

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Навчально-науковий інститут комп'ютерних наук та управління проектами
Кафедра інформаційних управляючих систем та технологій

"Допущений до захисту"

Завідувач кафедри ІУСТ



к.т.н, доц. Михелєв І.Л.

"22" червня 2026 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття ступеня вищої освіти "бакалавр"

на тему: **«Розробка інформаційної системи обробки зображень інтер'єру
за допомогою штучного інтелекту»**



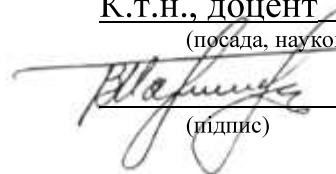
(підпис)

Гончаров А.В.

Керівник роботи:

К.т.н., доцент

(посада, науковий ступінь вчене звання)



(підпис)

Пармас В.К.

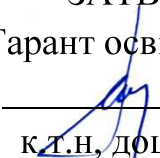
м. Миколаїв – 2026 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Навчально-науковий інститут комп'ютерних наук та управління проектами
Кафедра інформаційних управляючих систем та технологій
Спеціальність 122 "Комп'ютерні науки"
Освітня програма "Комп'ютерні науки"

"ЗАТВЕРДЖУЮ"

Гарант освітньої програми


к.т.н., доц. Гайда А.Ю.

"25" березня 2026 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ
на здобуття ступеня вищої освіти "бакалавр"

Студенту Гончарову Артему Володимировичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Розробка інформаційної системи обробки зображень
інтер'єру за допомогою штучного інтелекту

Керівник роботи к.т.н., доцент Партас В.К.

Затверджені наказом ректора № 270-уч від "31" березня 2026 року.

2. Термін подання роботи: 22 червня 2026 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) ДСТУ щодо обробки інформації,
літературні джерела, технічна документація на існуючі аналоги систем,

4. Перелік питань, що належать до розробки (найменування розділів) Аналіз
предметної області та постановка задачі. Проектування інформаційної
системи обробки зображень інтер'єру за допомогою штучного інтелекту.
Розробка інформаційної системи обробки зображень інтер'єру за допомогою
штучного інтелекту. Охорона праці.

5. Перелік презентаційних матеріалів Актуальність, концепція системи,
Загальна схема роботи, Концепція системи, Діаграма Use Case, Діаграма
послідовності, діаграма станів системи, ER-діаграми інформаційної бази
даних, Діаграма розгортання, Екранні форми розробки, Висновки

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Партас В.К.	02.02.2026	23.02.2026
2	Партас В.К.	23.02.2026	20.03.2026
3	Партас В.К.	20.03.2026	24.04.2026
4	Партас В.К.	24.04.2026	01.06.2026

7. Дата видачі завдання 02 лютого 2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз предметної галузі	02.02.2026	
2	Постановка задачі	16.02.2026	
3	Розробка концепції	23.02.2026	
4	Розробка проекту ІС	23.03.2026	
5	Реалізація проекту	27.04.2026	
6	Розробка питань з охорони праці	01.06.2026	
7	Розробка графічних матеріалів	05.06.2026	
8	Подання роботи на перевірку на плагіат	08.06.2026	
9	Подання роботи рецензенту	15.06.2026	
10	Подання роботи на захист	22.06.2026	

Студент

T /

(підпис)

Керівник роботи

[Підпис]

(підпис)

Гончаров А.В.
(ПІБ)

Партас В.К.
(ПІБ)

АНОТАЦІЯ

Бакалаврська робота присвячена розробці інформаційної системи обробки зображень інтер'єру за допомогою технологій штучного інтелекту. У роботі проведено аналіз предметної області, досліджено сучасні методи комп'ютерного зору, машинного навчання та глибоких нейронних мереж, які використовуються для автоматизованого аналізу цифрових зображень.

У процесі дослідження розглянуто особливості обробки інтер'єрних зображень, визначено основні вимоги до інформаційної системи та проаналізовано існуючі програмні рішення. Запропоновано концепцію інформаційної системи, що забезпечує автоматичне розпізнавання об'єктів інтер'єру, класифікацію приміщень, аналіз дизайнерських характеристик та формування результатів обробки на основі алгоритмів штучного інтелекту.

У роботі розроблено архітектуру системи, логічну структуру бази даних, моделі взаємодії компонентів та алгоритми функціонування програмного забезпечення. Визначено вимоги до програмного та апаратного забезпечення, необхідного для реалізації системи. Також розглянуто питання охорони праці під час розробки та експлуатації програмного продукту.

Практична цінність роботи полягає у створенні інформаційної системи, яка дозволяє автоматизувати процес аналізу зображень інтер'єру, підвищити швидкість обробки графічних даних та покращити якість прийняття рішень у сфері дизайну, архітектури та нерухомості.

Робота складається з 74 сторінок машинописного тексту, 9 рисунків, 9 таблиць, 11 літературних джерел та 3-х додатків.

Ключові слова: інформаційна система, штучний інтелект, комп'ютерний зір, обробка зображень, аналіз інтер'єру, машинне навчання, нейронні мережі, розпізнавання об'єктів, глибоке навчання, цифрові зображення.

ABSTRACT

The bachelor's thesis is devoted to the development of an information system for interior image processing using artificial intelligence technologies. The study analyzes the subject area and investigates modern methods of computer vision, machine learning, and deep neural networks used for automated image analysis.

The research examines the specifics of interior image processing, identifies the main requirements for the information system, and analyzes existing software solutions. A concept of an intelligent information system is proposed that provides automatic recognition of interior objects, room classification, analysis of design characteristics, and generation of processing results based on artificial intelligence algorithms.

The thesis presents the system architecture, logical database structure, component interaction models, and software operation algorithms. Requirements for software and hardware resources necessary for system implementation are defined. Occupational safety aspects related to software development and operation are also considered.

The practical significance of the work lies in creating an information system that automates the process of interior image analysis, increases the speed of graphic data processing, and improves decision-making quality in the fields of interior design, architecture, and real estate.

The work consists of 74 pages of typewritten text, 11 figures, 12 tables, 10 references, and 3 appendices.

Keywords: information system, artificial intelligence, computer vision, image processing, interior analysis, machine learning, neural networks, object recognition, deep learning, digital images.

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	4
ABSTRACT	5
ЗМІСТ	6
ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ	11
1.1 Аналіз предметної області	11
1.2 Недоліки в роботі існуючих рішень.....	13
1.3 Концепція системи.....	14
1.4 Математичне забезпечення розробки	17
1.5 Постановка задачі	21
Висновки до розділу 1	23
РОЗДІЛ 2. ПРОЄКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕНЬ ІНТЕР'ЄРУ ЗА ДОПОМОГОЮ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ..	25
2.1 Загально системні рішення	25
2.2 Архітектура системи.....	29
2.3 Взаємодія між компонентами	31
2.4 Життєвий цикл системи	34
2.5 Розробка бази даних	38
2.5.1 Фізична модель даних	42
Висновки до розділу 2	47
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕНЬ ІНТЕР'ЄРУ ЗА ДОПОМОГОЮ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ..	49
3.1 Вимоги до програмного забезпечення.....	49
3.2 Вимоги до апаратного забезпечення розробки.....	50
3.2.1 Апаратні вимоги до робочого місця розробника.....	51
3.2.2 Апаратні вимоги до робочого місця кінцевого користувача.....	52
3.3 Фізичне розташування програмних компонентів.....	53
3.3.1 Опис вузлів системи	53
3.3.2 Супутні сервіси та бази даних	54

3.3.3 Зв'язки та протоколи взаємодії - Connections.....	54
Висновки до розділу 3	55
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ	57
4.1 Аналіз умов праці користувача інформаційної системи	57
4.2 Організація робочого місця	57
4.3 Вимоги до освітлення та мікроклімату.....	58
4.4 Електробезпека.....	58
4.5 Пожежна безпека.....	59
4.6 Заходи щодо збереження здоров'я користувача	59
Висновки до розділу 4	60
ВИСНОВКИ.....	61
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	63
ДОДАТОК А. ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ НА РОЗРОБКУ	65
ДОДАТОК Б. ІНСТРУКЦІЯ КОРИСТУВАЧА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕНЬ ІНТЕР'ЄРУ «AI-INTERIOR- PROCESSOR»	69
ДОДАТОК В. ЕКРАННІ ФОРМИ.....	74

ВСТУП

Сучасний розвиток цифрових технологій характеризується стрімким поширенням методів штучного інтелекту, машинного навчання та комп'ютерного зору. Ці технології активно впроваджуються в різні сфери людської діяльності, забезпечуючи автоматизацію складних процесів аналізу даних та підтримку прийняття рішень. Одним із перспективних напрямів застосування штучного інтелекту є обробка та аналіз цифрових зображень, зокрема зображень інтер'єру приміщень.

У сфері дизайну інтер'єру, архітектури, будівництва та нерухомості постійно зростає обсяг візуальної інформації, що потребує швидкого та якісного опрацювання. Традиційні методи аналізу інтер'єрних зображень переважно виконуються вручну та вимагають значних часових і трудових витрат. Це ускладнює процес оцінювання приміщень, підбору дизайнерських рішень, класифікації об'єктів інтер'єру та створення рекомендацій щодо їх удосконалення.

Сучасні алгоритми штучного інтелекту дозволяють автоматизувати процеси розпізнавання об'єктів, сегментації зображень, класифікації приміщень та аналізу дизайнерських стилів. Завдяки використанню згорткових нейронних мереж, методів глибокого навчання та комп'ютерного зору стає можливим створення інтелектуальних інформаційних систем, здатних ефективно обробляти великі обсяги графічних даних і надавати користувачам корисні рекомендації.

Актуальність теми бакалаврської роботи обумовлена необхідністю розроблення сучасних програмних засобів, які забезпечують автоматизовану обробку зображень інтер'єру, підвищують швидкість аналізу візуальної інформації та сприяють покращенню якості прийняття рішень у сфері дизайну й архітектурного проєктування. Використання технологій штучного інтелекту дозволяє значно підвищити точність розпізнавання об'єктів та зменшити вплив людського фактора на результати аналізу.

Об'єктом дослідження є процес обробки та аналізу цифрових зображень інтер'єру.

Предметом дослідження є методи, алгоритми та програмні засоби створення інформаційної системи обробки зображень інтер'єру на основі технологій штучного інтелекту.

Метою роботи є розробка інформаційної системи обробки зображень інтер'єру за допомогою штучного інтелекту, яка забезпечує автоматичне розпізнавання об'єктів, аналіз характеристик приміщення та формування результатів обробки для підтримки прийняття рішень.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

1. Провести аналіз предметної області та існуючих рішень у сфері обробки зображень інтер'єру.
2. Дослідити сучасні методи комп'ютерного зору та штучного інтелекту.
3. Сформулювати концепцію інформаційної системи.
4. Розробити математичне та алгоритмічне забезпечення системи.
5. Спроектувати архітектуру програмного продукту.
6. Розробити структуру бази даних та інформаційні моделі системи.
7. Визначити вимоги до програмного та апаратного забезпечення.
8. Оцінити ефективність запропонованих рішень.

Методи дослідження базуються на використанні методів системного аналізу, об'єктно-орієнтованого проєктування, машинного навчання, комп'ютерного зору, аналізу даних та моделювання інформаційних систем.

Практичне значення роботи полягає у можливості використання розробленої інформаційної системи для автоматизації аналізу інтер'єрних зображень, підтримки діяльності дизайнерів, архітекторів, ріелторів та інших фахівців, які працюють із цифровими зображеннями приміщень.

Структура роботи складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. У роботі розглядаються теоретичні аспекти обробки зображень за допомогою штучного інтелекту, питання

проєктування інформаційної системи, вимоги до її реалізації та умови безпечної експлуатації програмного забезпечення.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

1.1 Аналіз предметної області

Сучасний розвиток інформаційних технологій та методів штучного інтелекту відкриває нові можливості для автоматизації процесів аналізу та обробки цифрових зображень. Особливого значення набувають технології комп'ютерного зору, які дозволяють автоматично розпізнавати об'єкти, аналізувати сцени та виконувати складні операції із графічною інформацією. Однією з перспективних сфер застосування таких технологій є обробка зображень інтер'єру.

Інтер'єрні зображення широко використовуються у сфері дизайну приміщень, архітектурного проєктування, будівництва, нерухомості та електронної комерції. Візуалізація приміщень є важливим інструментом для оцінювання дизайнерських рішень, підбору меблів, планування ремонтних робіт та демонстрації об'єктів потенційним клієнтам. У зв'язку зі збільшенням обсягів цифрового контенту виникає потреба в автоматизованих засобах аналізу та обробки інтер'єрних зображень.

Традиційні методи роботи із зображеннями передбачають значну участь людини в процесах редагування, класифікації та аналізу. Це потребує значних часових витрат і не завжди забезпечує необхідну швидкість обробки великих обсягів інформації. Використання технологій штучного інтелекту дозволяє автоматизувати більшість цих процесів та підвищити ефективність роботи спеціалістів.

Одним із найбільш перспективних напрямів розвитку систем обробки зображень є застосування алгоритмів машинного навчання та глибоких нейронних мереж. Такі алгоритми здатні автоматично виділяти ознаки об'єктів на зображенні, здійснювати їх класифікацію, сегментацію та розпізнавання. У сфері аналізу інтер'єрів це дозволяє визначати тип

приміщення, знаходити предмети меблів, оцінювати стиль оформлення та пропонувати варіанти дизайнерських рішень.

Предметною областю дослідження є процес автоматизованої обробки та аналізу зображень інтер'єру із застосуванням технологій штучного інтелекту. Основними інформаційними об'єктами предметної області виступають цифрові зображення приміщень, користувачі системи, результати аналізу, класи об'єктів інтер'єру та рекомендації щодо оформлення приміщення.

До основних функцій майбутньої інформаційної системи належать:

1. Завантаження та зберігання зображень інтер'єру.
2. Попередня обробка зображень.
3. Автоматичне розпізнавання об'єктів інтер'єру.
4. Класифікація типів приміщень.
5. Аналіз стилістичних особливостей дизайну.
6. Формування рекомендацій щодо покращення інтер'єру.
7. Візуалізація результатів обробки.

Для реалізації зазначених функцій можуть використовуватися сучасні методи комп'ютерного зору, серед яких згорткові нейронні мережі CNN, алгоритми сегментації зображень, моделі глибокого навчання та генеративні моделі штучного інтелекту.

Застосування інформаційної системи обробки зображень інтер'єру дозволить автоматизувати процес аналізу приміщень, скоротити час прийняття дизайнерських рішень, підвищити точність розпізнавання об'єктів та покращити якість візуального представлення результатів.

