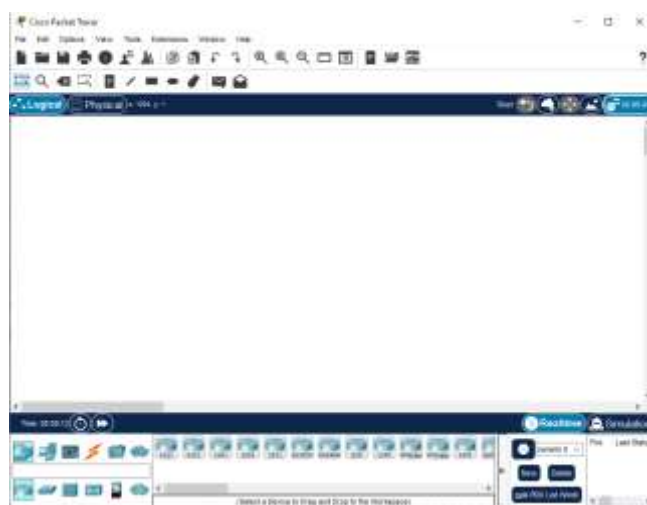


Рисунок 1.10. Робоче вікно Cisco Packet Tracer

За допомогою функцій Cisco Packet Tracer можна виконати проектування локальної мережі з використанням обладнання, яке схоже за функціоналом та потужністю. Не зважаючи на те, що в цій програмі лінії підключення пристроїв проводяться напряму від точок з'єднання, можна логічним чином розмістити об'єкти так, щоби було зрозуміло, як вони мають розміщуватись на плані. Крім того, кожний окремий пристрій у мережі можна перейменувати. На рисунку 1.11 зображено схему локальної мережі для першого поверху.

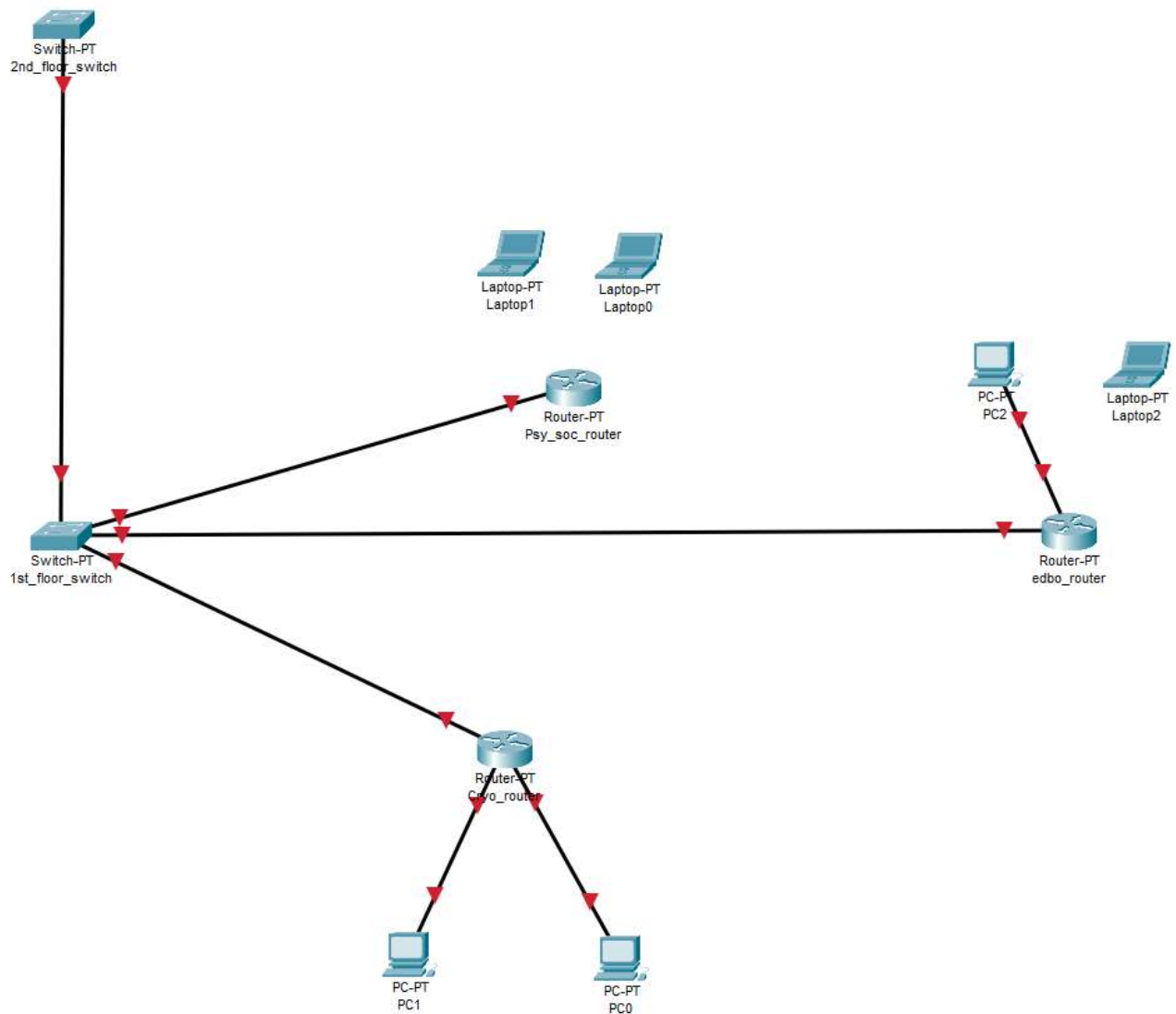


Рисунок 1.11. Структурна схема локальної мережі для першого поверху

На рисунку 1.11 зображено реалізацію тієї концепції, яка була розроблена раніше. Кожний поверх має свій централізований хаб який складається зі свіча, що розподіляю сигнал інтернет між споживачами на поверсі. Сам свіч на першому поверсі підключений до свіча другого поверху. Кожний користувач на поверхах

повинен буде підключатись до свіча одним із двох способів. У разі, якщо у користувача більше робочих станцій ніж одна, то потрібно підключати до свіча роутер та створювати окрему мережеву «зірку». Якщо робоча станція одна, тоді вона може бути підключена напряму до свіча.

На реалізованій схемі відтворено проєкт підключення кожного користувача на поверсі до мережі Інтернет провайдера «Укртелеком». Енергетичне відділення, соціально-психологічна служба, та адміністратор ЄДЕБО повинні мати свої роутери для розмежування підключення один від одного.

### 1.4.3 Проектування структурної схеми локальної мережі для другого поверху навчального корпусу

Другий поверх має два користувача мережі Інтернет, а саме кафедра енергетичного машинобудування та кабінети комісії хімічних дисциплін і їх викладацькі кабінети. Оскільки безпосередньо комп'ютерних класів на цьому поверсі немає, то на даний момент проектування локальної мережі для поверху зведеться до підключення вже існуючих точок доступу до проєктуємої мережі. На рисунку 1.12 зображено схему локальної мережі для другого поверху.

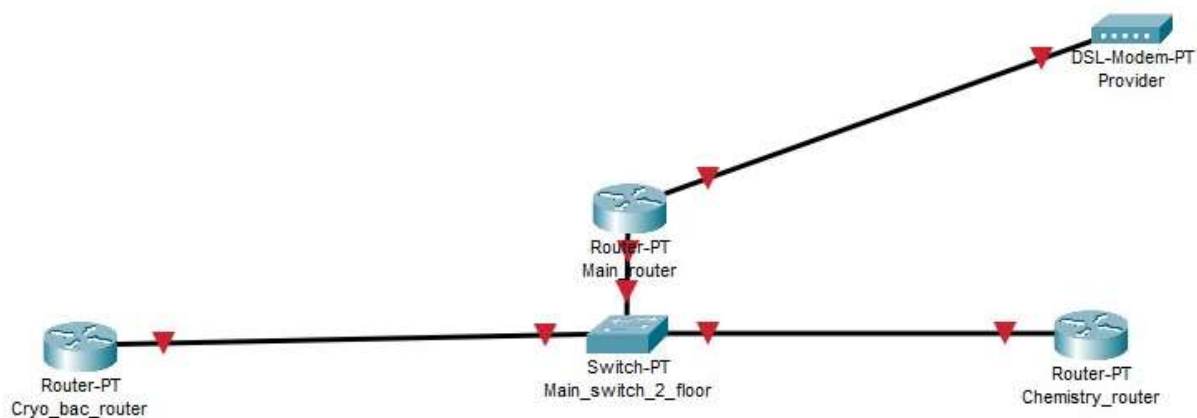


Рисунок 1.12. Структурна схема локальної мережі для другого поверху

Спроектована схема цікава також тим, що тут проілюстровано схему підключення мережі коледжу до мережі провайдера. У ролі обладнання провайдера відіграє DSL модем. До нього підключається роутер Main\_router. Це обладнання не є звичайним роутером у звичному для користувачів сенсі. Він має

представляти собою потужній розрахунковий центр, оскільки саме через цей роутер буде проходити весь трафік від працівників і здобувачів освіти з першого та другого поверху. Main\_router отримує всі дані мережі нижче рангом, обчислює їх та відсилає до провайдера звідти ж отримує відповідь на пакети для користувачів локальної мережі. До головного роутеру першого та другого поверху підключений основний свіч-хаб. Який підключається до сусідньої мережі третього і четвертого поверху, а також до нього підключений свіч з першого поверху. Таким чином виконується розподілення обчислювальної потужності між поверхами та пристроями.

#### 1.4.4 Проектування структурної схеми локальної мережі для третього поверху навчального корпусу

Третій поверх з точки зору реалізації мережі майже ніяк не представлений. Оскільки на цьому поверху єдиним користувачем є кабінет відділення комп'ютерних систем, яке підключене до мережі Wi-Fi на четвертому поверсі. Втім, для повної реалізації вимог до проекту, потрібно також розмістити свіч-хаб на третьому поверсі, для ймовірних майбутніх користувачів. Також саме до цього свіча будуть підключатись точки доступу для здобувачів освіти та відвідувачів коледжу. На рисунку 1.13 зображено схему локальної мережі третього поверху навчального корпусу.

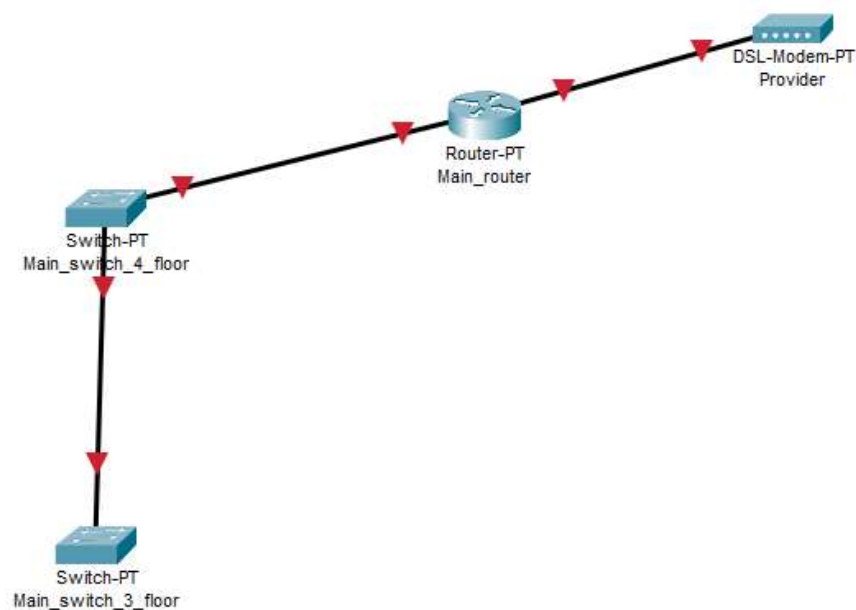


Рисунок 1.13. Структурна схема локальної мережі для третього поверху

					<b>КС 58. 15 001. 00 ДП ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

## 1.4.5 Проектування структурної схеми локальної мережі для четвертого поверху навчального корпусу

Четвертий поверх є одним із найскладніших та об'ємних з точки зору проектування локальної мережі. Кількість одних лише навчальних робочих станцій тут досягає кількості більш ніж 80 одиниць. У перспективі ця кількість може збільшитись до 100. Спочатку було розміщено DSL Modem який відіграв роль точку доступу від провайдеру. Від нього, як і на другому поверсі підключення до головного роутера четвертого і третього поверхів. Наступним на підключення був свіч. Треба зазначити, що через велику кількість кабінетів, тут знадобилось модифікувати стандартний свіч шляхом додавання модулів до віртуального свіча, як показано на рисунку 1.14.

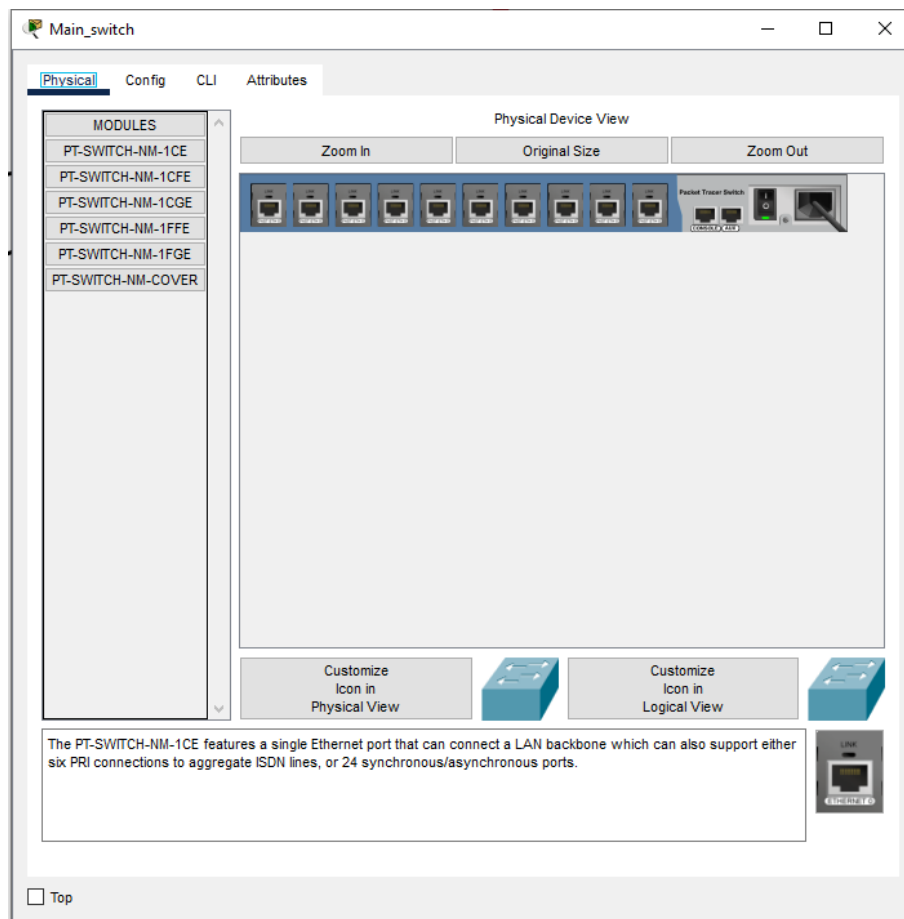


Рисунок 1.14. Вікно налаштування головного свіча на четвертому поверсі

Після додавання додаткових портів було розміщено обладнання для кожного з кабінетів-користувачів на поверсі. На рисунку 1.15 зображено схему локальної мережі для четвертого поверху.

