

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Факультет комп'ютерних наук і технологій

(повне найменування факультету)

Кафедра програмних засобів

(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту (роботи)

магістр

(ступінь вищої освіти)

на тему ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ
ГЕНЕТИЧНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЦІН НА НЕРУХОМІСТЬ
RESEARCH AND SOFTWARE IMPLEMENTATION OF
GENETIC METHODS FOR DETERMINING REAL ESTATE PRICES

Виконав(ла): студент(ка) 2 курсу, групи КНТ-123М
Спеціальності 121 Інженерія програмного
(код і найменування спеціальності)

забезпечення

Освітня програма (спеціалізація)

Інженерія програмного забезпечення

СТЕПАНОВ В.В.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

Керівник ОЛІЙНИК А.О.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

Рецензент ІЛЛЯШЕНКО М.Б.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Факультет КНТ
Кафедра програмних засобів
Ступінь вищої освіти магістр
Спеціальність 121 Інженерія програмного забезпечення
(код і найменування)
Освітня програма (спеціалізація) Інженерія програмного забезпечення
(назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ПЗ, д.т.н, проф.
Сергій СУББОТІН
“ ” 2024 року

З А В Д А Н Н Я

НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

СТЕПАНОВА Віктора Володимировича

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Дослідження та програмна реалізація генетичних методів для визначення цін на нерухомість. Research and Software Implementation of Genetic Methods for Determining Real Estate Prices

керівник проєкту (роботи) д.т.н., професор, ОЛІЙНИК Андрій Олександрович,
(науковий ступінь, вчене звання, ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “07” жовтня 2024 року № 398

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 02 грудня 2024 року

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) рекомендована література, технічне завдання

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналіз предметної області. 2. Матеріали і методи. 3. Опис програми. 4. Експлуатація, тестування та експериментальне дослідження програми.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, кількість слайдів, плакатів)

Слайди презентації

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	ПРИЗВИЩЕ, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1-4 Основна частина	ОЛІЙНИК А.О., професор		
Нормоконтроль	ДЕЙНЕГА Л.Ю., ст. викладач		

7. Дата видачі завдання “9” вересня 2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Постановка завдання роботи.	1 тиждень	Завдання, ТЗ
2	Аналіз предметної області.	1 тиждень	Розділ 1
3	Вибір мови програмування та інших технологій розробки.	2 тиждень	Розділ 2
4	Розробка структури програми.	3 тиждень	Розділ 3
5	Розробка програми.	4-7 тижні	Розділи 3,4
6	Тестування та експериментальне дослідження програмного забезпечення.	8 тиждень	Розділ 4
7	Оформлення пояснювальної записки та документів до неї.	9-10 тижні	Додатки
8	Нормоконтроль та рецензування.	11 тиждень	
9	Захист роботи.	12 тиждень	

Студент(ка)

(підпис) Віктор СТЕПАНОВ
(Ім'я ПРИЗВИЩЕ)

Керівник проєкту (роботи)

(підпис) Андрій ОЛІЙНИК
(Ім'я ПРИЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної кваліфікаційної роботи магістра:
88 с., 3 табл., 29 рис., 3 дод., 21 джерело.

PYTHON, PYCHARM, PYGAD, ГЕНЕТИЧНИЙ АЛГОРИТМ, МОВА ПРОГРАМУВАННЯ, НЕРУХОМІСТЬ, ОЦІНЮВАННЯ НЕРУХОМОСТІ, ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.

Об'єкт дослідження – процес розробки програмного забезпечення для оцінки нерухомості.

Предмет дослідження – програмні засоби для оцінки нерухомості.

Мета роботи – дослідження та розробка програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість на основі генетичних алгоритмів.

Матеріали, методи та технічні засоби: мова програмування Python, середовище розробки PyCharm, фреймворк pygad.

Результати. Розроблено програмне забезпечення для визначення цін на нерухомість за допомогою мови програмування Python, середовища розробки PyCharm та фреймворку pygad.

Практична цінність роботи полягає у розробці програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість на основі використання генетичних алгоритмів.

Висновки. Виконано проєктування програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість. Розроблено програмне забезпечення для визначення цін на нерухомість. Здійснено тестування розробленого програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість.

Галузь використання – оцінка нерухомості.

ABSTRACT

Explanatory note to the diploma qualifying work of the master: 88 pages, 3 tables, 29 figures, 3 appendixes, 21 sources.

PYTHON, PYCHARM, PYGAD, GENETIC ALGORITHM, PROGRAMMING LANGUAGE, REAL ESTATE, REAL ESTATE VALUATION, SOFTWARE.

The object of research is the process of developing software for real estate evaluation.

The subject of the research is software for supporting the real estate evaluation process.

The purpose of this work is to research and develop the software for determining real estate prices based on genetic algorithms.

Materials, methods and technical tools: Python programming language, PyCharm development environment, pygad framework.

Results. The software tools to support the real estate evaluation process using the Python programming language, PyCharm development environment and pygad framework have been developed.

The practical value of the work lies in the development of software for determining real estate prices based on the use of genetic algorithms.

Conclusions. The software for determining real estate prices has been designed. The software for determining real estate prices has been developed. The developed software for determining real estate prices has been tested.

Scope of use – real estate evaluation.

ЗМІСТ

	С.
Перелік скорочень та умовних позначок	8
Вступ.....	9
1 Аналіз предметної області.....	11
1.1 Поняття про визначення цін на нерухомість	11
1.2 Аналіз програмного забезпечення для оцінки нерухомості.....	20
1.3 Висновки за розділом 1	31
2 Матеріали і методи	33
2.1 Вибір мови програмування	33
2.2 Вибір середовища розробки для створення програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість.....	35
2.3 Розробка моделі взаємодії користувача з програмним забезпеченням для визначення цін на нерухомість.....	37
2.4 Висновки за розділом 2	39
3 Опис програми	41
3.1 Структура програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість.....	41
3.2 Функціонування програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість.....	42
3.3 Використання генетичних алгоритмів для синтезу нейронних мереж як моделей для визначення цін на нерухомість	44
3.4 Проєктування інтерфейсу програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість.....	52
3.5 Висновки за розділом 3	55
4 Експлуатація, тестування та експериментальне дослідження програми.....	57
4.1 Призначення й умови застосування програми	57
4.2 Характеристики програми для визначення цін на нерухомість	58
4.3 Інструкція по експлуатації програми.....	58
4.3.1 Звернення до програми.....	58

4.3.2 Вхідні й вихідні дані	59
4.3.3 Повідомлення.....	59
4.4 Виконання програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість.....	59
4.5 Тестування програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість.....	63
4.6 Висновки за розділом 4	64
Висновки	65
Перелік джерел посилання	68
Додаток А Технічне завдання	70
Додаток Б Фрагмент тексту програми	74
Додаток В Слайди презентації	81

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАК

ERP – Enterprise Resource Planning;

MVC – Model-View-Controller;

БД – база даних;

ГА – генетичний алгоритм;

ПЗ – програмне забезпечення;

ШІ – штучний інтелект.

ВСТУП

В умовах сучасного ринку нерухомості, програмне забезпечення для визначення цін стає важливим інструментом, який допомагає як професіоналам, так і приватним особам ефективно орієнтуватися у вартості нерухомості та приймати обґрунтовані рішення [1]-[7].

Ринок нерухомості постійно розвивається, і з кожним роком на ньому з'являється все більше об'єктів, що створює потребу в ефективних інструментах та програмних засобах для оцінки вартості об'єктів нерухомості. Покупці та продавці нерухомості все частіше користуються Інтернет ресурсами для пошуку інформації про об'єкти, що робить програмне забезпечення для оцінки цін ще більш затребуваним. Завдяки доступу до великих обсягів даних та використанню сучасних аналітичних інструментів, зокрема, методів та моделей штучного інтелекту (ШІ), програмне забезпечення (ПЗ) може здійснювати більш точні та надійні оцінки вартості нерухомості [1]-[7].

Важливою перевагою програмного забезпечення для оцінювання вартості нерухомості є те, що воно, як правило, дозволяє швидко отримувати оцінку вартості нерухомості, що значно економить час і зусилля як для професіоналів ринку нерухомості, так і для приватних осіб [1]-[7]. Сучасні алгоритми та моделі машинного навчання дозволяють враховувати велику кількість факторів, які можуть впливати на ціну нерухомості, роблячи оцінки більш точними та надійними [1]-[7].

Проте деякі програмні засоби для оцінки вартості нерухомості використовують дані, які не оновлюються. Внаслідок використання моделей, побудованих на застарілих даних, результати оцінювання вартості нерухомості за допомогою такого програмного забезпечення можуть бути неточними та не відповідати поточній ситуації на ринку нерухомості. Інше програмне забезпечення може не враховувати специфічні локальні фактори, такі як майбутні забудови, якість сусідства чи інфраструктурні проєкти, які

можуть значно впливати на вартість нерухомості. Деякі програми можуть бути недостатньо гнучкими, щоб враховувати індивідуальні особливості окремих об'єктів нерухомості. Інше програмне забезпечення може вимагати наявності сучасного обладнання або доступу до мереж Інтернет, що може бути проблемою для деяких користувачів [1]-[7].

Тому актуальною є розробка програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість. У дипломній кваліфікаційній роботі магістра розв'язується актуальне завдання дослідження та розробки програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість на основі генетичних алгоритмів.

Для досягнення поставленої мети у кваліфікаційній роботі магістра необхідно розв'язати такі задачі:

- виконати аналіз предметної області та програмних засобів визначення для цін на нерухомість;
- розробити модель взаємодії користувача з програмним забезпеченням для визначення цін на нерухомість;
- здійснити проєктування програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість;
- створити програмне забезпечення для визначення цін на нерухомість;
- виконати тестування розробленого програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість.

1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Поняття про визначення цін на нерухомість

Оцінка нерухомості – це процес, що дозволяє визначити актуальну вартість інвестицій у нерухомість шляхом порівняння результатів минулих продажів подібних об'єктів. Ця оцінка допомагає порівнювати можливості для інвестицій, вартість активу не завжди дорівнює його ціні [1]-[7].

Точна оцінка вартості об'єкту нерухомості є ключовою для прийняття обґрунтованих інвестиційних рішень та, як правило, проводиться за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення. Деякі компанії в сфері нерухомості мають спеціалізовані команди, які займаються визначенням вартості нових можливостей об'єктів нерухомості та оцінкою існуючих активів [1]-[7].

Оцінка майна відображає економічну цінність нерухомості і показує, скільки інвестор готовий заплатити за нерухомість. Для визначення вартості майна залучається група фахівців [1]-[7].

У сфері оцінки нерухомості використовують різні методи, зокрема, метод порівняння продажів, витратний метод та дохідний метод. Як правило, оцінювачі або інші спеціалісти, які займаються визначенням вартості земельних ділянок, використовують комбінацію цих методів для досягнення найбільш точної оцінки [1]-[7].

Оцінювачі адаптують свою оцінку залежно від конкретних характеристик власності та передбачуваного використання ділянки [1]-[7].

Ставка на житло або землю визначає їхню цінність чи вигоду. Розуміння попиту на активи є важливим аспектом при оцінці інвестиційних рішень. Будинок оцінюється за трьома основними методами (ціна, порівняння та дохід) або їх комбінацією [1]-[7].

Особа, що здійснює оцінку землі за допомогою технічних методів, називається землепорядником. Їх також можуть називати бухгалтерами, оцінювачами майна або аудиторами [1]-[7].

Оцінка житла ґрунтується на трьох основних цілях: доступність, конкурентоспроможність і фінансовий капітал. Оцінювачі використовують один або комбінацію цих процесів для визначення вартості майна [1]-[7].

Точна оцінка земельної ділянки може допомогти інвесторам приймати обґрунтовані рішення при купівлі або продажу нерухомості. Інвестори повинні знати, як розширити свою власність і об'єктивно оцінити потенційний прибуток від кожної ділянки, аналізуючи вартість будинку, податкові нарахування або обидва ці аспекти [1]-[7].

Оскільки інвестиції в нерухомість зазвичай мають довгостроковий характер, важливо проводити аналіз грошових потоків і фінансових звітів для забезпечення прибутковості. Капітальні витрати є важливим елементом оцінки нерухомості. Одне з ключових припущень для агента з нерухомості – це вибір правильного коефіцієнта капітальних витрат, відомого як максимальна ставка. Відсотки є обов'язковими для нерухомості без проблем або зменшення. Коефіцієнти амортизації допомагають інвесторам оцінити вартість перепродажу будинку в кінці його терміну служби [1]-[7].

Оцінка нерухомості вимагає врахування достатності капіталу, що є ключовим аспектом у процесі. Хоча розрахунок вартості нерухомості може бути досить складним, існує кілька кроків, які інвестори можуть застосувати для залучення необхідного капіталу [1]-[7]. Один із поширених методів розрахунку коефіцієнта прибутковості стосовно купівлі об'єкту нерухомості є метод оцінки. Проте отримання точних оцінок для кожного об'єкту нерухомості може бути складним завданням. Перевага використання змінних компаундів полягає в тому, що цей метод дозволяє точніше визначити і виміряти кожен компонент ставки дисконту [1]-[7].

У рамках інвестиційного методу оцінка вартості нерухомості визначається для кожної одиниці активів, зобов'язань і власного капіталу.

Основною перевагою цього підходу є те, що він найкраще підходить для оцінки капітальних витрат на нерухомість [1]-[7].

Статистичні методи оцінки вартості нерухомості відображають теперішню вартість майбутньої вартості, щоб визначити внутрішню вартість активів. Метод оцінки нерухомості на основі мультиплікатора базується на припущенні, що активи оцінюються як відношення їх загального доходу до вартості. Цей метод оцінки передбачає використання порівняльного аналізу або кількох транзакцій для визначення вартості [1]-[7].

Хоча методи оцінки нерухомості виглядають досить простими, насправді визначити вартість фінансових активів за їх допомогою може бути складним завданням. По-перше, необхідно зібрати всі необхідні дані, зокрема, дані про продажі для кожного об'єкта, що може бути важко і довго [1]-[7]. По-друге, ці методи не завжди враховують потенційні серйозні зміни на ринку, такі як кредитні кризи або нові проекти в сфері нерухомості. Тому важливо проводити додаткові дослідження для оцінки економічних змінних [1]-[7].

Оскільки ринок нерухомості є менш ліквідним і прозорим порівняно з фондовим ринком, часто складно знайти всю необхідну інформацію для прийняття обґрунтованого інвестиційного рішення [1]-[7].

Існує кілька факторів, які можуть зменшити вартість нерухомості. До них відносяться структурні пошкодження (такі як дах, під'їзд або патіо), зношене покриття підлоги, будівельні дефекти та неприємні запахи, такі як затхлість або запахи, що виходять із фундаменту, які можуть знижувати цінність нерухомості [1]-[7].

Оцінка нерухомості є важливим етапом перед її покупкою чи продажем. Вона необхідна до завершення терміну дії іпотеки і після схвалення покупки. Однак, існують інші випадки, коли варто звернутися до оцінювача. Порівняння майна здійснюється з іншими об'єктами, розташованими в тій же місцевості. Ці об'єкти мають різноманітні характеристики, що дозволяє продавцям визначити ринкову вартість їхнього будинку, коли вони вирішують виставити його на продаж [1]-[7].

Оцінка нерухомості зазвичай базується на методах та програмних засобах, схожих на методи контрактних опитувань. Деякі фахівці мають практичні знання про моделі міграції та розвитку міст, що дозволяє їм прогнозувати, які райони можуть зазнати змін у вартості. Вибір методу оцінки та відповідних програмних засобів є ключовим для досягнення точних результатів [1]-[7].

Оцінка нерухомості необхідна для різних ситуацій, таких як отримання фінансування, укладення угод купівлі-продажу, страхування депозитів, а також для страхування і податкових розрахунків. Для багатьох людей купівля ферми чи нерухомості є основною причиною проведення оцінки. У цьому документі розглянуто ключові аспекти і практики оцінки нерухомості, зокрема в контексті продажу [1]-[7].

Фактично вартість нерухомості визначається як їх поточна вартість, яку вони набудуть у майбутньому. На відміну від товарів, що швидко втрачають свою цінність, реальний дохід від активів зазвичай формується протягом тривалого періоду. Оцінка активів має враховувати соціальні та економічні фактори, а також державні регуляції та умови навколишнього середовища, які можуть вплинути на їхню вартість [1]-[7].

Ціна не завжди відображає цінність чи вартість. Вартість стосується самих об'єктів, таких як матеріали чи праця, тоді як ціна показує, скільки хтось готовий заплатити. Хоча ціна та вартість можуть впливати на загальну цінність, вони не визначають її остаточно [1]-[7].

Оцінювання нерухомості передбачає оцінку вартості об'єкта на конкретну дату. Державні органи, приватні особи, інвестори та іпотечні компанії користуються звітами про оцінку, виконаними за допомогою відповідного програмного забезпечення, при прийнятті рішень щодо купівлі чи продажу нерухомості. Мета оцінки — встановити ринкову вартість майна, що є найімовірнішою ціною на конкурентному і відкритому ринку [1]-[7].