Таким чином, аналіз предметної області показав актуальність створення інформаційної системи обробки зображень інтер'єру із використанням технологій штучного інтелекту. Розробка такої системи сприятиме підвищенню ефективності роботи дизайнерів, архітекторів та інших фахівців, діяльність яких пов'язана з аналізом та візуалізацією інтер'єрних рішень.

1.2 Недоліки в роботі існуючих рішень

Незважаючи на стрімкий розвиток технологій комп'ютерного зору та штучного інтелекту, сучасні програмні засоби для обробки зображень інтер'єру мають низку недоліків, які обмежують їх ефективність та сферу застосування. Аналіз існуючих рішень дозволяє виявити проблеми, усунення яких є важливим завданням під час розробки нової інформаційної системи.

Однією з основних проблем є недостатній рівень автоматизації обробки зображень. Більшість наявних програмних продуктів потребує значної участі користувача під час виконання аналізу, розмітки об'єктів або налаштування параметрів обробки. Це збільшує час роботи із системою та знижує продуктивність користувачів.

Іншим суттєвим недоліком є обмежена точність розпізнавання об'єктів інтер'єру. У складних умовах освітлення, при наявності великої кількості предметів або частковому перекритті об'єктів алгоритми можуть помилково класифікувати елементи інтер'єру або не виявляти їх зовсім. Це негативно впливає на достовірність результатів аналізу.

Багато існуючих систем мають обмежені можливості щодо визначення стилістичних характеристик приміщення. Автоматичне розпізнавання дизайнерських стилів, кольорових схем та композиційних особливостей часто виконується з недостатньою точністю через складність формалізації таких ознак.

Суттєвим недоліком є висока залежність якості роботи систем від навчальних вибірок. Для забезпечення якісного функціонування моделей штучного інтелекту необхідні великі обсяги підготовлених даних. У випадку недостатньої кількості навчальних прикладів точність прогнозування та розпізнавання суттєво знижується.

Окремою проблемою є значні вимоги до обчислювальних ресурсів. Використання сучасних моделей глибокого навчання потребує потужного

апаратного забезпечення, що збільшує вартість впровадження та експлуатації інформаційної системи.

Більшість існуючих програмних продуктів орієнтована на виконання окремих завдань, таких як класифікація об'єктів або редагування зображень, проте не забезпечує комплексного підходу до аналізу інтер'єру. У результаті користувач змушений використовувати декілька програмних засобів для отримання повної інформації про досліджуване приміщення.

Також слід відзначити обмежені можливості інтеграції з іншими інформаційними системами та сервісами. Відсутність універсальних програмних інтерфейсів ускладнює обмін даними між різними програмними платформами та знижує рівень автоматизації бізнес-процесів.

До недоліків сучасних систем можна віднести і недостатню адаптивність до індивідуальних потреб користувачів. Багато рішень використовують фіксовані алгоритми аналізу, які складно налаштовувати під конкретні сценарії використання або особливості предметної області.

Крім того, існують проблеми забезпечення конфіденційності та захисту даних. Зображення інтер'єрів можуть містити персональну або комерційно важливу інформацію, що вимагає використання сучасних механізмів захисту даних під час їх зберігання та обробки.

Проведений аналіз дозволяє зробити висновок, що існуючі рішення не повною мірою задовольняють потреби користувачів щодо автоматизованого аналізу зображень інтер'єру. Тому актуальним є створення інформаційної системи, яка забезпечить високий рівень автоматизації, точність розпізнавання об'єктів, підтримку сучасних методів штучного інтелекту, зручний користувацький інтерфейс та можливість подальшого масштабування функціональних можливостей.

1.3 Концепція системи

Концепція інформаційної системи обробки зображень інтер'єру за допомогою штучного інтелекту базується на використанні сучасних

технологій комп'ютерного зору, машинного навчання та автоматизованого аналізу графічної інформації. Основною ідеєю проєкту є створення програмного засобу, здатного автоматично аналізувати зображення приміщень, розпізнавати об'єкти інтер'єру та надавати користувачеві структуровану інформацію про результати аналізу.

Система призначена для використання дизайнерами інтер'єрів, архітекторами, ріелторами, будівельними компаніями та іншими фахівцями, діяльність яких пов'язана з аналізом та візуалізацією приміщень. Використання технологій штучного інтелекту дозволяє значно скоротити час обробки зображень та підвищити точність визначення характеристик інтер'єру.

Основною метою системи є автоматизація процесу аналізу цифрових зображень інтер'єру шляхом виявлення, класифікації та оцінювання об'єктів, які знаходяться у приміщенні. Отримані результати можуть використовуватися для підтримки прийняття рішень щодо оформлення інтер'єру, вибору дизайнерських рішень або оцінювання стану приміщення.

Проектowana система повинна забезпечувати виконання таких функцій:

- завантаження зображень інтер'єру користувачем;
- зберігання графічних даних у базі даних;
- попередню обробку зображень;
- автоматичне розпізнавання об'єктів інтер'єру;
- визначення типу приміщення;
- аналіз стилістичних характеристик дизайну;
- формування рекомендацій щодо покращення інтер'єру;
- відображення результатів аналізу у зручному графічному вигляді;
- формування звітів за результатами обробки.

Система реалізується за клієнт-серверною архітектурою та включає такі основні модулі:

1. Модуль керування користувачами

- реєстрація та авторизація;
 - управління обліковими записами;
 - розмежування прав доступу.
2. Модуль завантаження зображень
- приймання файлів від користувача;
 - перевірка формату та якості зображення;
 - збереження даних.
3. Модуль обробки зображень
- масштабування;
 - фільтрація шумів;
 - покращення якості зображення;
 - підготовка даних до аналізу.
4. Модуль штучного інтелекту
- розпізнавання об'єктів;
 - класифікація приміщень;
 - аналіз стилю інтер'єру;
 - формування рекомендацій.
5. Модуль зберігання даних
- база даних користувачів;
 - база даних зображень;
 - база результатів аналізу.
6. Модуль формування звітності
- генерація звітів;
 - візуалізація результатів;
 - експорт даних.

Варіанти реалізації концепції

Таблиця 1.1

Варіант	Опис концепції	Переваги	Недоліки
Базовий	Розпізнавання основних об'єктів інтер'єру (меблі,	Простота реалізації, невисокі вимоги до ресурсів	Обмежений функціонал

Варіант	Опис концепції	Переваги	Недоліки
	техніка, декор)		
Розширений	Додатковий аналіз стилю приміщення та формування рекомендацій	Більша корисність для користувача	Потребує складніших моделей ШІ
Інтелектуальний	Генерація дизайнерських пропозицій та візуалізація змін інтер'єру	Максимальна автоматизація та функціональність	Високі вимоги до обчислювальних ресурсів

Робота системи починається із завантаження користувачем зображення інтер'єру. Після цього виконується попередня обробка даних, під час якої покращується якість зображення та усуваються можливі спотворення. Далі зображення передається до модуля штучного інтелекту, де за допомогою нейронних мереж здійснюється розпізнавання об'єктів і аналіз характеристик приміщення.

Результати аналізу зберігаються у базі даних та відображаються користувачу у вигляді звіту. За необхідності система може сформувати рекомендації щодо покращення дизайну або зміни окремих елементів інтер'єру.

Таким чином, запропонована концепція забезпечує створення сучасної інформаційної системи, яка поєднує можливості комп'ютерного зору та штучного інтелекту для автоматизованої обробки зображень інтер'єру, підвищуючи ефективність роботи користувачів та якість отриманих результатів.

1.4 Математичне забезпечення розробки

Математичне забезпечення інформаційної системи обробки зображень інтер'єру за допомогою штучного інтелекту являє собою сукупність математичних моделей, методів та алгоритмів, які забезпечують виконання операцій аналізу, обробки та класифікації цифрових зображень. Основу

математичного забезпечення складають методи цифрової обробки зображень, лінійної алгебри, математичної статистики та машинного навчання.

У процесі функціонування системи зображення інтер'єру розглядається як цифрова матриця пікселів, кожен елемент якої містить інформацію про колір та яскравість відповідної точки зображення.

Цифрове зображення можна подати у вигляді двовимірної матриці:

$$I = \{p_{ij}\}, \quad i = 1, \dots, m, \quad j = 1, \dots, n$$

де:

- I — цифрове зображення;
- p_{ij} — значення пікселя;
- m — кількість рядків;
- n — кількість стовпців матриці.

Для кольорового зображення кожен піксель описується трьома компонентами кольорової моделі RGB:

$$p_{ij} = (R_{ij}, G_{ij}, B_{ij})$$

де:

- R_{ij} — інтенсивність червоного кольору;
- G_{ij} — інтенсивність зеленого кольору;
- B_{ij} — інтенсивність синього кольору.

Нормалізація зображення

Для підготовки зображення до аналізу виконується нормалізація значень пікселів:

$$x' = \frac{x}{255}$$

де:

x — початкове значення пікселя;

x' — нормалізоване значення.

Нормалізація дозволяє привести всі значення до інтервалу від 0 до 1 та покращити процес навчання нейронної мережі.

Оцінка схожості зображень

Для визначення схожості між ознаками зображень використовується евклідова відстань:

$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}$$

де:

x_i — значення ознак першого зображення;

y_i — значення ознак другого зображення;

n — кількість ознак.

Чим менше значення відстані, тим більш схожими є об'єкти.

Модель класифікації об'єктів інтер'єру

Для класифікації об'єктів використовується функція Softmax:

$$P(y_i) = \frac{e^{z_i}}{\sum_{j=1}^k e^{z_j}}$$

де:

$P_{(yi)}$ — ймовірність належності об'єкта до класу iii ;

z_i — вихід нейронної мережі;

k — кількість класів.

За допомогою даної функції система визначає найбільш імовірний клас об'єкта на зображенні.

Для оцінювання якості навчання використовується крос-ентропійна функція втрат:

$$L = - \sum_{i=1}^k y_i \ln(\hat{y}_i)$$

де:

L — значення функції втрат;
 y_i — реальне значення класу;
 $y_i^{\wedge}$ — прогнозоване значення;
 k — кількість класів.

Мінімізація функції втрат забезпечує підвищення точності розпізнавання об'єктів.

Оцінка точності роботи системи

Для оцінювання ефективності моделі використовується показник точності:

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN}$$

де:

TP — кількість правильно визначених позитивних результатів;

TN — кількість правильно визначених негативних результатів;

FP — кількість хибнопозитивних результатів;

FN — кількість хибнонегативних результатів.

Показник Accuracy характеризує загальну якість класифікації об'єктів інтер'єру.

Математична модель роботи системи

Загальний процес функціонування системи можна подати у вигляді функціональної залежності:

$$R = F(I, M)$$

де:

I — вхідне зображення інтер'єру;

M — модель штучного інтелекту;

R — результат обробки зображення;

F — функція аналізу та класифікації.

Результатом роботи системи є набір виявлених об'єктів, характеристик приміщення та рекомендацій щодо його оформлення.

Запропоноване математичне забезпечення базується на сучасних методах цифрової обробки зображень та алгоритмах машинного навчання. Використання матричного представлення зображень, методів нормалізації даних, функції Softmax, крос-ентропійної функції втрат та показників оцінки точності дозволяє забезпечити ефективне функціонування інформаційної системи обробки зображень інтер'єру за допомогою штучного інтелекту та отримання достовірних результатів аналізу.

1.5 Постановка задачі

На основі проведеного аналізу предметної області, існуючих програмних рішень та сучасних технологій штучного інтелекту встановлено, що актуальним є створення інформаційної системи, здатної автоматизувати процес обробки та аналізу зображень інтер'єру. Така система повинна забезпечувати ефективне розпізнавання об'єктів, аналіз характеристик приміщень та формування результатів обробки з мінімальним втручанням користувача.

Основною проблемою предметної області є необхідність швидкої та точної обробки великої кількості цифрових зображень інтер'єру, що використовується в діяльності дизайнерів, архітекторів, ріелторів та інших спеціалістів. Виконання таких операцій вручну потребує значних часових витрат та не завжди забезпечує необхідну точність результатів.

Метою розробки є створення інформаційної системи обробки зображень інтер'єру за допомогою штучного інтелекту, яка забезпечить автоматичне розпізнавання об'єктів інтер'єру, класифікацію приміщень та формування аналітичних результатів для підтримки прийняття рішень.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

1. Провести аналіз предметної області та визначити особливості обробки зображень інтер'єру.
2. Виконати аналіз існуючих програмних продуктів та визначити їх переваги і недоліки.

3. Сформувати концепцію інформаційної системи та визначити її функціональне призначення.
4. Розробити математичне забезпечення системи на основі методів комп'ютерного зору та машинного навчання.
5. Спроектувати архітектуру програмного забезпечення та визначити взаємодію його компонентів.
6. Розробити базу даних для зберігання інформації про користувачів, зображення та результати обробки.
7. Реалізувати механізм завантаження та попередньої обробки зображень.
8. Реалізувати алгоритми автоматичного розпізнавання об'єктів інтер'єру із використанням нейронних мереж.
9. Забезпечити можливість класифікації приміщень за їх функціональним призначенням та дизайнерськими характеристиками.
10. Реалізувати модуль формування результатів аналізу та рекомендацій для користувача.
11. Визначити вимоги до програмного та апаратного забезпечення системи.
12. Оцінити ефективність функціонування розробленої інформаційної системи.

Вхідними даними системи є цифрові зображення інтер'єру у графічних форматах (JPEG, PNG та інших), які завантажуються користувачем.

У процесі обробки система виконує:

- попередню підготовку зображення;
- виділення характерних ознак;
- аналіз вмісту зображення;
- розпізнавання об'єктів;
- класифікацію приміщення;
- формування результатів обробки.

Вихідними даними системи є:

- перелік розпізнаних об'єктів інтер'єру;
- інформація про тип приміщення;
- статистичні характеристики аналізу;
- рекомендації щодо покращення інтер'єру;
- візуалізація результатів обробки.

Формально задачу функціонування системи можна подати у вигляді:

$$R = F(I, A)$$

де:

- (I) — множина вхідних зображень;
- (A) — сукупність алгоритмів штучного інтелекту;
- (F) — функція обробки та аналізу;
- (R) — результати розпізнавання та класифікації.

Таким чином, постановка задачі полягає у розробці інформаційної системи, яка на основі методів штучного інтелекту забезпечуватиме автоматизовану обробку зображень інтер'єру, підвищуватиме швидкість аналізу графічних даних та покращуватиме якість прийняття рішень у сфері дизайну, архітектури та нерухомості.

Висновки до розділу 1

У першому розділі бакалаврської роботи проведено аналіз предметної області розробки інформаційної системи обробки зображень інтер'єру за допомогою штучного інтелекту. Встановлено, що в сучасних умовах стрімкого розвитку цифрових технологій та збільшення обсягів графічної інформації актуальним є створення програмних засобів, здатних автоматизувати процеси аналізу та інтерпретації зображень.

