

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВАДИМА ГЕТЬМАНА

Навчально-науковий інститут
«Інститут інформаційних технологій в економіці»

Кафедра математичного моделювання та статистики

Освітньо-професійна програма	Економічна кібернетика
Галузь знань	05 Соціальні та поведінкові науки
Спеціальність	051 Економіка

Форма навчання: очна (денна)

КВАЛІФІКАЦІЙНА БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА
на тему **«Аналіз та прогнозування основних показників функціонування**
ринку оренди житла в Києві»
(назва теми)

здобувача Куземченко Вікторії Євгенівни

(підпис)

Науковий керівник: кандидат економічних наук, доцент
Осипова Ольга Ігорівна _____
(підпис)

Робота допущена до захисту перед екзаменаційною
комісією з атестації здобувачів вищої освіти (ЕК)

В.о. завідувача кафедри: кандидат фізико-математичних
наук, професор Великоіваненко Г.І. _____
(підпис)

Київ 2024

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВАДИМА ГЕТЬМАНА**

**Навчально-науковий інститут
«Інститут інформаційних технологій в економіці»
Кафедра математичного моделювання та статистики**

Освітньо-професійна програма
Галузь знань
Спеціальність

Економічна кібернетика
05 Соціальні та поведінкові науки
051 Економіка

ПОГОДЖЕНО

Керівник проектної групи (гарант)
освітньо-професійної програми

О.М. Притоманова

(підпис)

2024 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри
математичного моделювання
та статистики

Г.І.Великоіваненко

(підпис)

2024 р.

ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ

**здобувачу вищої освіти Куземченко Вікторії Євгенівні
очної (денної) форми навчання**

на підготовку кваліфікаційної бакалаврської роботи

**на тему «Аналіз та прогнозування основних показників функціонування
ринку оренди житла в Києві»**

Тему затверджено наказом ректора Університету від

**Кваліфікаційна бакалаврська робота виконується на матеріалах
сайтів <https://lun.ua/uk/> і <https://dom.ria.com/uk/arenda-kvartir/>**

План кваліфікаційної бакалаврської роботи

Розділ 1	Аналітичний огляд ринку оренди житла в Києві
-----------------	---

(назва розділу)	
Розділ 2	Теоретичні та методологічні аспекти прогнозування ринку оренди житла
(назва розділу)	
Розділ 3	Прогнозування основних показників ринку оренди житла в Києві
(назва розділу)	
Об'єкт дослідження:	Ринок оренди житла в Києві.
Предмет дослідження:	Основні показники функціонування ринку оренди
Мета кваліфікаційної бакалаврської роботи:	Мета бакалаврської роботи полягає в аналізі та прогнозуванні основних показників ринку оренди житла в Києві з метою визначення тенденцій, що впливають на динаміку цін і попиту. Дослідження передбачає збір та аналіз актуальних даних, використання статистичних і математичних методів для оцінки поточного стану ринку та розробку моделей, які допоможуть передбачити

Конкретні завдання, які здобувач повинен виконати для досягнення поставленої мети:

У розділі 1	Оглянути літературу та теоретичні підходи до аналізу ринку оренди житла, актуальний стан ринку оренди в Києві, а саме: обсяги, основні тенденції та динаміка. Здійснити структурний аналіз ринку оренди: типи житла, розташування, цінові категорії. Дослідити фактори, що впливають на ринок оренди в Києві: економічні, соціальні, політичні.
--------------------	---

У розділі 2	Провести аналіз існуючих методів прогнозування, які застосовуються у економічних дослідженнях. Визначити, які особливості прогнозування існують конкретно для ринку оренди житла. Обрати найбільш відповідні методи прогнозування, які будуть використані для аналізу ринку оренди житла в Києві. Провести збір та попередній аналіз статистичних даних для проведення дослідження.
У розділі 3	Розробити математичні моделі для прогнозування цін на оренду житла. Проаналізувати вплив факторів на ринок оренди. Здійснити прогнозування основних показників ринку оренди житла в Києві за допомогою обраних моделей. Оцінити точність та надійність прогнозних моделей.

**Завдання підготував
науковий керівник**

Осипова О. І.

(підпис)

(ініціали, прізвище)

«_____» _____ 20__ р.

**Завдання одержав
здобувач**

Куземченко В. Є.

(підпис)

(ініціали, прізвище)

«_____» _____ 20__ р.

Реферат

Кваліфікаційна бакалаврська робота складається з 53 сторінок, включаючи вступ, три основних розділи, висновки, перелік використаних джерел, що має 31 найменування і 23 рисунків.

«Аналіз та прогнозування основних показників функціонування ринку оренди житла в Києві»

Дослідження бакалаврської роботи зосереджено на аналізі та прогнозуванні основних показників функціонування ринку оренди житла в Києві.

Об'єктом дослідження є ринок оренди житла в Києві.

Предметом дослідження є основні показники його функціонування, включаючи аналіз цінових категорій, попиту та пропозиції, а також впливові фактори.

Метою дослідження є аналіз та прогнозування динаміки ринку оренди житла, з метою визначення тенденцій, що впливають на динаміку цін і попиту.

Завдання полягає в зборі та систематизації актуальних даних про ринок оренди житла в Києві. Необхідно провести аналіз основних показників його функціонування, включаючи цінові категорії, попит та пропозицію, а також фактори, що на них впливають. Для оцінки поточного стану ринку та визначення його тенденцій використовуються статистичні та математичні методи. На основі отриманих даних розробляються моделі для прогнозування основних показників ринку оренди житла, застосовуючи методи регресійного аналізу, дерев рішень та випадкового лісу.