Для точного визначення вартості нерухомості важливо правильно зібрати і проаналізувати дані. Першим етапом є збір інформації про саме

майно, а також загальних відомостей про штат, округ, місто і громаду, де розташоване майно. Оцінювачі використовують різні методи для визначення вартості майна [1]-[7].

Метод порівняння продажів зазвичай застосовується при оцінці будинків і земельних ділянок. Цей метод, іноді називаний інформаційним форумом, визначає вартість майна шляхом порівняння з нещодавно проданими об'єктами, що мають подібні характеристики [1]-[7].

Щоб отримати точні результати, порівняння повинно включати принаймні три або чотири аналогічних об'єкти. При виборі порівнювальних об'єктів важливо звернути увагу на розмір, характеристики і, що найважливіше, місце розташування, оскільки воно може суттєво вплинути на ринкову вартість [1]-[7].

Оскільки не існує двох абсолютно ідентичних об'єктів, порівняння продажних цін вимагає коригування для врахування важливих відмінностей та інших факторів, що впливають на прибутковість, таких як: вік і стан об'єктів; зміни в податкових умовах між моментом продажу майна та оцінкою; умови продажу, наприклад, продаж під тиском або продаж між родичами за пільговою ціною; локальні ціни на подібні об'єкти можуть варіюватися залежно від району; характеристики об'єкта, такі як розмір земельної ділянки, озеленення, тип і якість будівництва, кількість і тип спалень, площа житлового простору, наявність дерев'яних підлог, гаража, сучасних кухонних приладів, каміна, басейну тощо [1]-[7].

Оціночна ринкова вартість нерухомості визначається в межах діапазону, заснованого на цінах на подібну нерухомість, яка знаходиться в процесі продажу. Оскільки деякі аспекти купівлі нерухомості є більш суб'єктивними, ніж інші, особливу увагу зазвичай приділяють тим змінам, які є незначними [1]-[7].

Метод витрат може використовуватися для оцінки вартості нерухомості, що складається з однієї або кількох будівель. Цей метод передбачає окрему оцінку вартості будівель і землі з урахуванням амортизації.

Результати цих оцінок об'єднуються для визначення загальної вартості активів. Метод витрат передбачає, що розумний покупець сплатить за існуюче покращення не більше, ніж вартість придбання подібної нерухомості та будівництва аналогічної будівлі. Цей метод є корисним для оцінки об'єктів, які рідко продаються і важко оцінюються, таких як школи, церкви, лікарні та громадські будівлі [1]-[7].

Оцінка витрат на будівництво може здійснюватися різними способами, наприклад, методом на квадратний фут, де вартість одного квадратного фута нової будівлі множиться на загальну площу будівлі. Інші методи включають оцінку витрат на основі вартості будівництва з урахуванням розміру будівлі, матеріалів і робіт, а також метод кількісного аналізу, який враховує обсяги матеріалів і поточні ціни на нерухомість [1]-[7].

В податковій термінології амортизація нерухомості відноситься до будь-якого стану, що негативно впливає на вартість майна. Це включає: фізичні пошкодження, такі як відновлювальні дефекти (зміни фарби, покриття) і незворотні пошкодження (структурні проблеми); загальні фізичні або дизайнерські елементи, які втратили свою цінність, наприклад, антикварні меблі, незвичайні меблі, будинок з чотирма спальнями та однією ванною кімнатою; економічні спади, викликані зовнішніми факторами, такими як близькість до аеропортів або забруднюючих заводів [1]-[7].

Інший метод оцінювання нерухомості базується на взаємозв'язку між доходом від інвестицій та чистим прибутком, отриманим від них. Його застосовують для оцінки фінансових активів, таких як житлові будинки, офіси та підприємства. Переваги цього методу особливо помітні, якщо очікується стабільний майбутній дохід від основного бізнесу, пов'язаного з нерухомістю, і витрати передбачувані [1]-[7].

При використанні методу прямого доходу аналітики виконують такі кроки: визначте загальний річний дохід, який дозволяється; врахуйте втрати від порожніх одиниць та оренди для розрахунку реального доходу; відніміть річні операційні витрати, щоб обчислити чистий операційний дохід за рік;

оцініть ціну, яку інвестор платить за дохід від конкретного типу активів, вимірявши його прибутковість; застосуйте співвідношення капіталу до чистого річного операційного доходу для проведення оцінки майна [1]-[7].

Метод мультиплікатора валового доходу від наявності нерухомості можна застосовувати для певних випадків, переважно для оцінки придбаних об'єктів нерухомості [1]-[7].

Системи володіння житлом зазвичай враховують валовий місячний дохід, тоді як загальний річний дохід включає комерційну та промислову нерухомість [1]-[7].

Аналіз останніх даних про продаж та оренду нерухомості, включаючи принаймні три подібних об'єкти [1]-[7]. Оцінка з використанням мультиплікаторів валового доходу від нерухомості є важливою для іпотеки, інвестицій, страхування, покупців та нерухомості. Зазвичай такі оцінки не проводять професійні експерти, які мають глибоке розуміння методу, застосованого в реальних умовах [1]-[7].

Останнім часом оцінка нерухомості переживає суттєві трансформації, переходячи від традиційних ручних методів до впровадження сучасного програмного забезпечення, що використовує штучний інтелект. Раніше для оцінки потрібно було проводити детальний аналіз даних, особисто оглядати майно та вести складну документацію. Тепер штучний інтелект спрощує ці складні та трудомісткі процеси [8].

Оцінка нерухомості є критично важливим етапом у сфері нерухомості, який надає покупцям, продавцям та інвесторам інформацію про ринкову вартість майна. Це зазвичай проводиться на початковому етапі продажу. Оцінювач, відповідальний за цей процес, відвідує майно, оцінює його фізичний стан, збирає та аналізує всі необхідні дані, а потім формує узагальнену оцінку вартості будинку чи квартири. Оцінювачі стикаються з численними труднощами і обмеженнями при визначенні точної вартості майна [8].

Використання штучного інтелекту в оцінці нерухомості дозволяє заощаджувати час і ресурси компаній, а також уникати помилок, що виникають через людський фактор, проблем з відповідністю і підвищувати рівень задоволеності клієнтів [8].

Штучний інтелект (ШІ) в оцінці майна кардинально змінює робочий процес оцінювачів, надаючи численні переваги, які можуть значно полегшити і покращити цей процес. Автоматизуючи збори даних з різних джерел і швидко їх обробляючи, ШІ спрощує етап збору інформації, що дозволяє оцінювачам більше зосереджуватися на аналізі та прийнятті рішень [8].

Штучний інтелект також має можливість вдосконалюватися завдяки технології машинного навчання, використовуючи відгуки та корективи від оцінювачів для постійного підвищення точності оцінок [8].

Проаналізуємо переваги використання програмних засобів на основі штучного інтелекту в оцінці нерухомості [8].

Автоматизований збір даних: програмні засоби на основі штучного інтелекту автоматизують процес збору даних з різних доступних або внутрішніх джерел, що дозволяє заощадити час і зусилля оцінювачів [8].

Підвищена швидкість і точність: штучний інтелект швидко обробляє великі обсяги даних і проводить численні порівняння для об'єктивної оцінки вартості нерухомості, що перевершує можливості людської оцінки [8].

Адаптація в реальному часі: ШІ швидко реагує на зміни ринкових тенденцій, забезпечуючи актуальність аналізу і відображення динамічного ринку нерухомості [8].

Комплексна автоматизована звітність. оцінка майна за допомогою ШІ генерує детальні звіти, що включають географічні та ринкові впливи, що допомагає приймати обґрунтовані рішення про інвестиції [8].

Ефективність і економія: ШІ прискорює виконання трудомістких завдань, дозволяючи оцінювачам зосередитися на вдосконаленні оцінок і оперативному наданні звітів, що знижує витрати та підвищує ефективність [8].

Прозорість оцінки: технології штучного інтелекту забезпечують прозорість у розрахунках вартості нерухомості, що сприяє довірі до процесу оцінки з боку як оцінювачів, так і клієнтів [8].

Детальна інформація та точність: глибокий аналіз даних, проведений ШІ, зменшує можливу упередженість і підвищує точність оцінки, що допомагає приймати більш обґрунтовані рішення [8].

Самовдосконалення ШІ. системи штучного інтелекту постійно вдосконалюються завдяки відгукам і корективам від оцінювачів, що гарантує розвиток технології для надання точніших і надійніших оцінок [8].

Загалом, переваги, які надають інструменти оцінки на базі штучного інтелекту, а також недоліки традиційних методів, створюють значний розрив в ефективності оцінки [8].

Штучний інтелект в оцінці нерухомості використовується для збору і швидкого аналізу даних з різних джерел. ШІ виявляє закономірності та тенденції у великих обсягах даних, забезпечуючи аналіз ринку в режимі реального часу і точну оцінку майна. Програмне забезпечення на основі ШІ дозволяє оцінювачам створювати адаптивні моделі оцінки, що значно підвищує ефективність і точність процесу.

Визначено, що оцінка нерухомості – це процес, що дозволяє визначити актуальну вартість інвестицій у нерухомість шляхом порівняння результатів минулих продажів подібних об'єктів. Точна оцінка вартості об'єкту нерухомості є ключовою для прийняття обґрунтованих інвестиційних рішень та, як правило, проводиться за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення. Відзначено, що використання штучного інтелекту в оцінці нерухомості дозволяє заощаджувати час і ресурси компаній, а також уникати помилок, що виникають через людський фактор, проблем з відповідністю і підвищувати рівень задоволеності клієнтів. Проаналізовано переваги використання програмних засобів на основі штучного інтелекту в оцінці нерухомості. Програмне забезпечення на основі технологій штучного

інтелекту дозволяє оцінювачам створювати адаптивні моделі оцінки, що значно підвищує ефективність і точність процесу.

1.2 Аналіз програмного забезпечення для оцінки нерухомості

Проаналізуємо програмне забезпечення для оцінки нерухомості [9]-[14].

Програмне забезпечення ValueLink (рис. 1.1) надає хмарне рішення для оцінки нерухомості, що радикально змінило підходи до управління та моніторингу замовлень на оцінку об'єктів нерухомості [9]-[12].

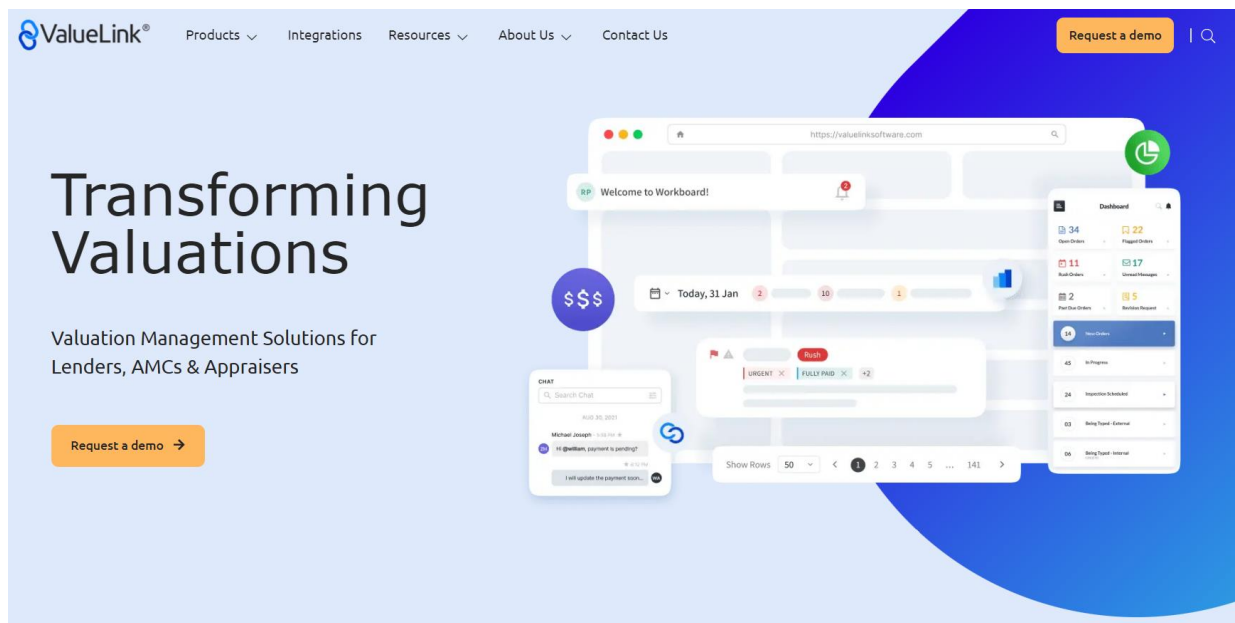


Рисунок 1.1 – Програмне забезпечення ValueLink [12]

Програмне забезпечення ValueLink для оцінювання нерухомості ефективно автоматизує, керує та відстежує замовлення на оцінку нерухомості для кредиторів та оцінювачів. Програмне забезпечення ValueLink підвищує ефективність оцінювання шляхом автоматизації ряду завдань, спрощує управління процесом оцінки, підвищує загальну продуктивність [9]-[12].

Ця платформа підтримує оцінку як житлової, так і комерційної нерухомості, що робить її одним із найкращих інструментів для кредиторів та

менеджерів, які працюють з різними типами майна. ValueLink прискорює процес оцінки нерухомості, зменшуючи ймовірність затримок і забезпечуючи швидкі та точні результати [9]-[12].

Програмне забезпечення ValueLink являє собою хмарну платформа для оцінки, яка обслуговує як комерційні, так і житлові об'єкти, пропонуючи різноманітні рішення для професіоналів у галузі. Для постійних оцінювачів і користувачів нерухомості платформа пропонує централізоване зберігання даних, що значно спрощує доступ до інформації. Програмне забезпечення ValueLink доступно також як мобільний застосунок, що дозволяє інвесторам проводити оцінки нерухомості навіть у дорозі [9]-[12].

Програмне забезпечення ValueLink також включає інструмент віртуальної перевірки будинку, який допомагає підвищити точність оцінок. Платформа пропонує безкоштовну пробну версію терміном на один місяць для всіх своїх продуктів, не стягує плату за налаштування і не має обмежень на кількість користувачів, що дозволяє легко інтегрувати її у вашу команду без додаткових витрат [9]-[12].

ValueLink є універсальним інструментом для оцінки нерухомості, який найбільше підходить кредиторам, менеджерам і компаніям з управління оцінкою нерухомості. Завдяки хмарній технології, користувачі можуть відстежувати замовлення на оцінку та інші дані з будь-якого місця. Платформа є гнучкою і може бути налаштована відповідно до специфічних потреб бізнесу. Користувач може легко зареєструвати демонстраційний обліковий запис, щоб ознайомитися з її функціоналом [9]-[12].

Основними характеристиками програмного забезпечення ValueLink є такі [9]-[12]:

- хмарна платформа: програмне забезпечення ValueLink працює в хмарному середовищі, що дозволяє користувачам отримувати доступ до системи з будь-якого місця через Інтернет. Це забезпечує зручність і гнучкість у управлінні оцінками та даними [9]-[12];

- наявність мобільного застосунку, який дозволяє оцінювачам і інвесторам зберігати та організовувати дані на одному місці, забезпечуючи легкий доступ до інформації навіть під час подорожей [9]-[12];

- віртуальна перевірка будинку: програмне забезпечення ValueLink допомагає підвищити точність оцінки за допомогою засобів для віртуальних інспекцій [9]-[12];

- автоматизація процесів: програмне забезпечення ValueLink автоматизує управління замовленнями на оцінку, включаючи їх збір, обробку та відстеження, що дозволяє зекономити час і зусилля [9]-[12];

- підвищення ефективності: платформа спрощує управління оцінками і підвищує загальну ефективність роботи, зменшуючи можливі затримки в обробці та забезпечуючи швидкий доступ до необхідної інформації [9]-[12];

- безкоштовна пробна версія: програмне забезпечення ValueLink пропонує безкоштовну пробну версію терміном на один місяць, що дозволяє користувачам оцінити функціонал без зобов'язань [9]-[12];

- безкоштовне налаштування та відсутність обмежень на кількість користувачів: програмне забезпечення ValueLink не стягує плату за налаштування і не накладає обмеження на кількість користувачів, що дозволяє легко інтегрувати систему у вашу команду [9]-[12];

- адаптивність та гнучкість: ValueLink можна налаштувати відповідно до індивідуальних потреб бізнесу, що робить його універсальним інструментом для різних типів користувачів, включаючи кредиторів, менеджерів і компанії з управління оцінкою [9]-[12].

Серед недоліків програмного забезпечення ValueLink можна відзначити проблеми з навчанням та адаптацією. Для нових користувачів програмного забезпечення ValueLink може знадобитися час на навчання та адаптацію до нової системи. Хоча програмне забезпечення ValueLink пропонує підтримку та навчання, для тих, хто не звик до хмарних рішень, перехід може бути складним. Іншим недоліком є те, що хоча ValueLink забезпечує високий рівень безпеки, зберігання чутливих даних в хмарі завжди

несе в собі певний ризик. Тому важливо переконатися, що у процесі впровадження програмного забезпечення вжито всі необхідні заходи для захисту даних [9]-[12].