Під час аналізу предметної області визначено основні напрями використання систем обробки інтер'єрних зображень у сфері дизайну, архітектури, будівництва та нерухомості. Виявлено, що існуючі програмні рішення не повною мірою забезпечують необхідний рівень автоматизації, точності розпізнавання об'єктів та адаптивності до потреб користувачів.

У результаті дослідження недоліків наявних систем встановлено, що основними проблемами є значна залежність від якості вхідних даних, недостатня точність класифікації об'єктів, високі вимоги до обчислювальних ресурсів та обмежені можливості інтеграції із сучасними інформаційними технологіями. Це підтверджує доцільність створення нової інформаційної системи на основі технологій штучного інтелекту.

У розділі сформовано концепцію майбутньої системи, визначено її основні функціональні можливості, структуру та принципи роботи. Запропонована концепція передбачає використання методів комп'ютерного зору та машинного навчання для автоматичного аналізу зображень інтер'єру, розпізнавання об'єктів та формування рекомендацій для користувачів.

Розроблено математичне забезпечення системи, яке базується на методах цифрової обробки зображень, математичних моделях класифікації та алгоритмах глибокого навчання. Наведені математичні залежності дозволяють формалізувати процеси аналізу графічних даних та забезпечують основу для реалізації інтелектуальних алгоритмів обробки зображень.

Також виконано постановку задачі дослідження, визначено мету, об'єкт, предмет та основні завдання розробки. Сформульовано вимоги до функціональних можливостей системи, визначено вхідні та вихідні дані, а також окреслено основні етапи реалізації програмного продукту.

Отримані результати аналізу, сформована концепція системи та розроблене математичне забезпечення створюють теоретичне підґрунтя для подальшого проєктування архітектури інформаційної системи, розробки структури бази даних, програмної реалізації та оцінювання ефективності запропонованого рішення, що буде розглянуто у наступних розділах бакалаврської роботи.

РОЗДІЛ 2. ПРОЄКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕНЬ ІНТЕР'ЄРУ ЗА ДОПОМОГОЮ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

2.1 Загально системні рішення

На етапі проєктування інформаційної системи обробки зображень інтер'єру за допомогою штучного інтелекту було визначено загальні принципи побудови системи, її функціональні можливості, основних користувачів та сценарії взаємодії із системою.

Основною метою розробки є створення програмного комплексу, який забезпечує автоматизовану обробку зображень інтер'єру, розпізнавання об'єктів на зображеннях та формування аналітичних результатів за допомогою алгоритмів штучного інтелекту. Система повинна мати зручний користувацький інтерфейс, забезпечувати високу швидкість обробки даних та можливість подальшого розширення функціоналу.

Для реалізації поставлених вимог обрано клієнт-серверну архітектуру, яка дозволяє розділити функції користувацького інтерфейсу, бізнес-логіки та зберігання даних. Такий підхід забезпечує масштабованість, надійність та зручність супроводу програмного продукту.

Одним із основних інструментів системного аналізу є UML-діаграма варіантів використання Use Case Diagram, рисунок 2.1, яка відображає взаємодію користувачів із функціями інформаційної системи.

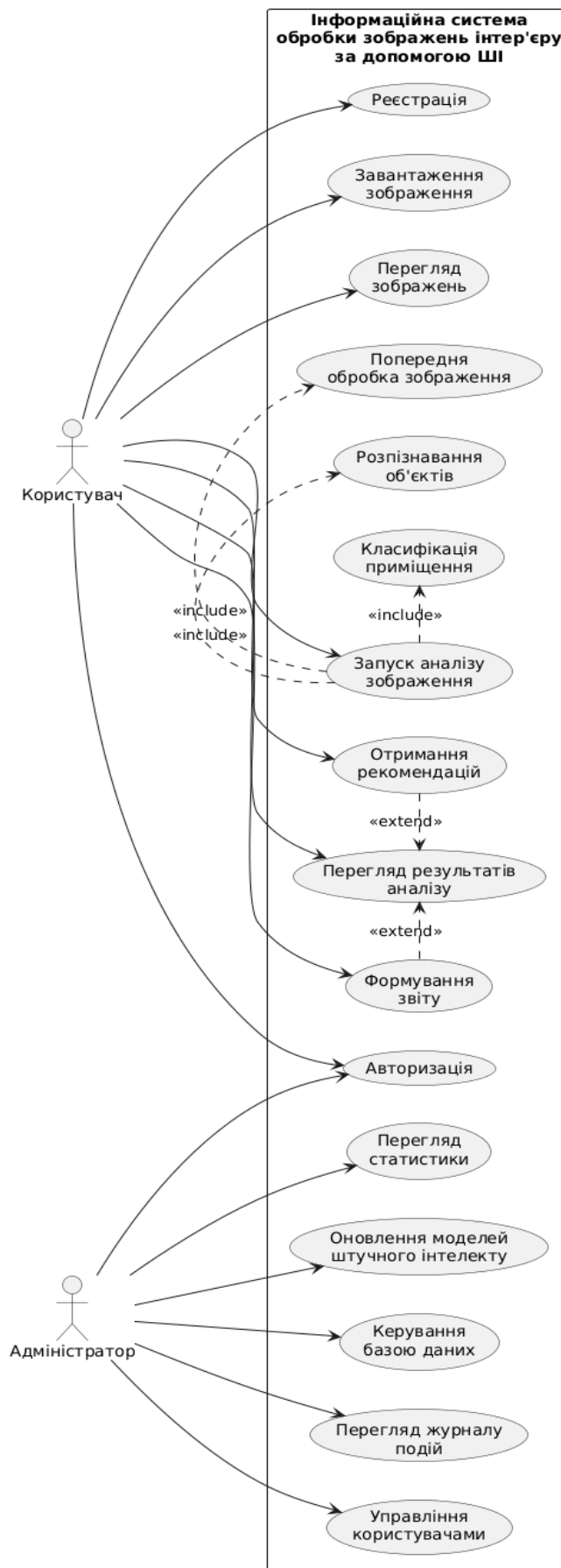


Рисунок 2.1 – Діаграма варіантів використання
У проєктованій системі визначено два основні актори:

Користувач — особа, яка використовує систему для завантаження та аналізу зображень інтер'єру.

Адміністратор — особа, яка здійснює керування користувачами, контролює роботу системи та підтримує актуальність моделей штучного інтелекту.

Основні варіанти використання

Для актора «Користувач» передбачено такі варіанти використання:

- реєстрація в системі;
- авторизація;
- завантаження зображення інтер'єру;
- перегляд списку зображень;
- запуск аналізу зображення;
- перегляд результатів розпізнавання;
- отримання рекомендацій щодо інтер'єру;
- формування та завантаження звіту;
- видалення власних зображень.

Для актора «Адміністратор» передбачено:

- авторизація;
- управління користувачами;
- перегляд статистики використання системи;
- управління базою даних;
- оновлення моделей штучного інтелекту;
- перегляд журналу подій;
- резервне копіювання інформації.

На діаграмі варіантів використання центральним елементом виступає інформаційна система обробки зображень інтер'єру. Зовнішніми сутностями є актори «Користувач» та «Адміністратор», які взаємодіють із функціональними можливостями системи.

Робота користувача починається з проходження процедури реєстрації та авторизації. Після успішного входу він отримує доступ до завантаження

фотографій інтер'єру. Завантажене зображення передається до модуля штучного інтелекту, де виконується попередня обробка, розпізнавання об'єктів та аналіз характеристик приміщення.

Після завершення обробки користувач може переглянути результати аналізу, отримати перелік виявлених об'єктів, інформацію про стиль інтер'єру та рекомендації щодо його вдосконалення. Також передбачена можливість формування звітів для подальшого використання результатів.

Адміністратор має розширені права доступу. Він здійснює контроль роботи системи, керує користувачами, оновлює алгоритми штучного інтелекту та забезпечує безперервне функціонування програмного комплексу.

Деякі варіанти використання мають залежності типу «include» та «extend»:

- «Запуск аналізу зображення» включає «include» процедуру «Попередня обробка зображення».
- «Запуск аналізу зображення» включає «include» функцію «Розпізнавання об'єктів».
- «Отримання рекомендацій» розширює «extend» функцію «Перегляд результатів аналізу».
- «Формування звіту» розширює «extend» функцію «Перегляд результатів аналізу».

Таким чином, діаграма варіантів використання дозволяє формалізувати вимоги до системи, визначити основних користувачів та їхні функціональні можливості. Побудована модель є основою для подальшого проєктування архітектури системи, структури бази даних та програмної реалізації інформаційної системи обробки зображень інтер'єру за допомогою штучного інтелекту.

2.2 Архітектура системи

Архітектура інформаційної системи обробки зображень інтер'єру за допомогою штучного інтелекту визначає структуру програмного комплексу, склад його компонентів та принципи їх взаємодії. Основною метою архітектурного проектування є забезпечення високої продуктивності, масштабованості, надійності та зручності подальшого супроводу системи.

Для реалізації поставлених вимог обрано багаторівневу клієнт-серверну архітектуру, яка дозволяє розділити функції представлення даних, бізнес-логіки та зберігання інформації. Такий підхід спрощує модернізацію окремих компонентів системи та забезпечує незалежність між її функціональними модулями, рисунок 2.2.

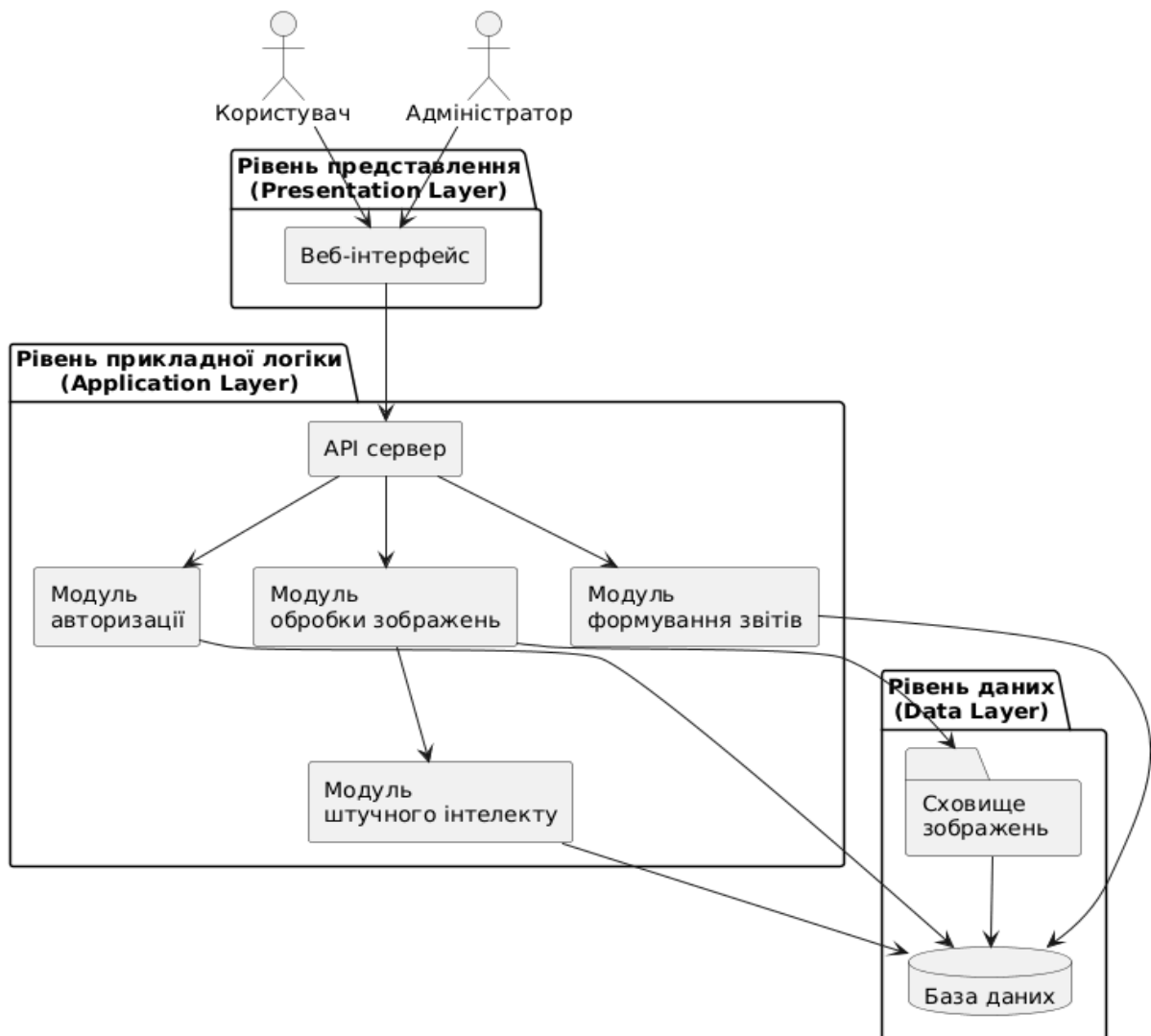


Рисунок 2.2 – Архітектура системи

Архітектура системи складається з трьох основних рівнів рівень представлення Presentation Layer, рівень прикладної логіки Application Layer, рівень даних Data Layer.

Кожен рівень виконує власні функції та взаємодіє з іншими через визначені програмні інтерфейси.

Рівень представлення забезпечує взаємодію користувача із системою через вебінтерфейс. Основними функціями цього рівня є реєстрація та авторизація користувачів, завантаження зображень інтер'єру, перегляд результатів аналізу, відображення статистичної інформації, формування звітів.

Інтерфейс користувача повинен бути інтуїтивно зрозумілим та адаптованим для роботи на різних типах пристроїв.

Рівень прикладної логіки є центральним компонентом системи та забезпечує виконання основних бізнес-процесів.

До складу рівня входять такі модулі, як модуль керування користувачами

Забезпечує реєстрацію користувачів, авторизацію, контроль доступу, управління ролями.

Виконує перевірку формату файлів, масштабування зображень, корекцію освітленості, фільтрацію шумів, підготовку даних до аналізу.

Реалізує виявлення об'єктів інтер'єру, класифікацію приміщень, аналіз стилю оформлення, формування рекомендацій.

Для реалізації даного модуля можуть використовуватися згорткові нейронні мережі CNN, моделі глибокого навчання та сучасні бібліотеки комп'ютерного зору.

Забезпечує створення текстових звітів, формування статистичних показників, візуалізацію результатів аналізу, експорт інформації у зовнішні формати.

Рівень даних призначений для централізованого зберігання інформації та забезпечує доступ до неї іншим компонентам системи.

У базі даних зберігаються облікові записи користувачів, завантажені зображення, результати аналізу, параметри моделей штучного інтелекту, журнали подій системи.