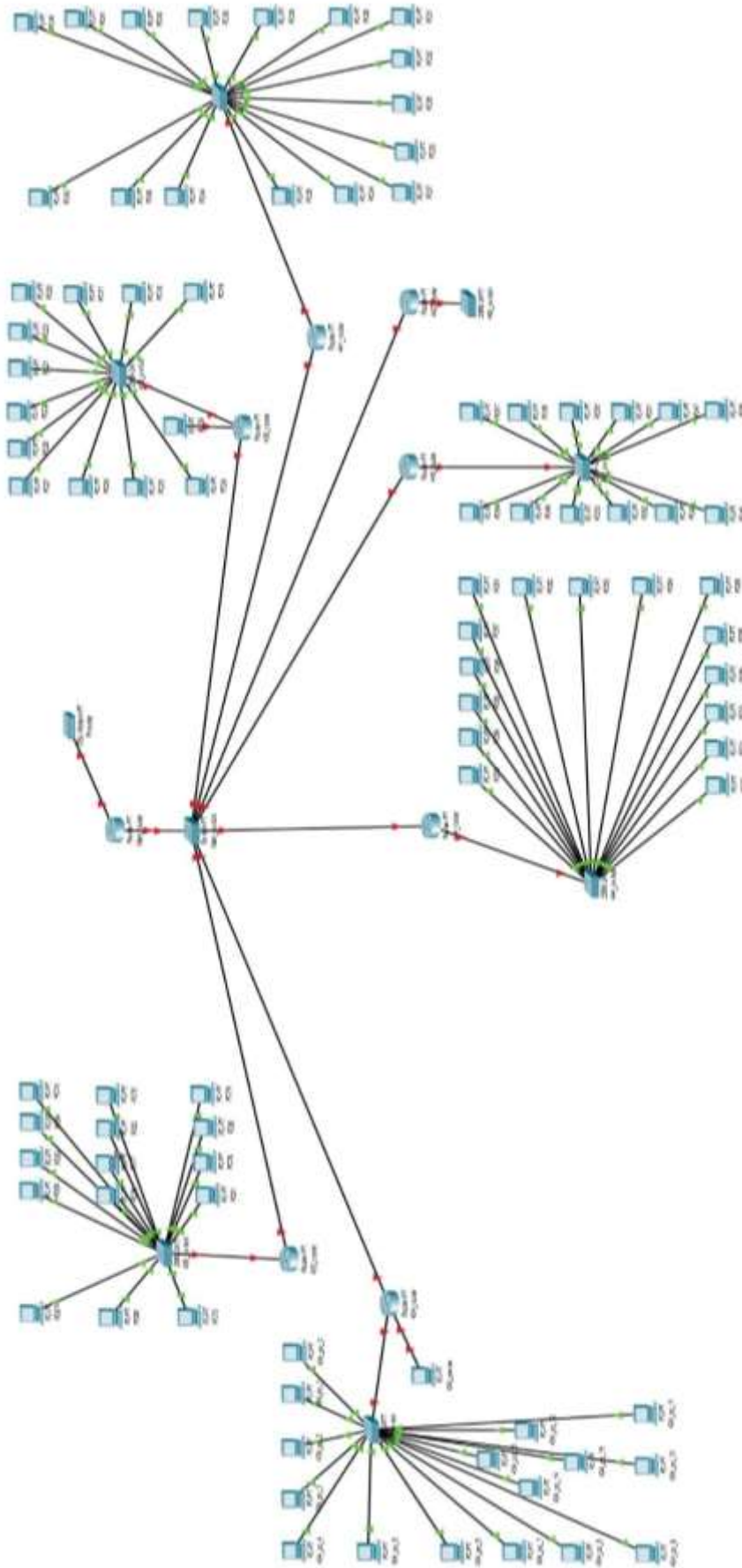


Рисунок 1.15. Структурна схема локальної мережі для четвертого поверху

Слід відмітити, що у реалізованій схемі відображено основні задіяні лабораторії на комісії комп'ютерної техніки та програмної інженерії. Як вузлові роутери було використано двоканальні пристрої. Свічі для кожної з лабораторій також обрані із збільшеною кількістю портів. На рисунку 1.15 не відображено підключення до свіча на третьому поверсі з розуміння економії місця.

Також потрібно відмітити, що є одна із гілок, яка веде до роутера 442\_router, потім від нього до свіча 442\_switch, але робочі станції там не відображені. На даний час там відсутні комп'ютери, але ця лабораторія є однією із основних у роботі комісії, тому потрібно заздалегідь передбачити там точку доступу та свіч.

Окремо потрібно сказати про кабінети 444 та 435. Обидва кабінети на даний момент часу мають комп'ютери, але не мають навіть внутрішньої локальної мережі. Тому ця комп'ютерна мережа спроектована з урахуванням проведення там не тільки локальної мережі, але й підключення їх до мережі Інтернет.

Всі комунікації між пристроями виконані у дротовому виконанні за допомогою виті пари. Оскільки сформовано вимогу до створення мережі з технологічним запасом, стандарти підключення пристроїв у мережу мають бути встановленими не нижче Gigabit.

В поточний момент лише комп'ютери у 434 лабораторії можуть приймати та передавати інформацію з такою швидкістю, але модифікувати мережеві карти на робочих станціях значно дешевше, ніж переробляти всю мережу. Вибір такого стандарту зумовлений тим, що в наш час об'єм передаваної інформації між користувачем та мережею Інтернет збільшується. Разом із тим, якщо для повсякденних завдань така швидкість, як у Gigabit є надлишковою, то для роботи з сучасними програмами швидкість є пріоритетом. Також такий стандарт дозволяє переміщувати файли всередині мережі з високою швидкістю, що значно полегшує роботу з налаштування машин та підготовки їх до занять.

Окрім того, для тестування працездатності структурної схеми потрібно було виконати налаштування кожного з пристроїв за допомогою вбудованого термінала. Наприклад, початково всі порти на свічах вимкнено. Тому для їх активації необхідно написати в консоль обладнання код запуску портів

					<b>КС 58. 15 001. 00 ДП ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

обладнання. На рисунку 1.16 зображено консоль пристрою.

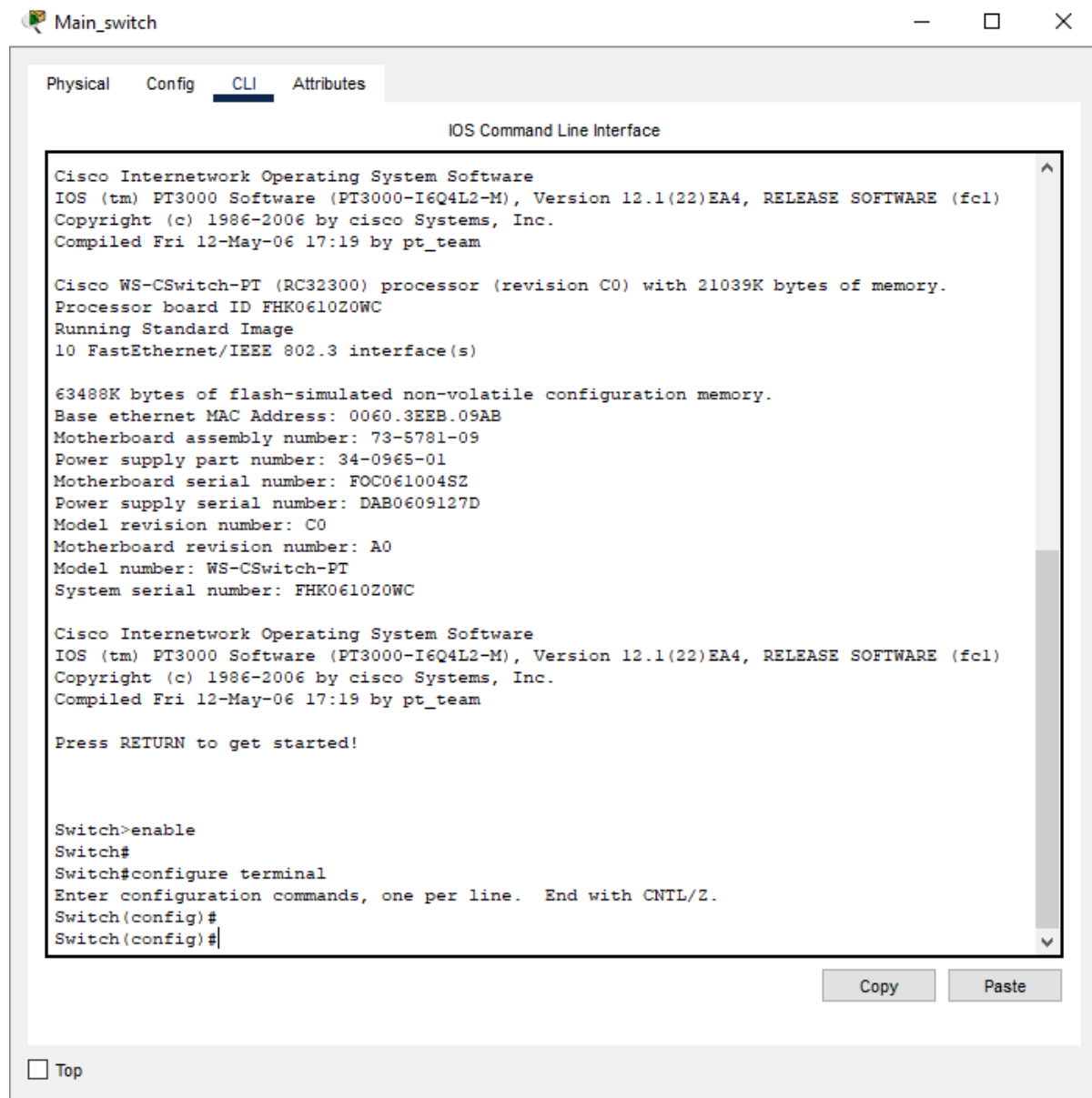


Рисунок 1.16. Вікно консолі CLI для свіча Main\_switch

Сам процес налаштування пристроїв за допомогою команд у консолі займає деякий час і складається з написання інструкцій для кожного пристрою, як йому поводитись у тому, чи іншому стані, або які дії потрібно виконати, а також які налаштування застосувати до пристрою. Для активації портів необхідно ввести наступні команди:

*Switch> enable*

*Switch# configure terminal*

*Switch(config)# interface range fastEthernet 0/1 - 24*

```

Switch(config-if-range)# no shutdown
Switch(config-if-range)# exit
Switch(config)# interface range gigabitEthernet 0/1 - 2
Switch(config-if-range)# no shutdown
Switch(config-if-range)# exit
Switch(config)# end
Switch# write memory

```

В результаті виконання цих команд, порти на свічі запускаються та почнуть передавати та приймати сигнали. На рисунку 1.17 зображено результат виконання цих команд.

```

Switch>show ip interface brief
Interface          IP-Address      OK? Method Status  Protocol
FastEthernet0/1    unassigned      YES manual up       up
FastEthernet0/2    unassigned      YES manual up       up
FastEthernet0/3    unassigned      YES manual up       up
FastEthernet0/4    unassigned      YES manual up       up
FastEthernet0/5    unassigned      YES manual up       up
FastEthernet0/6    unassigned      YES manual up       up
FastEthernet0/7    unassigned      YES manual up       up
FastEthernet0/8    unassigned      YES manual up       up
FastEthernet0/9    unassigned      YES manual up       up
FastEthernet0/10   unassigned      YES manual up       up
FastEthernet0/11   unassigned      YES manual up       up
FastEthernet0/12   unassigned      YES manual up       up
FastEthernet0/13   unassigned      YES manual up       up
FastEthernet0/14   unassigned      YES manual up       up
FastEthernet0/15   unassigned      YES manual up       up
FastEthernet0/16   unassigned      YES manual up       up
FastEthernet0/17   unassigned      YES manual up       up
FastEthernet0/18   unassigned      YES manual up       up
FastEthernet0/19   unassigned      YES manual up       up
FastEthernet0/20   unassigned      YES manual up       up
FastEthernet0/21   unassigned      YES manual up       up

```

Рисунок 1.17. Результат активації портів свіча через консоль пристрою

Налаштування іншого обладнання у Cisco Packet Tracer проходить таким самим чином, за допомогою консолі, або налаштування портів безпосередньо на відповідній панелі.

В результаті було отримано структурні схеми для локальних мереж кожного с поверхів навчального корпусу. Для підключення локальних мереж поверхів використовується зв'язок між другим та третій поверхом, завдяки чому можна буде отримати доступ до адмінпанелі з будь-якого поверху.

## 1.5 Розміщення точок доступу для вузлів локальної мережі

### 1.5.1 Принцип роботи точок доступу

Для повної реалізації теми дипломного проектування недостатньо створити лише одну локальну мережу. Згідно із завданням та вимогам, які були сформовані у підрозділі 1, розробляема мережа повинна мати також точки доступу для реалізації вільного доступу до мережі Інтернет для здобувачів освіти та відвідувачів навчального закладу. Це є дуже важливим елементом сучасного закладу, який намагається створити всі умови для своїх клієнтів та працівників. Отже точкою доступу або Access Point, AP називають мережевий пристрій, що забезпечує бездротове з'єднання клієнтів (комп'ютерів, смартфонів, планшетів, принтерів тощо) з локальною мережею або Інтернетом. Вона виступає посередником між бездротовими пристроями та дротовою інфраструктурою (наприклад, маршрутизатором або комутатором). На рисунку 1.18 зображено типовий вигляд точок доступу.



Рисунок 1.18. Типовий зовнішній вигляд точок доступу

Основними принципами роботи точок доступу є різні варіанти підключення до дротової мережі. Вони можуть бути підключені за допомогою Ethernet кабелю, частіше за все типу POE-підключення, коли живлення точки доступу виконується через сам Ethernet кабель, що дає змогу не використовувати адаптер який йде в комплекті з обладнанням. Нерідко точки доступу продаються зовсім без адаптерів маючи на увазі саме POE-підключення.

					<b>КС 58. 15 001. 00 ДП ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Для функціонування точки доступу необхідне джерело мережі, до якої вона має бути підключена. Через це підключення точка доступу буде мати можливість розширювати мережу бездротовою складовою. Кажучи про бездротові мережі – це є головною складовою роботи точок доступу, оскільки головне завдання цих приладів розширення існуючої Wi-Fi мережі та розширення її зони покриття. Точки доступу представляються підключення за різними стандартами Wi-Fi, в тому числі і за сучасними, як 6 ГГц та Wi-Fi 6E.

З точки зору обробки трафіку, бездротові точки доступу виступають у ролі посередника, який розширює існуючу мережу. Точка доступу отримує дані від користувача, обробляє їх та передає далі по ієрархії, або до бездротової точки доступу, або безпосередньо до роутера, де виконується кінцеве обчислення. Після цього данні передаються назад до користувача по ланцюгу передачі даних.

Механізми безпеки точки доступу підтримують відповідно за сучасними стандартами захисту інформації у бездротових мережах за такими методами шифрування як WPA2, WPA3 та іншими. Окрім того, так само як і звичайні Wi-Fi-роутери точки доступу можуть представляти користувачу доступ до мережі лише при введенні паролю мережі. Більш складні та дорогі прилади можуть організувати власні корпоративні системи захисту.

Точки доступу розрізняють за типом:

- Автономні (standalone) – працюють як окремі пристрої, тому налаштовуються окремо;
- Контрольовані (controller-based) – централізовано керуються через контролер (наприклад, у великих корпоративних мережах);
- Mesh AP — можуть об'єднуватися у бездротову сітку без кабельного підключення між собою.

### **1.5.2 Розміщення точок доступу по об'єкту**

Розміщення точок доступу є важливим та відповідальним етапом, оскільки потрібно обирати максимально оптимальні зони для розміщення обладнання. Точки доступу є дуже корисним, але в той же час досить коштовним обладнанням, окрім того, кожна точка доступу, якщо немає основного Wi-Fi каналу повинна

					<b>КС 58. 15 001. 00 ДП ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

підключатись до мережі за допомогою дроту, що робить чутливим питання кількості портів на мережевих приладах, як свічі або роутери. Окрім того, використання Wi-Fi каналу для дублювання мережі створює додаткове навантаження на основні джерела безпроводного інтернету, а також створює умови для збільшення випадків інтерференції та випадків погіршення зв'язку через кількість користувачів.

Тому необхідно виконати розміщення точок доступу на поверхах навчального закладу таким чином, щоби вони могли показувати найбільший КПД у своїй роботі. Для виконання цього завдання було використано програмне забезпечення EkaHau AI Pro завдяки якому можна імпортувати плани приміщень та розміщувати на них точки доступу. У подальшому в цій же програмі буде виконано тестування зони покриття розміщених точок доступу. На рисунку 1.19 зображено вікно програми із завантаженою схемою першого поверху навчального корпусу.



Рисунок 1.19. Робоче вікно програми EkaHau AI Pro із схемою першого поверху

Перед тим як імпортувати зображення у програму прийшлося створити варіант цієї схеми без більшості позначень розмірів, площини та співвідношень сторін. Також було виконано вирівнювання схем по горизонталі для того зоби у

подальшому спростити роботу з поверхами.