Програмне забезпечення SFREP (рис. 1.2) представляє собою комплексне рішення для оцінювання нерухомості, що забезпечує організацію порівняльної інформації та фотографій, які використовуються в звітах про оцінку. Це спрощує процес створення точних звітів про оцінку нерухомості, дозволяючи користувачам легко знаходити, переглядати та впроваджувати дані і загальнодоступні записи безпосередньо у звіти про оцінку нерухомості через програмну платформу [9]-[11], [13].



Рисунок 1.2 – Програмне забезпечення SFREP [13]

Програмне забезпечення SFREP знайшло свою нішу завдяки оптимізованому робочому процесу та сучасному інтерфейсу, що сприяє швидкості та точності в сфері нерухомості. Інтуїтивно зрозумілий дизайн підвищує зручність користування. Програмне забезпечення SFREP постійно

вдосконалюється, щоб забезпечити ефективніше та приємніше користувацьке середовище, що підвищує рівень її використання [9]-[11], [13].

Програмне забезпечення SFREP пропонує функції, такі як можливість створення ескізів, підтримка роботи з клавіатурою та мишкою, а також різноманітні вбудовані інструменти для професійної оцінки [9]-[11], [13].

Розроблене для фахівців у сфері нерухомості, програмне забезпечення SFREP забезпечує швидке та професійне проведення оцінки. Це програмне забезпечення включає ряд вбудованих інструментів, таких як створення карт повеней і демографічний аналіз. Воно також автоматично заповнює сітку даних для ринкового аналізу і має можливість додавати точні діаграми та доповнення до звітів про оцінку. Крім того, SFREP враховує порівняльні властивості нерухомості та їхню історію, що робить його всебічним і ефективним інструментом для агентів з нерухомості [9]-[11], [13].

SFREP спрощує процес оцінки нерухомості завдяки спеціально розробленим інструментам для професіоналів, зокрема, програмним модулям для автоматизації збору оціночної інформації та фотографій. Цей інструмент не лише спрощує створення звітів, а й автоматично індексує та зберігає адреси і фотографії, що підвищує організацію процесів в оптовій торгівлі та інших операціях з нерухомістю [9]-[11], [13].

Програмне забезпечення SFREP також має диспетчер зображень, що полегшує інтеграцію зображень у звіти про оцінку. Користувачам достатньо навести цей інструмент на каталог зображень або камеру, і він автоматично захопить, перетягне та вставить фотографії у відповідний звіт, покращуючи презентацію та спрощуючи процес [9]-[11], [13].

Програмне забезпечення SFREP також пропонує інструмент, який ефективно перетворює неструктуровані дані та зображення з оцінок у формат файлу, сумісний зі штучним інтелектом. Це підвищує точність і спрощує процес створення звітів про оцінку [9]-[11], [13].

Розвиваючи інновації, SFREP впровадив службу ринкового аналізу, яка автоматично заповнює звіти даними, представляючи їх у вигляді графічних

діаграм і детального аналізу. Ця функція покращує візуальну привабливість звітів і забезпечує оцінювачів актуальною інформацією про ринок, спрощуючи доступ до даних і усуваючи труднощі, пов'язані з їхнім отриманням [9]-[11], [13].

Крім того, програмне забезпечення SFREP включає інші інноваційні функції, такі як карти вулиць і повеней, цифрові підписи, доповнення для оцінювача та інструменти для створення потенційних клієнтів. Таким чином, SFREP є одним з комплексних рішень для оцінки нерухомості на ринку, що вирішує складні завдання оцінки та створення звітів для професіоналів у сфері нерухомості [9]-[11], [13].

Програмне забезпечення SFREP має такі особливості [9]-[11], [13]:

- швидкість і професійність оцінки: програмне забезпечення SFREP розроблено для професіоналів у сфері нерухомості та дозволяє швидко і професійно проводити оцінку нерухомості [9]-[11], [13];

- інструменти для створення карт і аналізу: програмне забезпечення SFREP включає інструменти для створення карт повеней і демографічного аналізу, що допомагає в оцінці об'єктів [9]-[11], [13];

- засоби автоматичного заповнення даних: програмне забезпечення SFREP може автоматично заповнювати сітку даних для ринкового аналізу, а також включати точні діаграми у звіти [9]-[11], [13];

- база даних для аналізу витрат: програмне забезпечення SFREP використовує базу даних для аналізу витрат, що додає точності до оцінки об'єктів нерухомості [9]-[11], [13];

- порівняльний аналіз і історія: програмне забезпечення SFREP аналізує порівняльні властивості і включає їхню історію в звіти про оцінку, що робить оцінки більш всеосяжними [9]-[11], [13];

- автоматизація збору інформації: програмне забезпечення SFREP пропонує інструмент для автоматизації збору оціночної інформації та фотографій, що спрощує створення звітів і підвищує організацію [9]-[11], [13];

- диспетчер зображень: програмне забезпечення SFREP надає можливість роботи з диспетчером зображень для легкої інтеграції фотографій у документи оцінки. Користувачі можуть швидко додавати зображення до звітів, підвищуючи їх презентацію [9]-[11], [13];

- можливість перетворення неструктурованих даних і зображень у файл, готовий для обробки засобами штучного інтелекту, що підвищує точність звітів [9]-[11], [13];

- модуль ринкового аналізу програмного забезпечення SFREP автоматично заповнює звіти даними у вигляді графічних діаграм і детального аналізу, спрощуючи доступ до актуальних ринкових даних [9]-[11], [13];

- підтримка роботи з картами вулиць і повеней, цифровими підписами, доповненнями для оцінювача і функціями для залучення та роботи з потенційними клієнтами [9]-[11], [13].

Серед недоліків програмного забезпечення SFREP можна відзначити проблеми з навчанням та адаптацією. Для нових користувачів програмного забезпечення SFREP може знадобитися час на навчання та адаптацію до нової системи. Хоча програмне забезпечення SFREP пропонує підтримку та навчання, для тих, хто не звик до комплексних програмних рішень, перехід може бути складним [9]-[11], [13].

Програмне забезпечення HouseCanary (рис. 1.3) є Інтернет платформою, яка забезпечує швидкий та точний аналіз даних для оцінки нерухомості. Це гнучке і універсальне рішення, яке може використовуватися різними сторонами, такими як кредитори, ринкові оператори і власники орендних будинків. Програмне забезпечення HouseCanary пропонує надійну альтернативу традиційним методам, завдяки чому професійні оцінювачі можуть отримувати швидкі результати без необхідності перегляду запитів. Програмне забезпечення HouseCanary також інтегрується з іншими програмними засобами, що підвищує її ефективність і знижує витрати на експлуатацію [9]-[11], [14].

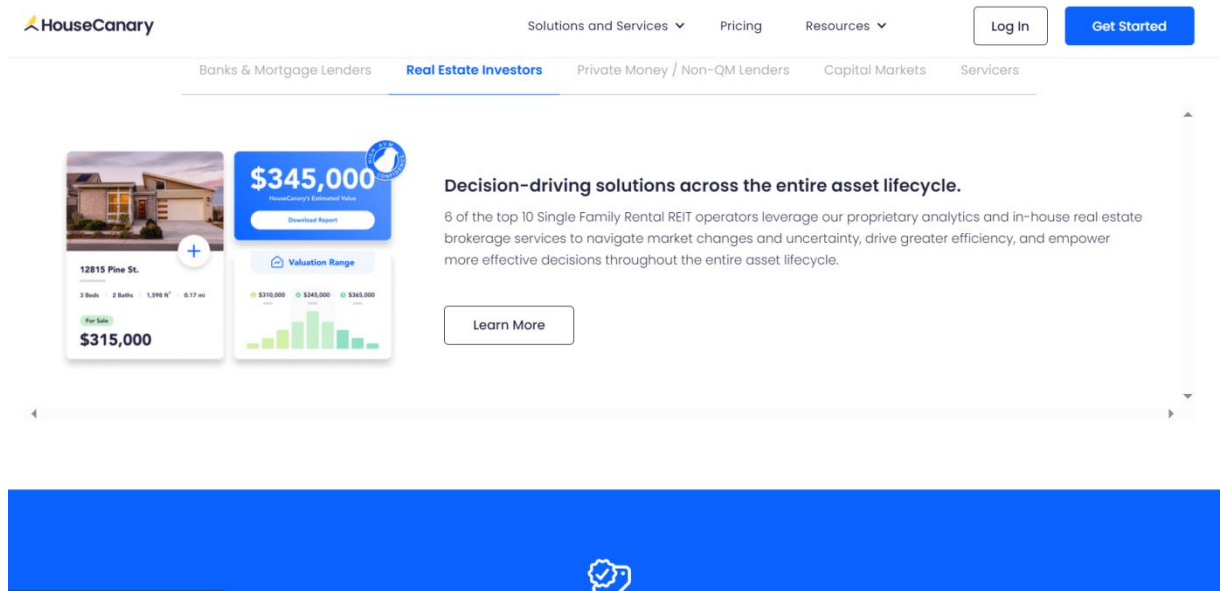


Рисунок 1.3 – Програмне забезпечення HouseCanary [14]

Програмне забезпечення HouseCanary спеціалізується на використанні передових технологій для оцінки нерухомості, зокрема, використовує автоматизовані моделі оцінки, що об'єднують актуальні дані про нерухомість з детальним аналізом місцевих ринків, демографічною інформацією та географічними даними. Це дозволяє отримувати дуже точні оцінки майна, які можна порівняти з тими, що надають професійні оцінювачі, без людських упереджень [9]-[11], [14].

Оскільки ринкові умови постійно змінюються, HouseCanary постійно вдосконалює алгоритм роботи та моделі для оцінки нерухомості, використовуючи десятиліття історичних даних про мільйони житлових об'єктів. Це гарантує стабільну точність, ефективність і об'єктивне прогнозування ринкової вартості [9]-[11], [14].

Ще однією значною особливістю програмного забезпечення HouseCanary є технологія розпізнавання зображень, яка дозволяє оцінювати стан власності не лише на основі даних, але і за допомогою фотографій. Це дозволяє виявляти пошкодження та ідентифікувати різні будівельні матеріали, що значно підвищує точність кінцевої оцінки [9]-[11], [14].

Програмне забезпечення HouseCanary пропонує засоби гнучкої оцінки: звіти з оцінки нерухомості проходять додаткову перевірку та сертифікацію ліцензованим оцінювачем HouseCanary для підвищення точності [9]-[11], [14].

Функція оцінки придбання нерухомості дозволяє покупцям нерухомості створювати та редагувати критерії для покупки, а також отримувати оновлення про відповідні об'єкти в реальному часі. Це корисно як для індивідуальних покупців, так і для інвестиційних компаній [9]-[11], [14].

Інша функція програмного забезпечення HouseCanary допомагає інвесторам надавати клієнтам інструменти для пошуку об'єкту нерухомості в межах їхнього бюджету, а також отримувати інформацію про потенційні інвестиційні об'єкти [9]-[11], [14].

HouseCanary є провідним постачальником програмного забезпечення для інвестицій у нерухомість, зокрема завдяки своєму аналітичному підходу до оцінки майна. Програмне забезпечення HouseCanary пропонує: засоби машинного навчання для виявлення шаблонів у великих наборах даних про нерухомість; точні оцінки вартості майна; розгорнуту базу даних для оцінки нерухомості, зібрану від активних агентів з нерухомості і комерційних брокерських компаній. Ці можливості забезпечують надійні та актуальні дані для оцінки об'єктів нерухомості [9]-[11], [14].

Програмне забезпечення HouseCanary використовує методи, орієнтовані на дані, що використовують передову аналітику, засоби прогнозування та інструменти штучного інтелекту. Це дозволяє проводити точну та ефективну оцінку житла, спрощуючи процес і знижуючи потребу в перегляді. Платформа використовує автоматизовану модель оцінки, яка обробляє загальнодоступні дані про об'єкти нерухомості для створення точних звітів про оцінку, включаючи порівняльний аналіз вартості [9]-[11], [14].

Програмне забезпечення HouseCanary має такі особливості та характеристики [9]-[11], [14]:

- аналіз на основі даних: програмне забезпечення HouseCanary використовує алгоритми машинного навчання для виявлення шаблонів і

тенденцій у великих наборах даних про нерухомість. Це дозволяє створювати точні та актуальні звіти про оцінку нерухомості [9]-[11], [14];

- автоматизована модель оцінки: програмне забезпечення HouseCanary використовує автоматизовану модель оцінки, яка інтегрує загальнодоступні дані про об'єкти нерухомості для формування точних оцінок. Модель включає порівняльний аналіз вартості майна [9]-[11], [14];

- засоби прогнозування та аналітики даних: програмне забезпечення HouseCanary пропонує розширені аналітичні інструменти і прогнозування, що дозволяють детально аналізувати ринок нерухомості і прогнозувати зміни у вартості об'єктів нерухомості [9]-[11], [14];

- комплексна база даних: програмне забезпечення HouseCanary має доступ до великої бази даних від агентів з нерухомості і брокерських компаній, що забезпечує достовірну та актуальну інформацію для оцінки об'єктів нерухомості [9]-[11], [14];

- гнучкість і інтеграція: програмне забезпечення HouseCanary підтримує інтеграцію з різними сторонніми програмними засобами, що дозволяє користувачам зменшувати експлуатаційні витрати і підвищувати швидкість роботи [9]-[11], [14];

- точні рішення для оцінки: програмне забезпечення HouseCanary забезпечує точність оцінки завдяки використанню автоматизованих інструментів і розширених алгоритмів, що дозволяє уникнути людських упереджень у процесі оцінки [9]-[11], [14];

- професійна підтримка: програмне забезпечення HouseCanary підтримується професійними оцінювачами, що забезпечує швидке отримання результатів без необхідності перегляду даних [9]-[11], [14].

Серед недоліків програмного забезпечення HouseCanary можна відзначити проблеми з навчанням та адаптацією. Для нових користувачів програмного забезпечення HouseCanary може знадобитися час на навчання та адаптацію до нової системи. Хоча програмне забезпечення HouseCanary

пропонує підтримку та навчання, для тих, хто не звик до комплексних програмних рішень, перехід може бути складним [9]-[11], [14].

Порівняльну характеристику програмного забезпечення для оцінки нерухомості наведено у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Порівняння програмного забезпечення для оцінки нерухомості

Критерій порівняння	ValueLink [12]	SFREP [13]	HouseCanary [14]
Наявність мобільного застосунку	+	—	—
Комплексне рішення з додатковими функціями	—	+	+
Хмарні технології	+	+—	+
Засоби автоматичного заповнення даних	+	+	+—
Використання засобів ІІІ для оцінювання нерухомості	—	+	+

За результатами проведеного аналізу можна зробити висновок, що у наш час існує досить багато програмних засобів для оцінки нерухомості. Проте деякі програмні засоби для оцінки нерухомості використовують дані, які не оновлюються. Внаслідок використання моделей, побудованих на застарілих даних, результати оцінювання вартості нерухомості за допомогою такого програмного забезпечення можуть бути неточними та не відповідати поточній ситуації на ринку нерухомості. Інше програмне забезпечення може не враховувати специфічні локальні фактори, такі як майбутні забудови, якість сусідства чи інфраструктурні проєкти, які можуть значно впливати на вартість нерухомості. Деякі програми можуть бути недостатньо гнучкими, щоб враховувати індивідуальні особливості окремих об'єктів нерухомості. Інше програмне забезпечення може вимагати наявності сучасного обладнання або

доступу до мереж Інтернет, що може бути проблемою для деяких користувачів.

Тому актуальною є розробка програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість.

При розробці програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість необхідно забезпечити такі функціональні вимоги:

- підтримка можливості вибору множини даних для створення моделі для оцінювання цін на нерухомість;
- можливість використання генетичних алгоритмів для синтезу моделі для визначення цін на нерухомість;
- можливість вибору генетичних операторів алгоритму синтезу моделі для визначення цін на нерухомість;
- підтримка можливості оцінювання вартості нерухомості на основі синтезованої моделі;
- підтримка можливості отримання звітів у вигляді графіків за результатами синтезу моделей для оцінювання нерухомості.

1.3 Висновки за розділом 1

Визначено, що оцінка нерухомості – це процес, що дозволяє визначити актуальну вартість інвестицій у нерухомість шляхом порівняння результатів минулих продажів подібних об'єктів. Точна оцінка вартості об'єкту нерухомості є ключовою для прийняття обґрунтованих інвестиційних рішень та, як правило, проводиться за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення. Відзначено, що використання штучного інтелекту в оцінці нерухомості дозволяє заощаджувати час і ресурси компаній, а також уникати помилок, що виникають через людський фактор, проблем з відповідністю і підвищувати рівень задоволеності клієнтів. Проаналізовано переваги використання програмних засобів на основі штучного інтелекту в оцінці нерухомості. Програмне забезпечення на основі технологій штучного

інтелекту дозволяє оцінювачам створювати адаптивні моделі оцінки, що значно підвищує ефективність і точність процесу.