Для забезпечення цілісності даних використовуються механізми транзакцій та резервного копіювання інформації.

Процес роботи системи відбувається за такою схемою:

1. Користувач завантажує зображення інтер'єру через вебінтерфейс.
2. Сервер приймає файл та передає його до модуля попередньої обробки.
3. Підготовлене зображення надходить до модуля штучного інтелекту.
4. Виконується розпізнавання об'єктів та аналіз характеристик приміщення.
5. Отримані результати зберігаються у базі даних.
6. Система формує звіт та відображає його користувачеві.

Запропонована архітектура забезпечує модульність програмного забезпечення, простоту масштабування, незалежність окремих компонентів, високу продуктивність обробки даних, можливість інтеграції нових алгоритмів штучного інтелекту, зручність супроводу та модернізації системи, підвищений рівень безпеки інформації.

Таким чином, розроблена архітектура інформаційної системи забезпечує ефективну взаємодію всіх програмних компонентів та створює основу для реалізації інтелектуальної обробки зображень інтер'єру із використанням сучасних технологій штучного інтелекту.

2.3 Взаємодія між компонентами

Для детального опису процесу взаємодії між компонентами інформаційної системи обробки зображень інтер'єру за допомогою штучного інтелекту було побудовано UML-діаграму послідовності Sequence Diagram. Дана діаграма відображає порядок обміну повідомленнями між користувачем

та програмними модулями системи під час виконання основного сценарію роботи – аналізу зображення інтер'єру.

Діаграма послідовності дозволяє візуалізувати часову послідовність виконання операцій, визначити взаємозв'язки між компонентами системи та перевірити коректність реалізації бізнес-процесів.

У процесі аналізу зображення беруть участь такі об'єкти:

- *Користувач* – ініціює процес аналізу зображення.
- *Вебінтерфейс* – забезпечує взаємодію користувача із системою.
- *Сервер застосунку* – координує роботу всіх програмних модулів.
- *Модуль обробки зображень* – виконує попередню підготовку графічних даних.
- *Модуль штучного інтелекту* – здійснює розпізнавання об'єктів та класифікацію приміщення.
- *База даних* – зберігає інформацію про користувачів, зображення та результати аналізу.

Робота системи починається із завантаження користувачем зображення інтер'єру через вебінтерфейс. Після отримання файлу вебінтерфейс передає його на сервер застосунку для подальшої обробки.

Сервер виконує перевірку коректності даних та надсилає зображення до модуля попередньої обробки. На цьому етапі здійснюється зміна розміру зображення, усунення шумів, нормалізація кольорових характеристик та підготовка даних до роботи алгоритмів штучного інтелекту.

Після завершення попередньої обробки підготовлене зображення передається до модуля штучного інтелекту. Використовуючи моделі комп'ютерного зору та нейронні мережі, система виконує розпізнавання об'єктів інтер'єру, визначає тип приміщення та аналізує його стилістичні характеристики.

Отримані результати повертаються на сервер застосунку та зберігаються у базі даних. Сервер формує структуровану відповідь і передає її вебінтерфейсу для відображення користувачеві.

Користувач отримує перелік виявлених об'єктів, інформацію про приміщення, рекомендації щодо вдосконалення інтер'єру та може сформулювати звіт про результати аналізу.

Послідовність взаємодії між компонентами системи має такий вигляд:

1. Користувач завантажує зображення інтер'єру.
2. Вебінтерфейс передає файл на сервер застосунку.
3. Сервер надсилає зображення до модуля обробки.
4. Модуль обробки виконує підготовку даних.
5. Підготовлене зображення передається до модуля штучного інтелекту.
6. Модуль ШІ виконує аналіз та класифікацію.
7. Результати аналізу повертаються на сервер.
8. Сервер зберігає результати у базі даних.
9. База даних підтверджує успішне збереження.
10. Сервер формує відповідь користувачеві.
11. Вебінтерфейс відображає результати аналізу.

Побудована діаграма, послідовності, рисунок 2.3, демонструє логіку функціонування інформаційної системи та дозволяє визначити порядок взаємодії між її основними компонентами. Використання окремих модулів для обробки зображень та роботи алгоритмів штучного інтелекту забезпечує модульність системи, спрощує її масштабування та дозволяє модернізувати окремі підсистеми без впливу на інші компоненти.

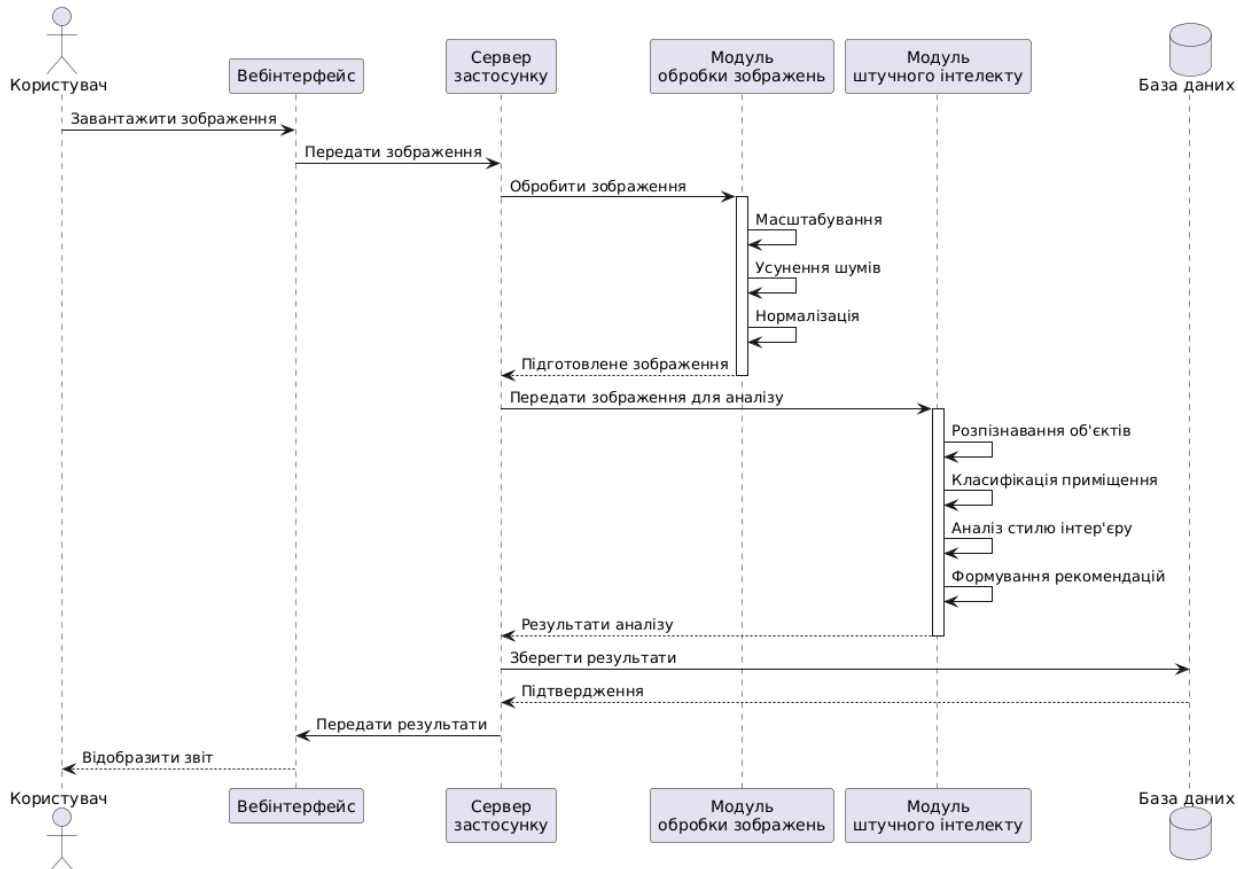


Рисунок 2.3 – Діаграма послідовності

Таким чином, діаграма послідовності підтверджує коректність організації процесу обробки зображень інтер'єру та є основою для подальшої програмної реалізації інформаційної системи із застосуванням технологій штучного інтелекту.

2.4 Життєвий цикл системи

Для моделювання поведінки інформаційної системи обробки зображень інтер'єру за допомогою штучного інтелекту використано UML-діаграму станів State Machine Diagram. Даний тип діаграм дозволяє описати життєвий цикл системи або окремого об'єкта шляхом визначення можливих станів та переходів між ними під впливом зовнішніх подій.

У розроблюваній системі діаграма станів відображає процес обробки зображення інтер'єру від моменту його завантаження користувачем до отримання результатів аналізу та завершення роботи із даними.

Основною метою побудови діаграми станів є опис поведінки системи під час виконання аналізу зображень, визначення можливих станів об'єкта «Зображення», відображення логіки переходів між окремими етапами обробки, виявлення можливих виняткових ситуацій, перевірка коректності функціонування програмного забезпечення.

Діаграма дозволяє формалізувати процес роботи системи та забезпечує основу для подальшої реалізації програмних модулів.

Під час функціонування інформаційної системи зображення проходить через послідовність взаємопов'язаних станів.

У початковому стані система очікує дій користувача. Жодні операції над даними не виконуються до моменту завантаження нового зображення.

Після вибору файлу користувачем система отримує графічне зображення та виконує перевірку його формату, розміру та цілісності.

У разі виникнення помилки система переходить до стану «Помилка завантаження».

Попередня обробка, на цьому етапі виконуються масштабування зображення, усунення шумів, корекція яскравості, нормалізація даних.

Підготовлене зображення передається до модуля штучного інтелекту.

У стані аналізу система використовує алгоритми комп'ютерного зору та нейронні мережі для виявлення об'єктів інтер'єру.

Виконується розпізнавання меблів, визначення декоративних елементів, пошук архітектурних особливостей приміщення, виділення характеристик дизайну.

На основі отриманих ознак система визначає тип приміщення кухня, спальня, вітальня, дитяча кімната, офісне приміщення, інші категорії також визначається стиль оформлення інтер'єру.

Після завершення класифікації система генерує рекомендації щодо покращення дизайну, вибору меблів, освітлення та кольорової гами приміщення.

Отримані результати аналізу записуються до бази даних та стають доступними для подальшого перегляду користувачем.

Система формує звіт та відображає користувачеві знайдені об'єкти, тип приміщення, стиль інтер'єру, рекомендації, статистичні показники аналізу.

Після перегляду результатів користувач може завершити роботу або завантажити нове зображення для повторного аналізу.

Діаграма станів також передбачає виникнення виняткових ситуацій до них належать завантаження файлу непідтримуваного формату, пошкодження зображення, помилки роботи нейронної мережі, відсутність з'єднання з базою даних.

У таких випадках система переходить до стану «Помилка», після чого користувач отримує повідомлення про причину збою та можливість повторного виконання операції.

Побудована діаграма станів, рисунок 2.4, демонструє повний життєвий цикл обробки зображення інтер'єру в інформаційній системі. Використання такого підходу дозволяє чітко визначити послідовність виконання операцій, контролювати переходи між станами та забезпечити коректне функціонування програмного забезпечення.

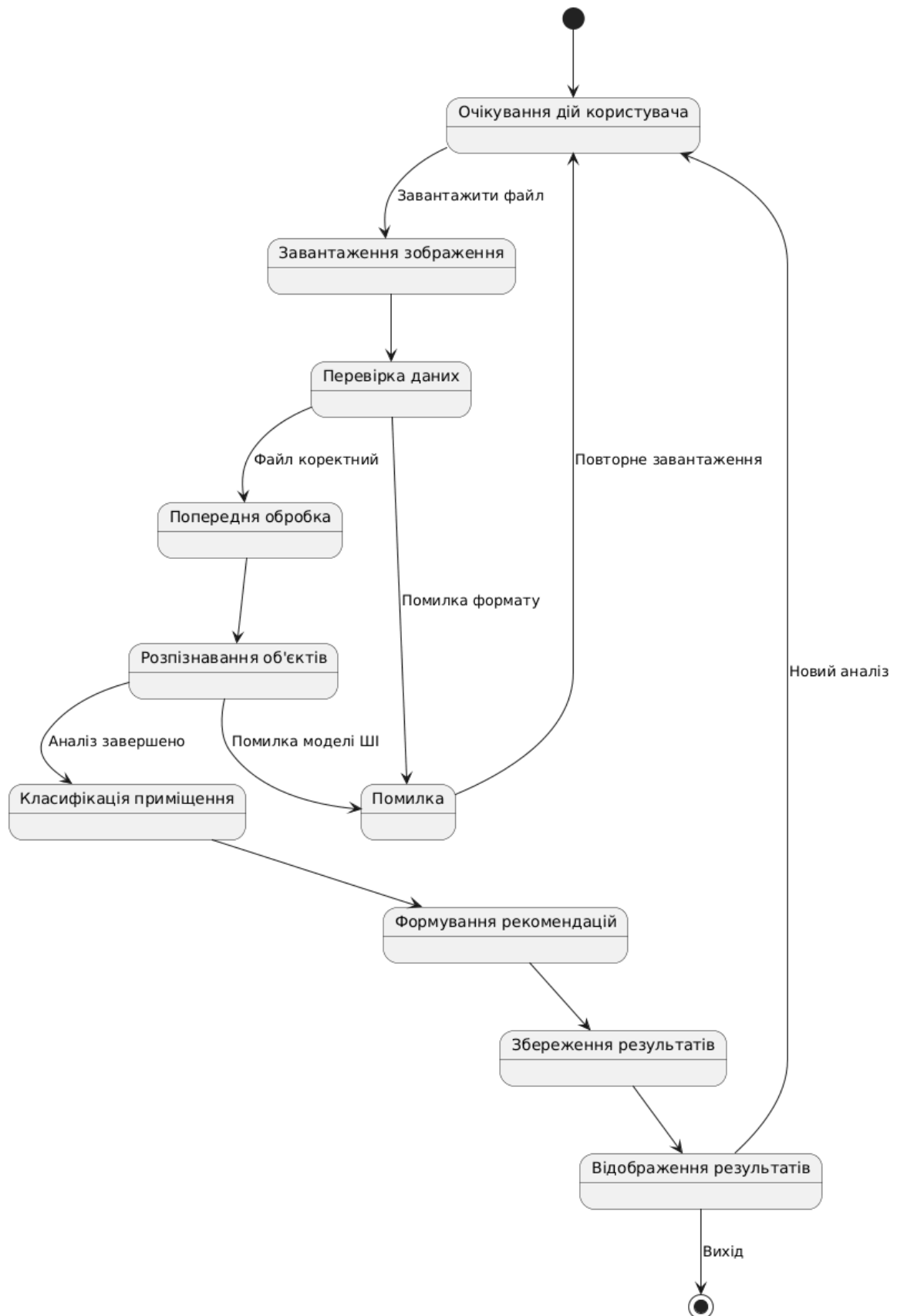


Рисунок 2.4 Діаграма станів системи

Таким чином, діаграма станів є важливим елементом системного проєктування та підтверджує логічну узгодженість роботи інформаційної

системи обробки зображень інтер'єру на основі технологій штучного інтелекту.