Дана програма дозволяє виконувати досить широкий спектр задач, головною з яких є побудова карт покриття, яка буде використана нижче у цій пояснювальній записці. Для виконання ж розміщення точок доступу окрім розміщення карти поверху, потрібно виконати масштабування зображення для того, щоби програма могла зіставляти приміщення та зону покриття приладу. Інструментом Scale виконується масштабування, для чого потрібно знайти орієнтир на схемі з точно відомим розміром. У даному випадку таким орієнтиром стала колона в холі першого поверху, її ширина становить 0.50м. На рисунку 1.20 зображено процес налаштування масштабування схеми.

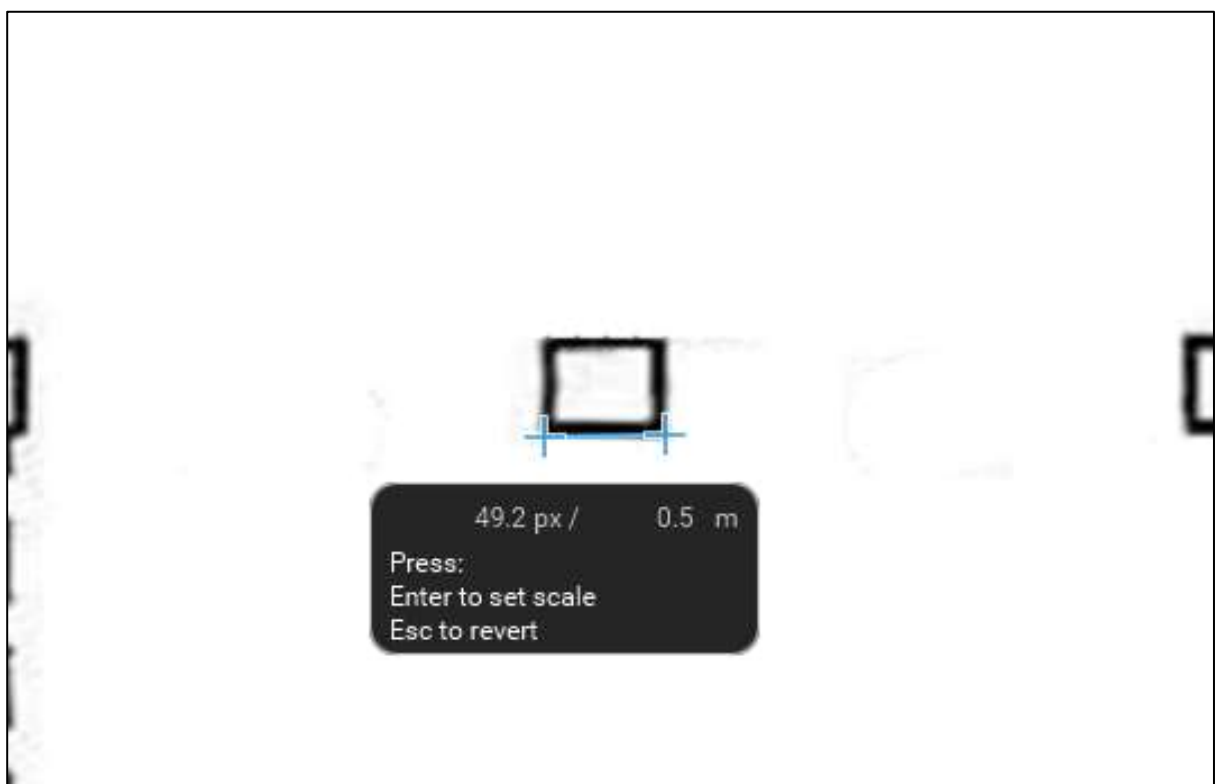


Рисунок 1.20. Процес налаштування масштабу схеми у програмі EkaHau AI Pro

Після виставлення масштабу схеми стали доступні інші кнопки для роботи. На поточний момент серед всіх інструментів потрібно використовувати Simulated Acces Point – симуляція точки доступу. Цей інструмент дозволяє розмістити на схемі об'єкт, який буде симулювати роботи точки доступу, та показувати зону покриття. На рисунку 1.21 зображено перелік симуляцій пристроїв доступних для роботи.

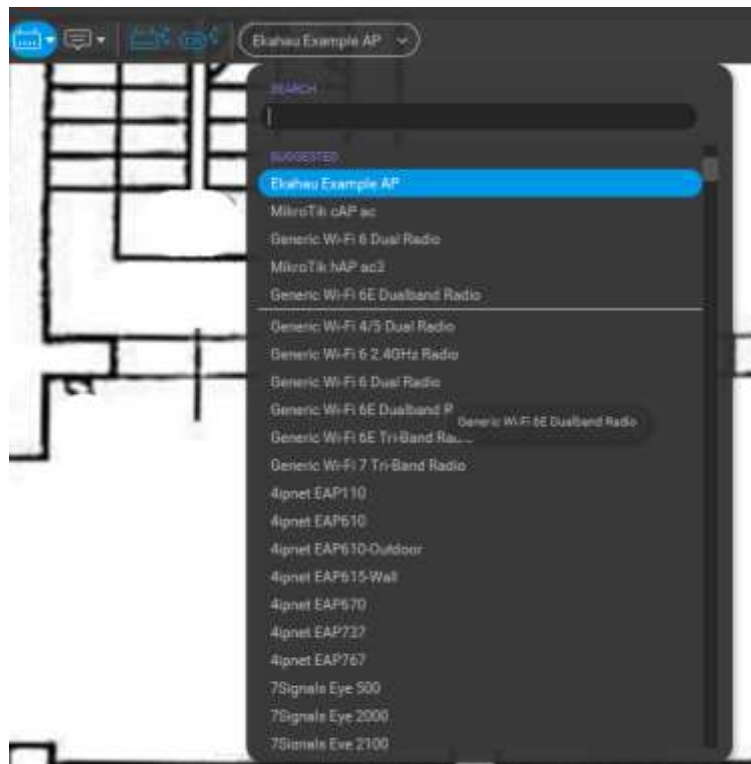


Рисунок 1.21. Перелік симуляцій точок доступу

Серед перелічених приладі було обрано MikroTik cAP ac. Це досить розповсюджена точка доступу, яка використовуються у корпоративних та урядових будівлях. Після обрання обладнання його можна розмістити на схемі будівлі. Після додавання приладу можна побачити, що програма відразу виконала симуляцію зони покриття, що зображено на рисунку 1.22.



Рисунок 1.22. Схема приміщення із розміщеною на ньому точкою доступу та її зоною покриття

					<b>КС 58. 15 001. 00 ДП ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Видно, що у поточному стані, програма відображає максимальне покриття незважаючи на стіни та перешкоди на рівні. Втім, на даний момент це не є важливим. На рисунку 1.22 можна побачити, що розміщена точка доступу має два канали передачі даних – 1-й канал та 36-й канал. Обидва канали є активними та передають сигнал. Потрібно виконати налаштування точки доступу. Для цього необхідно обрати точку доступу відповідним інструментом, перейти до панелі пристроїв справа, знайти там тільки що розміщений пристрій та натиснути на кнопку у вигляді шестерінки – вона відповідає за відображення вікна налаштування точки доступу. На рисунку 1.23 можна побачити вікно налаштування параметрів пристроїв.

Серед налаштувань можна побачити пункти які відповідають за ім'я пристрою Name, яке відобразатиметься на схемі, модель пристрою Model, колір для виконання фільтрування відображення об'єктів на схемі Color, а також параметр монтажу пристрою Mounting. Саме цей параметр потрібно відредагувати та виставити у режим Ceiling.

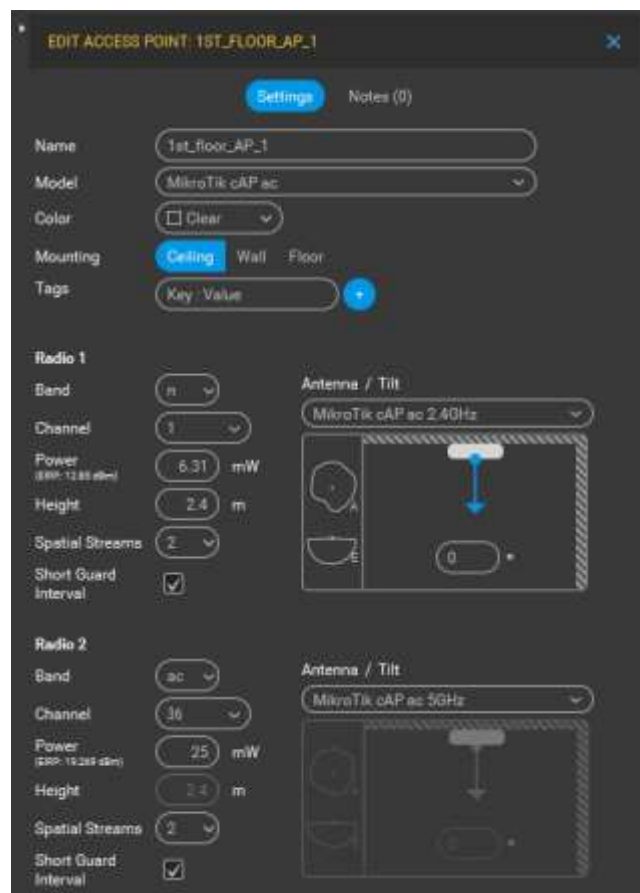


Рисунок 1.23. Панель налаштування параметрів пристроїв

					<b>КС 58. 15 001. 00 ДП ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

Також у параметрах пристрою можна виставити тип передачі сигналу, канал, вид антени, її потужність, висоту над землею та інші параметри. На даний момент все що потрібно зробити – це розмістити точки доступу у самих оптимальних точках розміщення. Будівля має головний центральний коридор на кожному поверсі, який займає майже всю довжину кожного поверху, що є дуже вигідно з точки зору можливості розміщення точок доступу. Завдяки цьому можна розмістити точки лише в коридорі, чим забезпечити покриття приміщень по обидві сторони навчального корпусу.

Після розміщення та налаштування точок доступу на поверсі було отримано зону покриття будівлі без урахування стін, що зображено на рисунку 1.24. Видно, що три точки доступу дозволяються створити покриття всіх приміщень поверху та забезпечити доступ до мережі Інтернет здобувачів освіти.

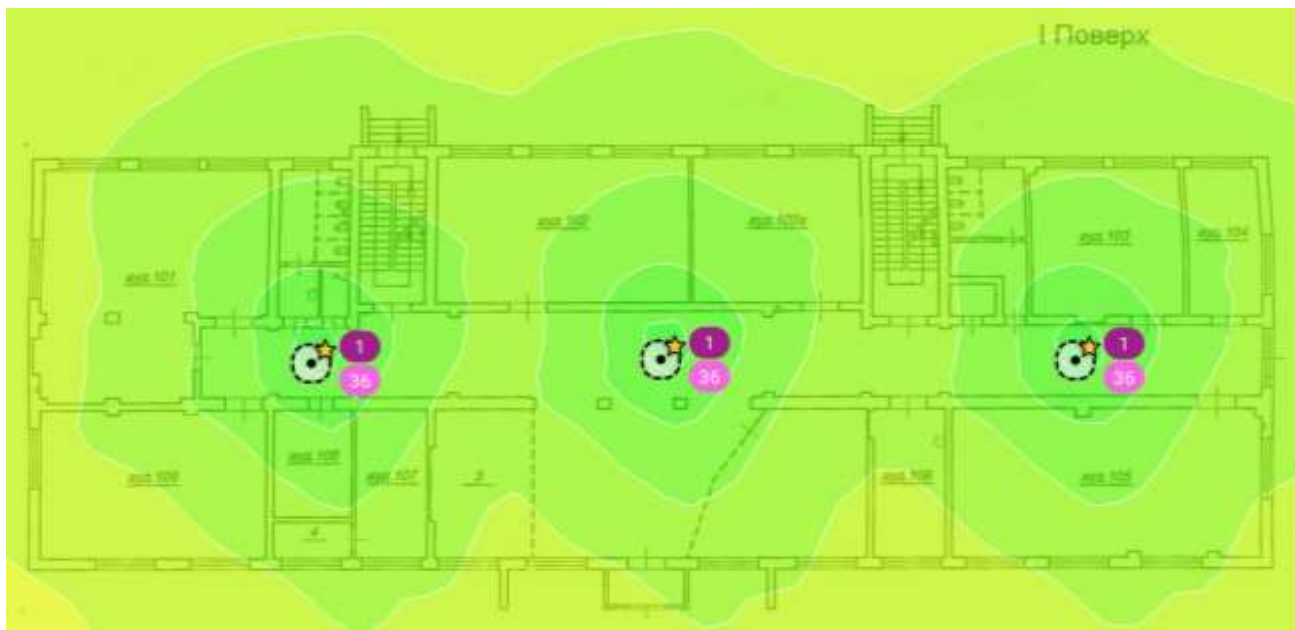


Рисунок 1.24. Зона покриття першого поверху від трьох точок доступу без урахування стін

Всі точки доступу на першому поверсі були відповідним чином налаштовані та розміщені у самих оптимальних точках для найефективнішого покриття приміщень поверху із мінімально можливими фінансовими втратами. Таким же чином було виконано роботу з розміщення точок доступу на інших поверхах навчального корпусу.

## 1.6 Тестування зон покриття точок доступу

Одною із заключних частин роботи над проектуванням локальної мережі з точками доступу для навчального корпусу ВСП «ОТФК ОНТУ» є тестування зон покриття розміщених пристроїв. Мета тестування полягає у визначенні яка сила сигналу буде доступна користувачам Wi-Fi у різних приміщеннях навчального корпусу.

Для того щоби тестування було максимально приближеним до реальності програма EkaHau AI Pro дає можливість відтворити приміщення в якому буде розміщено обладнання. Для цього потрібно розмістити на робочій поверхні об'єкти, які будуть симулювати стіни. Інструмент для будівництва стін називається Straight Wall. При його виборі користувач отримує доступ до різних видів матеріалів стін. Від пустих стін з гіпсокартону, до стін з цегли, або залиті бетоном, з бетонних блоків. Також цей інструмент дає змогу розміщувати вікна, двері та інші перешкоди. На рисунку 1.25 зображено використовуваний інструмент.

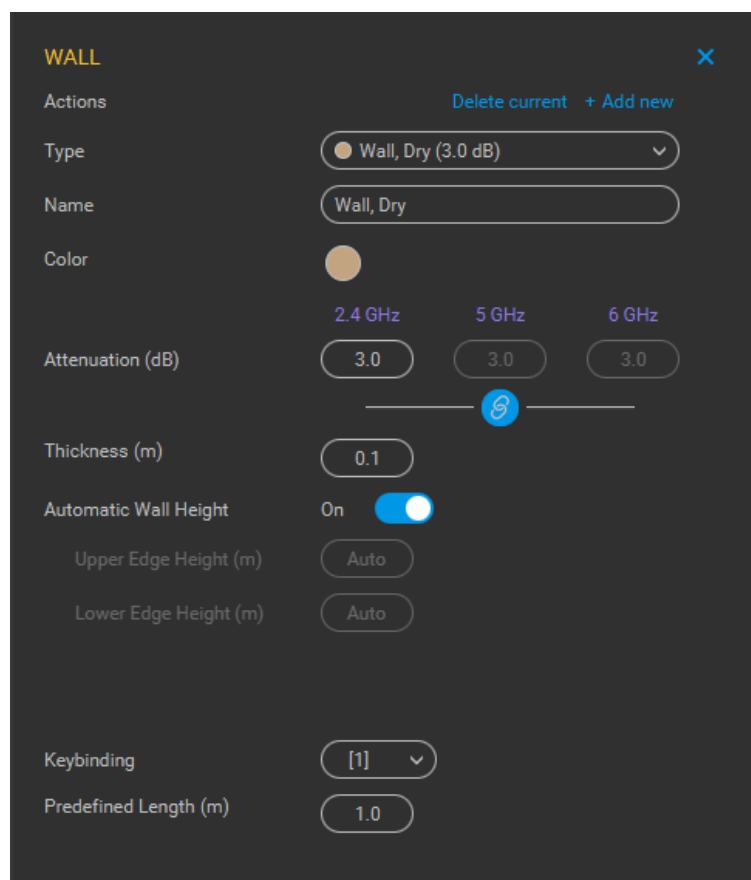


Рисунок 1.25. Панель інструменту Straight Wall

На рисунку 1.25 видно, що можна обрати тип стіни, дати їй унікальне ім'я – це корисно, коли у вас на об'єкті є стіни різної довжини, яка виходить за стандартні розміри, або до них не доходить. Кожний тип стіни має свою силу поглинання сигналу, яка залежить від відповідного параметру та товщині стіни. Ще однією особливістю цього програмного забезпечення є те, що можна створювати незалежні поверхи один від одного, але за допомогою спеціального інструменту, можна розмістити якірні точки, завдяки яким програма зможе симулювати передачу радіосигналу не тільки в горизонтальній площині, але й у вертикальній.