Теоретична, методична та практична значущість отриманих результатів.

Теоретична значимість роботи полягає у поглибленні знань про механізми ціноутворення на ринку оренди житла, методична — у розробці методик аналізу та прогнозування ринкових показників, а практична — у можливості використання результатів для стратегічного планування розвитку міської інфраструктури та регулювання ринку оренди.

Рік виконання кваліфікаційної бакалаврської роботи – 2024.

Рік захисту роботи – 2024.

Ключові слова: ринок оренди житла, аналіз ринку, прогнозування, динаміка ринку, Київ, математичне моделювання, машинне навчання, статистичний аналіз.

В і д г у к
про кваліфікаційну бакалаврську роботу
здобувача освітньо-професійної програми «Економічна кібернетика»

Куземченко Вікторії Євгенівні
(ПІБ)

на тему «Аналіз та прогнозування основних показників функціонування ринку оренди житла в Києві»
(назва теми)

1. Актуальність теми: Тема дослідження є актуальною, оскільки ринок оренди житла в Києві перебуває під впливом численних економічних та соціальних факторів, що потребують ретельного вивчення. Аналіз динаміки цін на житло у столиці України дозволить не лише оцінити поточний стан ринку, але й виявити основні тенденції, що можуть впливати на його розвиток у майбутньому. Це надає цінну інформацію для орендодавців, орендарів, інвесторів та всіх зацікавлених сторін.

2. Позитивні риси кваліфікаційної роботи: По-перше, дослідження базується на широкому аналізі літератури та актуальних статистичних даних, що свідчить про глибоке розуміння теми автором. По-друге, методика дослідження є добре структурованою та чіткою, що дозволяє провести комплексний аналіз даних та зробити обґрунтовані висновки. Крім того, автор успішно використовує різні математичні методи для обробки даних, що сприяє достовірності його результатів.

3. Наявність самостійних розробок автора: У роботі автор виявив самостійність шляхом збору та аналізу реальних статистичних даних про ринок оренди житла в Києві, що значно підвищує достовірність отриманих результатів і робить висновки більш обґрунтованими. Автор також вміло застосовував існуючі методики та інструменти для проведення аналізу, що підтверджує його професійні навички та глибоке розуміння теми.

4. Цінність теоретичних висновків та практичних рекомендацій: Теоретичні висновки та практичні рекомендації, які наводяться в роботі, є цінними для регуляторних органів, орендодавців, агентів з нерухомості та інвесторів. Рекомендації автора є конкретними та обґрунтованими, що дозволяє їх ефективно використовувати в реальних умовах.

5. Наявність недоліків: У роботі присутні незначні недоліки, які можуть бути враховані для подальшого вдосконалення. Більша кількість емпіричних даних та поглиблений аналіз практичного досвіду бізнесу могли б зробити дослідження ще більш обґрунтованим. Проте висловлені зауваження носять рекомендаційний характер та не впливають на загальну позитивну оцінку роботи.

6. Загальна оцінка кваліфікаційної бакалаврської роботи та її допущення до захисту перед ЕК: Автор продемонстрував глибоке розуміння теми та виконав індивідуальне завдання в повному обсязі. Кваліфікаційна бакалаврська робота виконана на високому науковому та професійному рівні, відповідає встановленим вимогам, може бути допущена до захисту перед ЕК та заслуговує на позитивну оцінку.

Науковий керівник:

к.е.н., доцент кафедри математичного моделювання та статистики Осипова Ольга Ігорівна

_____ О.І. Осипова
(підпис)

“ _____ ” _____ р.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1.АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД РИНКУ ОРЕНДИ ЖИТЛА В КИЄВІ.....	5
1.1 Загальний огляд ринку оренди в Києві.	5
1.2 Динаміка ринку оренди за останні роки	6
1.3 Структурний аналіз ринку	8
1.4 Ключові фактори, що впливають на ринок.....	11
1.5 Теоретичні підходи до вивчення ринку оренди житла.....	13
РОЗДІЛ 2.ТЕОРЕТИЧНІ ТА МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ПРОГНОЗУВАННЯ РИНКУ ОРЕНДИ ЖИТЛА	16
2.1 Огляд існуючих методів прогнозування в економічних дослідженнях	16
2.2 Формування статистичної бази та її попередній аналіз.....	21
РОЗДІЛ 3.ПРОГНОЗУВАННЯ ОСНОВНИХ ПОКАЗНИКІВ РИНКУ ОРЕНДИ ЖИТЛА В КИЄВІ	39
3.1 Вибір методів прогнозування для аналізу ринку оренди житла в Києві.....	39
3.2 Побудова та аналіз моделей.....	41
3.3 Порівняльний аналіз моделей.....	50
ВИСНОВКИ	52
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	54

ВСТУП

У контексті активного розвитку міських агломерацій та збільшення мобільності населення, ринок оренди житла в Києві проходить значні трансформації, що вимагає детального аналізу та ефективного прогнозування його основних показників. З огляду на сучасні економічні та соціальні виклики, обрана мною тема виявляється надзвичайно актуальною та важливою для розуміння динаміки цього ринку та його впливу на міське планування та розвиток.

Наразі ринок оренди житла є ключовим сегментом нерухомості, який зазнає впливу від змін у демографічній структурі, економічному становищі країни та міграційних процесах. В Києві, як і в багатьох інших великих містах, спостерігається зростання попиту на оренду житла, що вимагає комплексного підходу до аналізу ринку та розробки моделей прогнозування.