За результатами проведеного аналізу зроблено висновок, що у наш час існує досить багато програмних засобів для оцінки нерухомості. Проте деякі програмні засоби для оцінки нерухомості використовують дані, які не оновлюються. Внаслідок використання моделей, побудованих на застарілих даних, результати оцінювання вартості нерухомості за допомогою такого програмного забезпечення можуть бути неточними та не відповідати поточній ситуації на ринку нерухомості. Інше програмне забезпечення може не враховувати специфічні локальні фактори, такі як майбутні забудови, якість сусідства чи інфраструктурні проєкти, які можуть значно впливати на вартість нерухомості. Деякі програми можуть бути недостатньо гнучкими, щоб враховувати індивідуальні особливості окремих об'єктів нерухомості. Інше програмне забезпечення може вимагати наявності сучасного обладнання або доступу до мереж Інтернет, що може бути проблемою для деяких користувачів. Тому актуальною є розробка програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість.

Сформульовано функціональні вимоги до програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість.

2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

2.1 Вибір мови програмування

При розробці програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість було використано мову програмування Python [15], [16].

Python – це потужна мова програмування, яка відзначається простим і зрозумілим синтаксисом. Вона здобула популярність завдяки легкості використання, портативності та гнучкості [15], [16].

Проаналізуємо причини, чому Python є ефективним вибором для розробки програмного забезпечення [15], [16]:

- простий синтаксис: Синтаксис Python схожий на англійську мову, що полегшує читання та розуміння коду [15], [16];
- універсальність: Python має величезну бібліотеку інструментів для різних завдань, таких як обробка файлів, мережеві запити, робота з базами даних та інше [15], [16];
- легкий доступ: Зміни у Python не потребують спеціальних умов, що спрощує процес розробки [15], [16];
- інтероперабельність: Python дозволяє інтегрувати код з інших мов, таких як C/C++, для покращення продуктивності або використання системних функцій [15], [16];
- активна спільнота розробників: Команда Python постійно вдосконалює мову та сприяє її швидкому розвитку [15], [16];
- різноманітність застосувань: Python використовується у веб-розробці, наукових дослідженнях, штучному інтелекті, розробці ігор, автоматизації та багатьох інших областях [15], [16];
- кросплатформність: Python може працювати на різних операційних системах без необхідності вносити суттєві зміни в код [15], [16];
- підтримка парадигм: Python підтримує об'єктно-орієнтоване програмування, що дозволяє зручно організовувати код [15], [16].

Python є популярною мовою програмування завдяки своїй універсальності, активній спільноті розробників і широкому спектру застосувань [15], [16]. Це інтерпретована мова з динамічною типізацією, яка поєднує високорівневі структури даних з потужною семантикою, що робить цю мову ідеальною для швидкої розробки програмних застосунків і інтеграції критичних компонентів [15], [16].

Обґрунтування вибору мови програмування для розробки програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість наведено у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Обґрунтування вибору мови програмування для розробки програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість

Критерій порівняння мов програмування	Мова програмування		
	Python	Java	R
Бібліотеки для обробки даних, машинного навчання та статистики	+	+—	+
Простота синтаксису	+	+—	—
Розширюваність	+	+	—
Зручність для створення ПЗ для визначення цін на нерухомість	+	—	—
Робота з великими обсягами даних	+	+—	+—

Отже, для реалізації програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість обрано мову програмування Python, оскільки Python має велику кількість бібліотек для обробки даних, машинного навчання та статистики, що може бути дуже корисним для синтезу моделей для оцінювання вартості нерухомості. Іншою перевагою Python є зручність роботи з великими обсягами даних завдяки зручності маніпуляцій з даними та інтеграції з базами даних.

Для візуалізації результатів аналізу і прогнозів можна використовувати наявні бібліотеки, що полегшує розробку зрозумілих і наочних графіків та звітів.

2.2 Вибір середовища розробки для створення програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість

В якості середовища розробки для створення програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість було обрано середовище PyCharm [17], [18].

Середовище розробки PyCharm – це інтегроване середовище розробки, спеціально створене для програмування на Python. Розроблений компанією JetBrains, PyCharm є одним із провідних інструментів для розробки програм на Python. Це середовище включає всі основні функції сучасних середовищ розробки, такі як інструменти для аналізу коду, перевірка синтаксису, зручна навігація по проекту, можливості рефакторингу, інтеграція з системами контролю версій, підтримка популярних фреймворків, а також вбудовані інструменти для налагодження та тестування коду [17], [18].

PyCharm забезпечує спрощення процесу розробки програм на Python завдяки набору корисних інструментів і утиліт. Середовище розробки PyCharm пропонує зручне середовище для написання, компіляції та налагодження Python-коду [17], [18].

Середовище розробки PyCharm надає засоби для автоматичного доповнення коду, що допомагає виявити помилки та запропонувати способи їх виправлення [17], [18]. Вбудований інструмент для налагодження PyCharm дозволяє знаходити та усувати помилки в коді. PyCharm підтримує популярні фреймворки, що полегшує розробку програмного забезпечення [17], [18].

Середовище розробки PyCharm допомагає створювати та управляти проектами, включаючи керування змінами в коді. PyCharm пропонує інструменти для покращення структури та читабельності коду [17], [18].

Середовище розробки PyCharm надає інструменти для розробки та запуску тестів, які забезпечують перевірку коректності програм. Середовище PyCharm підтримує інтеграцію з системами контролю версій, такими як Git і SVN [17], [18]. PyCharm створений для спрощення та оптимізації процесу розробки на Python, пропонуючи користувачам широкий набір інструментів для більш ефективної роботи [17], [18].

Однією з ключових переваг PyCharm є його спеціалізація на Python. Середовище розробки PyCharm надає великий набір інструментів для аналізу коду, налагодження, тестування та виконання інших завдань розробки програмного забезпечення. Активна команда розробників постійно вдосконалює і підтримує PyCharm [17], [18].

Обґрунтування вибору середовища розробки для створення програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість наведено у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Обґрунтування вибору середовища розробки для створення програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість

Критерій порівняння середовищ розробки	Середовища розробки		
	PyCharm	Visual Studio Code	Jupyter Notebook
Зручний інтерфейс і можливості візуалізації	+	+—	+—
Зручність роботи з мовою Python	+	—	+—
Повноцінне середовище розробки	+	+	—
Інструменти для тестування	+	+	+—
Підтримка веб-розробки	+	+	+—

Таким чином, для створення програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість обрано середовище розробки PyCharm, що є спеціалізованим середовищем для мови Python та забезпечує глибоку інтеграцію з цією мовою. Середовище розробки PyCharm надає засоби автодоповнення коду, перевірки синтаксису, рефакторингу, і можливість швидкого перегляду документації. Крім того PyCharm надає підтримку для інтеграції з відомими бібліотеками Python для обробки даних. PyCharm дозволяє легко налаштовувати середовище розробки для специфічних потреб проекту, включаючи створення віртуальних середовищ, управління залежностями і налаштування конфігурацій.

2.3 Розробка моделі взаємодії користувача з програмним забезпеченням для визначення цін на нерухомість

З метою можливості розробки програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість створимо відповідну модель у вигляді діаграми прецедентів.

При розробленні моделі взаємодії користувача з програмним забезпеченням для визначення цін на нерухомість враховуємо те, що користувачі програми мають можливості вибору множини даних для створення моделі для оцінювання цін на нерухомість, використання генетичних алгоритмів для синтезу моделі для визначення цін на нерухомість, вибору генетичних операторів алгоритму синтезу моделі для визначення цін на нерухомість, оцінювання вартості нерухомості на основі синтезованої моделі, отримання звітів у вигляді графіків за результатами синтезу моделей для оцінювання нерухомості.

Основний успішний сценарій користувача при роботі з програмним забезпеченням для визначення цін на нерухомість можна описати таким чином:

- користувач програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість запускає програму;
- після запуску програми користувачу відображається основна форма;
- користувач бачить основну форму програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість;
- користувач завантажує файл з вхідними даними для синтезу моделі для визначення цін на нерухомість;
- користувач натискає відповідну кнопку для вибору параметрів генетичного пошуку;
- користувач вибирає параметри генетичного пошуку (генетичні оператори);
- користувач натискає відповідну кнопку та синтезує модель для визначення цін на нерухомість;
- користувач використовує синтезовану модель для визначення цін на нерухомість;
- користувач завершує роботу з програмним забезпеченням для визначення цін на нерухомість.

Враховуючи сценарії роботи користувачів при роботі з програмою, модель взаємодії користувача з програмним забезпеченням для визначення цін на нерухомість подамо у вигляді діаграми прецедентів, зображеної на рис. 2.1.

Таким чином, створено модель взаємодії користувача з програмним забезпеченням для визначення цін на нерухомість, яка подана у вигляді діаграми прецедентів, та дозволяє розроблювати програмне забезпечення для визначення цін на нерухомість.

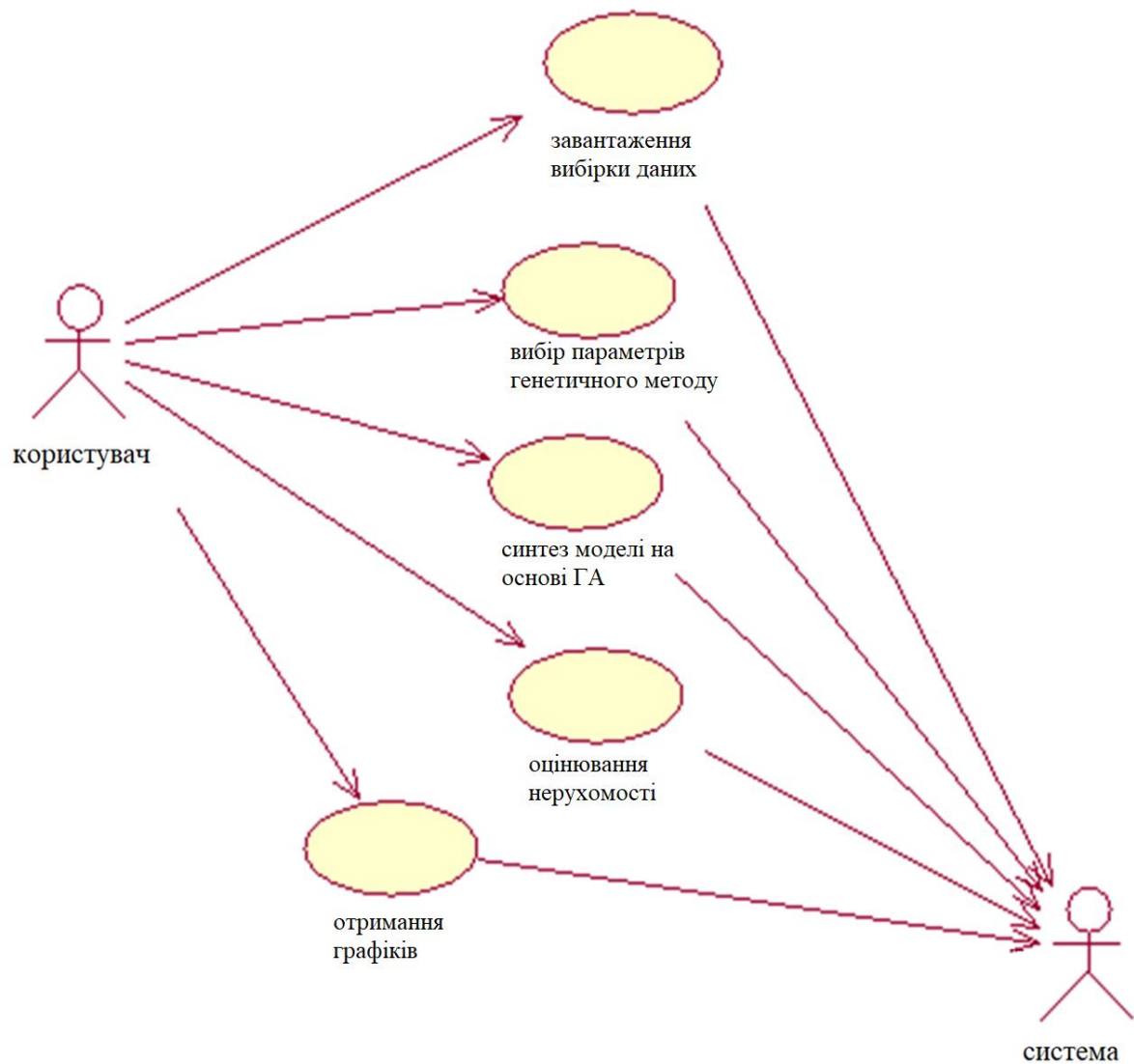


Рисунок 2.1 – Модель взаємодії користувача з програмним забезпеченням для визначення цін на нерухомість

2.4 Висновки за розділом 2

Для реалізації програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість обрано мову програмування Python, оскільки Python має велику кількість бібліотек для обробки даних, машинного навчання та статистики, що може бути дуже корисним для синтезу моделей для оцінювання вартості нерухомості. Іншою перевагою Python є зручність роботи з великими обсягами даних завдяки зручності маніпуляцій з даними та інтеграції з базами даних.

Для візуалізації результатів аналізу і прогнозів можна використовувати наявні бібліотеки, що полегшує розробку зрозумілих і наочних графіків та звітів.

Для створення програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість обрано середовище розробки PyCharm, що є спеціалізованим середовищем для мови Python та забезпечує глибоку інтеграцію з цією мовою. Середовище розробки PyCharm надає засоби автодоповнення коду, перевірки синтаксису, рефакторингу, і можливість швидкого перегляду документації. Крім того PyCharm надає підтримку для інтеграції з відомими бібліотеками Python для обробки даних.

Створено модель взаємодії користувача з програмним забезпеченням для визначення цін на нерухомість, яка подана у вигляді діаграми прецедентів, та дозволяє розроблювати програмне забезпечення для визначення цін на нерухомість.

3 ОПИС ПРОГРАМИ

3.1 Структура програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість

Структуру програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість у вигляді діаграми компонентів наведено на рис. 3.1.

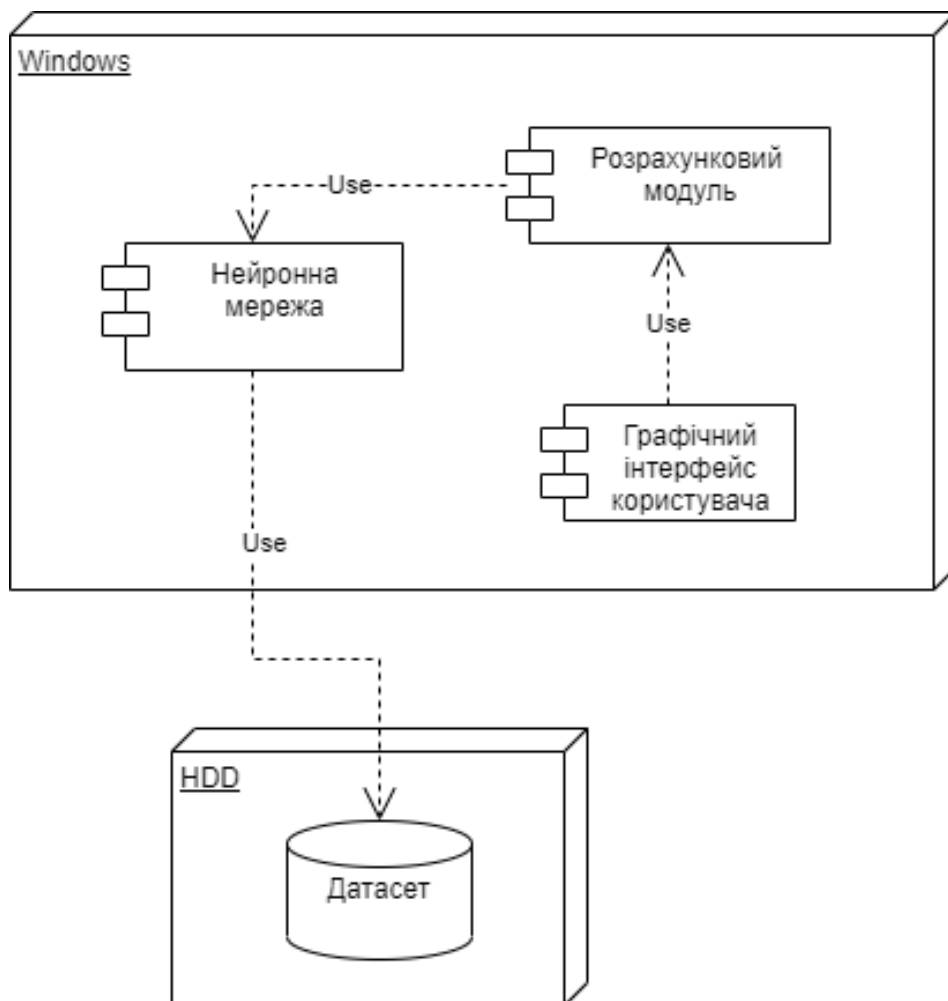


Рисунок 3.1 – Структура програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість у вигляді діаграми компонентів

Як видно з рис. 3.1, основними компонентами програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість є розрахунковий модуль, графічний інтерфейс користувача, модель у вигляді нейронної мережі та набір даних. Розрахунковий модуль призначений для синтезу моделі для визначення

цін на нерухомість. В якості методу синтезу такої моделі використовуються генетичні алгоритми. Як базис для синтезу моделі для визначення цін на нерухомість використовується нейронна мережа прямого поширення, яка реалізована як відповідна структура даних, що містить набір нейроеlementів та зв'язків між ними. Процес взаємодії користувача з програмним забезпеченням для визначення цін на нерухомість відбувається за допомогою графічного інтерфейсу. Для синтезу моделі використовується датасет, що являє собою набір даних, що містять історичну інформацію про об'єкти нерухомості та ціни на них.