Перед початком роботи потрібно виконати перемикання фільтру відображення для того, щоби вимкнути відображення покриття Wi-Fi, оскільки він буде заважати у роботі і кожний раз із додаванням стіни виконувати перерахунок.

Для того, щоби фільтр впливав на точки доступу потрібно задати їм єдиний колір, та перемкнути у фільтрі відображення тільки приладів без маркування кольором. Процес розміщення стін відповідальний та досить довгий і кропіткий процес. Від того, наскільки правдиво буде відтворено матеріали стін, їх товщина та розміщення, настільки показники тестування будуть відповідати реальній картині на об'єкті.

В нагоді стали схеми поверхів на яких були відмітки про розміри тих чи інших елементів будівлі, що давало змогу оперативним чином виставляти масштаб схеми. Також товщина стін на схемі давала змогу приблизно розуміти, який тип стіни, окрім того, деякі стіни було досліджено самостійно. На рисунку 1.26 зображено частину процесу розміщення стін різних видів на основі плану поверху. Кожний вид стіни відрізняється від іншої своїм кольоровим відображенням. Так, на рисунку 1.26 можна побачити два види стін. Ті що сірі – це стіни залиті цементом, бетоном, або бетонні блоки. Красний колір належить до стін, які виконані за допомогою цегли. Кожний з таких об'єктів стіни має свої параметри товщини, сили гасіння сигналу, тощо.

					<b>КС 58. 15 001. 00 ДП ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

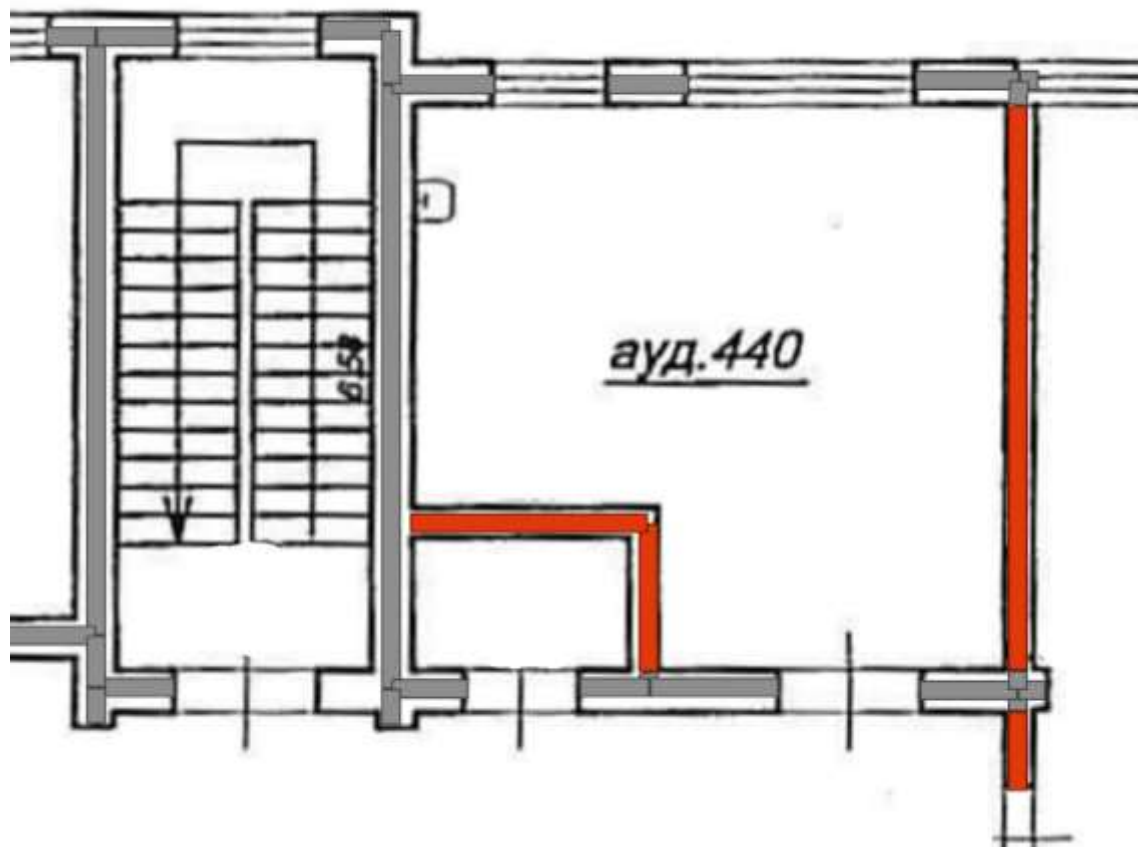


Рисунок 1.26. Процес розміщення об'єктів стін на основі схеми поверху

Окрім стін з бетону на цегли, у навчальному корпусі представлені ще стіни з гіпсокартону, або подібної не твердої структури. Всі об'єкти стін розміщуються на схемі за допомогою миші і можуть бути змінені з точки зору напрямку та з'єднання з іншими стінами. Один тип стіни дуже легко може поєднуватись із іншими. Окрім матеріалів стін, для розміщення доступні інші види перекриттів, наприклад скло, вікна, підлоги, двері різних типів, а також елементи меблів, які також можуть знаходити своє відображення на планах приміщень. Для поточної роботи було розміщено лише стіни приміщень, так як вони є основними об'єктами, що зменшують силу сигналу між приміщеннями.

Коли розміщення об'єктів стін було закінчено, через панель управління можна включити відображення пристроїв точок доступу. Для зручності на кожному з поверхів проекту точки доступу були відмічені різними кольорами. На рисунку 1.27 зображено симуляцію зони покриття Wi-Fi для четвертого поверху.

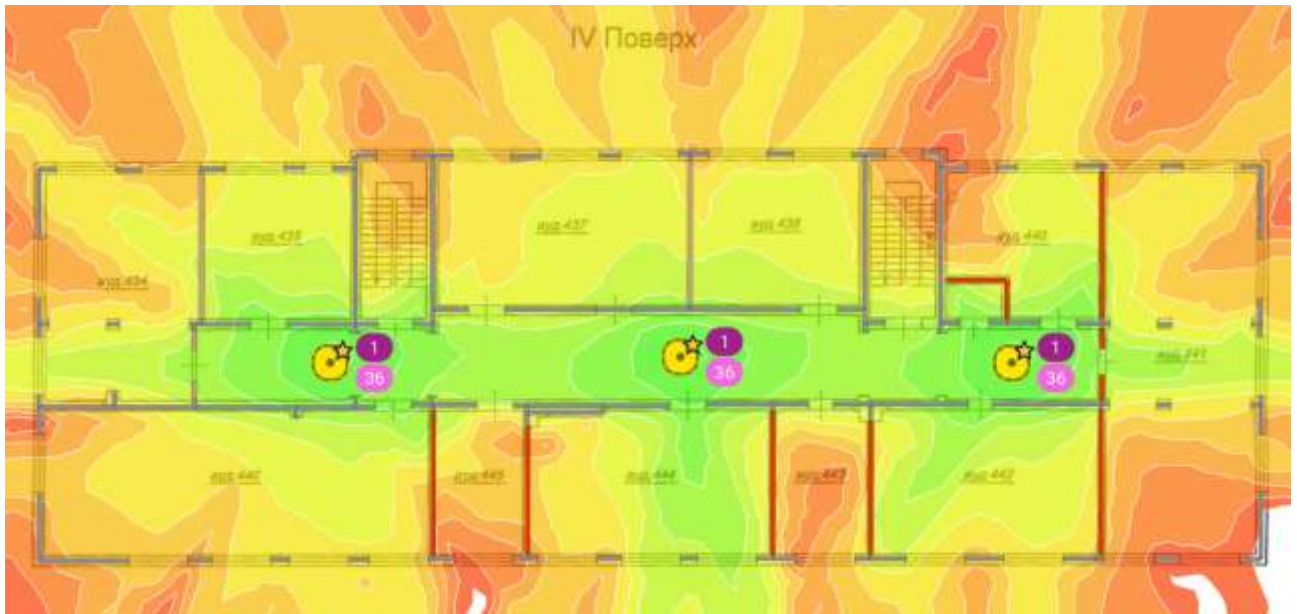


Рисунок 1.27. Теплова карта зон покриття точками доступу четвертого поверху

Рисунок 1.27 демонструє рівень покриття сигналом навчального поверху, який можна охарактеризувати як достатній. Для того, щоби розуміти яка швидкість буде в тому чи іншому засобі, потрібно зняти показник dBm у самих складних місцях. dBm – це показник потужності сигналу точки доступу. Його заміри можна зробити просто за допомогою наведення курсору миші на зону, яка цікавить. Після наведення з’явиться виникаюче вікно, яке буде показувати поточний рівень потужності сигналу у конкретній точці, а також він буде показувати, яка точка доступу представляє самий кращий сигнал. На рисунку 1.28 зображено приклад такого виникаючого вікна.

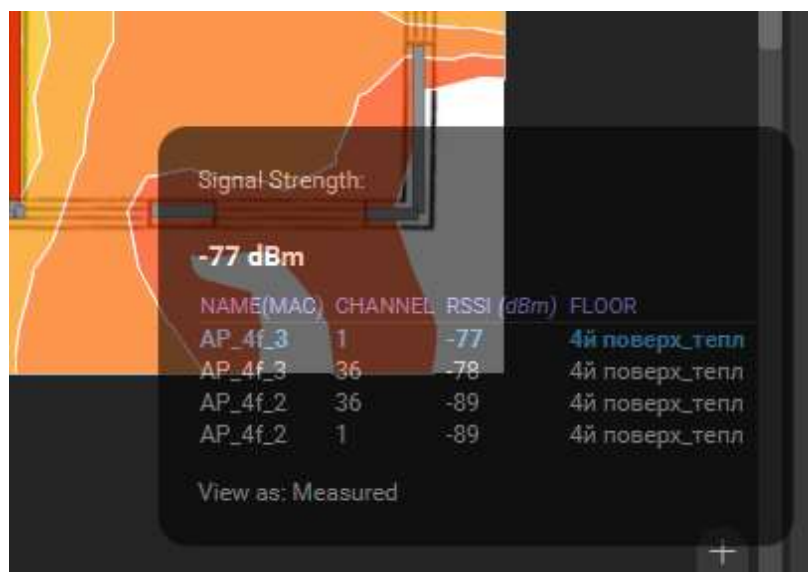


Рисунок 1.28. Виникаюче вікно статистики потужності Wi-Fi сигналу

Потрібно зазначити, що значення потужності сигналу показуються із знаком мінус і чим сильніший сигнал тим ближче до нуля, чим слабкіший сигнал тим ближче до ста. Тобто значення потужності  $-77\text{dBm}$  вище ніж  $-80\text{dBm}$ . Для того щоби не знімати показники з кожної точки поверху, можна використатись функцією Inspect.

Inspect це один з режимів роботи EkaHau AI Pro, який демонструє загальну статистику з потужності сигналу всіх точок доступу на поверсі. Він відображає пристрої, які генерують радіосигнал, а також панель Requirements pass rates, яка показує критерії за якими досліджується загалом весь поверх та визначається відповідність створеної мережі критеріям. На рисунку 1.29 зображено режим роботи Inspector.



Рисунок 1.29. Режим роботи Inspector

Ще одна панель, значення яких потрібно переглянути – це Signal Strength at 5GHz. Вона показує у формі графіку дані щодо якості зони покриття. Середнім значенням для Wi-Fi мереж називають  $-67\text{ dBm}$  значення у сторону  $-100\text{ dBm}$  показують падіння якості підключення і навпаки, як було вказано раніше, чим ближче до нуля тим краще. З отриманих даних щодо потужності можна показати такі результати спроектованої мережі з точками доступу, як показано у таблиці 1.1.

					<b>КС 58. 15 001. 00 ДП ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Таблиця 1.1. Результуючі показники потужності зони покриття точок доступу на четвертому поверсі

№ з/п	Потужність сигналу, -dBm	Процентний показник, %	Показник якості	Результуюча сума, %
1.	-40 – -35	2,6	Добра якість	57,6
2.	-45 – -40	4,3		
3.	-50 – -45	7,6		
4.	-55 – -50	8,6		
5.	-60 – -55	12,7		
6.	-65 – -60	21,8		
7.	-70 – -65	18,1	Низька якість	42,4
8.	-75 – -70	12		
9.	-80 – -75	9,8		
10.	-85 – -90	2,5		

Оскільки статистика збирається з усього плану, навіть тих частин, де доступу до вільної мережі доступу бути не повинно, отримано результати показників якості передачі. 57,4% всієї зони покриття від точок доступу забезпечує безперебійний доступ до мережі Інтернет. 42,4% всієї зони покриття реалізовує сигнал з відказами. Оскільки статистика збиралась і з території поза поверху, можна вважати, що якість покриття на четвертому поверсі від точок доступу добра.

Всі вище зазначені дії було проведено і для інших поверхів навчального корпусу ВСП «ОТФК ОНТУ». Було розміщено стіни із вибором найбільш приближених до реальності матеріалів стін та перекрить. Точки доступу налаштовувались та розміщувались виходячи із необхідності знайти найбільш оптимальні місця, які б давали найкращу зону покриття на поверхах навчального корпусу. Необхідно розглянути ці результати більш детально для того щоби бути впевненим у якості спроектованої мережі. На рисунку 1.30 зображено теплову карту зон покриття точками доступу третього поверху.



Рисунок 1.30. Теплова карта зон покриття точками доступу третього поверху

Отримані за допомогою режиму Inspector показники потужності зони покриття точок доступу можна побачити у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2. Результуючі показники потужності зони покриття точок доступу на третьому поверсі

№ з/п	Потужність сигналу, <i>-dBm</i>	Процентний показник, %	Показник якості	Результуюча сума, %
1.	-40 – -35	2,3	Добра якість	66,2
2.	-45 – -40	5,2		
3.	-50 – -45	11,2		
4.	-55 – 50	12,3		
5.	-60 – -55	14,8		
6.	-65 – -60	20,4		
7.	-70 – -65	14,4	Низька якість	33,8
8.	-75 – 70	12		
9.	-80 – -75	5,3		
10.	-85 – -90	2,2		

На третьому поверсі можна констатувати добру якість покриття сигналом від точок доступу. Це забезпечить можливість здобувачам освіти отримувати

доступ до мережи Інтернет із достатньою швидкістю.

На рисунку 1.31 зображено теплову карту зон покриття точками доступу для другого поверху навчального корпусу.