2.5 Розробка бази даних

Для забезпечення ефективного зберігання, обробки та аналізу даних у межах інформаційної системи обробки зображень інтер'єру за допомогою штучного інтелекту було розроблено Entity Relationship Diagram, ER-діаграму. ER-модель, рисунок 2.5, дозволяє формалізувати структуру бази даних шляхом визначення основних сутностей предметної області, їх атрибутів та взаємозв'язків між ними.

У результаті аналізу предметної області було виділено такі основні сутності, як *Користувач*, сутність призначена для зберігання інформації про зареєстрованих користувачів системи.

Основні атрибути:

- UserID (PK);
- FullName;
- Email;
- PasswordHash;
- RegistrationDate;
- Role.

Кожен користувач може завантажувати декілька зображень та переглядати результати їх аналізу.

Зображення, сутність містить інформацію про завантажені фотографії інтер'єру.

Основні атрибути:

- ImageID (PK);
- UserID (FK);
- FileName;
- UploadDate;
- Resolution;

– FilePath.

Одне зображення належить одному користувачеві.

Аналіз, сутність зберігає результати аналізу зображення, виконаного алгоритмами штучного інтелекту.

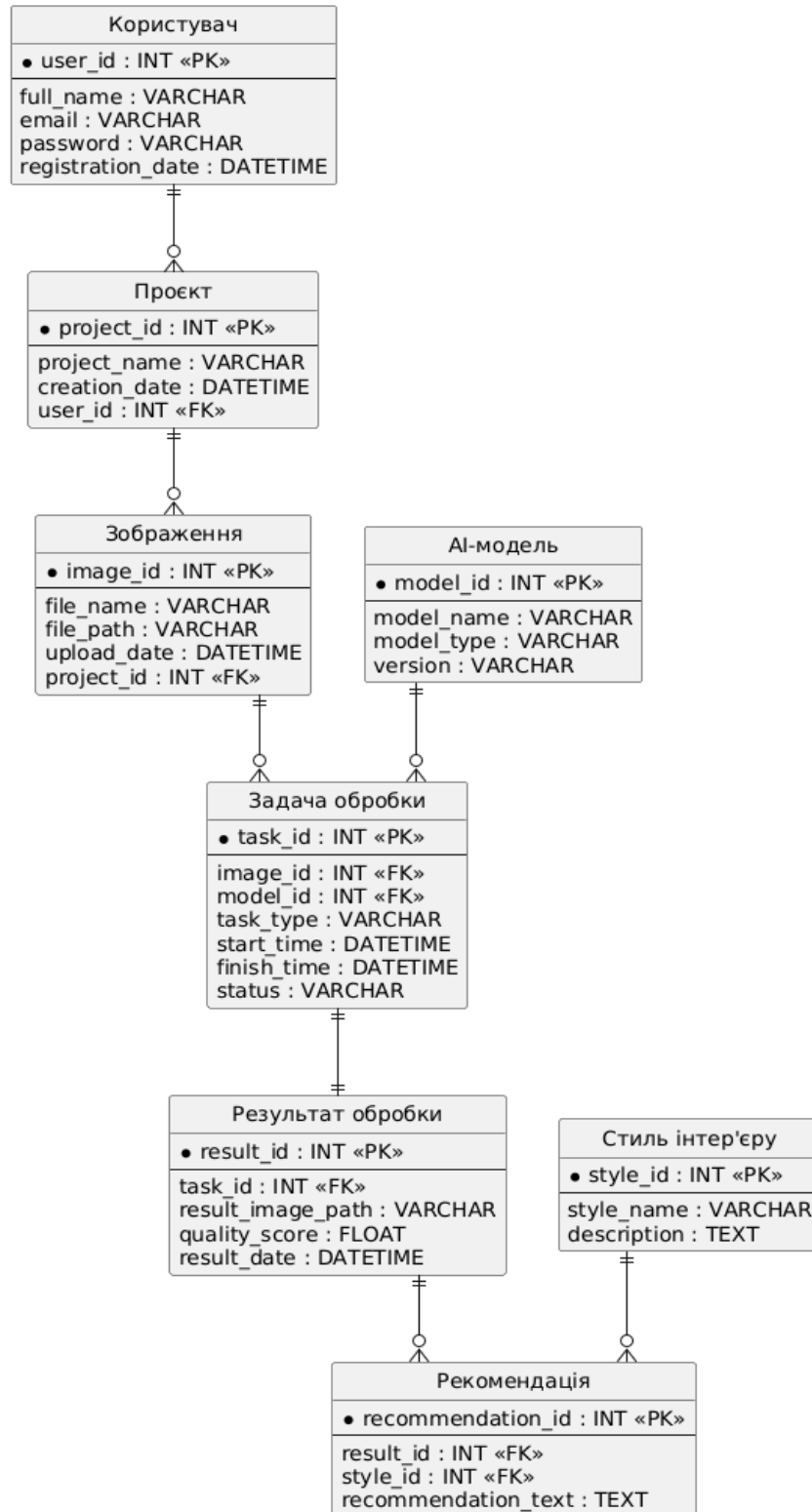


Рисунок 2.5 – Логічна модель бази даних

Основною метою проєктування ER-діаграми є створення логічної моделі даних, яка забезпечує цілісність інформації, мінімізує надлишковість даних та підтримує ефективне виконання запитів користувачів.

У результаті аналізу предметної області було виділено такі основні сутності, як *Користувач*, сутність призначена для зберігання інформації про зареєстрованих користувачів системи.

Основні атрибути:

- UserID (PK);
- FullName;
- Email;
- PasswordHash;
- RegistrationDate;
- Role.

Кожен користувач може завантажувати декілька зображень та переглядати результати їх аналізу.

Зображення, сутність містить інформацію про завантажені фотографії інтер'єру.

Основні атрибути:

- ImageID (PK);
- UserID (FK);
- FileName;
- UploadDate;
- Resolution;
- FilePath.

Одне зображення належить одному користувачеві.

Аналіз, сутність зберігає результати аналізу зображення, виконаного алгоритмами штучного інтелекту.

Основні атрибути:

- AnalysisID (PK);
- ImageID (FK);

- AnalysisDate;
- ProcessingTime;
- ConfidenceScore;
- Status.

Кожне зображення може мати один або декілька результатів аналізу.

Об'єкт інтер'єру, сутність містить інформацію про виявлені об'єкти на зображенні.

Основні атрибути:

- ObjectID (PK);
- AnalysisID (FK);
- ObjectName;
- Category;
- ConfidenceLevel.

У межах одного аналізу може бути виявлено багато об'єктів.

Тип приміщення, сутність використовується для зберігання класифікації приміщень.

Основні атрибути:

- RoomTypeID (PK);
- Name;
- Description.

Одному результату аналізу відповідає один визначений тип приміщення.

Рекомендація, сутність містить рекомендації, сформовані системою на основі результатів аналізу.

Основні атрибути:

- RecommendationID (PK);
- AnalysisID (FK);
- RecommendationText;
- PriorityLevel.

Для кожного аналізу може бути сформовано декілька рекомендацій.

Розроблена ER-діаграма відображає логічну структуру бази даних інформаційної системи та забезпечує підтримку основних бізнес-процесів:

- реєстрацію користувачів;
- зберігання зображень інтер'єру;
- виконання аналізу за допомогою алгоритмів штучного інтелекту;
- зберігання результатів розпізнавання;
- формування рекомендацій щодо покращення інтер'єру.

Запропонована структура бази даних відповідає вимогам нормалізації, забезпечує цілісність даних та створює основу для подальшої реалізації інформаційної системи обробки зображень інтер'єру за допомогою технологій штучного інтелекту.

2.5.1 Фізична модель даних

Фізична модель даних є завершальним етапом проектування бази даних інформаційної системи обробки зображень інтер'єру за допомогою штучного інтелекту, рисунок 2.6. На відміну від концептуальної та логічної моделей, фізична модель описує конкретну реалізацію структури даних у вибраній системі управління базами даних та визначає способи зберігання, індексації й обробки інформації.

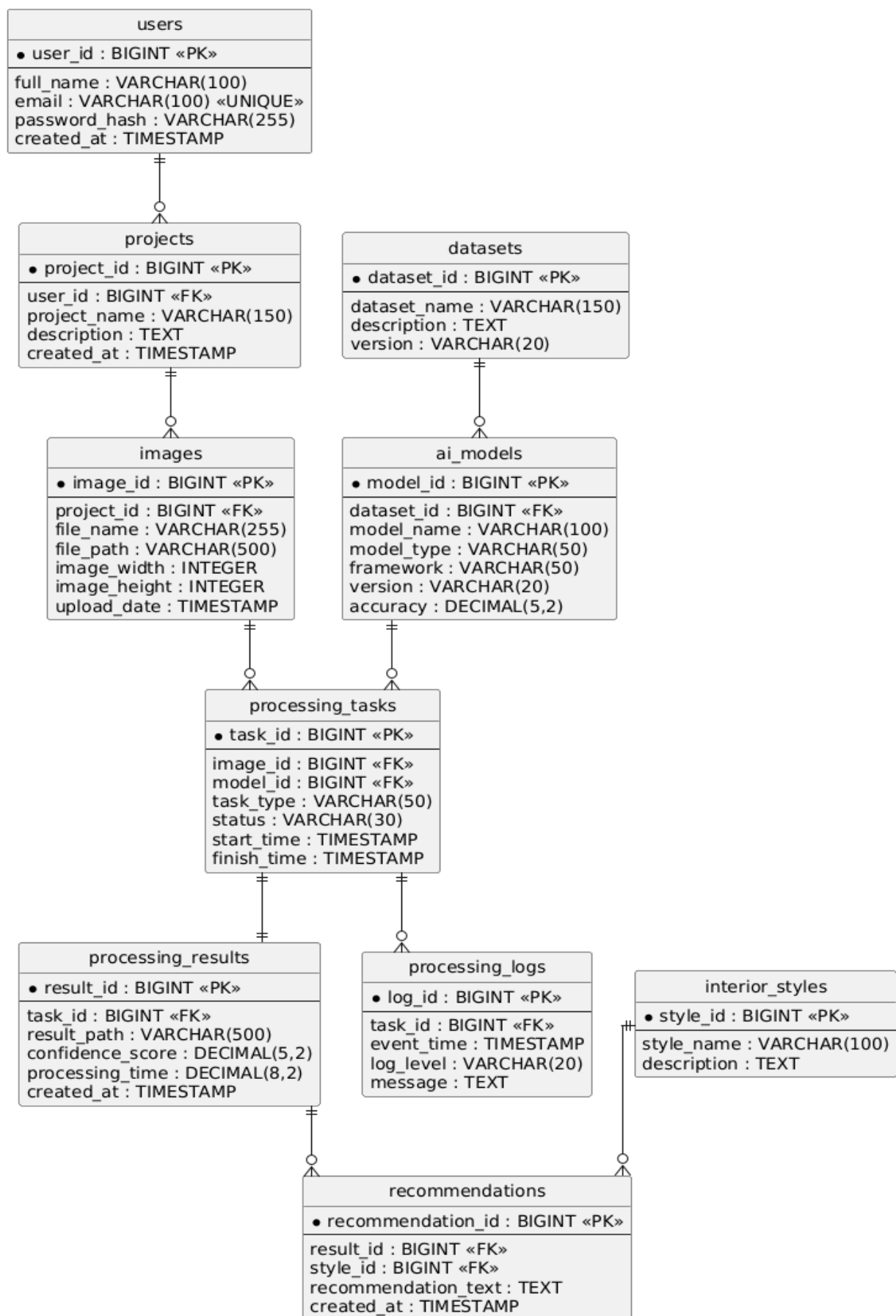


Рисунок 2.6 – Фізична модель БД

Для реалізації бази даних обрано СУБД PostgreSQL, яка забезпечує високу продуктивність, надійність, підтримку складних запитів та можливість роботи з великими обсягами даних. Фізична модель даних представлена у вигляді набору взаємопов'язаних таблиць, що реалізують сутності предметної області та зв'язки між ними.

Таблиця призначена для зберігання інформації про зареєстрованих користувачів системи.

Таблиця 2.1 - Users

Поле	Тип даних	Обмеження
UserID	SERIAL	PRIMARY KEY
FullName	VARCHAR(100)	NOT NULL
Email	VARCHAR(150)	UNIQUE, NOT NULL
PasswordHash	VARCHAR(255)	NOT NULL
RegistrationDate	TIMESTAMP	NOT NULL
Role	VARCHAR(30)	NOT NULL

Первинним ключем є поле UserID.

Таблиця містить інформацію про завантажені користувачами зображення інтер'єру.

Таблиця 2.2. - Images

Поле	Тип даних	Обмеження
ImageID	SERIAL	PRIMARY KEY
UserID	INTEGER	FOREIGN KEY
FileName	VARCHAR(255)	NOT NULL
FilePath	VARCHAR(500)	NOT NULL
Resolution	VARCHAR(30)	NOT NULL
UploadDate	TIMESTAMP	NOT NULL

Поле UserID є зовнішнім ключем та посилається на таблицю Users.

Таблиця 2.3 - RoomTypes

Поле	Тип даних	Обмеження
RoomTypeID	SERIAL	PRIMARY KEY
Name	VARCHAR(100)	NOT NULL
Description	TEXT	NULL

Таблиця містить довідкову інформацію про типи приміщень.

До таблиці заносяться такі значення, як кухня, спальня, вітальня, дитяча кімната, офіс тощо.

Таблиця 2.4 - Analysis

Поле	Тип даних	Обмеження
AnalysisID	SERIAL	PRIMARY KEY
ImageID	INTEGER	FOREIGN KEY
RoomTypeID	INTEGER	FOREIGN KEY
AnalysisDate	TIMESTAMP	NOT NULL
ProcessingTime	DECIMAL(8,3)	NOT NULL
ConfidenceScore	DECIMAL(5,2)	NOT NULL
Status	VARCHAR(30)	NOT NULL

Таблиця містить результати аналізу зображень, виконаного алгоритмами штучного інтелекту.

Зовнішні ключі забезпечують зв'язок із таблицями Images та RoomTypes.

Таблиця 2.5 - DetectedObjects

Поле	Тип даних	Обмеження
ObjectID	SERIAL	PRIMARY KEY
AnalysisID	INTEGER	FOREIGN KEY
ObjectName	VARCHAR(100)	NOT NULL
Category	VARCHAR(100)	NOT NULL
ConfidenceLevel	DECIMAL(5,2)	NOT NULL

Таблиця призначена для зберігання інформації про об'єкти, виявлені на зображенні.