3.2 Функціонування програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість

Функціонування програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість подамо за допомогою схеми, зображеної на рис. 3.2.

Як видно зі схеми, наведеної на рис. 3.2, робота програми починається з завантаження набору даних для синтезу моделі для визначення цін на нерухомість. Також на першому етапі відбувається створення об'єктів як екземплярів класів нейронної мережі та генетичного алгоритму.

На наступному етапі відбувається синтез нейронної мережі для визначення цін на нерухомість. На цьому етапі використовується генетичний алгоритм з заданими користувачем параметрами (генетичними операторами відбору, схрещування та мутації) для обчислення (налаштування) вагів нейронної мережі.

Далі відбувається тестування (оцінювання) нейронної мережі. Якщо на виході отримується нейронна мережа, яка найкращим чином описує відповідний набір даних (датасет, що було обрано користувачем для навчання нейронної мережі) або виконується інший критерій зупинення пошуку (наприклад, досягнення максимальної кількості ітерацій), відбувається

завершення процесу синтезу нейромоделі. В іншому випадку відбувається наступна ітерація генетичного пошуку.



Рисунок 3.2 – Схема функціонування програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість

Синтезована таким чином нейронна мережа може використовуватися як модель для визначення цін на об'єкти нерухомості.

3.3 Використання генетичних алгоритмів для синтезу нейронних мереж як моделей для визначення цін на нерухомість

Як базис для визначення цін на нерухомість доцільно використовувати нейронну мережу прямого поширення, оскільки така нейромодель дозволяє апроксимувати складні залежності з високою точністю.

Для синтезу нейромережевої моделі для визначення цін на нерухомість використано генетичні алгоритми, оскільки такі методи здатні до виходу з локальних екстремумів та, відповідно, не зациклюються у локальних оптимумах [19]-[21].

Генетичний підхід при розв'язанні оптимізаційних задач являє собою методику селекції та дослідження, яка базується на засадах генетики і природного відбору. Генетичний підхід дозволяє створювати нові рішення так, щоб їх розвиток відбувався відповідно до певних рекомендацій [19]-[21].

Генетичні дослідження включають в себе комплекс багатofакторних емпіричних методів, заснованих на концепції природного відбору. Ці методи дослідження були виявлені у варіаціях та реплікаціях видів, які живуть в штучних умовах, таких як природний відбір, адаптація до змін навколишнього середовища, успадкування значних ресурсів від одного покоління до іншого тощо [19]-[21].

Особливостями генетичного методу оптимізації є такі: систематично і чітко здійснювати процес відбору у контексті інтелектуальних досягнень, використовувати моделі розвитку середовища для більш ефективного вирішення оптимізаційних проблем. Генетичні алгоритми мають такі відмінності від інших методів оптимізації та пошуку: зазвичай замість параметрів функції використовуються їх кодування; замість того, щоб просто шукати рішення, вони можуть застосовувати інші методи одночасно; використовують цільові функції для оцінки якості рішень; для аналізу функції корисності застосовуються ймовірнісні, а не детерміновані критерії [19]-[21].

Генетичні методи є більш ефективними, ніж класичні інструменти пошукової оптимізації, у таких випадках: коли простір пошуку великий, нерівномірний (з розривами) і не одноmodalний (має багато оптимальних рішень); коли рівень невизначеності високий; коли завдання не вимагає знаходження точного глобального оптимуму [19]-[21].

Для використання генетичних методів природні оптимізаційні проблеми кодуються за допомогою алфавіту обмеженої довжини. Рішення (хромосоми) функціонують, поки не досягнуто певної кількості поколінь (ітерацій алгоритму), не знайдено рішення за кілька поколінь, або поки не досягнуто локального оптимуму, що може призвести до передчасної зупинки алгоритму без знаходження рішення. На відміну від інших методів оптимізації, ці алгоритми одночасно аналізують різні частини простору рішень і можуть бути змінені для дослідження нових областей, що покращує їх продуктивність [19]-[21].

В теорії генетичних алгоритмів існують три основні типи операторів: відбір, кросинговер і мутація. Оператор відбору визначає, які хромосоми в популяції будуть відібрані для розмноження. Чим кращі характеристики хромосоми, тим частіше вона обирається для подальшого розведення [19]-[21].

Оператор кросинговеру випадковим чином обирає точку перетину (локус) і переміщує частини перед і після цієї точки між двома хромосомами, щоб створити двох нащадків. Цей оператор імітує біологічну рекомбінацію між двома організмами з подібними хромосомами [19]-[21].

Оператор мутації випадковим чином змінює частини хромосоми. Зміни можуть відбуватися в будь-якій позиції рядка з певною ймовірністю, яка зазвичай є дуже малою [19]-[21].

Варто зазначити, що в наш час генетичні алгоритми (ГА) є цілим класом алгоритмів, які призначені для вирішення різних завдань. Класичним прикладом є так званий канонічний генетичний алгоритм. У цьому алгоритмі популяція з хромосом складається з певної кількості послідовностей. Якщо процес відбору однаковий, формується проміжна група, з якої випадково

обираються двоє батьків. Потім група доповнюється однією точкою, а отримані пари змінюються з певною ймовірністю. Нащадки-мутанти замінюють своїх батьків. Процес триває до тих пір, поки не буде досягнуто критеріїв завершення алгоритму [19]-[21].

У загальній моделі застосовується спеціальний механізм відбору. Спочатку починається зручність для всіх учасників, і кожен з них враховується. Потім випадково обираються дві особини, які схрещуються і дають лише одне потомство, унікальне для популяції (і відмінне від батьків). Після цього дві особини з найменшими здібностями замінюються своїми дітьми. Таким чином, на кожному етапі оновлюється один член популяції. Цей процес триває, поки хромосоми не досягнуть збіжності. Після створення цього алгоритму можна додати варіації спадковості. Критерії завершення процесу, а також тип операторів кросинговеру і мутації можуть бути обрані різними способами [19]-[21].

Гібридний алгоритм поєднує генетичний алгоритм з іншими традиційними методами, які підходять для вирішення конкретної задачі. У кожному поколінні відбираються найкращі потомки, які потім включаються в нову популяцію. Це дозволяє будь-якій популяції досягати локального оптимуму, навколо якого вона існує. Цей процес реалізується за допомогою звичайних операцій генетичного алгоритму: вибір батьківських пар, кросинговер, мутація. Гібридний алгоритм виявляється дуже ефективним. У результаті ймовірність потрапляння в глобальний оптимум значно зростає, і це призводить до отримання рішення [19]-[21].

Генетичний алгоритм здатний швидко знаходити оптимальні рішення в різних пошукових просторах, але іноді він може стикатися з труднощами. Метод локальної оптимізації швидко досягає локального максимуму, але не завжди досягає глобального максимуму. Поєднуючи обидва алгоритми, можна скористатися перевагами кожного з них [19]-[21].

Інший тип генетичного алгоритму сходиться дуже швидко, тому що під час кросинговеру не використовуються змінні, застосовуються невеликі

популяції, а також здійснюється індивідуальний відбір між батьками та нащадками в послідовних поколіннях. У цьому підході обирається пара для реплікації, але між батьками не повинно бути малої відстані або невеликої відстані між різними екстремумами. Зазвичай застосовується кросинговер, при якому половина генів кожного з батьків передається потомству. Для нового покоління відбираються найкращі особини серед батьків і потомства. Порядок проходження оператора схрещування не має значення. Розмір вибірки є відносно невеликим. Це дозволяє застосовувати єдиний оператор схрещування і допомагає алгоритму наблизитися до рішення. Щоб підтримувати певну різноманітність, генетичний алгоритм використовує зміни; всі рядки, крім найбільш оновлених, змінюються (змінюється приблизно третина бітів). У такому випадку алгоритм повторює свою функцію і передає її далі, здійснюючи лише перехід. Використовуючи новий модуль в алгоритмі вікових обмежень, можна виключити оператор відбору з нової популяції, ґрунтуючись на індивідуальних характеристиках та віку [19]-[21].

Генетичний алгоритм також застосовується в паралельних обчисленнях. Одночасно існують кілька ізольованих популяцій. На етапі формування нового покоління за певним правилом відбираються особини з різних популяцій. Іноді ці особини замінюють інших у такій кількості, що кожна особина певним чином мігрує. Такі алгоритми називаються паралельними генетичними алгоритмами з міграцією [19]-[21].

Модель впливу складається з кількох субпопуляцій. Кожна субпопуляція використовує окрему одиницю. Ці субпопуляції повинні розвиватися автономно протягом певної кількості поколінь. Після закінчення цього періоду відбувається обмін особинами між субпопуляціями (міграція). Імовірність міграції, механізми вибору особин для міграції та сам процес міграції впливають на генетичну різноманітність субпопуляцій та обмін інформацією між ними [19]-[21].

Найпоширенішою паралельною моделлю генетичного алгоритму є острівна модель. Популяція зазвичай складається з відносно великої кількості

особин, які рівномірно розподілені між субпопуляціями. Кожна субпопуляція використовує свій власний механізм, що базується на одному з типів роздільних генетичних алгоритмів. Наприклад, інколи частина популяції замінює певних особин кожні п'ять поколінь. Такі зміни дозволяють субпопуляціям обмінюватися генетичним матеріалом [19]-[21].

У цій роботі використовується модель канонічного генетичного алгоритму, оскільки вона має прості та надійні етапи і може бути застосована до різноманітних задач [19]-[21].

Перевагами генетичних алгоритмів є такі: не потрібно мати експертні знання для вирішення проблеми, однак якщо є більше інформації про систему, яку було досліджено, або знання про процес, їх можна використати в дослідженні; простота концепції та зрозуміла реалізація; можливість паралельного виконання; спрощення процесу введення та виведення даних; цей метод не є критичним щодо середовища, що вивчається (здатність використовувати експертів, тематичні дослідження, журнали та іншу інформацію, надану різними ЗМІ); можливість додавання більшої кількості обмежень без значних змін у внутрішній структурі методу; можливість налаштування параметрів генетичного дослідження для вирішення конкретних завдань; здатність долати локальні оптимуми та швидко їх зменшувати завдяки масовій стратегії; гнучкість у застосуванні до різних досліджень у рамках методу [19]-[21].

Розглянемо основні оператори генетичного алгоритму, такі як відбір, схрещування та мутація. Випадковий відбір або метод рулетки — це проста стратегія вибору. Кожен індивід у популяції займає певну частину колеса рулетки, і розмір цього сектора пропорційний його значенню в популяції. Колесо обертається декілька разів. При кожному обертанні індивід, на якого вказує стрілка, обирається для включення в групу батьків для наступного покоління. Зазвичай, чим вища оцінка функції пристосованості хромосоми, тим більше разів індивід потрапляє в батьківську групу для подальшого відтворення [19]-[21].

У ранговій системі індивіди в популяції оцінюються на основі їх продуктивності, а очікування щодо рангу кожного індивіда залежать від його позиції, а не від навичок. Таким чином, немає потреби надавати зайву важливість кращим особинам. Ранговий відбір дозволяє уникнути надмірного зосередження на найкращих індивідах, знижуючи успіх відбору, коли значення пристосованості значно відрізняються [19]-[21].

На відміну від впорядкованого вибору, ефективний відбір у футбольному турнірі може здійснюватися подібним чином. Для участі в турнірі випадковим чином вибирають двох учасників. Потім обирається кращий з двох учасників [19]-[21].

Одноточковий оператор схрещування виражається таким чином: у випадковій точці хромосоми (точка розриву) дві батьківські хромосоми роз'єднуються і обмінюються частинами. Такий тип рекомбінації називається одноточною рекомбінацією, оскільки батьківські хромосоми розходяться лише в одній точці [19]-[21].

При двоточковому операторі схрещування хромосоми розглядаються як кільця, утворені для з'єднання кінців хромосомної послідовності. Щоб замінити одну частину кільця іншою, потрібно визначити дві точки. У такому поданні одновимірну поверхню можна розглядати як двовимірну структуру, де кінці фіксуються на початку циклу. У цьому випадку парний обмін вирішує ту ж проблему, що і одноточковий обмін, але більш ефективно. Хромосома, що розглядається як вузол, може мати багато блоків, оскільки вони можуть повторюватися наприкінці рядка [19]-[21].

Для багатоточкового оператору схрещування обирають декілька точок схрещування. Точки розриву вибираються без повторень і в порядку зростання. Під час виконання оператору схрещування сегменти хромосом між точками розриву змінюються, утворюючи два нові покоління. Частина хромосоми з першим генотипом не бере участі в цьому обміні, за винятком першого розриву [19]-[21].

Схрещування із заміщенням запобігає передачі нових нащадків, якщо це можливо, за рахунок обмеження місць для схрещування. Точки розриву виникають лише в тих місцях, де є генетична різноманітність [19]-[21].

Як вже зазначалося, оператор схрещування генерує нове рішення, комбінуючи частини двох існуючих хромосом. Таким чином, використання одних і тих самих батьків обмежує можливість створення нових генетичних комбінацій. Це означає, що ефективність схрещування в генетичному алгоритмі сильно залежить від різноманітності генів у популяції. Чим більше генетичне різноманіття, тим ширший спектр можливих рішень. Якщо локальний оптимум досягнуто, відповідний генотип може заповнити всі позиції в популяції, що може призвести до сходження алгоритму на хибний оптимум. Тому зміни в генетичних алгоритмах є критично важливими. Існують різні способи внесення змін у гени [19]-[21].

Використовуються різні оператори мутації, зокрема, простий обмін; змінний обмін; сингулярна заміна; перетворення Гауса. Проста мутація включає зміни в парах хромосом, цифрових гомологах і векторних хромосомах. Оператор простої мутації передбачає випадковий вибір і зміну генів у хромосомах [19]-[21].

Синтезована за допомогою генетичних алгоритмів нейронна мережа для визначення цін на нерухомість має таку архітектуру, де кожен нейрон з'єднаний з усіма нейронами наступного шару. Мережа включає один вхідний шар, три приховані шари і один вихідний шар. Вхідний шар має 16 нейронів, другий прихований шар – 10 нейронів, третій прихований шар – 5 нейронів, а вихідний шар містить 3 нейрони. Функція активації ReLU (Rectified Linear Unit) широко застосовується в глибинному навчанні. Вона працює таким чином: якщо її вхідний аргумент негативний, функція повертає 0, а якщо позитивний – повертає сам аргумент [19]-[21].

Функція ReLU має кілька переваг над сигмоподібною функцією та гіперболічним тангенсом: вона проста у розрахунках: негативні значення замінюються на 0, а позитивні залишаються без змін. Вона дозволяє уникнути

активації всіх нейронів, що може вплинути на поведінку моделі при використанні сигмоподібних функцій або функції гіперболічного тангенсу. Функція ReLU зменшує кількість активованих нейронів і спрощує структуру мережі, що робить її більш ефективною [19]-[21].

Використання функції активації ReLU не вимагає особливих умов для досягнення ефективності нейронної мережі, таких як нескінченність. Проте, якщо результати навчання моделі виявляються недостатніми, важливо розглянути інші підходи, які можуть дати кращі результати [19]-[21].

Оскільки головною метою було досягнення статистичної значущості, додатково було застосовано регресійну модель. Регресійна модель інтегрує різні глобальні функції, що визначають її структуру. Зібрані дані використовуються для побудови цієї моделі. Параметри, отримані в результаті регресійного аналізу, формують модель дослідження. Однак регресійний аналіз має свої недоліки: складні моделі можуть бути неточними і часто страждають від перевантаження через надмірну складність [19]-[21].

Синаптичні ваги ініціалізуються випадковим чином. Для навчання мережі застосовується канонічний генетичний алгоритм з модифікованим оператором кросинговеру. Рішення задачі оцінюється за допомогою обчислення значень цільової функції, яка визначається відповідно до розв'язуваної задачі. Цільова функція вимірює кількість правильних відповідей у структурі пам'яті [19]-[21].

Щоб визначити, чи є генетичний алгоритм безперервним, проводяться розрахунки ефекту розчину. Генетичний алгоритм послідовно виконує операції відбору, кросинговеру та мутації. Для кожної пари батьків визначається унікальний інтервал, який випадковим чином вибирає номер переходу [19]-[21].

У цьому дослідженні змінюється модель конкуренції. Оскільки кількість особин, створених генетичним алгоритмом, невелика, кожна особина має зазнавати значних змін у кожному поколінні для досягнення максимально можливих значень. Багатокомпонентний оператор вирішує цю задачу, але

вибір кількості перетинів є складним. Тому було проведено жеребкування, у якому для кожного учасника випадковим чином обиралась кількість команд. За допомогою модифікованого транзитивного цільового оператора зберігається старий транзитивний оператор, що дозволяє зберегти різноманітність запитів та нові поведінкові стратегії [19]-[21].