Огляд академічної літератури та дослідницьких публікацій виявляє широкий спектр підходів та інструментів аналізу, що використовуються в сфері ринку оренди житла. Важливим є відстеження новітніх досліджень, які описують вплив різних економічних та соціальних факторів на динаміку цього сегменту ринку.

Метою дослідження є аналіз та прогнозування динаміки ринку оренди житла, з метою визначення тенденцій, що впливають на динаміку цін і попиту.

Завдання полягає в зборі та систематизації актуальних даних про ринок оренди житла в Києві. Необхідно провести аналіз основних показників його функціонування, включаючи цінові категорії, попит та пропозицію, а також фактори, що на них впливають. Для оцінки поточного стану ринку та визначення його тенденцій використовуються статистичні та математичні методи. На основі отриманих даних розробляються моделі для прогнозування основних показників ринку оренди житла, застосовуючи методи регресійного аналізу, дерев рішень та випадкового лісу.

Об'єктом дослідження є ринок оренди житла в Києві.

Предметом дослідження є основні показники функціонування ринку оренди житла в Києві, що включають аналіз цінових категорій, попиту та пропозиції, і фактори, що на них впливають.

У дослідженні будуть використані різні методи для аналізу та прогнозування ринку оренди житла в Києві. Описовий аналіз ідентифікує ключові тенденції, а кореляційний аналіз виявить взаємозв'язки між змінними, такими як ціни оренди, локація та тип житла. Регресійний аналіз допоможе визначити залежності між цінами оренди та впливовими факторами для прогнозування майбутніх змін. Також будуть застосовані методи машинного навчання, зокрема дерево рішень та випадковий ліс, для глибшого розуміння структури ринку та прогнозування динаміки ринкових показників.

Результати дослідження можуть використовуватися для розробки політик в галузі регулювання ринку оренди, планування міської інфраструктури та стратегій розвитку житлового господарства в місті Києві. Теоретичні висновки і розроблені методи можуть застосовуватися у вивченні аналогічних процесів в інших регіонах.

Інформаційна база складається з актуальних даних, зібраних з різних аналітичних джерел та спеціалізованих баз даних нерухомості, таких як ЛУН та Dim.Ria.

Робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. У першому розділі проведено аналітичний огляд ринку оренди житла в Києві, у другому розділі описано теоретичні та методологічні аспекти прогнозування ринку оренди житла, а у третьому розділі представлено моделювання та прогнозування основних показників ринку оренди житла в Києві.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД РИНКУ ОРЕНДИ ЖИТЛА В КИЄВІ

1.1 Загальний огляд ринку оренди в Києві.

Ринок оренди житла в Києві — це динамічний сектор економіки, який відіграє значну роль у міському розвитку та задоволенні житлових потреб населення. Київ - велике місто, яке приваблює значну кількість мігрантів, студентів та працівників з інших регіонів, що постійно підтримує високий попит на орендне житло. На ринку представлено широкий спектр житлових об'єктів, від економ-класу до преміум-сегменту, що забезпечує різноманітні варіанти для різних категорій орендарів.

Ринок оренди житла в Києві відрізняється своєю швидкою адаптацією до змін у соціально-політичній ситуації, на фронті, та коливань у економіці, швидко відновлюючи свою стабільність. В період з лютого по квітень спостерігалось стійке зростання вартості оренди квартир, яке в цілому склало 16,67%[1].

Відновлення цін на рівень до лютого 2022 року вже відбулося, а в деяких випадках ціни на оренду навіть перевищили попередні показники. Це свідчить про велику реактивність і стійкість ринку оренди житла до зовнішніх впливів і його здатність оперативно коригуватися відповідно до поточних умов.

Ринок оренди житла є значним джерелом економічної активності в Києві. Цей сектор прямо впливає на будівельну індустрію, оскільки збільшення попиту на оренду стимулює будівництво нових житлових комплексів. Це, у свою чергу, забезпечує зайнятість у секторі будівництва, а також в суміжних галузях, таких як виробництво будівельних матеріалів і надання послуг. Попри напружену безпекову ситуацію в місті та країні ціни на первинне житло в Україні продовжують зростати. У Києві станом на перше жовтня середня вартість

квадратного метра нового житла зросла на 6 %, за даними статистики ЛУН Місто [2].

Крім того, орендні платежі вносять значний вклад у місцевий бюджет через податки, що підтримує фінансування громадських послуг і інфраструктури.

Ринок оренди житла сприяє соціальній стабільності, надаючи житло тим, хто не може дозволити собі купівлю власного. Наявність широкого спектру орендного житла допомагає знижувати соціальну напруженість, забезпечуючи доступність житла для різних соціальних груп. Також це допомагає зменшувати міграційний тиск на місто, надаючи місце для проживання новоприбулим особам і тимчасовим резидентам.

Кожен з цих аспектів відіграє критичну роль у загальному міському плануванні та економічному зростанні, роблячи ринок оренди житла в Києві не тільки фінансово вигідним, але й стратегічно важливим для міської політики та розвитку.

1.2 Динаміка ринку оренди за останні роки

В останні роки ринок оренди житла в Києві пережив значні зміни, які відображаються на його динаміці. Аналіз цих змін є ключовим для розуміння сучасної ситуації на ринку нерухомості та визначення його тенденцій.

Пропозиції на ринку оренди житла в Києві значно змінилися за останні роки. Збільшення кількості новобудов, особливо в спальних районах міста та ближніх передмістях, розширило вибір доступного житла. Нові житлові комплекси часто пропонують додаткові послуги, такі як охорона, парковка та зони відпочинку, що робить їх привабливішими для потенційних орендарів.