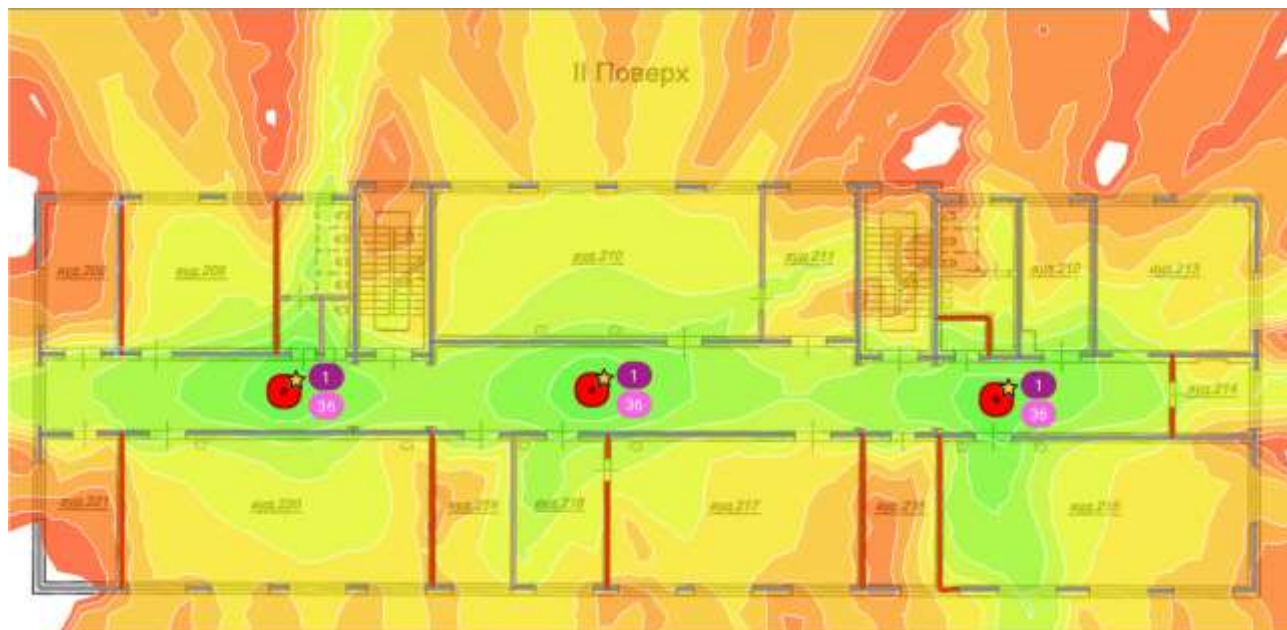


Рисунок 1.31. Теплова карта зон покриття точками доступу другого поверху

Отримані за допомогою режиму Inspector показники потужності зони покриття точок доступу можна побачити у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3. Результуючі показники потужності зони покриття точок доступу на другому поверсі

№ з/п	Потужність сигналу, $-dBm$	Процентний показник, %	Показник якості	Результуюча сума, %
1.	-40 – -35	2,0	Добра якість	57,2
2.	-45 – -40	4,4		
3.	-50 – -45	8,1		
4.	-55 – -50	8,3		
5.	-60 – -55	13,9		
6.	-65 – -60	20,5		
7.	-70 – -65	15,8	Низька якість	42,8
8.	-75 – -70	11,1		
9.	-80 – -75	10,9		
10.	-85 – -90	5,0		

Результати тестування потужності сигналу на другому поверсі дають неоднозначні результати. Серед кабінетів є такі, що отримують покриття від точок доступу у недостатній потужності, але і зовсім дуже неякісно, як в кабінетах 221 та 208. Це пов'язано із плануванням поверху.

Теплова карта зон покриття точками доступу першого поверху, а також потужність сигналу зображено на рисунку 1.32.

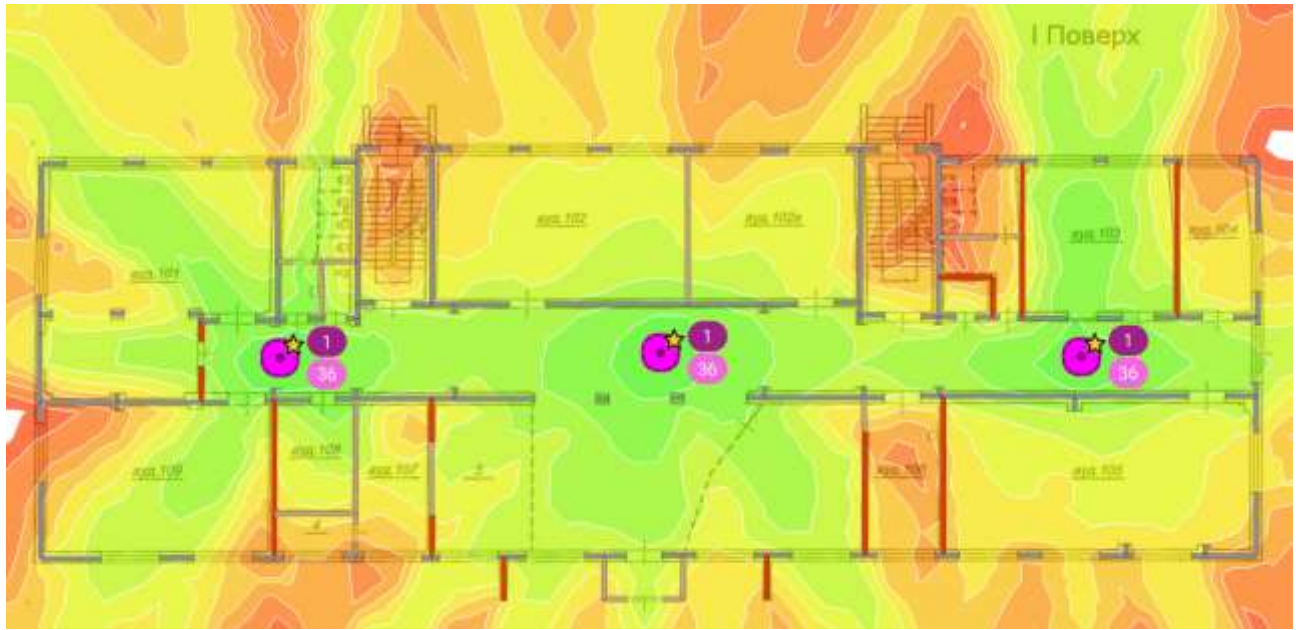


Рисунок 1.32. Теплова карта зон покриття точками доступу першого поверху

Отримані за допомогою режиму Inspector показники потужності зони покриття точок доступу можна побачити у таблиці 1.4.

Таблиця 1.4. Результуючі показники потужності зони покриття точок доступу на першому поверсі

№ з/п	Потужність сигналу, -dBm	Процентний показник, %	Показник якості	Результуюча сума, %
1.	-40 – -35	2,2	Добра якість	70,7
2.	-45 – -40	6,0		
3.	-50 – -45	13,1		
4.	-55 – 50	16,1		
5.	-60 – -55	14,1	Низька якість	29,3
6.	-65 – -60	19,2		

7.	-70 – -65	12,1	Низька якість	29,3
8.	-75 – 70	9,5		
9.	-80 – -75	6,0		
10.	-85 – -90	1,7		

Самих якісних показників щодо потужності сигналу від точок доступу вдалось отримати на першому поверсі навчального корпусу. Це логічне слідство присутності на поверсі великого холу, в якому нічого не заважає сигналу від точок доступу розповсюджуватись по поверху.

Окремо слід зазначити, що вказані результати є приблизними. Наприклад, вони не враховують співвідношення якості сигналу безпосередньо у приміщенні, без урахування території поза стінами корпусу. Також, потрібно розуміти, що дані тестування проводились лише в горизонтальній площині. В реальній реалізації мережі з таким розміщенням точок доступу, якість сигналу буде дещо вищою оскільки сигнал буде транслюватись не тільки по поверху свого розміщення, але й через підлогу на поверх нижче та вище. В цілому, виходячи з теплових карт потужності сигналу, можна прийти до висновку, що обрані місця розміщення точок доступу досить вдалі. Для максимально якісного впровадження точок доступу, можна розміщувати не три точки, а чотири на поверх.

## **1.7 Підбір апаратних рішень для вузлів локальної мережі та точок доступу**

### **1.7.1 Підбір роутерів**

Останнім етапом виконання дипломного проектування є підбір апаратних рішень. Ця частина роботи основана на функціональній схемі, яка була розроблена раніше і дає уявлення про те, яке саме апаратне забезпечення необхідно придбати для реалізації локальної мережі.

Першим видом обладнання, яке потрібно обрати є роутери. Їх можна поділити на два види. Головні роутери, які будуть виконувати основну масу розрахунків та звичайні користувацькі пристрої для створення окремих вузлів

					<b>КС 58. 15 001. 00 ДП ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

мережі.

Обрання головних роутерів виконувалось із критеріями які висунуті у вимогах до завдання, тому перевага давалась рішенням які б мали SFP-порти, з підтримкою POE, MU-MIMO, з кількістю Gigabit-портів не менше 4, з обов'язковою підтримкою стандарту зв'язку Wi-Fi не нижче 6. Серед множини роутерів було вирішено обрати роутер від компанії MikroTik - роутер MikroTik RB5009UPr+S+IN, який зображений на рисунку 1.33.



Рисунок 1.33. Зовнішній вигляд роутера MikroTik RB5009UPr+S+IN

MikroTik RB5009U – ідеальний роутер для поточного проекту, оснащений портами USB 3.0, 1G та 2.5G Ethernet та слотом 10G SFP+. Безпрецедентна обчислювальна потужність у досить маленькому форм-факторі. Цей роутер компактний та потужний, з кількома варіантами живлення та ефективним охолодженням. Має 9 дротяних портів та повнорозмірний USB 3.0. Сім портів Gigabit Ethernet, ще 2,5 Gigabit Ethernet та 10G SFP+. Всі порти підключені до потужної мікросхеми комутатора Marvell Amethyst з повнодуплексною лінією 10 Гбіт/с, що веде до чотириядерного процесора Marvell Armada ARMv8 із тактовою частотою 1,4 ГГц. І процесор і мікросхема комутатора розташовані на нижній стороні плати, що дозволяє корпусу виконувати роль величезного радіатора. Функціонування розробляємої мережі може бути забезпечено двома такими пристроями.

Для підключення цього роутера до обладнання провайдера «Укртелеком» можна використати SFP-модуль для безпосереднього підключення оптоволоконної лінії до локальної мережі. Для цих цілей було обрано модуль SFP

					<b>КС 58. 15 001. 00 ДП ПЗ</b>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		51

MikroTik S-85DLC05D який зображено на рисунку 1.34. Їх кількість зумовлена кількістю точок доступу від провайдера «Укртелеком», отже для реалізації проекту знадобиться мінімум два таких модулі.



Рисунок 1.34. Зовнішній вигляд SFP модуля MikroTik S-85DLC05D

Для реалізації підключень вузлів локальної мережі необхідний роутер значно менш потужніший, ніж головний. Вимоги до нього майже такі ж самі, за винятком потребу у SFP-модулі, та відсутністю підтримки технології POE. Вибір було зроблено на пристрої Cudy WR3000 який є гігабітним дводіапазонним WiFi 6 Mesh-роутером. Швидкість передачі 2402 Мбіт/с на 5 ГГц + 574 Мбіт/с на 2.4 ГГц, стандарт WiFi 802.11ax/ac/a/b/g/n, 4 Gigabit порти, 4 зовнішні антени 5dBi. Доступна ширина каналу: 20/40/80/160 МГц. Обраний роутер зображено на рисунку 1.35.



Рисунок 1.35. Зовнішній вигляд роутера Cudy WR3000

Обране обладнання дозволить реалізувати основу спроектованої локальної мережі.

### 1.7.2 Підбір свічів

Важливою складовою для розподілу трафіку є свічі, які будуть хабами на кожному поверсі та забезпечувати комутацію обладнання на поверхах, а також передачу даних між поверхами або користувачами у мережі, якщо така необхідність перед мережею з'явиться. Серед головних вимог до свічів була наявність Gigabit-портів, а також достатня їх кількість, підтримка POE та можливість виконання управління свічем. Серед пристроїв було обрано TP-LINK Omada SG2218P POE, він зображений на рисунку 1.36.



Рисунок 1.36. Зовнішній вигляд свіча TP-LINK Omada SG2218P POE

Одного виду обладнання цього типу буде достатньо для реалізації спроектованої локальної мережі. Кількість цих пристроїв має бути мінімум чотири штуки по одному пристрою на поверх, оскільки вони будуть створювати вузли локальної мережі на кожному поверсі та створювати різні рівні мережі для її функціонування а також можливості зручної навігації в середині мережі.

### 1.7.3 Підбір точок доступу

Для виконання частини завдання дипломного проектування щодо точок доступу, потрібно також підібрати цей вид обладнання. Оскільки під час роботи над точками доступу для локальної мережі використовувалась симуляція конкретних приладів, то вони й будуть використані для ймовірної реалізації мережі. З іншого боку, можна виконати пошук інших, більш бюджетних точок доступу, але потрібно тримати на увазі, що у навчальному закладі трафік, який потрібно буде обробляти точці, дуже великий, що може впливати на

					КС 58. 15 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

працездатність слабких пристроїв. На рисунку 1.37 зображено обраний пристрій.



Рисунок 1.37. Зовнішній вигляд точки доступу Mikrotik sAP AC

Ця точка доступу є однією з найпопулярніших у своєму класі, має докладну специфікацію, документацію з налаштування, окрім того висока популярність дає базу для вдалого пошуку навчальних матеріалів з використання цього приладу. Він може бути підключений через POE, тому йому не потрібен адаптер.

#### 1.7.4 Результати проектування

В результаті виконаної роботи було проведено проектування локальної мережі з точками доступу для навчального корпусу. Було створено таку мережу, яка створює умови для роботи у мережі Інтернет, як працівників навчального закладу, так і здобувачів освіти. Користувачі у такій мережі відокремлені один від одного з метою виключення ситуацій, коли здобувачі освіти могли б отримувати доступ до пристроїв працівників. Разом з тим, загальна локальна мережа має дві розподілені точки доступу до мережі Інтернет від провайдера «Укртелеком», які представляють підключення через SFP модуля та гарантують високу швидкість для користувачів Інтернету. Створений проект мережі може бути виконаний із використанням підбраного обладнання, або можна виконати підбір іншого обладнання.

Перспективою даного проекту є його подальше розширення на інші корпуси навчального закладу, з метою повного заміщення провайдера «Датагруп» на «Укртелеком». Також, реалізація шаблонної мережі дозволить у перспективі створити внутрішню мережу між корпусами та забезпечити більш ефективну роботу із документообігом працівників закладу.

					<b>КС 58. 15 001. 00 ДП ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

## 2 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

Темою цього дипломного проекту була «Проектування локальної мережі з точками доступу для навчального корпусу ВСП "ОТФК ОНТУ"». Як результат отримано проект локальної мережі, готовий до імплементації до навчального корпусу навчального закладу. Існуючий проект, можна використати як базу для створення мереж у інших корпусах через шаблонність планування будівель.

Оцінка якості розробленого проекту включає визначення трудомісткості і вартості його створення. Проведемо розрахунки визначення трудомісткості виконання даної науково-дослідницької розробки. Перелік етапів і робіт, що виконуються при проведенні НДР, приведений в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1. Розподіл робіт по етапах і видах виконавців

<i>Етап проведення НДР</i>	<i>Вигляд робіт</i>	<i>Посада виконавця</i>
Розробка технічного завдання	1.Складання і затвердження ТЗ для НДР «Проектування локальної мережі з точками доступу для навчального корпусу ВСП "ОТФК ОНТУ"»	Дипломник, керівник
Вибір напрямку дослідження	1. Збір і вивчення науково-технічної літератури, 2. Формулювання можливих напрямів вирішення завдань, поставлених в технічному завданні НДР і їх порівняльна оцінка. 3. Розробка плану проведення досліджень для подальшої розробки.	Дипломник керівник
Теоретичні і експериментальні дослідження	1. Аналіз поставленої задачі 2. Вибір програмних засобів для проектування 3.Обрання топології розробляємої локальної мережі 4. Розробка проекту локальної мережі 5 Розміщення точок доступу для вузлів локальної мережі 6 Тестування зон покриття точок доступу 7 Підбір обладнання для вузлів локальної мережі та точок доступу	Дипломник керівник консультант

продовження таблиці 2.1.

Узагальнення і оцінка результатів досліджень	1. Узагальнення результатів попередніх етапів. 2. Оцінка повноти вирішення поставлених завдань. 3. Складання і оформлення звіту. Розгляд результатів проведеною НДР і прийняття результатів в цілому.	Дипломник керівник консультант
--	---	--------------------------------------

В умовах відсутності нормативної бази тривалість виконання окремих робіт розраховується на основі вірогідних оцінок робіт, що задаються виконавцями.

Таблиця 2.2. Очікувана трудомісткість робіт.