Зміна оператора має перевагу в тому, що усуває кілька поколінь, що розширює терапевтичний простір завдяки підвищеній конкуренції. Однак, недоліком модифікованого модуля є підвищена частота передачі у порівнянні з одиночними та подвійними операторами схрещування [19]-[21].

3.4 Проєктування інтерфейсу програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість

Проєктування інтерфейсу взаємодії користувача з програмним забезпеченням для визначення цін на нерухомість виконано з урахуванням вимог технічного завдання. При розробленні програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість враховані функціональні вимоги до програми:

- підтримка можливості вибору множини даних для створення моделі для оцінювання цін на нерухомість;
- можливість використання генетичних алгоритмів для синтезу моделі для визначення цін на нерухомість;
- можливість вибору генетичних операторів алгоритму синтезу моделі для визначення цін на нерухомість;
- підтримка можливості оцінювання вартості нерухомості на основі синтезованої моделі;
- підтримка можливості отримання звітів у вигляді графіків за результатами синтезу моделей для оцінювання нерухомості.

Інтерфейс головної форми програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість наведено на рис. 3.3.

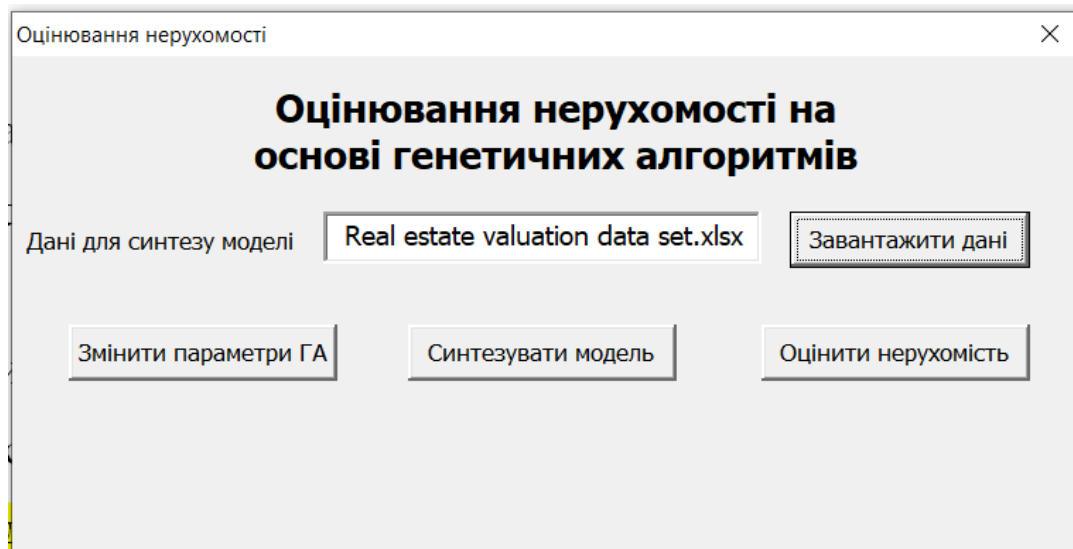


Рисунок 3.3 – Інтерфейс головної форми програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість

Вікно вибору генетичних операторів наведено на рис. 3.4.

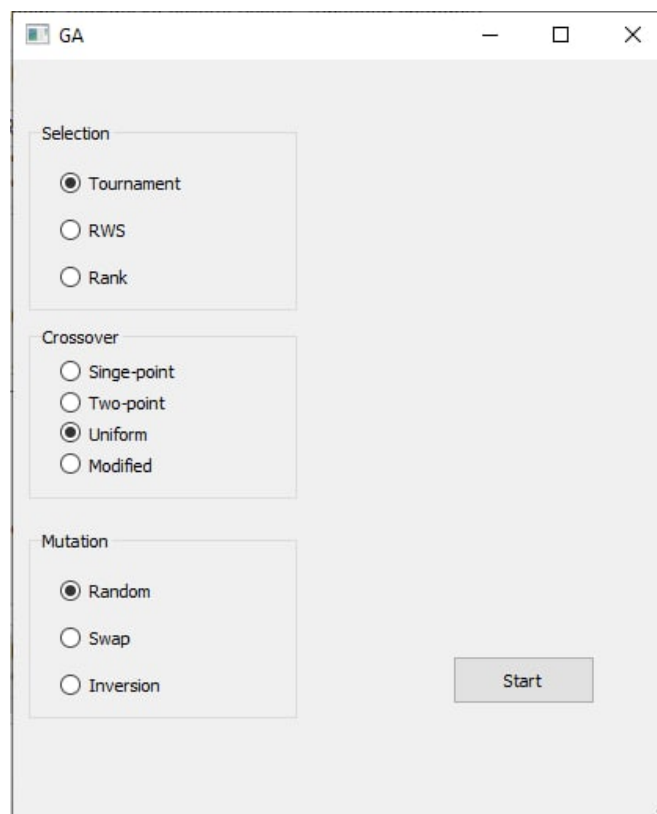


Рисунок 3.4 – Вікно вибору генетичних операторів

Вікно з повідомленням про успішне завершення генетичного пошуку наведено на рис. 3.5.



Рисунок 3.5 – Вікно з повідомленням про успішне завершення генетичного пошуку

Вікно відображення графіка зміни цільової функції у процесі генетичної оптимізації наведено на рис. 3.6.

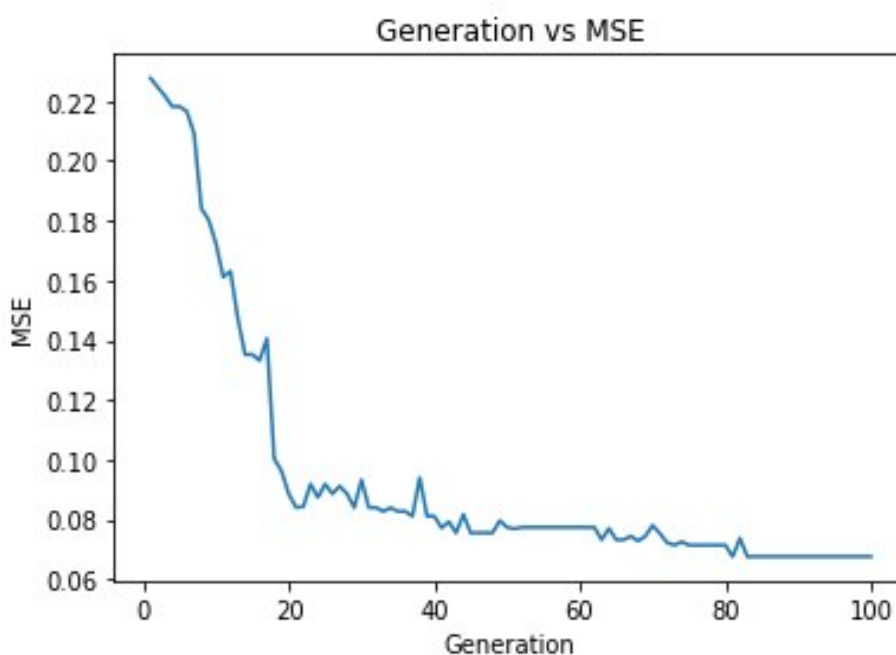


Рисунок 3.6 – Вікно відображення графіка зміни цільової функції

Вікно оцінювання нерухомості за допомогою синтезованої моделі наведено на рис. 3.7.

Оцінювання нерухомості

Оцінювання нерухомості на основі генетичних алгоритмів

Введіть дані для оцінювання нерухомості:

Вік (років): 10

Район: Печерський

Площа (м2): 72

Поверх: 5

Поверховість: 25

Кількість кімнат: 3

Оцінити вартість

Оціночна вартість, тис. грн: 3524

Рисунок 3.7 – Вікно оцінювання нерухомості за допомогою синтезованої моделі

3.5 Висновки за розділом 3

Розроблено програмне забезпечення для підтримки процесу визначення цін на нерухомість.

Запропоновано структуру програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість. Визначено, що основними компонентами програмного забезпечення для оцінювання нерухомості є розрахунковий модуль, графічний інтерфейс користувача, модель у вигляді нейронної мережі та набір даних. Розрахунковий модуль призначений для синтезу моделі для визначення цін на нерухомість. В якості методу синтезу такої моделі використовуються генетичні алгоритми. Як базис для синтезу моделі для визначення цін на нерухомість використовується нейронна мережа прямого поширення, яка реалізована як відповідна структура даних, що містить набір нейроелементів

та зв'язків між ними. Процес взаємодії користувача з програмним забезпеченням для визначення цін на нерухомість відбувається за допомогою графічного інтерфейсу. Для синтезу моделі використовується датасет, що являє собою набір даних, що містять історичну інформацію про об'єкти нерухомості та ціни на них..

Описано функціонування програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість.

Описано особливості реалізації програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість. Виконано проєктування інтерфейсу взаємодії користувача з програмним забезпеченням для визначення цін на нерухомість.

4 ЕКСПЛУАТАЦІЯ, ТЕСТУВАННЯ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОГРАМИ

4.1 Призначення й умови застосування програми

Програма призначена для підтримки процесу визначення цін на нерухомість. Програма написана на мові Python, оскільки Python має велику кількість бібліотек для обробки даних, машинного навчання та статистики, що може бути дуже корисним для синтезу моделей для оцінювання вартості нерухомості. Іншою перевагою Python є зручність роботи з великими обсягами даних завдяки зручності маніпуляцій з даними та інтеграції з базами даних. В якості середовища розробки для створення програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість обрано PyCharm, що є спеціалізованим середовищем для мови Python та забезпечує глибоку інтеграцію з цією мовою. Середовище розробки PyCharm надає засоби автодоповнення коду, перевірки синтаксису, рефакторингу, і можливість швидкого перегляду документації.

Програмне забезпечення для визначення цін на нерухомість забезпечує виконання таких функцій:

- підтримка можливості вибору множини даних для створення моделі для оцінювання цін на нерухомість;
- можливість використання генетичних алгоритмів для синтезу моделі для визначення цін на нерухомість;
- можливість вибору генетичних операторів алгоритму синтезу моделі для визначення цін на нерухомість;
- підтримка можливості оцінювання вартості нерухомості на основі синтезованої моделі;
- підтримка можливості отримання звітів у вигляді графіків за результатами синтезу моделей для оцінювання нерухомості.

Для експлуатації програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість необхідно таке апаратне та програмне забезпечення:

- оперативна пам'ять об'ємом не менше двох гігабайтів;
- не менше 500 Мб вільного дискового простору;
- процесор із тактовою частотою не менше 3 ГГц;
- встановлена операційна система.

Функціональні характеристики розробленого програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість наведено у технічному завданні (додаток А). Фрагмент тексту програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість наведено у додатку Б.

4.2 Характеристики програми для визначення цін на нерухомість

Програмне забезпечення для визначення цін на нерухомість є звичайною настільною програмою.

У програмному забезпеченні для визначення цін на нерухомість використовується генетичний алгоритм для навчання (оптимізації) нейронної мережі. Він бере частину набір вхідних даних з інформацією про об'єкти нерухомості, а також частину вагової матриці і формує популяцію різних матриць. Після цього генетичний алгоритм застосовує оператори відбору, мутації та схрещування, обчислює функцію пристосованості для кожної матриці, перевіряє нейронну мережу, а також розраховує результат, використовуючи середнє квадратичне відхилення між реальними вихідними параметрами та вихідними параметрами, обчисленими за синтезованою моделлю на основі нейронної мережі.

4.3 Інструкція по експлуатації програми

4.3.1 Звернення до програми

Для запуску програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість необхідно запустити відповідний стартовий ру-файл.

4.3.2 Вхідні й вихідні дані

Вхідними даними до програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість є вибірка даних про нерухомість, параметри генетичного алгоритму (генетичні оператори), параметри нерухомості, яку необхідно оцінити, та ін.

Вихідними даними програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість є синтезована модель, графіки, що відображають процес синтезу моделі для оцінювання нерухомості, вартість оцінюваного об'єкту нерухомості та ін.

4.3.3 Повідомлення

Користувач програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість може отримати такі повідомлення: повідомлення про успішне створення моделі для оцінювання нерухомості, повідомлення про некоректно введені дані та ін.

4.4 Виконання програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість

Після запуску програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість користувачу відображається головна форма (рис. 4.1). Тут користувач, натискаючи кнопку Завантажити дані може обрати датасет (набір даних), який буде використано для синтезу моделі для визначення цін на нерухомість. Для вибору параметрів генетичного алгоритму (генетичних операторів) синтезу нейромоделі необхідно натиснути кнопку Змінити параметри ГА.

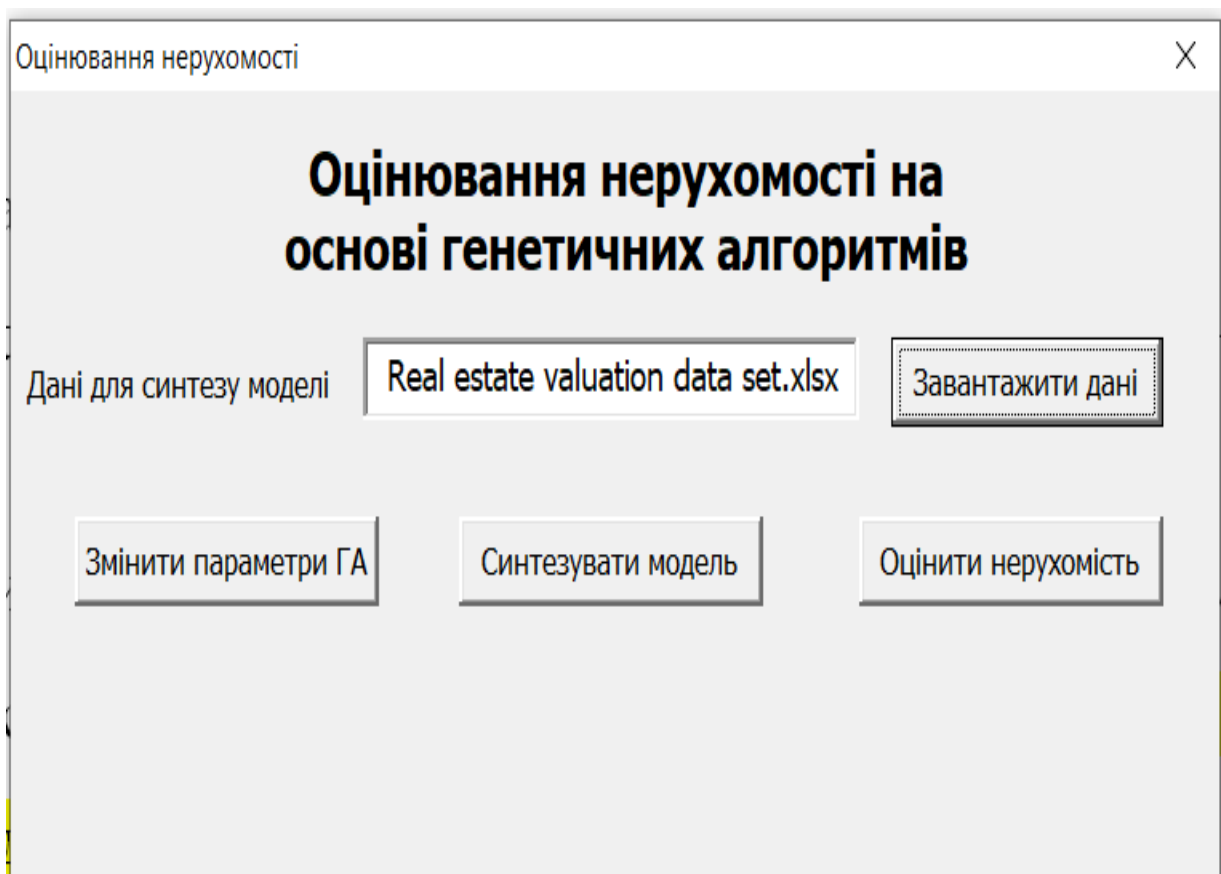


Рисунок 4.1 – Інтерфейс головної форми програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість

У вікні вибору генетичних операторів (рис. 4.2) користувач обирає генетичні оператори відбору, схрещування та мутації.

Натискаючи кнопку Start у вікні вибору генетичних операторів або кнопку Синтезувати модель у головному вікні відбувається процес синтезу моделі оцінювання нерухомості на основі генетичного алгоритму з операторами, визначеними користувачем. Після закінчення процесу синтезу моделі користувачу відобразиться вікно (рис. 4.3) з повідомленням про успішне завершення генетичного пошуку. Натискаючи відповідні кнопки, користувач може отримати інформацію у вигляді графіка, що відображає процес синтезу моделі, або подивитися результати у текстовому вигляді.