Рисунок 1.1 – Кількість пропозицій на ринку оренди [3].

На рис.1.1 наведено статистику від українського маркетплейсу Dim.Ria щодо змін у пропозиціях на ринку оренди житла в різних регіонах України, у порівнянні зміни цін у лютому 2024 року з груднем 2023 року. У місті Київ кількість пропозицій на ринку оренди збільшилась на 99%. Це суттєве зростання вказує на значне збільшення доступних об'єктів для оренди [3].

Збільшення кількості пропозицій може бути викликане декількома факторами:

1. Інтенсивне будівництво нових житлових комплексів, більшість з яких розпочали своє будівництво ще до повномасштабного вторгнення може збільшити загальну кількість об'єктів, доступних для оренди.

2. Власники можуть змінювати спрямування своїх об'єктів з продажу на оренду згідно з поточною ринковою ситуацією або особистими фінансовими стратегіями. Наприклад, попит на купівлю житла у місті зменшився на приблизно 40% лише за останній рік. Експерти пояснюють такі зміни безпековою ситуацією, оскільки люди утримуються від вкладання накопичених коштів у потенційно небезпечні активи [3].

3. Зміни в економіці, міграційні тенденції та соціальні зміни можуть вплинути на кількість пропозицій на ринку.

Попит на оренду житла в Києві також зазнав змін, що відображає загальнонаціональні та місцеві економічні тенденції. Зростання економічної активності в столиці та приїзд великої кількості працездатного населення сприяли збільшенню попиту на орендне житло.

В Києві попит на оренду квартир досяг та перевищив довоєнний рівень, склавши 138% від показника до 24 лютого 2022 року [4].

Ціни на оренду в Києві демонструють різницю, що корелює з районами та їхньою привабливістю. Вартість оренди у центральних районах, зазвичай, є вищою через більшу концентрацію робочих місць, розвинену інфраструктуру та гарну транспорту розв'язку. Однак, навіть у цих районах, ціни варіюються, залежно від стану житлового фонду та наявності сучасних зручностей. Через ріст попиту на житло фіксується і підвищення середньої вартості на оренду житла в Києві, в порівнянні з жовтнем 2023 в квітні ціни виросли на 4 % [4].

1.3 Структурний аналіз ринку

Ринок оренди житла в Києві є віддзеркаленням широких соціально-економічних процесів, що відбуваються у місті та країні загалом. Він піддається різноманітним впливам — від глобальних економічних коливань до локальних міських ініціатив. Ці впливи формують попит та пропозицію, водночас визначаючи структуру ринку, яка включає різноманітні типи житла, їхнє розміщення по районах та цінові категорії. Розуміння цих аспектів є критично важливим для оцінки поточного стану ринку та розробки прогнозів на майбутнє. Аналізуючи класифікацію житла за типами, районами та ціновими категоріями, можна виявити ключові тренди та вектори розвитку, які допоможуть формувати міські політики та інвестиційні стратегії, спрямовані на підтримку стабільності та зростання міської інфраструктури.

Класифікація житла за типами:

Стандартні квартири: Найбільш поширений тип житла для оренди в Києві, який включає одно-, дво-, та трикімнатні квартири. Цей тип є популярним серед одиночних орендарів, малих сімей, а також студентів.

Студії або смарт-квартири: Цей тип квартир стає все більш популярним серед молоді та одиноких професіоналів через їх відносну доступність та сучасність.

Пентхауси та апартаменти класу люкс: Представляють вищий сегмент ринку та зазвичай знаходяться у центральних або престижних районах міста. Ці об'єкти пропонують додаткові зручності та високий рівень обслуговування.

Класифікація за ціновими категоріями:

- Економ-клас: Ці квартири пропонують базові умови проживання та в основному розташовані у віддалених або спальних районах, роблячи їх доступними для ширшого кола орендарів.
- Середній ціновий діапазон: Пропозиції у цьому діапазоні часто знаходяться в районах з більш розвиненою інфраструктурою і забезпечують кращий баланс між якістю житла і його вартістю.
- Преміум-сегмент: Такі об'єкти зазвичай містять ряд додаткових послуг і знаходяться в найбільш затребуваних локаціях, відповідно мають високу вартість оренди.

Класифікація житла за ціновими категоріями відіграє важливу роль у розумінні структури ринку оренди житла в Києві. Розрізнення на економ-клас, середній ціновий діапазон, преміум-сегмент дозволяє аналізувати та порівнювати різні пропозиції на ринку залежно від їхньої вартості та якості. Розуміння характеристик кожної цінової категорії сприяє усвідомленню переваг та обмежень для орендарів і власників нерухомості, а також визначає напрямки подальшого розвитку ринку оренди житла в місті.

Класифікація житла за районами Києва виокремлює ключові особливості та відмінності, що впливають на вартість оренди.