<i>Вигляд роботи</i>	<i>Очікуваний час виконання (дні)</i>
1. Складання і затвердження ТЗ для НДР «Проектування локальної мережі з точками доступу для навчального корпусу ВСП "ОТФК ОНТУ»	1
2. Збір і вивчення науково – технічної літератури, технічної документації і інших матеріалів.	4
3. Формулювання можливих напрямів вирішення завдань, поставлених в технічному завданні НДР і їх порівняльна оцінка.	2
4. Розробка плану проведення досліджень для подальшої розробки.	1
5. Аналіз поставленої задачі	2
6. Вибір програмних засобів для проектування	3
7. Обрання топології розробляємої локальної мережі	2
8. Розробка проекту локальної мережі	3
9. Розміщення точок доступу для вузлів локальної мережі	2
10. Тестування зон покриття точок доступу	2
11. Підбір обладнання для вузлів локальної мережі та точок доступу	3
Всього:	25

Зважаючи на особливості створення науково-технічної продукції, яка тісно пов'язана з високим рівнем інтелектуальної праці, формування собівартості та

визначення вартості виконання науково-дослідних робіт потребує врахування низки ключових статей витрат. До них належать витрати на придбання матеріалів і комплектуючих, оплата основної та додаткової заробітної плати працівників, нарахування та відрахування до єдиного соціального фонду страхування, оплата послуг, що надаються сторонніми організаціями або виконавцями, а також інші супутні витрати, які можуть виникати в процесі виконання робіт на різних етапах досліджень.

1. Витрати на матеріали складають 350 грн.

2. До складу витрат за статтею «Основна заробітна плата» включається оплата праці працівників, безпосередньо залучених до виконання науково-дослідної роботи або проєкту. Розмір цієї заробітної плати визначається на основі кількості залучених виконавців різних професійних категорій, трудомісткості виконуваних ними завдань, тривалості часу, витраченого на різні етапи робіт, а також враховується середній рівень оплати праці за один робочий день для відповідної категорії спеціалістів. Такий підхід дозволяє здійснити більш точний та обґрунтований розрахунок витрат на оплату праці в межах реалізації проєкту. Відповідно до статті 8 «Закону про Державний бюджет України на 2025» встановлено мінімальну заробітну плату у місячному розмірі з 1 січня 2025 року – 8000 гривень; мінімальну погодинну тарифну ставку – 48,00 грн. Середня зарплата за один робочий день для кожного виконавця визначена по формулі:

$$\text{Зден} = \text{п.т.с.} * 8; \quad (2.1)$$

де п.т.с – погодинна тарифна ставка, грн.;

8 – тривалість робочого дня, год.

Зден дипломника  $48 * 8 = 384$  грн.

Зден керівника =  $70 * 8 = 560$  грн.

Зден консультантів =  $60 * 8 = 480$  грн.

Витрати на основну заробітну плату, НДР, що включаються в собівартість, приведені в таблиці 2.3.

					<b>КС 58. 15 002. 00 ДП ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Таблиця 2.3. Витрати на основну заробітну плату

<i>Виконавець</i>	<i>Погодинна тарифна ставка, грн</i>	<i>Денна ставка, грн</i>	<i>Трудомісткість робочих днів</i>	<i>Сума основної зарплати, грн</i>
Дипломник	48,00	384	25	8200
Керівник	70,00	560	1	560
Консультант по економіч. частині	60,00	480	0,25	120
Консультант по охороні праці	60,00	480	0,25	120
Нормоконтроль	60,00	480	0,25	120
Всього (Зо)				9120

3. Витрати на додаткову заробітну плату визначаються у відсотках від основної. У наукових закладах додаткова заробітна плата складає 10-12% від основної заробітної плати.

$$Зд = Зо * 0,1 = 9120 * 0,1 = 912,0 \text{ грн} \quad (2.2)$$

4. До складу собівартості НДР включаються відрахування до єдиного соціального внеску і складають:

$$Зесв = 0,22 * (Зо + Зд) = 0,22 * (9120,00 + 912,00) = 2207,04 \text{ грн.} \quad (2.3)$$

5. Розмір накладних витрат на конкретну НДР визначається у відсотках до її виконання. У наукових закладах накладні витрати складають 40 -120% від основної і додаткової заробітної плати.

$$Рнакл = (Зо + Зд) * 0,5 = (9120,00 + 912,00) * 0,8 = 8025,60 \text{ грн.} \quad (2.4)$$

На підставі отриманих даних по окремих статтях витрат складена калькуляція планової собівартості в цілому НДР за формою, приведеною в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4. Калькуляція планової собівартості

<i>Статті витрат</i>	<i>Сума, грн.</i>
1. Матеріали	350,00
2. Основна заробітна плата	9120,00
3. Додаткова заробітна плата	912,00
4. Відрахування до єдиного соціального внеску	2207,04
5. Накладні витрати	8025,60
Планова собівартість (Спл)	20614,60

Плановий прибуток визначений по формулі:

$$\text{Ппл} = 0,1 * \text{Спл} = 0,1 * 20614,60 = 2061,46 \text{ грн.} \quad (2.5)$$

Де 0,1 – норматив, який враховує граничний рівень рентабельності, встановлений чинним законодавством для науково-технічної продукції.

Договірна ціна визначається по формулі:

$$\text{Цндр} = \text{Спл} + \text{Ппл} = 20614,60 + 2061,46 = 22676,06 \text{ грн.} \quad (2.6)$$

Ціну реалізації встановлюємо з урахуванням ПДВ

$$\text{Цр} = \text{Цндр} + \text{ПДВ} = 22676,06 + 22676,06 * 0,2 = 27211,27 \text{ грн.} \quad (2.7)$$

					<b>КС 58. 15 002. 00 ДП ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

## **3 РОЗДІЛ ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ**

Закон України «Про охорону праці» є одним із ключових нормативних актів, що регламентує захист життя та здоров'я громадян у процесі трудової діяльності. Він визначає основні принципи організації безпечних умов праці, регулює відносини між роботодавцем і працівником у питаннях гігієни, охорони праці та виробничого середовища, а також встановлює єдині стандарти охорони праці на території України.

### **3.1 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів**

У процесі розробки пристрою для калібрування комп'ютерних моніторів важливо враховувати фактори, що можуть впливати на безпеку працівника. До таких належать електромагнітне випромінювання, можливі перепади електричної напруги, інтенсивність освітлення робочого місця, а також тепловий вплив при проведенні пайки електронних компонентів. Робоче середовище має бути організоване таким чином, щоб мінімізувати вплив шкідливих чинників та забезпечити комфортні умови праці.

### **3.2 Гігієнічні вимоги до виробничого середовища**

Для забезпечення ефективної роботи над калібрувальним пристроєм необхідно враховувати умови виробничого середовища. Освітлення має відповідати нормам (300–400 лк згідно з ДБН В.2.5-28:2018), а робоче приміщення повинно бути обладнане вентиляцією для регулювання температури та рівня вологості. Важливо забезпечити зручне розташування робочого місця, захист від шуму та оптимальні санітарні умови.

Створення сприятливого робочого середовища є важливим аспектом продуктивної діяльності персоналу. Гігієнічні вимоги передбачають низку умов, які мають бути забезпечені у приміщенні, де здійснюється розробка та тестування пристрою.

Освітлення робочого місця повинно відповідати встановленим нормативам. Згідно з ДБН В.2.5-28:2018, необхідно забезпечити рівень

					<b>КС 58. 15 003. 00 ДП ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

освітленості 300–400 лк, що дозволить зменшити навантаження на зір та покращити точність роботи з дрібними компонентами пристрою.

Вентиляція та якість повітря Робоче приміщення повинно мати ефективну вентиляцію, щоб усувати шкідливі пари та забезпечувати доступ свіжого повітря. У холодну пору року рекомендована температура 18–20°C, у теплу – 22–25°C. Оптимальний рівень вологості складає 40–60%, що сприяє комфортному перебуванню у приміщенні.

Захист від шуму та вібрацій У місцях, де проводяться пайкові роботи та тестування пристрою, слід мінімізувати рівень шуму та вібрацій, які можуть негативно впливати на продуктивність працівників. Для цього застосовують шумоізолюючі матеріали та спеціальні амортизаційні конструкції.

### **3.3 Вимоги безпеки праці працівника**

Безпека працівника під час роботи з паяльними інструментами та електронними пристроями є першочерговим завданням. Необхідно дотримуватися таких заходів:

Використання індивідуальних засобів захисту – працівник повинен працювати у захисних рукавичках, спеціальному одязі та з використанням ізоляційного покриття на робочій поверхні.

Дотримання правильного розташування робочого місця – важливо розташувати технічне обладнання таким чином, щоб уникнути ризику перекидання чи випадкового контакту з нагрітими частинами.

Контроль електробезпеки є обов'язковим аспектом забезпечення безпечної експлуатації обладнання на підприємстві. Усі електричні пристрої, що використовуються під час виконання робіт, повинні мати надійне заземлення, яке забезпечує відведення струму у випадку аварійної ситуації, тим самим знижуючи ризик ураження електричним струмом. Крім того, ці пристрої мають повністю відповідати чинним технічним стандартам та нормам електробезпеки, що регулюються відповідними нормативними актами. Регулярна перевірка технічного стану обладнання, а також дотримання вимог до умов його

					<b>КС 58. 15 003. 00 ДП ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

експлуатації є важливою складовою профілактики аварій та гарантією безпечної роботи персоналу.

Дотримання правил експлуатації обладнання – працівник повинен перевіряти справність інструментів перед початком роботи та уникати використання пошкодженого обладнання.

### **3.4 Правила безпеки праці при паянні**

При виконанні паяльних робіт слід дотримуватися таких правил:

- Забороняється використання несправних інструментів.
- Не можна торкатися до нагрітих частин паяльника, щоб уникнути опіків.
- Обов'язкове використання витяжки для видалення шкідливих парів припою.
- Деталі утримувати плоскогубцями або спеціальними інструментами, щоб уникнути прямого контакту з гарячими компонентами.

Регулярно провітрювати приміщення та дотримуватися санітарних норм після завершення роботи.

### **3.5 Пожежна безпека**

Пожежна безпека є одним із критичних аспектів організації робочого місця, особливо при роботі з електронними пристроями, такими як система калібрування моніторів.

Основними причинами виникнення пожеж у виробничому приміщенні можуть бути:

- Несправність електрообладнання – коротке замикання, перевантаження електромережі та механічні пошкодження електрокабелів.
- Неправильне зберігання легкозаймистих матеріалів – відкриті ємності з хімічними речовинами, займисті припої та ізоляційні матеріали.
- Порушення техніки безпеки при пайці – попадання розплавленого припою на горючі матеріали, перегрів електропаяльників та залишення нагрітого

					<b>КС 58. 15 003. 00 ДП ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

обладнання без нагляду.

– Недотримання правил експлуатації електромереж – використання несправних розеток, відсутність захисного заземлення та неправильне підключення обладнання.

– Необережне поводження з вогнем – використання відкритого полум'я у робочому приміщенні, паління та неправильне поводження з нагрітими предметами.

Для запобігання пожежам необхідно дотримуватися ряду заходів безпеки:

– Систематичний контроль електромережі – перед початком роботи слід перевірити справність розеток, проводів та електроприладів.

– Забезпечення робочого приміщення засобами пожежогасіння – кожне місце роботи повинно бути оснащено необхідними протипожежними засобами, такими як:

– Вогнегасник (порошковий або вуглекислотний, залежно від специфіки приміщення).

– Азбестове покриття для гасіння невеликих локальних займань.

– Ящик з піском об'ємом не менше 0,5 м<sup>3</sup> для ліквідації розливів рідких займистих речовин.

– Лопати та відра для ефективного використання піску.



Рисунок 3.1. Пожежні щити

					<b>КС 58. 15 003. 00 ДП ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

Пожежні щити (рис.3.1) мають бути розміщені на видимих місцях та містити необхідний набір засобів для оперативної ліквідації займання.

Щоб мінімізувати ризик виникнення пожеж, робоче місце має відповідати наступним вимогам:

- Запасні виходи повинні бути позначені світловими покажчиками із написом «Запасний вихід», видимими навіть при недостатньому освітленні.
- Пожежні крани повинні бути доступними на кожному поверсі, у коридорах та біля сходових клітин.
- Вогнегасники слід розміщувати на видимих місцях, на висоті не більше 1,5 м від підлоги для швидкого доступу.
- Евакуаційний план повинен бути розміщений у головному вході приміщення та містити детальний маршрут виходу при пожежі.
- Будівлі та приміщення повинні бути оснащені пожежними щитами з необхідним інструментом для ліквідації загоряння.
- Електромережа повинна відповідати нормам захисту – дроти та розетки повинні бути ізольованими та не перевантаженими.
- Забезпечення контрольованого доступу до виробничих приміщень – стороннім особам забороняється перебувати в робочій зоні без відповідного дозволу.

Додаткові заходи безпеки:

- Регулярні навчання—проведення інструктажів для працівників щодо дій у надзвичайних ситуаціях.
- Моніторинг пожежної безпеки—періодичне тестування пожежної сигналізації та огляд стану вогнегасників.
- Організація шляхів евакуації—забезпечення безперешкодного проходу до аварійних виходів без зайвих перешкод.
- Перевірка вентиляційних систем

					<b>КС 58. 15 003. 00 ДП ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

## ВИСНОВКИ

Темою цього дипломного проекту була «Проектування локальної мережі з точками доступу для навчального корпусу ВСП "ОТФК ОНТУ"». За мету було поставлено створення єдиної централізованої локальної мережі для навчального корпусу коледжу та забезпечення цієї мережі точками доступу для великої кількості користувачів, реалізація мережі, яка могла б ефективно витримувати навантаження, представляючи для користувачів всього навчального корпусу якісний доступ до мережі Інтернет. Врахувати необхідність розміщення вільних безкоштовних точок доступу Hotspot для здобувачів освіти.

Процес проектування такої мережі складався з графічного представлення мережі, шляхів проходження кабелів та точок розміщення обладнання, тому для цього завдання використовувався веб-застосунок draw.io (diagrams.net). Що дозволило наочним чином продемонструвати розташування обладнання на поверхнях навчального закладу, а також лінії мереж. Для визначення теплової карти покриття Wi-Fi було використано ПЗ TamoGraph Site Survey.

Робота розпочалась з аналізу поставленої задачі та дослідження навчального поверху, де потрібно було спроектувати локальну мережу. Після обрання програмних засобів, було проведено обрання оптимальної топології мережі, її проектування. Для обрання розміщення точок доступу було використано відповідне програмне забезпечення, яке створювало теплову карту покриття приміщень, завдяки чому було обрано оптимальні зони покриття для точок доступу.

Виходячи з проведеного проектування проведена робота з пошуку оптимального обладнання для виконання реалізації локальної мережі, а також виконано розрахунок кошторису на обладнання для такої мережі, розхідних матеріалів та інструментів. Як результат отримано проект локальної мережі, готовий до імплементації до навчального корпусу навчального закладу. Існуючий проект, можна використати як базу для створення мереж у інших корпусах через шаблонність планування будівель.

					<b>КС 58. 15 000. 00 ДП ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кулаков Ю. О. «Комп'ютерні мережі», КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 247 с.;
2. Б.Ю. Жураковський, І.О. Зенів, Комп'ютерні мережі. Частина 1. Навчальний посібник, Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020;
3. Зінченко О.В., Прокопов С.В., Серих С.О., Василенко В.В., Березівський М.Ю., Хмарні технології Навчальний посібник, Київ: ФОП Гуляєва В.М., 2020.
4. Тарнавський Ю. А., Кузьменко І. М. «Організація комп'ютерних мереж», КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018;
5. Лунтовський А.О. «Основи проектування безпроводних комп'ютерних мереж», Освіта України. 2011.
6. «Основи побудови бездротових локальних мереж стандарту 802.11. Практичне керівництво з вивчення, розробки та використанню бездротових мереж стандарту 802.11» / Педжман Рошан, Джонатан Лієрі. – М.: Cisco Press, 2004.
7. Сліпченко В. Г. Локальні комп'ютерні мережі. Проектування, використання та програмування: навч. посіб. / В. Г. Сліпченко, В. І. Гайдаржи, В. А. Лабжинський. – Київ: ІВЦ «Політехніка», 2002. – 184 с.;
8. Таненбаум А. С. Комп'ютерні мережі / А. С. Таненбаум, Д. Дж. Везеролл. – К.: Діалектика, 2011. – 960 с.;
9. Курсанов А. И. Комп'ютерні мережі: теорія і практика / А. І. Курсанов. – Харків: Основа, 2018. – 352 с.
10. Журба А. В. Основи комп'ютерних мереж: навч. посіб. / А. В. Журба, І. І. Гусар. – Львів: Новий Світ – 2000, 2014. – 276 с.