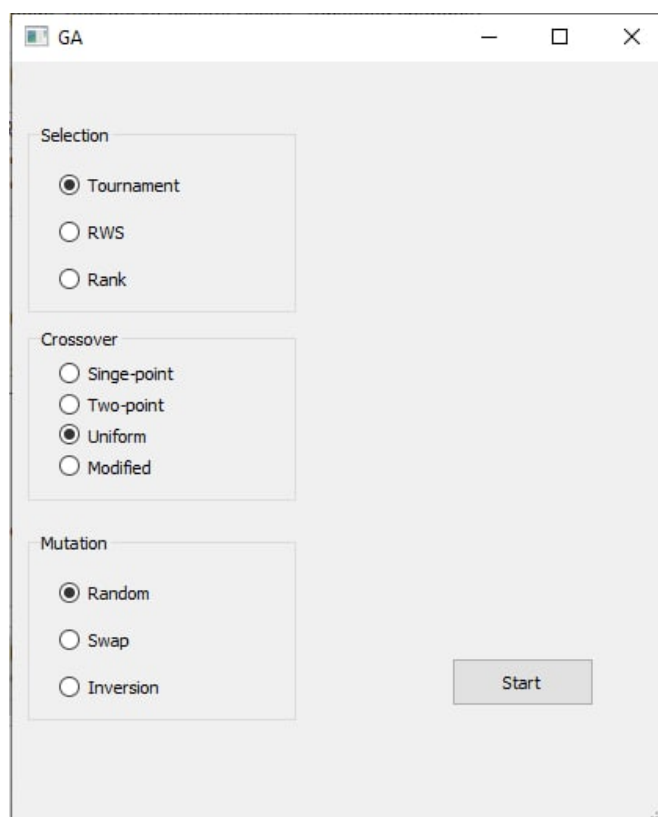


Рисунок 4.2 – Вікно вибору генетичних операторів

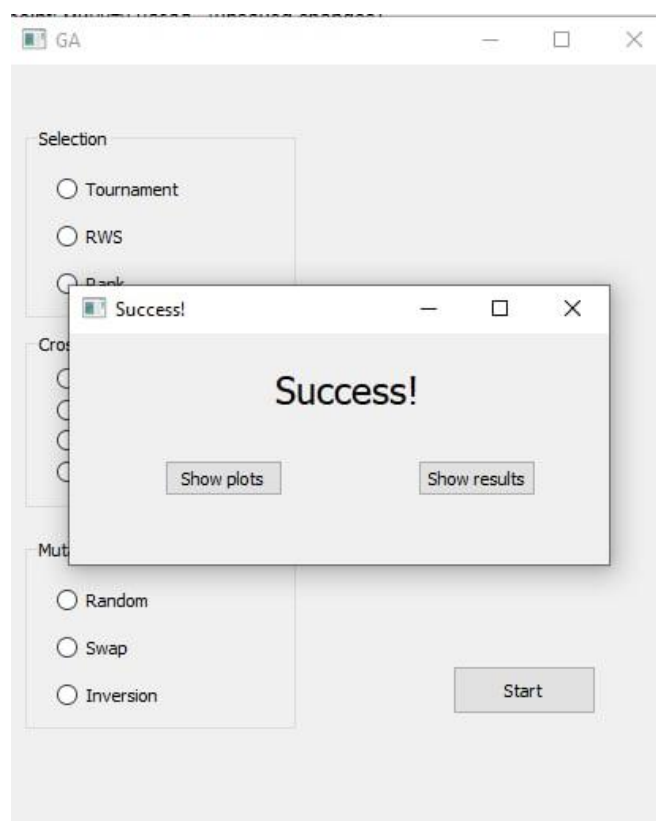


Рисунок 4.3 – Вікно з повідомленням про успішне завершення генетичного пошуку

Вікно відображення графіка зміни цільової функції у процесі генетичної оптимізації наведено на рис. 4.4.

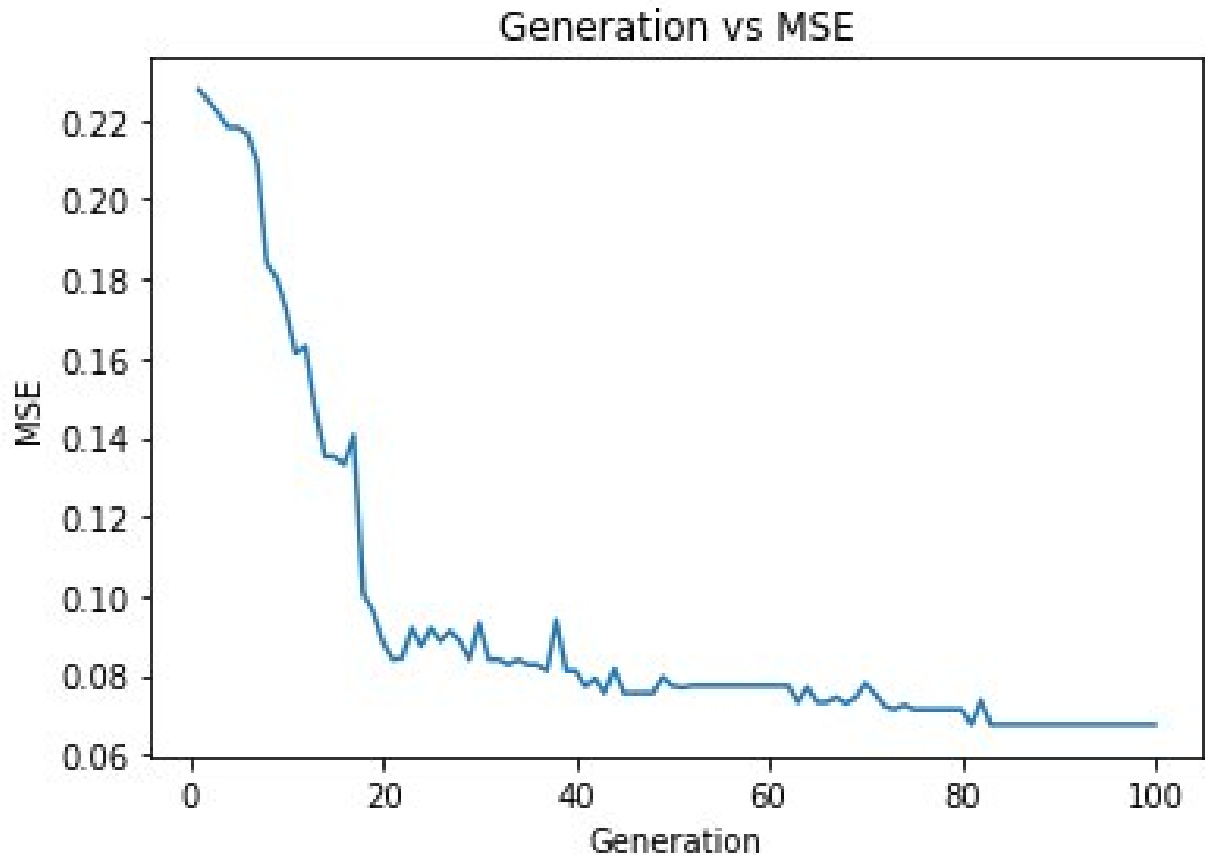


Рисунок 4.4 – Вікно відображення графіка зміни цільової функції

Для використання синтезованої моделі для визначення цін на об'єкти нерухомості користувачу необхідно на головній формі натиснути кнопку Оцінити нерухомість, внаслідок чого відобразиться вікно Оцінювання нерухомості за допомогою синтезованої моделі (рис. 4.5). Тут користувачу необхідно ввести параметри об'єкта нерухомості для його оцінювання, зокрема, ввести вік нерухомості, її площу, поверх на інші параметри. Після цього необхідно натиснути на кнопку Оцінити вартість. Як результат користувачу відобразиться вартість об'єкта нерухомості, обчислена на основі попередньо синтезованої моделі.

Оцінювання нерухомості

Оцінювання нерухомості на основі генетичних алгоритмів

Введіть дані для оцінювання нерухомості:

Вік (років):

Район:

Площа (м2):

Поверх:

Поверховість:

Кількість кімнат:

Оціночна вартість, тис. грн:

Рисунок 4.5 – Оцінювання нерухомості за допомогою синтезованої моделі та програмного забезпечення

4.5 Тестування програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість

Виконано тестування програмного забезпечення для підтримки процесу визначення цін на нерухомість.

Виявлено, що програма для визначення цін на нерухомість функціонує правильно та злагоджено. Вона реалізує всі функціональні вимоги та успішно виконує свою основну задачу підтримки процесу визначення цін на нерухомість.

Розроблене програмне забезпечення дозволяє забезпечувати автоматизацію процесів, пов'язаних з визначенням цін на нерухомість.

4.6 Висновки за розділом 4

Описано програмне забезпечення для підтримки процесу визначення цін на нерухомість. Виконано тестування розробленого програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість. Результати тестування програмного забезпечення показали, що розроблена програма дозволяє забезпечити автоматизацію процесів, пов'язаних з підтримкою процесу визначення цін на нерухомість.

ВИСНОВКИ

В ході виконання дипломної кваліфікаційної роботи магістра було проаналізовано та досліджено процес розробки програмного забезпечення для оцінки нерухомості.

Визначено, що оцінка нерухомості – це процес, що дозволяє визначити актуальну вартість інвестицій у нерухомість шляхом порівняння результатів минулих продажів подібних об'єктів. Точна оцінка вартості об'єкту нерухомості є ключовою для прийняття обґрунтованих інвестиційних рішень та, як правило, проводиться за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення. Відзначено, що використання штучного інтелекту в оцінці нерухомості дозволяє заощаджувати час і ресурси компаній, а також уникати помилок, що виникають через людський фактор, проблем з відповідністю і підвищувати рівень задоволеності клієнтів. Проаналізовано переваги використання програмних засобів на основі штучного інтелекту в оцінці нерухомості. Програмне забезпечення на основі технологій штучного інтелекту дозволяє оцінювачам створювати адаптивні моделі оцінки, що значно підвищує ефективність і точність процесу.

За результатами проведеного аналізу зроблено висновок, що у наш час існує досить багато програмних засобів для оцінки нерухомості. Проте деякі програмні засоби для оцінки нерухомості використовують дані, які не оновлюються. Внаслідок використання моделей, побудованих на застарілих даних, результати оцінювання вартості нерухомості за допомогою такого програмного забезпечення можуть бути неточними та не відповідати поточній ситуації на ринку нерухомості. Інше програмне забезпечення може не враховувати специфічні локальні фактори, такі як майбутні забудови, якість сусідства чи інфраструктурні проєкти, які можуть значно впливати на вартість нерухомості. Деякі програми можуть бути недостатньо гнучкими, щоб враховувати індивідуальні особливості окремих об'єктів нерухомості. Інше

програмне забезпечення може вимагати наявності сучасного обладнання або доступу до мереж Інтернет, що може бути проблемою для деяких користувачів. Тому актуальною є розробка програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість.

Сформульовано функціональні вимоги до програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість.

Для реалізації програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість обрано мову програмування Python, оскільки Python має велику кількість бібліотек для обробки даних, машинного навчання та статистики, що може бути дуже корисним для синтезу моделей для оцінювання вартості нерухомості. Іншою перевагою Python є зручність роботи з великими обсягами даних завдяки зручності маніпуляцій з даними та інтеграції з базами даних. Для візуалізації результатів аналізу і прогнозів можна використовувати наявні бібліотеки, що полегшує розробку зрозумілих і наочних графіків та звітів.

Для створення програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість обрано середовище розробки PyCharm, що є спеціалізованим середовищем для мови Python та забезпечує глибоку інтеграцію з цією мовою. Середовище розробки PyCharm надає засоби автодоповнення коду, перевірки синтаксису, рефакторингу, і можливість швидкого перегляду документації. Крім того PyCharm надає підтримку для інтеграції з відомими бібліотеками Python для обробки даних.

Новизна роботи полягає у тому, що створено модель взаємодії користувача з програмним забезпеченням для визначення цін на нерухомість, яка подана у вигляді діаграми прецедентів, та дозволяє розроблювати програмне забезпечення для визначення цін на нерухомість.

Практична цінність результатів роботи полягає у тому, що розроблено програмне забезпечення для підтримки процесу визначення цін на нерухомість.

Запропоновано структуру програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість. Визначено, що основними компонентами програмного

забезпечення для оцінювання нерухомості є розрахунковий модуль, графічний інтерфейс користувача, модель у вигляді нейронної мережі та набір даних. Розрахунковий модуль призначений для синтезу моделі для визначення цін на нерухомість. В якості методу синтезу такої моделі використовуються генетичні алгоритми. Як базис для синтезу моделі для визначення цін на нерухомість використовується нейронна мережа прямого поширення, яка реалізована як відповідна структура даних, що містить набір нейроелементів та зв'язків між ними. Процес взаємодії користувача з програмним забезпеченням для визначення цін на нерухомість відбувається за допомогою графічного інтерфейсу. Для синтезу моделі використовується датасет, що являє собою набір даних, що містять історичну інформацію про об'єкти нерухомості та ціни на них.

Описано функціонування програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість.

Описано особливості реалізації програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість. Виконано проєктування інтерфейсу взаємодії користувача з програмним забезпеченням для визначення цін на нерухомість.

Виконано тестування розробленого програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість. Результати тестування програмного забезпечення показали, що розроблена програма дозволяє забезпечити автоматизацію процесів, пов'язаних з підтримкою процесу визначення цін на нерухомість.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Real Estate Valuation [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.wallstreetmojo.com/real-estate-valuation/>.
2. How to Value Real Estate Investment Property [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.investopedia.com/articles/mortgages-real-estate/11/valuing-real-estate.asp>.
3. Real Estate Valuation [Electronic resource]. – Access mode: <https://xplained.com/726953/real-estate-valuation>.
4. What You Should Know About Real Estate Valuation [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.investopedia.com/articles/realestate/12/real-estate-valuation.asp>.
5. Your Guide to Property Valuation [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.thebalancemoney.com/guide-to-property-valuation-5204710>.
6. Understanding The 4 Real Estate Appraisal Methods For Valuation [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.dealpath.com/blog/real-estate-appraisal-valuation-methods/>.
7. How to Calculate the Value of Your Estate [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.thebalancemoney.com/what-value-of-an-asset-is-used-for-estate-tax-purposes-3505646>.
8. AI Property Valuation Software: A New Disruption of Real Estate Appraisals [Electronic resource]. – Access mode: <https://ascendixtech.com/ai-property-valuation-tools-appraisal/>.
9. Best Real Estate Valuation Software Platforms for Accurate Market Analysis [Electronic resource]. – Access mode: <https://rodneydos.com/5-best-real-estate-valuation-software>.
10. Best Real Estate Appraisal Software [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.realestateskills.com/blog/real-estate-appraisal-software>.

11. Best real estate appraisal software [Electronic resource]. – Access mode: <https://blog.floorfy.com/en/real-estate-marketing-software/the-8-best-real-estate-appraisal-softwares-for-2023>.
12. ValueLink [Electronic resource]. – Access mode: <https://valuelinksoftware.com/>.
13. SFREP [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.sfrep.com/>.
14. HouseCanary [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.housecanary.com/>.
15. Python Developer's Guide [Electronic resource]. – Access mode: <https://devguide.python.org/>.
16. Host, run, and code Python in the cloud [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.pythonanywhere.com/>.
17. PyCharm Die Python-IDE für Data Science und Web-entwicklung [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.jetbrains.com/de-de/pycharm/>.
18. Pycharm. Introduction [Electronic resource]. – Access mode: https://www.tutorialspoint.com/pycharm/pycharm_introduction.htm.
19. Genetic Algorithms [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.geeksforgeeks.org/genetic-algorithms/>.
20. Introduction to Genetic Algorithms [Electronic resource]. – Access mode: <https://towardsdatascience.com/introduction-to-genetic-algorithms-including-example-code-e396e98d8bf3>.
21. Genetic Algorithms vs Neural Networks [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.baeldung.com/cs/genetic-algorithms-vs-neural-networks>.

ДОДАТОК А
Технічне завдання

Вступ

Програмне забезпечення може використовуватися для підтримки процесу оцінювання нерухомості.

A.1 Підстава для розробки

Підставою для розробки є завдання на дипломну кваліфікаційну роботу на тему «Дослідження та програмна реалізація генетичних методів для визначення цін на нерухомість», затверджене наказом Національного університету «Запорізька політехніка» № 398 від 07 жовтня 2024 р.

A.2 Призначення розробки

Програмний продукт призначений для підтримки процесу визначення цін на нерухомість.

A.3 Основні вимоги до програми, що розробляється

A.3.1 Вимоги до функціональних характеристик

Програмне забезпечення для підтримки процесу визначення цін на нерухомість забезпечує виконання таких функцій:

- підтримка можливості вибору множини даних для створення моделі для оцінювання цін на нерухомість;
- можливість використання генетичних алгоритмів для синтезу моделі для визначення цін на нерухомість;
- можливість вибору генетичних операторів алгоритму синтезу моделі для визначення цін на нерухомість;
- підтримка можливості оцінювання вартості нерухомості на основі синтезованої моделі;

– підтримка можливості отримання звітів у вигляді графіків за результатами синтезу моделей для оцінювання нерухомості.

А.3.2 Вимоги до інтерфейсу програми

Інтерфейс програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість повинен бути зручним для користувачів. Повинна бути забезпечена можливість роботи в візуальному режимі.