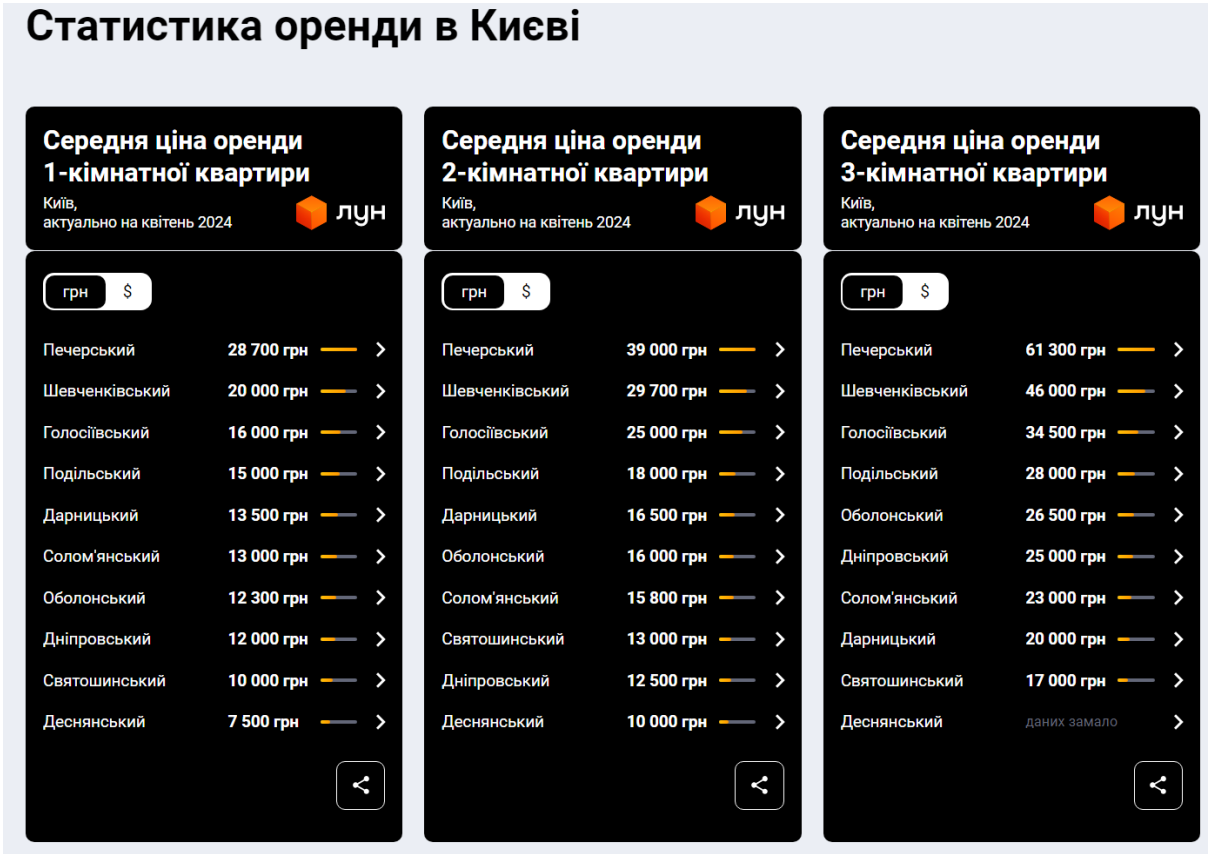


Рисунок 1.2 – Статистика ціни оренди в Києві [5].

На рис.1.2 представлена статистика середніх цін оренди різних типів квартир у Києві, актуальна на квітень 2024 року сайту ЛУН [5].

Печерський район має найвищі ціни по всіх типах квартир, що відповідає його статусу як престижного району. На протилежному кінці спектру, Деснянський район пропонує найнижчі ціни, що може бути привабливим для орендарів з обмеженим бюджетом. Райони як Голосіївський, Подільський та Солом'янський знаходяться у середньому ціновому діапазоні, що відображає баланс між доступністю та розташуванням. Виокремлюється збільшення середньої вартості оренди зі збільшенням кількості кімнат, підкреслюючи попит на більш просторе житло в столиці.

Відзеркаленням широких соціально-економічних процесів, ринок оренди піддається різноманітним впливам, що визначають його структуру. Класифікація житла за типами, районами та ціновими категоріями допомагає розуміти його різноманітність та оцінювати тенденції розвитку. Виокремлено такі типи житла як стандартні квартири, студії, пентхауси та апартаменти класу люкс, кожен з яких

має свої особливості та привабливість для різних категорій орендарів. Класифікація за ціновими категоріями відображає різницю у вартості та якості житла, що є важливим фактором при виборі місця проживання. Аналіз районів міста допомагає виокремити ключові особливості та відмінності, які впливають на вартість оренди, а також визначити найбільш привабливі для різних категорій орендарів. Такий узагальнений підхід до структурного аналізу ринку оренди житла дозволяє зрозуміти його динаміку та визначити перспективи розвитку в майбутньому.

1.4 Ключові фактори, що впливають на ринок

Ринок оренди житла в Києві характеризується динамікою, яка зумовлена взаємодією різноманітних факторів. Ці фактори формують умови ринку та впливають на вибір потенційних орендарів, забезпечуючи їх інтереси та потреби. Ось детальний огляд ключових аспектів, які варто враховувати при виборі орендного житла у столиці України:

- **Локація та район** є одними з найважливіших критеріїв вибору житла. Центральні райони Києва мають вищі ціни, проте компенсують це зручністю доступу до робочих місць, культурних та розважальних центрів. Натомість, віддалені райони пропонують доступніші ціни, проте життя там може вимагати більше часу на дорогу до центру міста [6].
- **Транспортна доступність** також грає критичну роль. Близькість до метро, автобусних станцій та іншого громадського транспорту може істотно підвищити привабливість житлової локації, забезпечуючи легкий доступ до різних частин міста.
- **Інфраструктура** в районі включає наявність магазинів, медичних установ, освітніх закладів, дитячих садочків, що є невід'ємною частиною щоденного комфорту мешканців. Райони, де все необхідне

знаходиться на відстані пішої доступності, зазвичай користуються великою популярністю [7].