					<b>РП 08. 16 000. 00 ДП ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

# ДОДАТОК А. Слайди мультимедійної презентації

## ПРОЕКТУВАННЯ ЛОКАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ З ТОЧКАМИ ДОСТУПУ ДЛЯ НАВЧАЛЬНОГО КОРПУСУ ВСП "ОТФК ОНТУ"

Дипломний проект студента групи 4КС-58: Овчаренко Володимира Вячеславовича  
Керівник: Скорняков В.С.

### АНАЛІЗ ПОСТАВЛЕНОЇ ЗАДАЧІ

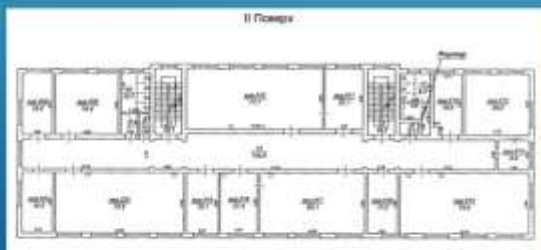
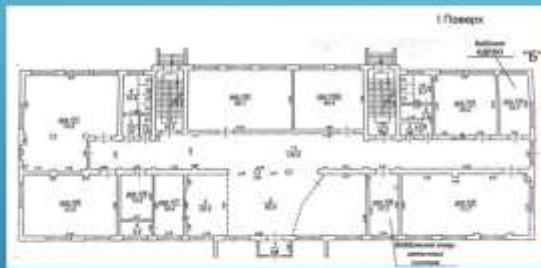


Схема поверхів навчального корпусу та розміщення користувачів на них

## СФОРМОВАНІ ВИМОГИ ДО ПРОЕКТУ

№ з/п	Сформовані вимоги до проекту
1.	Локальна мережа повинна забезпечувати доступ до мережі Інтернет всіх вже існуючих користувачів
2.	Локальна мережа повинна використовувати підключення до мережі Інтернет від єдиного провайдера
3.	Локальна мережа повинна бути реалізована із основними заходами безпеки для користувачів від несанкціонованого доступу
4.	Локальна мережа повинна мати точки доступу для реалізації виходу до мережі Інтернет не тільки працівників коледжу, але й здобувачів освіти у рамках одного навчального корпусу
5.	Локальна мережа повинна представляти пропускну здатність достатню для проведення навчального процесу у навчальному корпусі не нижче стандарту Fast Ethernet
6.	Точки доступу локальної мережі повинні забезпечувати доступ до мережі Інтернет за допомогою Wi-Fi стандартом Wi-Fi 6
7.	Спроектована локальна мережа повинна мати основу для подальшого приєднання до неї додаткових користувачів
8.	Спроектована локальна мережа повинна мати основу для подальшої її модифікації у обладнанні
9.	Локальна мережа повинна мати прийнятну ступінь відмовостійкості
10.	Спроектована локальна мережа повинна у перспективі забезпечити існування системи обміну інформації між користувачами різних кабінетів та поверхів
11.	Локальна мережа має бути спроектована так, щоби в будь-який час можна було виконати її налаштування, або заміну вузла мережі без довгого періоду відключення користувачів від мережі

## ОБРАНІ ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ

### Cisco Packet Tracer

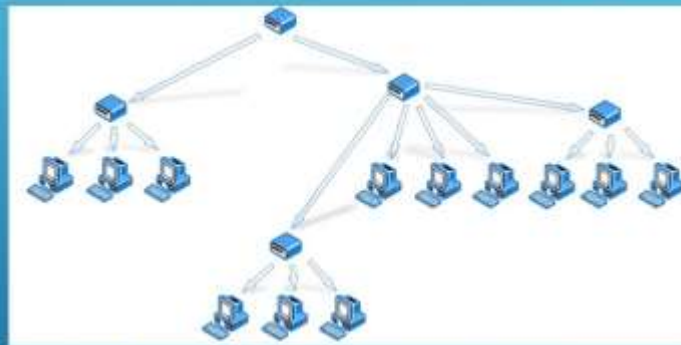


Cisco Packet Tracer



Ekahau AI Pro

# ОБРАННЯ ТОПОЛОГІЇ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ЛОКАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ



Приклад побудови комп'ютерної мережі у  
деревоподібній топології

# ОБЛАДНАННЯ ПРОВАЙДЕРА «УКРТЕЛЕКОМ»

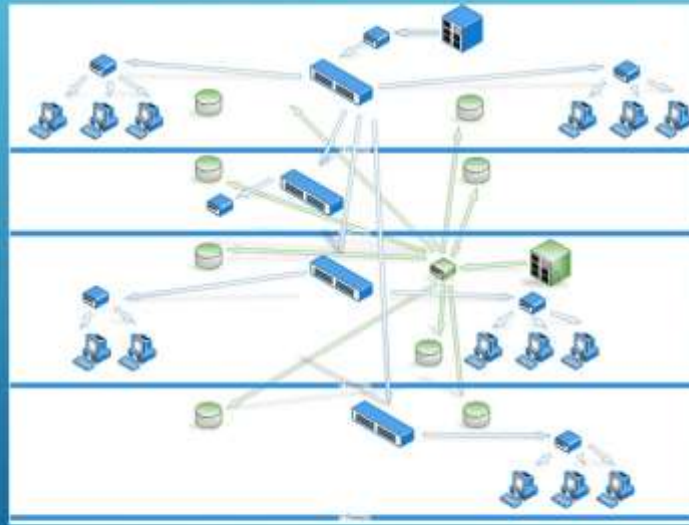


Боже ONU/ONT на сходах другого поверху

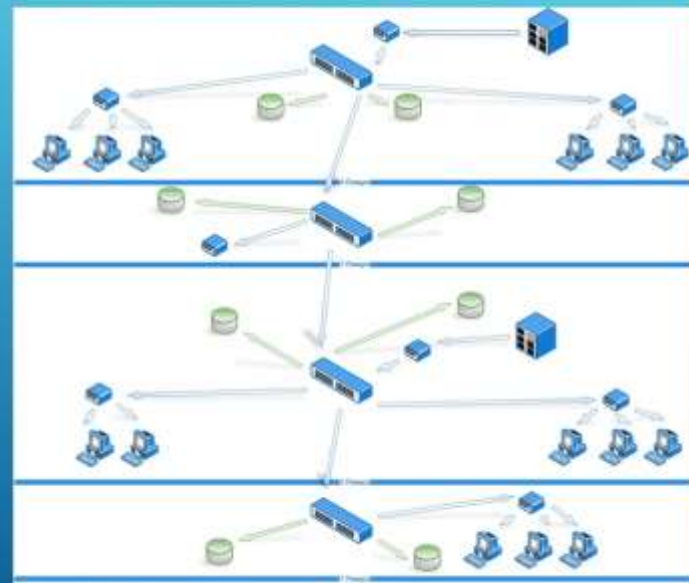


Боже ONU/ONT на сходах четвертого поверху

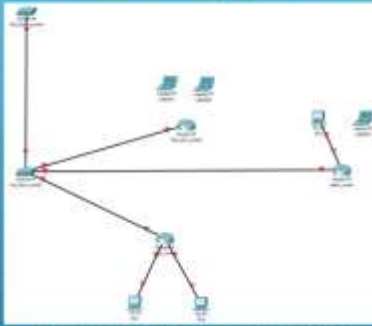
## ФУНКЦІОНАЛЬНА СХЕМА ПІДКЛЮЧЕННЯ ГРУП КОРИСТУВАЧІВ ВАРІАНТ 1



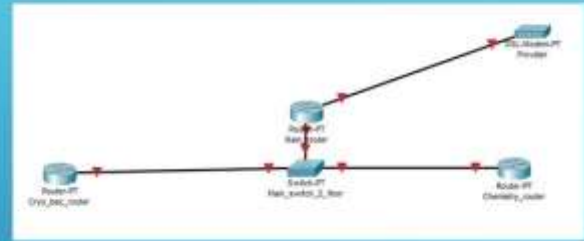
## ФУНКЦІОНАЛЬНА СХЕМА ПІДКЛЮЧЕННЯ ГРУП КОРИСТУВАЧІВ ВАРІАНТ 2



# ПРОЦЕС РОЗРОБКИ ЛОКАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ ПЕРШОГО, ДРУГОГО ТА ТРЕТЬОГО ПОВЕРХУ



Структурна схема локальної мережі для першого поверху

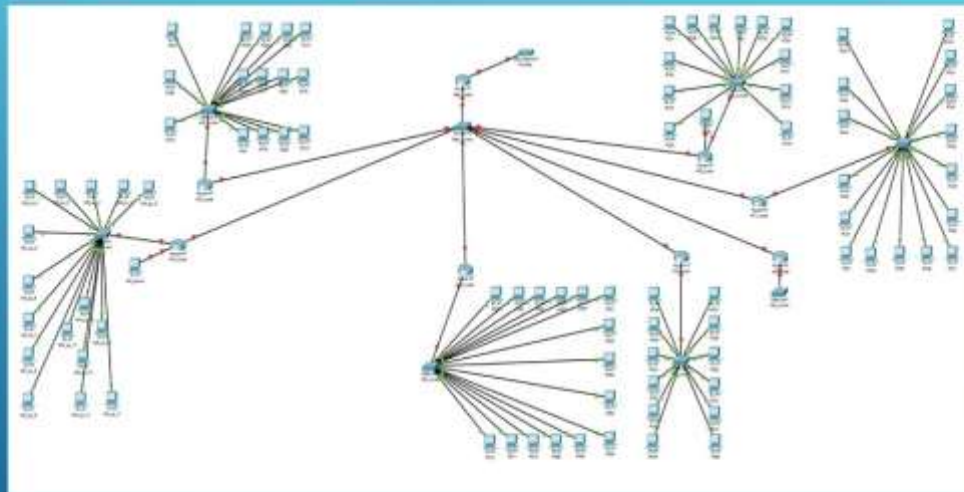


Структурна схема локальної мережі для другого поверху



Структурна схема локальної мережі для третього поверху

# ПРОЦЕС РОЗРОБКИ ЛОКАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ ЧЕТВЕРТОГО ПОВЕРХУ

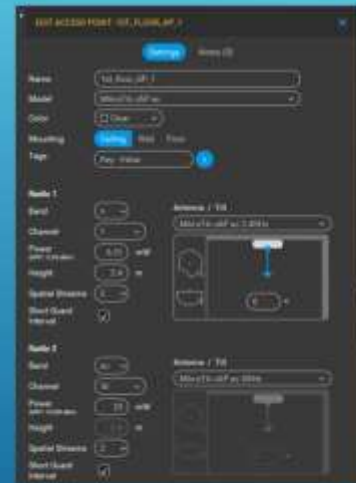




# РОЗМІЩЕННЯ ТОЧОК ДОСТУПУ ДЛЯ ВУЗЛІВ ЛОКАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ – НАЛАШТУВАННЯ ТОЧОК ДОСТУПУ



Схема приміщення із розміщеною на ньому точкою доступу та її зоною покриття



Панель налаштування параметрів пристрою

# РОЗМІЩЕННЯ ТОЧОК ДОСТУПУ ДЛЯ ВУЗЛІВ ЛОКАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ

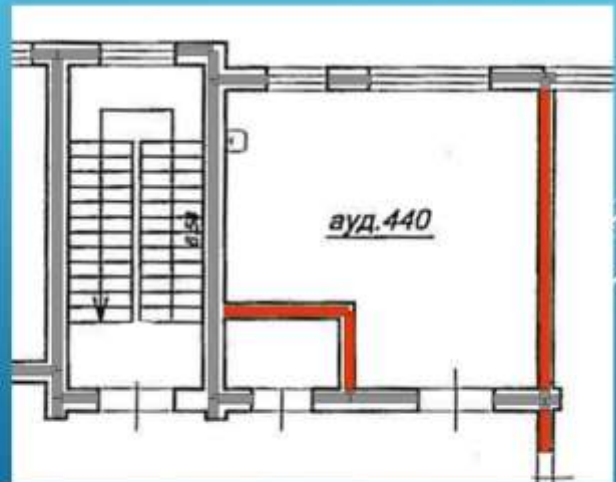


Зона покриття першого поверху від трьох точок доступу без урахування стін

# ТЕСТУВАННЯ ЗОН ПОКРИТТЯ ТОЧОК ДОСТУПУ



Панель інструменту Straight Wall



Процес розміщення об'єктів стін на основі схеми поверху

# ТЕСТУВАННЯ ЗОН ПОКРИТТЯ ТОЧОК ДОСТУПУ – ЧЕТВЕРТИЙ ПОВЕРХ



Теплова карта зон покриття точками доступу четвертому поверху

№ з/п	Потужність сигналу, -дБm	Процентний показник, %	Показник якості	Результуюча сума, %
1.	-40 – -35	2.6	Добра якість	57.6
2.	-45 – -40	4.3		
3.	-50 – -45	7.6		
4.	-55 – -50	8.6		
5.	-60 – -55	12.7		
6.	-65 – -60	21.8	Низька якість	42.4
7.	-70 – -65	18.1		
8.	-75 – -70	12		
9.	-80 – -75	9.8		
10.	-85 – -90	2.5		

Результуючі показники потужності зони покриття точок доступу на четвертому поверсі

## ТЕСТУВАННЯ ЗОН ПОКРИТТЯ ТОЧОК ДОСТУПУ – ТРЕТІЙ ПОВЕРХ



Теплова карта зон покриття точками доступу третього поверху

№ з/п	Потужність сигналу, -дБm	Процентний показник, %	Показник якості	Результуюча сума, %
1.	-40 – -35	2.3	Добра якість	66.2
2.	-45 – -40	5.2		
3.	-50 – -45	11.2		
4.	-55 – -50	12.3		
5.	-60 – -55	14.8		
6.	-65 – -60	20.4	Низька якість	33.8
7.	-70 – -65	14.4		
8.	-75 – -70	12		
9.	-80 – -75	5.3		
10.	-85 – -90	2.2		

Результуючі показники потужності зони покриття точок доступу на третьому поверсі

## ТЕСТУВАННЯ ЗОН ПОКРИТТЯ ТОЧОК ДОСТУПУ – ДРУГИЙ ПОВЕРХ



Теплова карта зон покриття точками доступу другого поверху

№ з/п	Потужність сигналу, -дБm	Процентний показник, %	Показник якості	Результуюча сума, %
1.	-40 – -35	2.0	Добра якість	57.2
2.	-45 – -40	4.4		
3.	-50 – -45	8.1		
4.	-55 – -50	8.3		
5.	-60 – -55	13.9		
6.	-65 – -60	20.5	Низька якість	42.8
7.	-70 – -65	15.8		
8.	-75 – -70	11.1		
9.	-80 – -75	10.9		
10.	-85 – -90	5.0		

Результуючі показники потужності зони покриття точок доступу на другому поверсі

# ТЕСТУВАННЯ ЗОН ПОКРИТТЯ ТОЧОК ДОСТУПУ – ПЕРШИЙ ПОВЕРХ



Теплова карта зон покриття точками доступу першого поверху

№ з/п	Потужність сигналу, -дБm	Процентний показник, %	Показник якості	Результуюча сума, %
1.	-40 – -35	2.2	Добра якість	70,7
2.	-45 – -40	6.0		
3.	-50 – -45	13.1		
4.	-55 – -50	16.1		
5.	-60 – -55	14.1		
6.	-65 – -60	19.2	Низька якість	29,3
7.	-70 – -65	12.1		
8.	-75 – -70	9.5		
9.	-80 – -75	6.0		
10.	-85 – -90	1.7		

Результуючі показники потужності зони покриття точок доступу на першому поверсі

# ПІДБІР АПАРАТНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ВУЗЛІВ ЛОКАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ



Зовнішній вигляд роутера MikroTik RB5009UPr+S+IN



Зовнішній вигляд SFP модуля MikroTik S-85DLC05D



Зовнішній вигляд свіча TP-LINK Omada SG2218P POE



Зовнішній вигляд роутера Cudy WR3000



Зовнішній вигляд точки доступу MikroTik cAP AC

## РЕЦЕНЗІЯ

на дипломний проект (роботу) здобувача (здобувачки) освіти  
відділення комп'ютерних систем

Овчаренко Володимир Вячеславович

(прізвище, ім'я та по батькові)

Спеціальність 123 "Комп'ютерна інженерія"

Освітня програма «Обслуговування комп'ютерних систем і мереж»

Керівник дипломного проекту (роботи) Скорняков В'ячеслав Сергійович

(прізвище, ім'я та по батькові)

Тема дипломного проекту (роботи) Проектування локальної мережі з точками доступу для навчального корпусу ВСП "ОТФК ОНТУ"

Обсяг розрахунково-пояснювальної записки 76 сторінок

Обсяг графічної (презентаційної) частини 20 аркушів (слайдів)

### ХАРАКТЕРИСТИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ (РОБОТИ)

а) заключення про ступінь відповідності виконаного дипломного проекту (роботи) завданню  
Представлений на рецензію дипломний проект повністю відповідає меті проектування та технічному завданню. Тематика дипломного проекту є актуальною для своєї галузі та присвячена питанням проектування локальної мережі корпоративного типу.