А.3.3 Вимоги до надійності

Програмне забезпечення для визначення цін на нерухомість повинно забезпечити надійне функціонування.

А.3.4 Умови експлуатації

Для експлуатації програмного забезпечення для підтримки процесу визначення цін на нерухомість необхідна наявність персонального комп'ютера.

А.3.5 Вимоги до складу та параметрів технічних засобів

Для експлуатації програмного забезпечення для підтримки процесу визначення цін на нерухомість необхідно таке апаратне та програмне забезпечення:

- оперативна пам'ять об'ємом не менше двох гігабайтів;
- не менше 500 Мб вільного дискового простору;
- процесор із тактовою частотою не менше 3 ГГц;

– встановлена операційна система.

A.3.6 Вимоги до маркування і пакування

Програма для підтримки процесу визначення цін на нерухомість може бути записана на будь-якому носії інформації.

На пакуванні повинна бути назва програми – «Програмне забезпечення для визначення цін на нерухомість».

A.4 Вхідні дані до роботи

Вхідними даними до програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість є вибірка даних про нерухомість, параметри генетичного алгоритму (генетичні оператори), параметри нерухомості, яку необхідно оцінити, та ін.

Вихідними даними програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість є синтезована модель, графіки, що відображають процес синтезу моделі для оцінювання нерухомості, вартість оцінюваного об'єкту нерухомості та ін.

ДОДАТОК Б
Фрагмент тексту програми

```

kaliforn = pd.read_csv("kaliforn_housing.csv")

kaliforn['ttl_bedrms'] =
kaliforn['ttl_bedrms'].fillna(kaliforn['ttl_bedrms'].mean())

kaliforn['avkimnts'] = kaliforn['total_kimnts'] /
kaliforn['hshlds']
kaliforn['avbedkimnts'] = kaliforn['ttl_bedrms'] /
kaliforn['hshlds']
kaliforn['avppltn'] = kaliforn['ppltn'] / kaliforn['hshlds']

kaliforn = pd.get_dummies(kaliforn,
columns=['ocean_proximity'])

kaliforn

X = kaliforn.drop('median_hsva1', axis=1)
y = kaliforn['median_hsva1']

Xtr, Xtst, ytr, ytst = train_test_split(X, y, test_size=0.2)

sklr = preprocessing.StandardSklr()
sklr.fit(Xtr.iloc[:, :11])
Xtr.iloc[:, :11] = sklr.transform(Xtr.iloc[:, :11])
Xtst.iloc[:, :11] = sklr.transform(Xtst.iloc[:, :11])

maxcena = max(ytr)
ytr /= maxcena
ytst /= maxcena

```

```

def fitnsFunc(solution, sol_idx):
    global GANNinstnc, dtinpt, dtoutp

    prdctns =
pygad.nn.predict(last_layer=GANNinstnc.ppltnnetwrk[sol_idx],
                  dtinpt=dtinpt,
                  prblmtp="regression")
    krktprdctns = np.where(prdctns == dtoutp)[0].size
    soltnftnss = 1.0/np.mean(np.abs(prdctns - dtoutp))

    return soltnftnss

def callback_generation(gainstanc):
    global GANNinstnc, msearr, mseindx, ytst, Xtst

    ppltnmatr =
pygad.gann.ppltn_asmatr(ppltnnetwrk=GANNinstnc.ppltnnetwrk,
ppltn_vectors=gainstanc.ppltn)

GANNinstnc.update_ppltn_trainedwght(ppltn_trainedwght=ppltnm
atr)

    solution, soltnftnss, solutionidx =
gainstanc.bstsolution()
    prdctns =
pygad.nn.predict(last_layer=GANNinstnc.ppltnnetwrk[solutioni
dx], dtinpt=np.array(Xtst), prblmtp="regression")
    mse = mean_squared_error(ytst, prdctns)

    msearr[mseindx] = mse
    mseindx = mseindx + 1

```

```

    print("Ітерація =
{generation}".format(generation=gainstanc.generations_completed))

    print("Цільова функція =
{fitness}".format(fitness=gainstanc.bstsolution()[1]))

dtinpt = np.array(Xtr)

dtoutp = np.array(ytr)

numinpts = dtinpt.shape[1]
print()

numsoltins = 6
GANNinstnc = pygad.gann.GANN(numsoltins=numsoltins,
                               klknrnsvhidn=numinpts,
                               klknrnspryhv_layers=[10, 5,
3],
                               klknrnsvyhdn=1,
                               hiddenactfcn=["relu",
"relu", "relu"],
                               outputactfcn="None")

def shresh_func(batks, nascchdok_size, gainstanc):
    nascchdok = []
    idx = 0
    while len(nascchdok) != nascchdok_size[0]:
        batk1 = batks[idx % batks.shape[0], :].copy()
        batk2 = batks[(idx + 1) % batks.shape[0], :].copy()

        klkoftchks = np.random.choice(5) + 1

```

```

        rozdtchks = np.array(random.sample(range(1,
nascchdok_size[1]-1), klkoftchks))
        rozdtchks = np.append(rozdtchks, [0,
nascchdok_size[1]-1])
        rozdtchks = np.sort(rozdtchks)
        klkof_seg = klkoftchks + 1

        for i in range(round((klkof_seg)/2)):

            batk1[rozdtchks[2*i]:rozdtchks[2*i + 1]+1] =
batk2[rozdtchks[2*i]:rozdtchks[2*i + 1]+1]

            nascchdok.append(batk1)

            idx += 1

        return np.array(nascchdok)

ppltn_vectors =
pygad.gann.ppltn_as_vectors(ppltnnetwrk=GANNinstnc.ppltnnetw
rk)

msearr = np.zeros(100)
mseindx = 0

initial_ppltn = ppltn_vectors.copy()

klkbatks_mating = 2

klkgenerations = 100

```

```
mtnt_percent_genes = 5
```

```
batk_selection_type = "sss"
```

```
shresh_type = shresh_func
```

```
mtnt_type = "swap"
```

```
keep_batks = 1
```

```
intrng_low = -2
```

```
intrng_high = 5
```

```
gainstanc = pygad.GA(klkgenerations=klkgenerations,
                     klkbatks_mating=klkbatks_mating,
                     initial_ppltn=initial_ppltn,
                     fitnsFunc=fitnsFunc,
```

```
mtnt_percent_genes=mtnt_percent_genes,
                     intrng_low=intrng_low,
                     intrng_high=intrng_high,
```

```
batk_selection_type=batk_selection_type,
                     shresh_type=shresh_type,
                     mtnt_type=mtnt_type,
                     keep_batks=keep_batks,
                     on_generation=callback_generation)
```

```
gainstanc.run()
```

```

gainstanc.plot_fitness()
fig, axr = plt.subplots()
axr.plot(np.arange(1, 101), msearr)
axr.set_xlabel('Ітерація')
axr.set_ylabel('MSE')
axr.set_title("Ітерація vs MSE")

```

```

solution, soltnftnss, solutionidx = gainstanc.bstsolution()
prdctns =
pygad.nn.predict(last_layer=GANNinstnc.ppltnnetwrk[solutioni
dx], dtinpt=np.array(Xtst), prblmtp="regression")
abserr = np.mean(np.abs(prdctns - np.array(ytr)))
mse = mean_squared_error(ytst, prdctns)
print("mse: {}".format(mse))
print("Абсолютна помилка : {abserr}.".format(abserr=abserr))

```

ДОДАТОК В
Слайди презентації

Міністерство освіти і науки України
Національний університет «Запорізька політехніка»
Кафедра програмних засобів

Дослідження та програмна реалізація генетичних методів для визначення цін на нерухомість

Виконав: студент групи КНТ-123м

Віктор СТЕПАНОВ

Керівник: д.т.н., професор

Андрій ОЛІЙНИК

Рисунок В.1 – Слайд 1

2

Об'єкт, предмет та мета роботи

- **Об'єкт дослідження** – процес розробки програмного забезпечення для оцінки нерухомості.
- **Предмет дослідження** – програмні засоби для оцінки нерухомості.
- **Мета роботи** – дослідження та розробка програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість на основі генетичних алгоритмів.

Рисунок В.2 – Слайд 2

Завдання роботи

Для досягнення поставленої мети у кваліфікаційній роботі необхідно розв'язати такі задачі:

- виконати аналіз предметної області та програмних засобів визначення для цін на нерухомість;
- розробити модель взаємодії користувача з програмним забезпеченням для визначення цін на нерухомість;
- здійснити проектування програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість;
- створити програмне забезпечення для визначення цін на нерухомість;
- виконати тестування розробленого програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість.

Рисунок В.3 – Слайд 3

Порівняння програмного забезпечення для оцінки нерухомості

Критерій порівняння	ValueLink	SFREP	HouseCanary
Наявність мобільного застосунку	+	–	–
Комплексне рішення з додатковими функціями	–	+	+
Хмарні технології	+	+-	+
Засоби автоматичного заповнення даних	+	+	+-
Використання засобів ІІІ для оцінювання нерухомості	–	+	+

Рисунок В.4 – Слайд 4

Обґрунтування вибору мови програмування

Критерій порівняння мов програмування	Мова програмування		
	Python	Java	R
Бібліотеки для обробки даних, машинного навчання та статистики	+	+-	+
Простота синтаксису	+	+-	-
Розширюваність	+	+	-
Зручність для створення ПЗ для визначення цін на нерухомість	+	-	-
Робота з великими обсягами даних	+	+-	+-

Рисунок В.5 – Слайд 5

Обґрунтування вибору середовища розробки

Критерій порівняння середовищ розробки	Середовища розробки		
	PyCharm	Visual Studio Code	Jupyter Notebook
Зручний інтерфейс і можливості візуалізації	+	+-	+-
Зручність роботи з мовою Python	+	-	+-
Повноцінне середовище розробки	+	+	-
Інструменти для тестування	+	+	+-
Підтримка веб-розробки	+	+	+-

Рисунок В.6 – Слайд 6

Модель взаємодії користувача з програмним забезпеченням для визначення цін на нерухомість

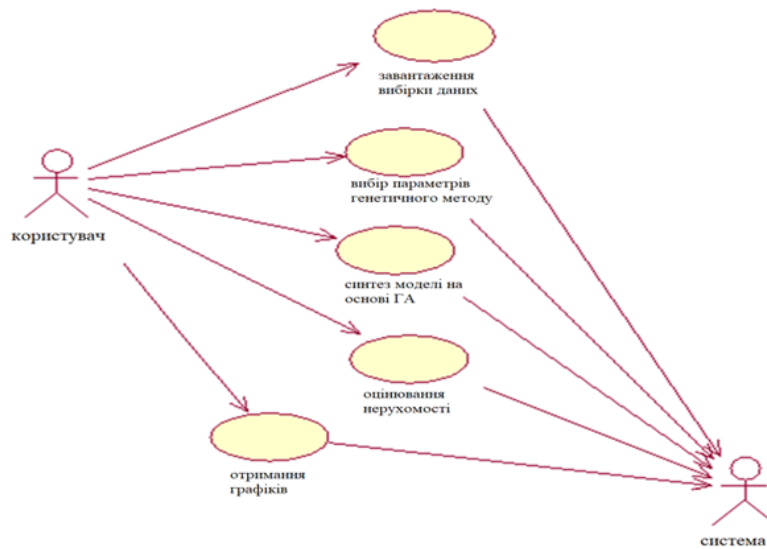


Рисунок В.7 – Слайд 7

Структура програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість

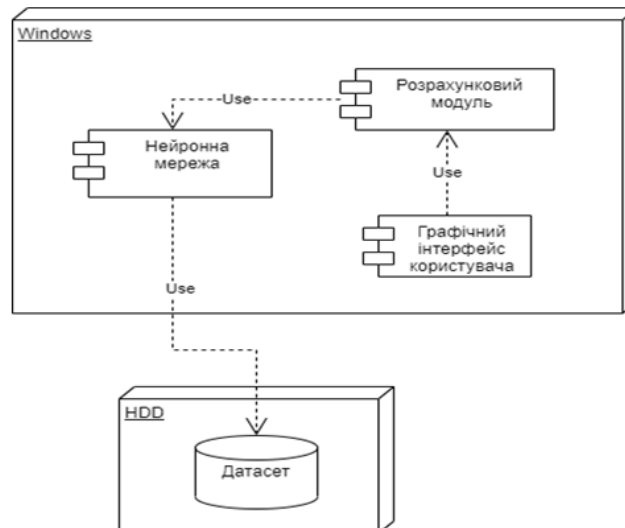


Рисунок В.8 – Слайд 8

Схема функціонування ПЗ для визначення цін на нерухомість



Рисунок В.9 – Слайд 9

Робота з програмою. Головна форма

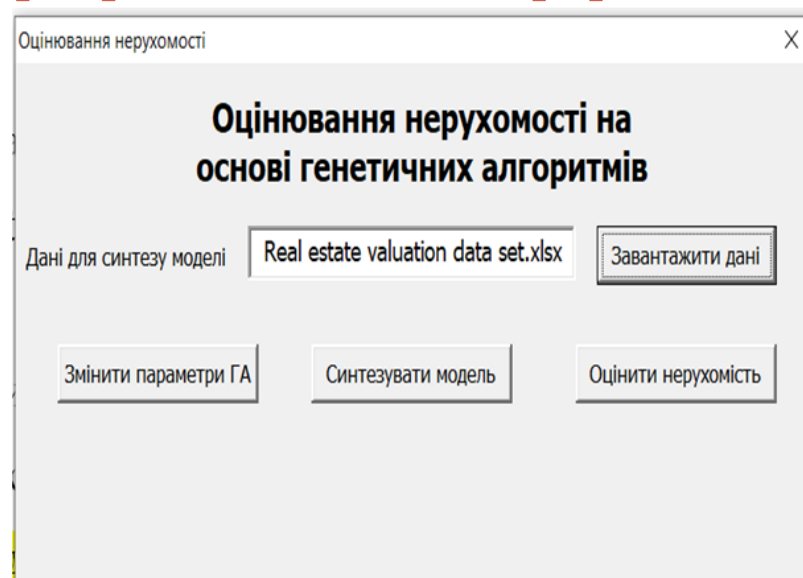


Рисунок В.10 – Слайд 10

Робота з програмою. Вибір генетичних операторів

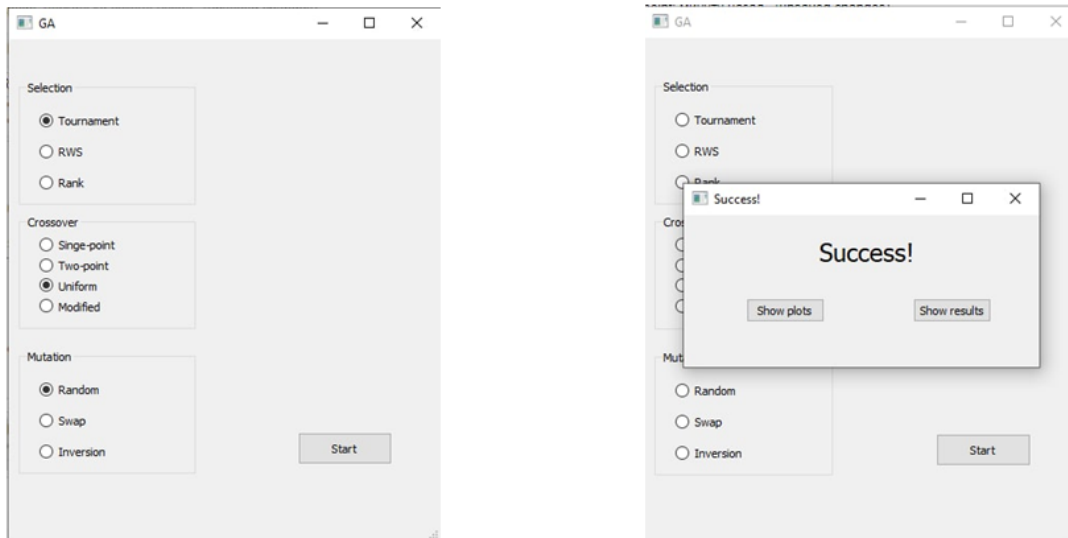


Рисунок В.11 – Слайд 11

Робота з програмою. Оцінювання нерухомості

Оцінювання нерухомості

Оцінювання нерухомості на основі генетичних алгоритмів

Введіть дані для оцінювання нерухомості:

Вік (років):

Район:

Площа (м2):

Поверх:

Поверховість:

Кількість кімнат:

Оціночна вартість, тис. грн:

Рисунок В.12 – Слайд 12

Висновки

В ході виконання дипломної кваліфікаційної роботи магістра було проаналізовано та досліджено процес розробки програмного забезпечення для оцінки нерухомості.

Новизна роботи полягає в тому, що запропоновано модель взаємодії користувача з програмним забезпеченням для визначення цін на нерухомість, яка подана у вигляді діаграми прецедентів, та дозволяє розроблювати програмне забезпечення для визначення цін на нерухомість.

Практичне значення роботи полягає в тому, що розроблено програмне забезпечення для визначення цін на нерухомість.

Результати тестування програмного забезпечення для визначення цін на нерухомість показали, що розроблена програма дозволяє розв'язувати завдання оцінювання нерухомості.

Рисунок В.13 – Слайд 13