- **Екологічна ситуація** може значно впливати на рішення про оренду, особливо для сімей з дітьми. Райони з чистим повітрям і відсутністю промислових підприємств є більш привабливими.

- **Безпека району** включає не тільки фізичну безпеку, забезпечену наявністю охорони та камер спостереження, але й освітленість вулиць. Райони з високим рівнем безпеки є більш затребуваними серед орендарів [8].

- **Попит та пропозиція** безпосередньо впливають на ціни оренди. Збільшений попит з боку переселенців, студентів, і просто мігрантів з інших міст чи навіть країн до столиці може призвести до підвищення цін, особливо в популярних районах.

- **Стан будинку та квартири** також є важливим фактором. Сучасні новобудови з якісним ремонтом та інфраструктурою часто коштують дорожче, але і пропонують кращі умови проживання.

- **Наявність меблів та побутової техніки** може істотно зменшити початкові витрати орендарів, що робить такі варіанти більш привабливими для тих, хто в пошуках житла.

- **Паркінг** є важливим для орендарів, які володіють автомобілем. Наявність зручного та безпечного місця для паркування може значно підвищити вартість оренди. Протягом останніх декількох років, наприклад, забудовники активно інтегрують закриті паркінги в нові житлові комплекси, що відповідає зростаючому попиту на безпечне місце для автомобіля. Це особливо помітно в тих проектах, де пропонується оренда апартаментів зі включеним у вартість місцем у підземному або багаторівневому паркінгу. Орендна плата за такі апартаменти часто на 10-20% вища, ніж за аналогічні апартаменти без забезпеченого паркінгу в тому ж районі. Наявність зручного паркінгу стає критичною не тільки для комфорту, але й для безпеки автомобілів, що в умовах великого міста з високою завантаженістю

доріг і обмеженими можливостями паркування на вулиці, робить такі житлові комплекси значно привабливішими [9].

- **Правові аспекти** оренди, включаючи умови договору та відповідальність сторін, мають ключове значення для забезпечення прав та інтересів обох сторін – орендарів та власників [6].

Ці аспекти взаємопов'язані та визначають умови, на яких функціонує ринок оренди в Києві, забезпечуючи різні можливості та вибір для потенційних орендарів. Взаємодія цих факторів також підсилює необхідність постійного моніторингу змін на ринку, щоб адаптувати житлові політики відповідно до актуальних тенденцій та потреб.

1.5 Теоретичні підходи до вивчення ринку оренди житла

Вивчення ринку оренди потребує інтегрованого підходу, що включає аналіз наукових публікацій, теоретичних моделей та практичних досліджень. Це дозволяє виявляти ключові напрямки досліджень і практичні рекомендації, які можуть бути корисними для розуміння і прогнозування основних показників функціонування ринку оренди житла в Києві.

Літературний огляд дослідження ринку оренди житла зосереджується на аналізі ключових публікацій, що охоплюють теоретичні та практичні аспекти цього сектору в Україні та світі.

Серед українських досліджень, стаття "Аналіз факторів ринку оренди житлової нерухомості в Україні" зосереджується на особливостях ринку оренди в порівнянні з ринком купівлі-продажу, виділяючи важливі фактори, які формують попит та пропозицію, та особливості ціноутворення [10].

Інша цікава робота, "Щодо розвитку сектору орендного житла в Україні", пропонує глибокий аналіз сучасного стану сектору орендного житла та розробляє рекомендації для держави щодо розвитку цього сектору, включаючи заходи по

збільшенню обсягів будівництва та підвищенню доступності орендного житла. Автори наголошують на необхідності детінізації ринку оренди, що може сприяти більшій прозорості та здоровій конкуренції [11].

Також, стаття "Пропозиції щодо ефективного розвитку сектору орендного житла в Україні" вносить вклад у дискусію, пропонуючи конкретні стратегії для покращення цього сектору. Автори аналізують поточний стан ринку та надають пропозиції щодо його оптимізації та модернізації, що є критично важливим для забезпечення стабільного розвитку ринку оренди [12].

На міжнародному рівні, публікації як "IMF Global Housing Watch" та звіти Statista надають цінні дані та аналіз світових ринків житла, що дозволяє відстежувати глобальні тенденції та їх вплив на місцеві ринки. Ці ресурси зокрема висвітлюють зростання цін на оренду житла, зміни у попиті та вплив макроекономічних факторів на ринок оренди [13].

Для глибокого розуміння ринку оренди житла існує кілька теоретичних підходів, кожен з яких надає унікальний інструментарій для аналізу і прогнозування ключових показників його функціонування.

Макроекономічний підхід акцентує на важливості ринку оренди житла для загальної економічної стабільності. Дослідження у цьому напрямку аналізують, як зміни у величині ринку оренди впливають на ціни на житло та інші макроекономічні показники. Зокрема, використання динамічних стохастичних моделей загальної рівноваги (DSGE) демонструє, як політичні реформи, орієнтовані на розвиток ринку оренди, можуть сприяти економічній стабільності [14].

Підхід на основі мережі використовується для визначення взаємозв'язків між учасниками ринку оренди житла. Аналіз мереж дозволяє ідентифікувати ключові вузли, наприклад, головні локації власників нерухомості та їх вплив на розподіл ресурсів та формування цін.

Нова інституційна економіка (NIE) зосереджує увагу на ролі інституційних факторів в економіці та їх впливі на ринкові відносини. У контексті ринку оренди

житла, цей підхід досліджує, як законодавчі та нормативні рамки впливають на ефективність ринку та вирішення його недоліків.