б) характеристика виконання кожного розділу дипломного проекту (роботи)  
Дипломний проект складається зі вступу, трьох розділів, висновків, переліку використаних джерел. У основному розділі розглянуті питання проблематики проектування локальної мережі корпоративного типу, використання програмного забезпечення для проектування комп'ютерних мереж. Сформовано проект мережі згідно теми дипломного проекту та завданню. За допомогою відповідного програмного забезпечення реалізовані всі намічені роботи.

в) оцінка якості виконання пояснювальної записки та графічної частини дипломного проекту (роботи)  
Графічна частина виконана на достатньо високому рівні у вигляді презентації із використанням офісного пакету Microsoft PowerPoint та Visio. Пояснювальна записка виконана акуратно та у відповідності до норм оформлення документів із використанням офісного пакету Microsoft Word. Загальна якість виконання документації – добра, академічного плагіату у роботі не виявлено

г) перелік позитивних якостей дипломного проекту (роботи)

1. Детально описано процес виконання проектування локальної мережі;
2. Виконано ілюстрування етапів роботи за допомогою схем та планів;
3. Виконано тестування зон покриття точок доступу;
3. Спроектвала локальна мережа у подальшому може бути модифікована без шкоди для існуючих користувачів.

д) основні недоліки дипломного проекту (роботи)

Не розглянуто дублювання ключових мережесевих вузлів і можливі варіанти апаратного резерву. Не згадується шифрування, VLAN, ACL чи інші заходи. Мало інтеграції з хмарними або централізованими рішеннями.

Оцінка розрахункової частини Відмінно

Оцінка графічної частини Відмінно

Загальна оцінка Відмінно

Прізвище, ім'я, по батькові рецензента к.т.н. Рудніченко Микола Дмитрович

Місце роботи і посада рецензента Національний університет «Одеська політехніка»,  
доцент кафедри інформаційних технологій

Підпис:

« 20 » червня 2025 р.



**ВІДГУК**

керівника на дипломний проект здобувача (здобувачки) освіти  
відділення комп'ютерних систем

*Овчаренко Володимир Вячеславович*

(прізвище, ім'я та по батькові)

Спеціальність: 123 "Комп'ютерна інженерія"

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

Тема дипломного проекту: Проектування локальної мережі з точками доступу для навчального корпусу ВСП "ОТФК ОНТУ"

**ХАРАКТЕРИСТИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ**

а) обсяг і якість виконання проекту (графічного матеріалу і розрахунково-пояснювальної записки) Дипломний проект виконано відповідно технічному завданню. Пояснювальна записка містить 76 сторінки. У пояснювальній записці виконано опис етапів проектування локальної мережі для навчального корпусу, обрано місця розміщення точок доступу, виконано тестування потужності їх сигналу. Графічна частина складається з 20 слайдів мультимедійної презентації, які також містять графічні матеріали, передбачені технічним завданням. Якість виконання пояснювальної записки та графічної частини відмінна, розробку виконано в повному обсязі.

б) самостійність роботи над проектом: Протягом всього строку дипломного проектування та переддипломної практики здобувач освіти Овчаренко В.В. поступово та послідовно виконував всі етапи розробки. Всі роботи здобувач освіти виконував самостійно, з оглядом на рекомендації керівника

в) теоретична підготовка випускника (випускниці): Здобувач освіти Овчаренко В.В. під час роботи над дипломним проектом вивчив достатню кількість літературних джерел та матеріалів за даною тематикою.

Вважаю, що теоретична підготовка дипломника добра і він готовий до захисту дипломного проекту

г) вміння розв'язувати виробничі та конструкторські питання \_\_\_\_\_  
*Під час дипломного проєктування здобувач освіти Овчаренко В.В. мав змогу самостійно приймати рішення з проєктування локальної мережі у навчальному корпусі, та показав вміння організовано працювати над поставленим завданням, скласти схеми та проводити розробку і тестування мереж за допомогою актуальних для теми комп'ютерних програмних засобів.*

Оцінка розрахункової частини \_\_\_\_\_ *Відмінно*

Оцінка графічної частини \_\_\_\_\_ *Відмінно*


Загальна оцінка \_\_\_\_\_ *Відмінно*

Прізвище, ім'я, по батькові керівника дипломного проєкту \_\_\_\_\_

*Скорняков Вячеслав Сергійович*

Місце роботи і посада керівника дипломного проєкту \_\_\_\_\_

*ВСП "Одеський технічний фаховий коледж ОНТУ", викладач  
специалізації комісії комп'ютерних технологій та програмної інженерії*

Підпис \_\_\_\_\_ 

« 16 » 06 2025 р.

**ДОЗВІЛ  
НА РОЗМІЩЕННЯ  
ВИПУСКНОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ  
(ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ)  
В ЕЛЕКТРОННОМУ РЕПОЗИТАРІЇ ВСП «ОТФК ОНТУ»**

Ми, що нижче підписалися,

***Овчаренко В.В.***

здобувач освіти гр. 4КС-58, та

***Скорняков В.С.***,

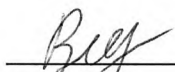
керівник дипломного проекту,

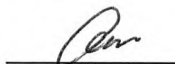
не заперечуємо щодо розміщення електронного варіанту пояснювальної записки до дипломного проекту фахового молодшого бакалавра на тему:

***«Проектування локальної мережі з точками доступу для навчального корпусу ВСП "ОТФК ОНТУ"» (автор роботи – Овчаренко В.В., керівник роботи – Скорняков В.С.)***

виконаного у ВСП «Одеський технічний фаховий коледж Одеського національного технологічного університету» в 2025 році, у повному обсязі в електронному репозитарії ВСП «ОТФК ОНТУ» для вільного доступу через мережу Інтернет.

Несемо відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів випускної кваліфікаційної роботи і даємо згоду на обробку персональних даних.

Виконавець  / Овчаренко В.В. /

Керівник  / Скорняков В.С. /

«16» червня 2025 р.

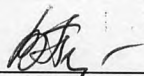
# Д О В І Д К А

циклової комісії КТ та ПІ  
про допуск до захисту дипломного проекту  
здобувача (здобувачки) освіти ІV курсу  
відділення комп'ютерних систем групи 4КС-58

*Овчаренка Володимира Вячеславовича*

на тему Проектування локальної мережі з точками доступу  
для навчального корпусу ВСП "ОТФК ОНТУ"

Висновок відповідальної особи за проведення нормоконтролю:  
пояснювальна записка до дипломного проекту виконана з несуттєвими  
порушеннями ДСТУ та оформлена відповідно до вимог Положення про  
дипломне проектування

  
(підпис)

16.06.2025  
(дата)

Петрашова В.І.  
(П.І.Б.)

Висновок відповідальної особи за перевірку роботи на наявність академічного  
плагіату згідно звіту про перевірку від 15.06.2025 р. значення коефіцієнту  
подібності в роботі становить 8,79%, коефіцієнт цитування – 1,41%.

  
(підпис)

16.06.2025  
(дата)

Краснокутська К.Г.  
(П.І.Б.)

**Попередня експертиза (малий захист) дипломного проекту**

здобувача (здобувачки) освіти

Овчаренка В.В.  
(П.І.Б.)

проведена « 16 » червня 2025 р.

Висновки Пояснювальна записка до дипломного проекту виконана у повному  
обсязі. Випускна кваліфікаційна робота (дипломний проект) відповідає  
вимогам Положення про дипломне проектування та рекомендована до  
захисту.

Голова ЦК КТ та ПІ

  
(підпис)

Кривченко Ю.В.  
(П.І.Б.)

## Звіт подібності

## метадані

Назва організації

Odesa Technical Professional College of Odesa National University of Technology

Заголовок

Проектування локальної мережі з точками доступу для навчального корпусу ВСП "ОТФК ОНТУ"

Автор

Науковий керівник / Експерт

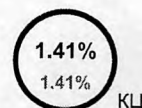
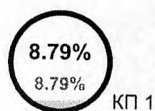
Овчаренко Володимир ВячеславовичСкорняков В'ячеслав Сергійович

підрозділ

Відокремлений структурний підрозділ "Одеський технічний фаховий коледж Одеського національного технологічного університету"

## Обсяг знайдених подібностей

Коефіцієнт подібності визначає, який відсоток тексту по відношенню до загального обсягу тексту було знайдено в різних джерелах. Зверніть увагу, що високі значення коефіцієнта не автоматично означають плагіат. Звіт має аналізувати компетентна / уповноважена особа.



25

Довжина фрази для коефіцієнта подібності 2

11733

Кількість слів

90132

Кількість символів

## Тривога

У цьому розділі ви знайдете інформацію щодо текстових спотворень. Ці спотворення в тексті можуть говорити про МОЖЛИВІ маніпуляції в тексті. Спотворення в тексті можуть мати навмисний характер, але частіше характер технічних помилок при конвертації документа та його збереженні, тому ми рекомендуємо вам підходити до аналізу цього модуля відповідально. У разі виникнення запитань, просимо звертатися до нашої служби підтримки.

Заміна букв		2
Інтервали		0
Мікропробіли		0
Білі знаки		0
Парафрази (SmartMarks)		45

## Подібності за списком джерел

Нижче наведений список джерел. В цьому списку є джерела із різних баз даних. Колір тексту означає в якому джерелі він був знайдений. Ці джерела і значення Коефіцієнту Подібності не відображають прямого плагіату. Необхідно відкрити кожне джерело і проаналізувати зміст і правильність оформлення джерела.

## 10 найдовших фраз

порядковий НОМЕР	НАЗВА ТА АДРЕСА ДЖЕРЕЛА URL (НАЗВА БАЗИ)	Колір тексту	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
1	<a href="https://card-file.ontu.edu.ua/bitstreams/6cf43324-8f08-4031-ba42-f80b18efbbc8/download">https://card-file.ontu.edu.ua/bitstreams/6cf43324-8f08-4031-ba42-f80b18efbbc8/download</a>		64 0.55 %
2	<a href="https://card-file.ontu.edu.ua/bitstreams/62baa43e-b968-4993-bb54-8cf8761a89b2/download">https://card-file.ontu.edu.ua/bitstreams/62baa43e-b968-4993-bb54-8cf8761a89b2/download</a>		47 0.40 %
3	<a href="https://card-file.ontu.edu.ua/bitstreams/62baa43e-b968-4993-bb54-8cf8761a89b2/download">https://card-file.ontu.edu.ua/bitstreams/62baa43e-b968-4993-bb54-8cf8761a89b2/download</a>		42 0.36 %
4	<a href="https://card-file.ontu.edu.ua/bitstreams/c1f3e592-1123-419d-b14a-4c28662f0f1e/download">https://card-file.ontu.edu.ua/bitstreams/c1f3e592-1123-419d-b14a-4c28662f0f1e/download</a>		40 0.34 %
5	<a href="https://card-file.ontu.edu.ua/bitstreams/82a6d375-2b69-4233-b80f-bfd149b7747/download">https://card-file.ontu.edu.ua/bitstreams/82a6d375-2b69-4233-b80f-bfd149b7747/download</a>		37 0.32 %

6	<a href="https://card-file.ontu.edu.ua/bitstreams/6cf43324-8f08-4031-ba42-f80b18efbbc8/download">https://card-file.ontu.edu.ua/bitstreams/6cf43324-8f08-4031-ba42-f80b18efbbc8/download</a>	37 0.32 %
7	<a href="https://card-file.ontu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/76e3c1ec-4240-49ea-88c2-457a2c955630/content">https://card-file.ontu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/76e3c1ec-4240-49ea-88c2-457a2c955630/content</a>	37 0.32 %
8	<a href="https://card-file.ontu.edu.ua/bitstreams/2b75599e-e1ac-412d-bf09-10d2eb49022f/download">https://card-file.ontu.edu.ua/bitstreams/2b75599e-e1ac-412d-bf09-10d2eb49022f/download</a>	37 0.32 %
9	<a href="https://card-file.ontu.edu.ua/bitstreams/c1f3e592-1123-419d-b14a-4c28662f0f1e/download">https://card-file.ontu.edu.ua/bitstreams/c1f3e592-1123-419d-b14a-4c28662f0f1e/download</a>	32 0.27 %
10	<a href="https://card-file.ontu.edu.ua/bitstreams/62baa43e-b968-4993-bb54-8cf8761a89b2/download">https://card-file.ontu.edu.ua/bitstreams/62baa43e-b968-4993-bb54-8cf8761a89b2/download</a>	32 0.27 %

### з домашньої бази даних (0.18 %)

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ЗАГОЛОВОК	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
1	Розробка веб-застосунку інтелектуального пошуку та сумісного перегляду аніме-контенту 6/14/2025 Odesa Technical Professional College of Odesa National University of Technology (Відокремлений структурний підрозділ "Одеський технічний фаховий коледж Одеського національного технологічного університету")	14 (2) 0.12 %
2	Розробка веб-застосунку для генерації повідомлень із використанням технологій штучного інтелекту 6/14/2025 Odesa Technical Professional College of Odesa National University of Technology (Відокремлений структурний підрозділ "Одеський технічний фаховий коледж Одеського національного технологічного університету")	7 (1) 0.06 %

### з програми обміну базами даних (0.51 %)

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ЗАГОЛОВОК	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
1	Нагрибецький Олександр_група KI-41 5/29/2024 Chernivtsi Industries Applied College (Chernivtsi Industries Applied College)	28 (2) 0.24 %
2	КПІ_2024_KCM_KP_335_Асмолов 7/11/2024 Ukrainian national aviation university (Ukrainian national aviation university)	18 (1) 0.15 %
3	КР_АСМОЛОВ_7_СІМЕСТР_ 11/7/2024 Ukrainian national aviation university (Криворізький Фаховий коледж)	14 (1) 0.12 %

### з Інтернету (8.10 %)

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ДЖЕРЕЛО URL	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
1	<a href="https://card-file.ontu.edu.ua/bitstreams/62baa43e-b968-4993-bb54-8cf8761a89b2/download">https://card-file.ontu.edu.ua/bitstreams/62baa43e-b968-4993-bb54-8cf8761a89b2/download</a>	147 (5) 1.25 %
2	<a href="https://card-file.ontu.edu.ua/bitstreams/6cf43324-8f08-4031-ba42-f80b18efbbc8/download">https://card-file.ontu.edu.ua/bitstreams/6cf43324-8f08-4031-ba42-f80b18efbbc8/download</a>	117 (3) 1.00 %
3	<a href="https://card-file.ontu.edu.ua/bitstreams/c1f3e592-1123-419d-b14a-4c28662f0f1e/download">https://card-file.ontu.edu.ua/bitstreams/c1f3e592-1123-419d-b14a-4c28662f0f1e/download</a>	109 (5) 0.93 %
4	<a href="https://card-file.ontu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/76e3c1ec-4240-49ea-88c2-457a2c955630/content">https://card-file.ontu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/76e3c1ec-4240-49ea-88c2-457a2c955630/content</a>	105 (5) 0.89 %
5	<a href="https://card-file.ontu.edu.ua/bitstreams/82a6d375-2b69-4233-b80f-fbfd149b7747/download">https://card-file.ontu.edu.ua/bitstreams/82a6d375-2b69-4233-b80f-fbfd149b7747/download</a>	85 (4) 0.72 %
6	<a href="https://card-file.ontu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/a05c07c5-bf65-4cb0-bdfa-e28694707551/content">https://card-file.ontu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/a05c07c5-bf65-4cb0-bdfa-e28694707551/content</a>	48 (3) 0.41 %
7	<a href="https://card-file.ontu.edu.ua/bitstreams/1dff552d-7200-49b8-ae1d-ba76a1335685/download">https://card-file.ontu.edu.ua/bitstreams/1dff552d-7200-49b8-ae1d-ba76a1335685/download</a>	39 (4) 0.33 %