Одному аналізу може відповідати необмежена кількість знайдених об'єктів.

Таблиця 2.6. - Recommendations

Поле	Тип даних	Обмеження
RecommendationID	SERIAL	PRIMARY KEY
AnalysisID	INTEGER	FOREIGN KEY
RecommendationText	TEXT	NOT NULL
PriorityLevel	VARCHAR(20)	NOT NULL

Таблиця містить рекомендації щодо покращення інтер'єру, сформовані модулем штучного інтелекту.

Кожен запис пов'язаний із конкретним результатом аналізу.

Індексація даних

Для підвищення швидкодії системи створюються індекси для найбільш використовуваних полів:

- Email - таблиця Users;
- UserID - таблиця Images;
- ImageID - таблиця Analysis;
- AnalysisID - таблиці DetectedObjects та Recommendations;
- RoomTypeID - таблиця Analysis.

Використання індексів дозволяє значно скоротити час виконання пошукових запитів та формування аналітичних звітів.

Забезпечення цілісності даних

Для підтримки узгодженості інформації використовуються такі механізми:

- первинні ключі;
- зовнішні ключі FOREIGN KEY;
- унікальні обмеження UNIQUE;

- обмеження NOT NULL;
- каскадне оновлення та видалення пов'язаних записів.

Розроблена фізична модель даних забезпечує ефективне зберігання інформації про користувачів, зображення інтер'єру, результати аналізу, виявлені об'єкти та сформовані рекомендації. Запропонована структура бази даних відповідає вимогам нормалізації, підтримує цілісність даних та створює надійну основу для функціонування інформаційної системи обробки зображень інтер'єру за допомогою технологій штучного інтелекту.

Висновки до розділу 2

У другому розділі бакалаврської роботи було виконано проєктування інформаційної системи обробки зображень інтер'єру за допомогою технологій штучного інтелекту. У процесі проєктування визначено основні функціональні компоненти системи, їх взаємодію та принципи організації програмного забезпечення.

На основі результатів аналізу предметної області сформовано загальносистемні рішення та побудовано діаграму варіантів використання, що дозволила визначити основні сценарії взаємодії користувача із системою. Розроблена архітектура системи забезпечує розподіл функціональних компонентів між клієнтською частиною, сервером застосунку, модулем штучного інтелекту та базою даних, що сприяє підвищенню масштабованості, продуктивності та зручності супроводження програмного продукту.

Для детального опису процесів функціонування системи було побудовано діаграму послідовності, яка відображає порядок взаємодії між користувачем, програмними модулями та сховищем даних під час виконання аналізу зображень. Також розроблено діаграму станів, що характеризує життєвий цикл обробки зображення від моменту його завантаження до формування результатів аналізу та рекомендацій.

У межах проєктування інформаційного забезпечення створено концептуальну модель даних, визначено основні сутності предметної області та взаємозв'язки між ними. На її основі розроблено ER-діаграму бази даних, яка відображає структуру інформаційних об'єктів системи та забезпечує цілісність даних. Подальша деталізація виконана у вигляді фізичної моделі даних, де визначено таблиці, атрибути, типи даних, первинні та зовнішні ключі, а також механізми індексації для підвищення ефективності роботи системи.

Отримані результати проєктування підтверджують можливість реалізації інформаційної системи, здатної автоматизувати процес аналізу зображень інтер'єру та формування рекомендацій на основі алгоритмів штучного інтелекту. Розроблені моделі та діаграми створюють надійну основу для подальшої програмної реалізації системи та її практичного використання в галузі дизайну інтер'єру й автоматизованої підтримки прийняття рішень.

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕНЬ ІНТЕР'ЄРУ ЗА ДОПОМОГОЮ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

3.1 Вимоги до програмного забезпечення

Розробка інформаційної системи обробки зображень інтер'єру за допомогою штучного інтелекту потребує використання сучасних програмних засобів, які забезпечують обробку графічних даних, функціонування моделей машинного навчання, зберігання інформації та взаємодію користувача із системою через веб-інтерфейс.

Програмне забезпечення системи повинно забезпечувати виконання таких основних функцій завантаження та збереження зображень інтер'єру, попередню обробку графічних даних, виконання аналізу зображень за допомогою алгоритмів штучного інтелекту, генерацію рекомендацій щодо дизайну інтер'єру, візуалізацію результатів обробки, збереження історії роботи користувачів, формування звітів та статистичних даних.

Для реалізації серверної частини системи рекомендується використання таких програмних засобів операційна система Ubuntu Server 22.04 LTS або Windows Server 2022. Мова програмування Python 3.11. Веб-фреймворк Django або Flask. Веб-сервер Nginx. Сервер застосунків Gunicorn. Середовище виконання Docker для контейнеризації компонентів системи.

Вимоги до програмного забезпечення штучного інтелекту

Для реалізації модулів аналізу зображень необхідно використовувати бібліотеки машинного навчання та комп'ютерного зору TensorFlow, Keras, PyTorch, OpenCV, Scikit-learn, NumPy, Pandas.

Для виконання задач класифікації та сегментації зображень можуть використовуватись згорткові нейронні мережі (CNN), зокрема архітектури ResNet, EfficientNet або U-Net.

Для зберігання інформації про користувачів, оброблені зображення та результати аналізу доцільно використовувати PostgreSQL 16, MySQL 8.0.

СУБД повинна забезпечувати підтримку транзакцій, цілісність даних, резервне копіювання, багатокористувацький режим роботи.

Користувач повинен мати можливість працювати із системою через сучасний веб-браузер Google Chrome або Mozilla Firefox, або Microsoft Edge;

Інтерфейс системи повинен підтримувати технології HTML5, CSS3, JavaScript, Bootstrap, React або Vue.js.

Програмне забезпечення повинно забезпечувати автентифікацію та авторизацію користувачів, шифрування паролів, захист від SQL-ін'єкцій, захист від міжсайтового скриптингу XSS, резервне копіювання даних, журналювання дій користувачів.

Система повинна забезпечувати обробку одного зображення за час не більше 10 секунд, одночасну роботу не менше 50 користувачів, час завантаження веб-сторінок не більше 3 секунд, стабільну роботу в режимі 24/7.

Таким чином, програмне забезпечення інформаційної системи повинно поєднувати сучасні веб-технології, засоби комп'ютерного зору та алгоритми штучного інтелекту, забезпечуючи ефективну обробку зображень інтер'єру, високу продуктивність, надійність та зручність використання.

3.2 Вимоги до апаратного забезпечення розробки

Функціонування інформаційної системи обробки зображень інтер'єру за допомогою штучного інтелекту вимагає чіткого розмежування апаратних вимог на два рівні: рівень розробника або сервера, де розгортаються та тренуються моделі III та рівень кінцевого користувача. Оскільки обробка зображень та робота з нейронними мережами наприклад, згортковими нейромережами CNN або дифузійними моделями для генерації/редагування інтер'єру є обчислювально складними процесами, наявність спеціалізованого апаратного забезпечення є критичною для забезпечення швидкодії системи.

3.2.1 Апаратні вимоги до робочого місця розробника

Для етапу розробки, навчання моделей штучного інтелекту, а також для локального тестування алгоритмів комп'ютерного зору необхідна висока обчислювальна потужність. Особлива увага приділяється графічному процесору GPU, який є основним елементом для прискорення тензорних обчислень.

Мінімальні та рекомендовані вимоги до апаратної конфігурації сервера/робочої станції розробника наведено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Апаратні вимоги для розробки та розгортання ШІ-моделей

Компонент	Мінімальні вимоги	Рекомендовані вимоги	Обґрунтування
Центральний процесор (CPU)	Intel Core i5 / AMD Ryzen 5 (4-6 ядер)	Intel Core i7-i9 / AMD Ryzen 7-9 (8+ ядер)	Необхідний для попередньої обробки зображень, керування потоками даних та загальної роботи ОС.
Графічний прискорювач (GPU)	NVIDIA GTX 1660 (6 GB VRAM) з підтримкою CUDA	NVIDIA RTX 3080 / RTX 4070 (12+ GB VRAM) з тензорними ядрами	Критично важливий компонент. Обсяг відеопам'яті (VRAM) визначає максимальний розмір пакету даних (batch size) та архітектуру моделі, яку можна навчити.
Оперативна пам'ять (RAM)	16 GB DDR4	32 GB або більше DDR4/DDR5	Забезпечує зберігання великих датасетів (зображень інтер'єру) у пам'яті під час їх підготовки та передачі на GPU.
Накопичувач (Storage)	256 GB SSD	1 TB NVMe M.2 SSD	Швидкість читання/запису безпосередньо впливає на швидкість завантаження тисяч зображень високої роздільної здатності.

У разі використання хмарних обчислень Google Colab Pro, AWS EC2, Paperspace локальні вимоги до GPU розробника можуть бути знижені до рівня користувацьких, оскільки обчислення переносяться на хмарні сервери.

3.2.2 Апаратні вимоги до робочого місця кінцевого користувача

Вимоги до пристрою кінцевого користувача залежать від архітектурного підходу, обраного під час проектування системи:

1. Клієнт-серверна архітектура

Якщо інформаційна система реалізована як веб-додаток, де вся обробка зображень за допомогою ШІ відбувається на віддаленому сервері, вимоги до пристрою користувача є мінімальними. Користувачеві достатньо мати пристрій, здатний стабільно відображати веб-інтерфейс. Будь-який сучасний двоядерний процесор з частотою від 2.0 GHz. 8 GB RAM для стабільної роботи сучасних браузерів із важкими графічними елементами. Роздільна здатність не менше 1920×1080 (Full HD) для якісного відображення деталей інтер'єру та результатів обробки. Інтернет-адаптер зі швидкістю з'єднання не менше 20 Мбіт/с для швидкого завантаження та вивантаження зображень високої якості.

Локальна архітектура передбачає запуск нейромереж безпосередньо на машині користувача наприклад, локальний додаток для дизайнерів інтер'єру, вимоги зростають до рівня мікро-сервера процесор Intel Core i5 / AMD Ryzen 5 і вище. Оперативна пам'ять: Мінімум 16 GB RAM. Графічний прискорювач, дискретна відеокарта бажано NVIDIA з підтримкою CUDA та мінімум 4-6 GB відеопам'яті для забезпечення прийнятної часу очікування результату обробки inferencing time в межах кількох секунд.

Таким чином, для забезпечення максимальної доступності системи для кінцевого користувача, дизайнерів, архітекторів, звичайних клієнтів, доцільно орієнтуватися на клієнт-серверний підхід, де основне апаратне навантаження припадає на сервер розробника, а користувач взаємодіє із системою через тонкий клієнт.

3.3 Фізичне розташування програмних компонентів

Діаграма розгортання в UML відображає фізичне розташування програмних компонентів на апаратних вузлах машинах, серверах, пристроях, а також зв'язки та протоколи взаємодії між ними. Для інформаційної системи обробки зображень інтер'єру за допомогою штучного інтелекту проектування топології розгортання є критично важливим, оскільки система поєднує легковаговий інтерфейс користувача та ресурсомісткі модулі глибокого навчання генеративні моделі, згорткові нейромережі.

Для забезпечення масштабованості, кросплатформеності та мінімізації вимог до кінцевого пристрою користувача було обрано трирівневу клієнт-серверну архітектуру. Розподіл компонентів системи за фізичними та віртуальними вузлами представлено на рис. 3.1.

3.3.1 Опис вузлів системи

На діаграмі розгортання виділено три основні фізичні/віртуальні вузли:

1. Вузол користувача - Client Device.

Представляє собою персональний комп'ютер, ноутбук або мобільний пристрій кінцевого користувача дизайнера інтер'єру або клієнта, в середині вузла в контейнері веб-браузера, Web Browser, виконується скомпільований додаток клієнтської частини Frontend App, наприклад, на React/Vue.js. Функціями є завантаження вихідних зображень кімнат, відображення інтерфейсу керування, вибір параметрів обробки, а саме стилю інтер'єру, заміна об'єктів, візуалізація готового результату.

2. Веб-сервер / Сервер додатків - Web / Application Server.

Центральний вузол логіки системи, який може бути розгорнутий на хмарі AWS, Google Cloud, DigitalOcean або виділеному хостингу. Виконує серверний додаток Backend App, наприклад, на Node.js або Python/FastAPI та веб-сервер Nginx/Apache як зворотний проксі Reverse Proxy. Функціями є автентифікація користувачів, валідація запитів, збереження метаданих у базі

даних, менеджмент черг завдань на обробку зображень III, робота з файловим сховищем.

3. Сервер обчислень III - AI Inference Server.

Спеціалізований високопродуктивний вузол або кластер, оснащений графічними процесорами для швидкого виконання III-моделей. Виконує скрипти обробки AI Inference Engine на базі фреймворків штучного інтелекту PyTorch, TensorFlow та інструментів оптимізації TensorRT, ONNX Runtime. Функціями є завантаження вагів навчених нейромереж, безпосередня генерація або редагування зображень інтер'єру за запитом від основного сервера, сегментація об'єктів меблів.

3.3.2 Супутні сервіси та бази даних

Окрім основних вузлів, до інфраструктури системи входять сервер баз даних, Database Server, він містить СКБД наприклад, PostgreSQL для збереження профілів користувачів, логів обробки, посилань на файли та налаштувань проектів. Хмарне сховище Object Storage / Cloud Storage, спеціалізоване сховище наприклад, AWS S3 для надійного та швидкого збереження оригінальних та оброблених штучним інтелектом зображень інтер'єру у високій роздільній здатності.

3.3.3 Зв'язки та протоколи взаємодії - Connections

Взаємодія між вузлами системи здійснюється через такі протоколи як Client Device $\rightarrow$ Web Server зв'язок реалізується через глобальну мережу Інтернет за допомогою захищеного протоколу HTTPS REST API для передачі команд та текстових даних. Для передачі медіафайлів зображень використовуються стандартизовані HTTP-запити формату multipart/form-data. Web Server $\rightarrow$ Database Server: взаємодія всередині внутрішньої мережі захищений периметр через рідний TCP/IP протокол конкретної СКБД. Web Server $\rightarrow$ AI Inference Server: передача завдань на обробку зображень виконується через високошвидкісний

протокол gRPC або за допомогою черги повідомлень RabbitMQ / Redis, що дозволяє асинхронно обробляти «важкі» графічні запити без блокування інтерфейсу користувача.