Розглядаючи різноманітні дослідження та теоретичні підходи, можна зробити висновок про комплексний вплив макроекономічних, соціальних та інституційних факторів на ринок оренди житла. Літературний огляд підкреслює, що ефективний розвиток цього сектору в Україні вимагає не лише збільшення обсягів будівництва та поліпшення доступності житла, але й забезпечення прозорості ринкових операцій і стабільності житлового законодавства. Також важливим є розуміння міжнародного досвіду та глобальних тенденцій, що впливають на локальні ринки. Використання різних теоретичних підходів і методологій дозволяє глибше аналізувати динаміку ринку та формувати обґрунтовані стратегії для його стабілізації та розвитку. Отже, детальне вивчення та адаптація міжнародного досвіду може сприяти підвищенню ефективності ринку оренди житла в Києві, враховуючи специфіку місцевого ринку.

РОЗДІЛ 2

ТЕОРЕТИЧНІ ТА МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ПРОГНОЗУВАННЯ РИНКУ ОРЕНДИ ЖИТЛА

2.1 Огляд існуючих методів прогнозування в економічних дослідженнях

Аналіз ринку оренди житла є складним завданням, що вимагає використання різноманітних методів прогнозування. Для економістів та аналітиків, які прагнуть передбачити майбутні тренди і цінові зміни, доступ до потужних аналітичних інструментів є вирішальним.

На сучасному етапі розвитку аналітики, використання потужних статистичних інструментів, машинного навчання та штучного інтелекту стає не просто перевагою, а необхідністю. Ці інструменти дозволяють не тільки збирати та обробляти величезні обсяги даних, але й видобувати з них цінні інсайти, які можуть бути непомітні при традиційних підходах. Ефективний аналіз ринку вимагає глибокого розуміння як кількісних, так і якісних аспектів, що впливають на цінові індикатори та ринкові тенденції.

Нижче наведено ряд сучасних аналітичних методів, які використовуються для прогнозування динаміки на ринку оренди житла. Кожен з цих методів має свої унікальні характеристики, переваги та можливі обмеження. Вони включають традиційні інструменти, такі як регресійний аналіз, дерева рішень, часові ряди, а також більш новітні технології, як нейронні мережі, випадковий ліс та метод опорних векторів (SVM). Це різноманіття методів забезпечує гнучкість і можливість вибору оптимального підходу залежно від конкретної задачі і доступності даних.

Регресійний аналіз є одним із найбільш основоположних інструментів у економічному моделюванні, який дозволяє виявляти та аналізувати зв'язки між

змінними. У контексті оренди житла, цей метод може використовуватися для оцінки впливу різних факторів на ціни оренди, таких як розташування, площа, стан квартири, наявність побутової техніки та інші [17].

Лінійна регресія може просто моделювати прямі залежності, тоді як багатфакторна регресія дозволяє оцінити одночасний вплив кількох змінних, що робить модель більш адекватною до реальності. Проте, регресійний аналіз має свої обмеження, зокрема у випадках нелінійних зв'язків та високої колінеарності між незалежними змінними, що може призводити до спотворення результатів [18].

Дерева рішень є одним з найбільш інтуїтивно зрозумілих та широко використовуваних методів машинного навчання. Цей метод відображає рішення у формі деревоподібної структури, де кожен вузол відповідає рішенню або класифікації, а гілки представляють можливі варіанти дій або наслідки цих рішень. Завдяки такій візуальній структурі, дерева рішень ідеально підходять для аналізу різних ринкових сценаріїв, таких як вплив зміни інфраструктурного середовища, економічних умов, або навіть політичних рішень на ціни оренди [15].

Дерева рішень надзвичайно корисні для розуміння складних взаємозв'язків у даних без необхідності великої кількості обчислень. Вони легко інтерпретовані, оскільки результати моделювання можуть бути представлені у формі, що буде зрозуміла більшості.

Однак, дерева рішень мають свої недоліки. Основною проблемою є схильність до перенавчання, особливо в умовах, коли датасети великі та складні, або коли в даних присутній шум. Перенавчання веде до занадто специфічних рішень, які добре працюють на тренувальних даних, але погано адаптуються до нових, невідомих даних. Щоб уникнути цього, важливо використовувати техніки обрізки дерева, які допомагають зменшити його глибину або кількість вузлів [19].

Випадковий ліс, або random forest, є вдосконаленою версією методу дерев рішень, який застосовується в аналітиці даних для забезпечення більшої точності та стабільності прогнозів. Цей метод базується на принципах ансамблевого

навчання, яке передбачає використання множини моделей для досягнення кращих результатів, ніж це можливо при використанні однієї моделі [16].

Випадковий ліс створює численні дерева рішень, кожне з яких тренується на випадково вибраних підмножинах тренувального датасету з використанням випадкової вибірки ознак. Цей процес називається "бутстрапінг", і він допомагає зменшити варіативність моделі, забезпечуючи кращу узагальненість на нових, невідомих даних. Після тренування, прогнози з усіх дерев агрегуються (зазвичай шляхом голосування для класифікації або усереднення для регресії), щоб зробити кінцевий висновок [20].

Однією з ключових переваг випадкового лісу є його здатність досягати високої точності з мінімальним ризиком перенавчання, на відміну від індивідуальних дерев рішень, які можуть стати занадто специфічними до тренувальних даних. Це робить його особливо цінним в умовах, коли потрібна надійна оцінка впливу численних чинників.