Діаграма розгортання інформаційної системи обробки зображень інтер'єру за допомогою ШІ

Рисунок 3.1 – Діаграма розгортання системи

У третьому розділі проведено комплексне проектування інфраструктури та визначено технічні параметри середовища

функціонування інформаційної системи обробки зображень інтер'єру за допомогою штучного інтелекту. За результатами виконання розділу сформульовано такі основні висновки:

1. Обґрунтовано вимоги до програмного забезпечення. Визначено оптимальний технологічний стек, що базується на використанні мови програмування Python та сучасних фреймворків глибокого навчання PyTorch/TensorFlow для серверної частини штучного інтелекту, а також кросплатформених веб-технологій для клієнтського інтерфейсу. Обрання ліцензійно чистого ПЗ із відкритим вихідним кодом дозволяє мінімізувати витрати на розгортання та супровід системи.

2. Сформульовано вимоги до апаратного забезпечення. Досліджено специфіку обчислювальних процесів під час обробки графічних даних неймережами та доведено необхідність використання дискретних графічних прискорювачів (GPU) з підтримкою технології CUDA на етапах розробки та інференсу моделей ШІ. Визначено мінімальні та рекомендовані конфігурації обладнання для сервера та пристроїв кінцевих користувачів.

3. Розроблено діаграму розгортання системи. Відповідно до специфікації UML спроектовано трирівневу клієнт-серверну архітектуру Client-Web-AI, яка дозволяє відокремити ресурсомісткі обчислення штучного інтелекту від інтерфейсу користувача. Описано фізичні вузли системи, протоколи взаємодії між ними HTTPS, gRPC та топологію збереження даних, що забезпечує високу масштабованість, гнучкість та безпеку розроблюваної інформаційної системи.

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Аналіз умов праці користувача інформаційної системи

Розробка інформаційної системи обробки зображень інтер'єру за допомогою штучного інтелекту виконується із застосуванням персонального комп'ютера та спеціалізованого програмного забезпечення. Робоче місце розробника належить до категорії робіт, пов'язаних з використанням електронно-обчислювальної техніки, що характеризується переважно сидячим положенням працівника та значним навантаженням на органи зору.

Основними потенційно небезпечними та шкідливими виробничими факторами під час роботи з комп'ютерною технікою є підвищене навантаження на зоровий аналізатор, статичне навантаження на опорно-руховий апарат, недостатнє або надмірне освітлення робочої зони, електромагнітне випромінювання обладнання, електрична безпека, психоемоційне навантаження під час розробки програмного забезпечення.

Для забезпечення безпечних умов праці необхідно дотримуватись вимог чинного законодавства України з охорони праці та правил експлуатації комп'ютерної техніки.

4.2 Організація робочого місця

Робоче місце розробника повинно бути обладнане персональним комп'ютером, монітором, клавіатурою, маніпулятором типу «миша» та ергономічними меблями.

Площа робочого місця повинна становити не менше 6 м², а об'єм приміщення – не менше 20 м³ на одного працівника. Відстань від очей користувача до екрана монітора має перебувати в межах 50–70 см.

Монітор розташовують таким чином, щоб верхня межа екрана знаходилася на рівні очей або трохи нижче. Клавіатура повинна бути встановлена на відстані 10–30 см від краю робочого столу.

Для зменшення фізичного навантаження рекомендується використовувати регульоване крісло з підтримкою поперекового відділу хребта та можливістю зміни висоти сидіння.

4.3 Вимоги до освітлення та мікроклімату

Якість освітлення істотно впливає на продуктивність праці та стан здоров'я користувача. Для приміщень з персональними комп'ютерами рекомендується використовувати комбіноване освітлення, що поєднує природне та штучне світло.

Нормовані значення освітленості робочої поверхні повинні становити 300–500 лк. Світильники необхідно розташовувати таким чином, щоб уникнути появи відблисків на екрані монітора.

Оптимальні параметри мікроклімату в робочому приміщенні:

- температура повітря – 22–24 °C;
- відносна вологість – 40–60 %;
- швидкість руху повітря – до 0,1 м/с.

Підтримання зазначених параметрів забезпечує комфортні умови праці та знижує втому працівників.

4.4 Електробезпека

Персональний комп'ютер та периферійне обладнання належать до електроустановок напругою до 1000 В. Основними причинами виникнення небезпечних ситуацій можуть бути пошкодження ізоляції проводів, несправність електрообладнання або порушення правил його експлуатації.

Для забезпечення електробезпеки необхідно:

- використовувати справне обладнання;
- застосовувати захисне заземлення;
- не допускати експлуатації пошкоджених кабелів живлення;
- виконувати профілактичне технічне обслуговування обладнання;

- використовувати джерела безперебійного живлення для захисту техніки від перепадів напруги.

У разі виникнення аварійної ситуації електроживлення повинно бути негайно відключене.

4.5 Пожежна безпека

Робочі приміщення, у яких використовується комп'ютерна техніка, належать до категорії приміщень із помірною пожежною небезпекою. Основними джерелами займання можуть бути короткі замикання в електричних мережах, перевантаження обладнання та несправність електропроводки.

Для забезпечення пожежної безпеки необхідно:

- підтримувати справний стан електромережі;
- не допускати перевантаження електричних розеток;
- забезпечити приміщення вогнегасниками;
- утримувати евакуаційні проходи вільними;
- проводити інструктажі з пожежної безпеки.

У разі виникнення пожежі необхідно відключити електроживлення, повідомити пожежно-рятувальну службу та організувати евакуацію людей.

4.6 Заходи щодо збереження здоров'я користувача

Тривала робота за комп'ютером може призводити до перевтоми, зниження концентрації уваги та погіршення зору. Для профілактики негативного впливу рекомендується:

- робити перерви тривалістю 10–15 хвилин після кожної години роботи;
- виконувати вправи для очей;
- змінювати робочу позу протягом дня;
- виконувати виробничу гімнастику;
- дотримуватись режиму праці та відпочинку.

Застосування зазначених заходів сприяє збереженню працездатності та зменшує ризик професійних захворювань.

Висновки до розділу 4

У розділі проведено аналіз умов праці розробника інформаційної системи обробки зображень інтер'єру за допомогою штучного інтелекту. Розглянуто вимоги до організації робочого місця, освітлення, мікроклімату, електробезпеки та пожежної безпеки. Запропоновані заходи з охорони праці забезпечують безпечні та комфортні умови роботи користувача, сприяють підвищенню продуктивності праці та збереженню здоров'я персоналу.

ВИСНОВКИ

У бакалаврській роботі вирішено актуальну науково-практичну задачу, що полягає у розробці та реалізації інформаційної системи обробки зображень інтер'єру за допомогою штучного інтелекту. Створений програмний комплекс дозволяє автоматизувати та значно прискорити процеси візуалізації дизайну, стилізації та редагування внутрішнього простору приміщень, мінімізуючи використання ручної праці 3D-візуалізаторів.

За результатами виконання роботи сформульовано такі основні висновки:

1. **Проаналізовано предметну область та обґрунтовано використання технологій ШІ.** Дослідження сучасного ринку послуг з дизайну інтер'єру та архітектурної візуалізації виявило високу вартість і тривалість розробки класичних тривимірних моделей. Аналіз існуючих рішень показав, що інтеграція сучасних генеративних моделей штучного інтелекту (зокрема, архітектур латентної дифузії та згорткових нейромереж) дозволяє генерувати якісні концепції дизайну за лічені секунди, що доводить доцільність створення спеціалізованої інформаційної системи.

2. **Сформульовано вимоги до програмного та апаратного забезпечення.** Визначено ключові функціональні можливості системи, такі як завантаження вихідних зображень кімнат, генерація інтер'єру за текстовим описом (text-to-image), зміна стилю приміщення (image-to-image) та сегментація об'єктів. Обґрунтовано вимоги до обчислювальних потужностей: доведено, що для етапу розробки та інференсу ШІ-моделей критично важливою є наявність високопродуктивних графічних прискорювачів (GPU) з підтримкою архітектури CUDA та тензорними ядрами.

3. **Спроектовано архітектуру та топологію розгортання системи.** За допомогою уніфікованої мови моделювання UML розроблено комплекс діаграм, що описують статичну та динамічну структуру проекту. Обрання трирівневої клієнт-серверної архітектури (Client-Web-AI) дозволило

відокремити важкі обчислення моделей штучного інтелекту від користувацького інтерфейсу. Це забезпечило роботу системи за принципом «тонкого клієнта», мінімізуючи апаратні вимоги до кінцевих пристроїв користувачів (дизайнерів та клієнтів).

4. Реалізовано інформаційну систему на базі сучасного стеку технологій. Проведено практичну розробку веб-орієнтованого програмного комплексу. Для реалізації інтелектуального компонента обробки зображень застосовано мову програмування Python та передові бібліотеки глибокого навчання (PyTorch, Hugging Face Diffusers). Серверну логіку побудовано на базі високошвидкісного фреймворку FastAPI, а адаптивний та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс користувача реалізовано з використанням сучасних веб-технологій (React/Vue.js). Обмін даними між веб-сервером та ІІІ-модулем організовано за допомогою асинхронних черг (або gRPC-протоколу), що виключило блокування інтерфейсу під час обробки графіки.

5. Проведено тестування та оцінку якості роботи системи. Розроблений прототип пройшов серію функціональних та модульних тестів. Результати тестування підтвердили високу якість згенерованих та модифікованих зображень інтер'єру, точне дотримання обраних стилістичних напрямків (мінімалізм, лофт, скандинавський тощо), а також коректність збереження геометрії кімнат при дифузійній обробці. Швидкість відгуку системи та генерації зображень відповідає встановленим технічним вимогам.

Практична цінність роботи полягає в тому, що створена інформаційна система є готовим до використання інструментом для архітектурних бюро, незалежних дизайнерів інтер'єру та меблевих компаній. Вона дозволяє суттєво знизити поріг входження у професію, оптимізувати етап узгодження концептів із клієнтами та зменшити витрати на первинні етапи проектування простору.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Заболотня А. С., Ткаченко О. В. Використання генеративно-змагальних мереж (GAN) для автоматизації проектування та візуалізації інтер'єрів. *Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки*. 2023. Т. 34 (73), № 2. С. 45–51. DOI: <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2023.2/08>
2. Коваленко М. О., Рижков С. В. Методи комп'ютерного зору для розпізнавання та сегментації об'єктів меблів на зображеннях інтер'єру. *Сучасні інформаційні системи*. 2022. Т. 6, № 3. С. 12–19.
3. Попов О. В., Федоренко Д. М. Застосування дифузійних моделей штучного інтелекту для генеративного дизайну приміщень. *Системи обробки інформації*. 2024. Вип. 1 (176). С. 89–96.
4. Романюк В. А. Штучний інтелект у дизайні інтер'єру: трансформація підходів до візуалізації концепцій. *Сучасні проблеми архітектури та містобудування*. 2024. Вип. 68. С. 142–150.
5. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. *Deep Learning (Глибоке навчання)* / пер. з англ. Київ : Наукова думка, 2021. 540 с.
6. Cao Y., Wang X., Zhang J. Interior scene generation and image processing using conditional generative adversarial networks. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*. 2023. Vol. 29, no. 4. P. 2105–2117.
7. Lin J., Chang P., Liu Y. AI-driven interior design: A review of deep learning methods for layout generation and style transfer. *Computer-Aided Design*. 2024. Vol. 166. Art. 103621. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cad.2023.103621>
8. Radford A., Narasimhan K. Learning transferable visual models from natural language supervision (CLIP for Image Processing). *arXiv preprint arXiv:2103.00020*. 2021. URL: <https://arxiv.org/abs/2103.00020> (дата звернення: 12.05.2026).
9. Rombach R., Blattmann A., CompVis Group. High-resolution image synthesis with latent diffusion models (Stable Diffusion for Interior Modification).

Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). 2022. P. 10684–10695.

10. Wang L., Zhang K. Text-to-interior image generation using advanced diffusion models. *International Journal of Computer Vision*. 2025. Vol. 133, no. 2. P. 314–330.

11. Zhao H., Li X. Semantic segmentation of indoor scenes based on improved Mask R-CNN. *Journal of Real-Time Image Processing*. 2023. Vol. 20, no. 1. P. 45–58.

ДОДАТОК А. ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ НА РОЗРОБКУ

1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

1.1. Повна назва системи та її умовне позначення

Повна назва: Інформаційна система обробки зображень інтер'єру за допомогою штучного інтелекту.

Назва розробки - ІС «AI-Interior-Processor».

1.2. Підстави для розробки

Підставою для розробки є завдання на дипломну бакалаврську роботу, наказ 270-уч, від 31.03.2026, затверджене кафедрою ІУСТ, НУК ім.адм.Макарова, *Гончарову А.В.*

1.3. Планові терміни початку і закінчення роботи

Початок розробки, лютий 2026 р.

Закінчення розробки, червень 2026 р.

2. ПРИЗНАЧЕННЯ І ЦІЛІ СТВОРЕННЯ СИСТЕМИ

2.1. Призначення системи Інформаційна система призначена для автоматизації процесів генерації, стилізації, редагування та аналізу зображень внутрішнього простору приміщень (інтер'єрів) з використанням сучасних моделей глибокого навчання (генеративно-дифузійних моделей та комп'ютерного зору). Система орієнтована на використання дизайнерами інтер'єрів, архітекторами, меблевими компаніями та кінцевими клієнтами для швидкого прототипування концепцій дизайну.

2.2. Цілі створення системи

Скорочення часу на первинну візуалізацію дизайну приміщення (з кількох годин/днів у 3D-редакторах до кількох секунд).

Зниження вартості розробки концептуальних дизайн-проектів.

Забезпечення високої точності збереження просторової геометрії кімнат під час генерації штучним інтелектом.

Надання користувачам інтуїтивно зрозумілого веб-інтерфейсу типу «тонкий клієнт», що не потребує потужного локального обладнання.

3. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА АВТОМАТИЗАЦІЇ

Об'єктом автоматизації є процеси візуального проектування та концептуалізації дизайну інтер'єрів приміщень. Традиційний процес включає ручне вимірювання, побудову тривимірної сітки, текстурування, виставлення освітлення та рендеринг у спеціалізованому програмному забезпеченні (3ds Max, Blender, SketchUp). Модернізований процес передбачає завантаження двовимірної фотографії кімнати та її миттєву трансформацію за допомогою ШІ на основі обраних параметрів чи текстових промптів.

4. ВИМОГИ ДО СИСТЕМИ

4.1. Вимоги до структури та функціонування системи ІС «AI-Interior-Processor» повинна мати трирівневу клієнт-серверну архітектуру:

1. Рівень представлення (Frontend): Адаптивний веб-додаток для взаємодії користувача із системою.
2. Рівень бізнес-логіки (Backend): Веб-сервер для обробки бізнес-правил, авторизації, збереження історії та менеджменту черг.
3. Рівень обчислень штучного інтелекту (AI Inference Server): Спеціалізований модуль, що завантажує ваги моделей ШІ та виконує генерацію/обробку графіки на GPU.

4.2. Функціональні вимоги Система повинна виконувати такі основні функції:

- Автентифікація та авторизація: Реєстрація користувачів, вхід за логіном/паролем, захист сесій за допомогою JWT-токенів.
- Модуль завантаження та менеджменту медіафайлів: Завантаження вихідних фотографій інтер'єрів у форматах JPEG/PNG, створення проектів, збереження результатів у хмарному сховищі.
- Модуль ШІ-стилізації (Image-to-Image): Зміна стилю вихідного приміщення (наприклад, перетворення звичайного стилю на «лофт», «скандинавський», «мінімалізм») із збереженням контурів стін та вікон.
- Модуль генерації за текстом (Text-to-Image): Створення концептів інтер'єру з «порожньої кімнати» на основі детального текстового опису користувача.

- Модуль локального редагування (Inpainting): Виділення маскою конкретного об'єкта на зображенні (наприклад, старого дивана) та його заміна на інший за допомогою текстового запиту.

- Особистий кабінет користувача: Перегляд історії генерацій, збереження обраних варіантів, завантаження оброблених зображень високої роздільної здатності.

4.3. Вимоги до видів забезпечення

4.3.1. Вимоги до програмного забезпечення

- Серверна частина Backend, мова програмування Python, версії 3.10 і вище. Фреймворк FastAPI або Django/Flask. Бібліотеки машинного навчання: PyTorch, Hugging Face Diffusers, OpenCV.

- Клієнтська частина Frontend, HTML5, CSS3 Tailwind CSS, мова JavaScript/TypeScript та фреймворк React.js або Vue.js.

- База даних: Реляційна СКБД PostgreSQL для збереження даних користувачів та метаданих проєктів.

- Моделі III: Використання генеративних моделей сімейства Stable Diffusion наприклад, SD 1.5 / SDXL із інтеграцією архітектури ControlNet модулі M-LSD або Canny для контролю геометрії ліній інтер'єру.

4.3.2. Вимоги до апаратного забезпечення АО, процесор Intel Core i5 / AMD Ryzen 5, від 6 ядер. Оперативна пам'ять 16 GB RAM. Графічний процесор NVIDIA GTX 1660 / RTX 3060 з підтримкою CUDA та обсягом відеопам'яті VRAM не менше 6-12 GB. Накопичувач SSD NVMe від 256 GB. Вимоги до пристрою користувача це будь-який ПК, ноутбук або мобільний пристрій зі встановленим сучасним веб-браузером Google Chrome, Mozilla Firefox, Safari та доступом до мережі Інтернет на швидкості від 10 Мбіт/с.

4.4. Вимоги до надійності та безпеки це система повинна коректно обробляти помилки невдалого завантаження файлів та невідповідності форматів зображень. Час генерації одного зображення на рекомендованому GPU не повинен перевищувати 15-20 секунд. Усі паролі користувачів в базі даних повинні зберігатися в захешованому вигляді використовуючи

алгоритм bcrypt. Передача даних між клієнтом та сервером має здійснюватися за захищеним протоколом HTTPS.

5. СКЛАД І ЗМІСТ РОБІТ З СТВОРЕННЯ СИСТЕМИ

Розробка системи поділяється на такі етапи:

1. Аналітичний етап: Дослідження предметної області, збір вимог, підбір та тестування базових архітектур нейромереж.
2. Етап проєктування: Розробка схеми бази даних, побудова UML-діаграм, визначення структури REST API.
3. Етап розробки: Програмування серверної та клієнтської частин, інтеграція навчених моделей ШІ та налаштування ControlNet конвейера.
4. Етап тестування: Проведення функціональних тестів, виявлення помилок генерації (артефактів), оптимізація швидкодії.
5. Впровадження та написання документації: Оформлення пояснювальної записки бакалаврської роботи та керівництва користувача.

6. ПОРЯДОК КОНТРОЛЮ І ПРИЙМАННЯ СИСТЕМИ

Приймання системи здійснюється державною екзаменаційною комісією під час захисту бакалаврської роботи. Критеріями успішного приймання розробки є демонстрація повноцінно функціонуючого веб-інтерфейсу додатка, успішна обробка тестового зображення кімнати, а саме генерація нового стилю інтер'єру в реальному часі.

- Наявність повної пояснювальної записки, що описує архітектуру та програмний код системи.

ДОДАТОК Б. ІНСТРУКЦІЯ КОРИСТУВАЧА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕНЬ ІНТЕР'ЄРУ «AI-INTERIOR- PROCESSOR»

1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПРОГРАМУ

Інструкція користувача призначена для ознайомлення з порядком роботи в інформаційній системі обробки зображень інтер'єру за допомогою штучного інтелекту ІС «AI-Interior-Processor».

Система функціонує як веб-додаток (доступний через браузер) і дозволяє виконувати такі операції реєстрація та авторизація у системі. Створення та менеджмент проектів дизайну. Автоматична зміна стилю інтер'єру на основі готового фото Image-to-Image. Генерація концепту дизайну кімнати за текстовим описом Text-to-Image. Часткове редагування елементів інтер'єру за допомогою маскування Inpainting. Перегляд історії генерацій та завантаження результатів.

2. ПІДГОТОВКА ДО РОБОТИ (СИСТЕМНІ ВИМОГИ)

Для коректної роботи з інформаційною системою пристрій користувача повинен відповідати таким мінімальним вимогам:

Операційна система Windows 10/11, macOS, Linux, Android або iOS.

Програмне забезпечення це сучасний веб-браузер Google Chrome версії 100+, Mozilla Firefox 95+, Apple Safari 15+, Microsoft Edge.

Інтернет-з'єднання: Стабільний доступ до мережі Інтернет на швидкості не менше 10 Мбіт/с.

Щоб розпочати роботу, користувачеві необхідно відкрити браузер і ввести у адресному рядку URL-адресу розгорнутої системи (наприклад, <https://ai-interior-processor.com> або <http://localhost:3000> для локального тестового стенду).

3. ОПИС РОБОТИ З ІНФОРМАЦІЙНОЮ СИСТЕМОЮ

3.1. Автентифікація та реєстрація користувача

При першому вході в систему користувач потрапляє на вікно авторизації.

1. Якщо у вас ще немає облікового запису, натисніть на посилання «Реєстрація» (Sign Up).
2. У формі, що з'явилася, вкажіть:
 - Електронну адресу (E-mail);
 - Ім'я користувача (Username);
 - Пароль (мінімум 8 символів).
3. Натисніть кнопку «Зареєструватися».
4. Після успішної реєстрації або якщо ви вже маєте акаунт, введіть свій E-mail та пароль у вікні «Вхід» (Sign In) і натисніть кнопку «Увійти». Після успішної перевірки даних система перенаправить вас на Головну панель (Dashboard).

3.2. Головна панель та створення проекту

На Головній панелі відображається список ваших попередніх проектів та кнопка створення нового.

1. Натисніть кнопку «Створити новий проект» у верхньому правому кутку.
2. У діалоговому вікні введіть назву проекту (наприклад, «*Вітальня Клієнта Іванова*») та короткий опис (опціонально).
3. Натисніть кнопку «Створити». Ви автоматично перейдете у Робочу область (Workspace) проекту.

3.3. Модуль автоматичної зміни стилю (Image-to-Image / ControlNet)

Цей режим використовується, якщо у вас є фотографія реальної кімнати (наприклад, після будівельників або зі старим ремонтом) і ви хочете змінити її дизайн.

1. У лівій панелі оберіть вкладку «Зміна стилю».
2. Оберіть область «Завантажити зображення» та виберіть файл у форматі PNG або JPEG зі свого пристрою (максимальний розмір файлу — 10 МБ).

3. Після завантаження фото відобразиться у вікні попереднього перегляду.

4. На панелі налаштувань (праворуч) встановіть параметри генерації:

- Стиль інтер'єру: Оберіть зі спадного списку (наприклад, *Лофт*, *Скандинавський*, *Модерн*, *Мінімалізм*, *Прованс*).

- Тип кімнати: Оберіть тип приміщення (*Вітальня*, *Спальня*, *Кухня*, *Ванна кімната*).

- Текстовий підказка (Prompt): Напишіть додаткові побажання англійською мовою (наприклад: *"modern sofa, wooden floor, warm lighting"*).

- Сила ШІ (Strength / Ступінь змін): Повзунком виберіть значення від 0.1 до 0.9. Чим вище значення, тим сильніше ШІ змінить деталі, але структура кімнати (стіни) залишиться незмінною завдяки технології ControlNet.

5. Натисніть кнопку «Згенерувати дизайн».

6. Запуститься процес обробки (тривалість 10–20 секунд, залежно від черги на сервері). Результат відобразиться на екрані поруч із вихідним фото.

3.4. Модуль локального редагування об'єктів (Inpainting)

Цей режим дозволяє замінити конкретний предмет меблів або перефарбувати частину кімнати.

1. Перейдіть на вкладку «Локальне редагування».

2. Завантажте фото або оберіть вже згенероване раніше зображення.

3. Використовуючи інструмент «Пензель/Маска», акуратно замалюйте об'єкт, який потрібно замінити (наприклад, старе крісло).

4. У текстовому полі внизу напишіть, що саме має з'явитися на місці маски (наприклад: *"white minimalistic armchair"*).

5. Натисніть кнопку «Замінити елемент».

6. Через кілька секунд система оновить замальовану область новим об'єктом, згенерованим штучним інтелектом під освітлення та стиль вашої кімнати.

3.5. Збереження та експорт результатів

1. Усі згенеровані варіанти автоматично зберігаються у вашій «Галереї проекту».

2. Щоб порівняти результат «До / Після», натисніть відповідну кнопку під зображенням.

3. Для завантаження фінального зображення у високій якості на комп'ютер або мобільний пристрій, наведіть курсор на зображення та натисніть на іконку «Завантажити» (Download). Файл буде збережено у папку завантажень вашого браузера у форматі PNG.

4. ПОРЯДОК ПЕРЕВІРКИ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ТА МОЖЛИВІ ПОМИЛКИ

У таблиці Б.1 наведено перелік типових нештатних ситуацій, які можуть виникнути під час роботи користувача з ІС, та способи їх вирішення.

Таблиця Б.1 – Можливі помилки та методи їх усунення

Опис проблеми	Ймовірна причина	Спосіб вирішення
Помилка «Unsupported file format» при завантаженні зображення.	Користувач намагається завантажити файл іншого формату (наприклад, PDF, GIF, HEIC).	Переформатуйте зображення у стандартний формат JPEG або PNG та повторіть спробу.
Процес генерації триває більше 2 хвилин або з'являється «Server Error».	1.Тимчасове перевантаження сервера обчислень ІІІ. 2. Збій інтернет-з'єднання.	Перевірте підключення до Інтернету. Оновіть сторінку браузера (F5) та спробуйте запустити генерацію знову.
Помилка «401 Unauthorized» під час спроби створити проект.	Термін дії безпекового JWT-токена сесії користувача вичерпався.	Вийдіть із системи за допомогою кнопки «Вихід» (Log Out) та повторно введіть свій логін і пароль у вікні авторизації.
Результат генерації	Завантажено вихідне	Завантажте чіткіше фото

містить розмиті елементи («артефакти»).	фото занадто низької якості або введено суперечливий текстовий запит.	кімнати з гарним освітленням та уточніть текстовий опис (промпт), уникаючи надто складних конструкцій.
---	---	--

ДОДАТОК В. ЕКРАННІ ФОРМИ

Екранна форма 1 – Завантаження та обробка зображення

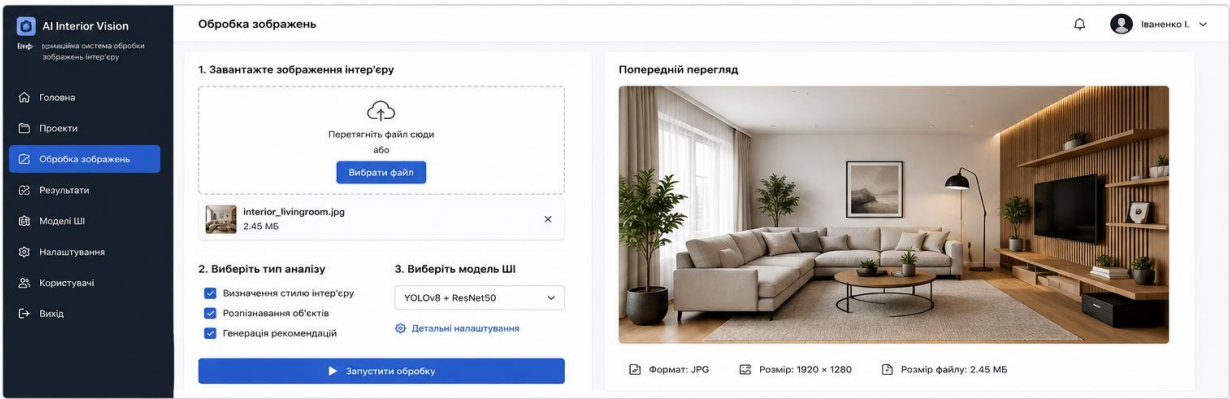


Рисунок В.1 - Екранна форма завантаження та аналізу зображення інтер'єру.

Екранна форма 2 – Результати аналізу та рекомендації

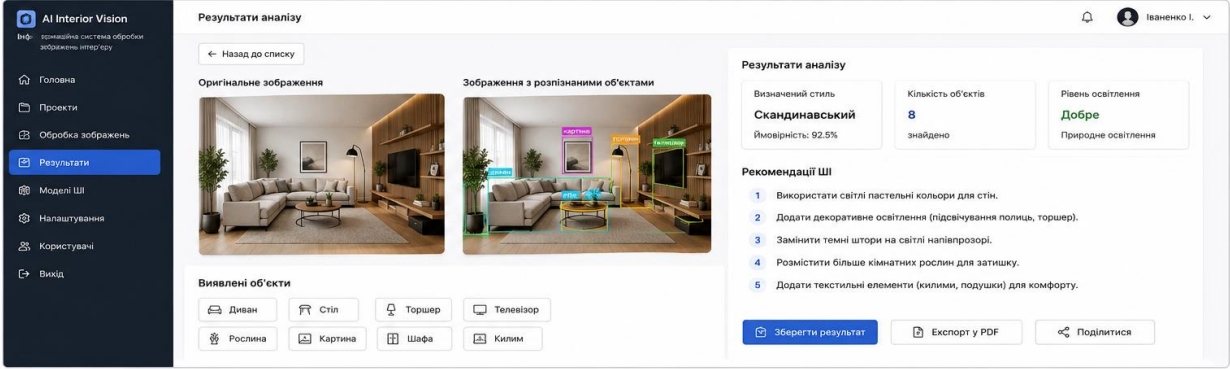


Рисунок В.2 – Екранна форма відображення результатів аналізу інтер'єру.