На ринку оренди житла випадковий ліс може використовуватися для аналізу великих та складних датасетів, де є численні взаємопов'язані фактори, такі як локація, близькість до інфраструктури, розмір і стан житла, історичні дані про ціни та інші демографічні змінні. Випадковий ліс ідеально підходить для обробки таких датасетів, оскільки він не тільки враховує широкий спектр змінних, але й автоматично виявляє найважливіші ознаки, що впливають на орендну плату.

Методи аналізу часових рядів, такі як ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average), є фундаментальними інструментами у сфері економетрики та прогнозування, які мають велике значення для аналізу ринку оренди житла. Ці методи використовуються для аналізу даних, що змінюються в часі, дозволяючи ідентифікувати закономірності, тренди та сезонні коливання, що можуть вплинути на поведінку ринку в майбутньому [21].

Аналіз часових рядів дозволяє ефективно моделювати та аналізувати тенденції, що існують у даних протягом тривалого часу. Наприклад, в контексті ринку оренди житла, такий аналіз може виявити зростання чи зниження цін на

оренду в певних районах або відслідковувати сезонні зміни в попиті на оренду житла, залежно від часу року.

Модель ARIMA включає три основні компоненти:

- **Авторегресійний (AR) термін:** Відображає залежність поточного значення ряду від його попередніх значень.
- **Інтегрований (I) термін:** Вказує на необхідність диференціювання даних для досягнення стаціонарності ряду.
- **Ковзаюче середнє (MA) термін:** Відображає залежність поточного значення ряду від попередніх помилок прогнозу [22].

Модель ARIMA може бути застосована для прогнозування майбутніх цін на оренду на основі історичних даних. Це дозволяє інвесторам і розробникам розробляти обґрунтовані стратегії на основі прогнозованих трендів цін. Наприклад, якщо аналіз показує стабільне зростання цін у певному районі, це може стати сигналом для інвесторів щодо купівлі власності для подальшої оренди.

Нейронні мережі та методи глибинного навчання відкривають нові можливості для аналізу ринку оренди житла, дозволяючи ефективно ідентифікувати складні нелінійні взаємозв'язки в масивах даних. Ці методи вирізняються здатністю виявляти тонкі патерни та тренди, які можуть залишитись непоміченими при використанні традиційних статистичних підходів, що робить їх незамінними для прогнозування цінових коливань і ринкових тенденцій [23].

Зокрема, згорткові нейронні мережі (CNN) допомагають аналізувати візуальні дані зі зображень нерухомості, визначаючи особливості, такі як площа, стан, дизайн інтер'єру, що впливають на вартість оренди. Ці особливості можуть включати рівень освітленості приміщення, якість оздоблювальних матеріалів або загальний естетичний вигляд, що часто сприймається потенційними орендарями на інтуїтивному рівні. Такий аналіз дозволяє розробникам і інвесторам точніше оцінювати цінність об'єктів нерухомості на основі візуальних даних, що раніше могли бути ігноровані [24].

Водночас, методи обробки природної мови, такі як рекурентні нейронні мережі (RNN) і трансформери, використовуються для аналізу текстових описів нерухомості. Вони допомагають виявити особливості, які важко кількісно оцінити, наприклад, опис місцевості, наявність інфраструктурних об'єктів чи якість місцевих шкіл. Це надає аналітикам можливість глибше розуміти, як такі аспекти впливають на привабливість об'єкта для потенційних орендарів [25].

Однак, застосування нейронних мереж і глибокого навчання вимагає значних обчислювальних ресурсів і може бути складним у налаштуванні та інтерпретації. Ці технології потребують великих обсягів навчальних даних для ефективного тренування моделей, а результати їх роботи часто можуть бути абстрактними і не інтуїтивно зрозумілими без детального аналізу ваг і впливу кожної змінної.

Метод опорних векторів (SVM) є потужним інструментом статистичного навчання, який використовується для розв'язання завдань класифікації та регресії. В контексті ринку оренди житла, SVM може бути особливо корисним для моделювання складних взаємозв'язків між атрибутами житла та їхнім впливом на цінові категорії [26].

SVM працює, шукаючи гіперплощину або набір гіперплощин у високовимірному просторі, які можуть ефективно розділити дані на різні класи. В контексті ринку оренди житла, це означає, що метод може визначити межі, які розділяють житлові об'єкти різних цінових категорій на основі їхніх атрибутів, таких як розмір, місцезнаходження, кількість кімнат, наявність певних удосконалень та інші важливі характеристики.

Однією з ключових особливостей SVM є використання ядерних функцій, що дозволяє ефективно обробляти дані, які не є лінійно розділимыми у початковому просторі. Ядерні функції перетворюють вхідні дані в більш високовимірний простір, де стає можливим знайти лінійне розділення. Це забезпечує гнучкість SVM у моделюванні складних і нелінійних відносин між атрибутами житла та їхніми ціновими категоріями [27].

Різноманітність доступних методів, включаючи регресійний аналіз, дерева рішень, випадковий ліс, часові ряди, нейронні мережі та метод опорних векторів (SVM), дозволяє обирати найоптимальніші інструменти для рішення специфічних завдань. Кожен з цих методів має свої унікальні переваги та обмеження, що робить важливим їх розуміння та правильне застосування у відповідності до специфіки аналізованих даних.

Використання цих інструментів не лише підвищує точність прогнозів, але й сприяє глибшому розумінню ринкових механізмів та факторів, що впливають на зміни цін. Такий підхід забезпечує більш ефективне планування та розвиток стратегій управління нерухомістю, дозволяючи оперувати з великим обсягом даних та враховувати комплексні взаємозв'язки між різними економічними та соціальними індикаторами.

2.2 Формування статистичної бази та її попередній аналіз

У рамках бакалаврської роботи, детальний аналіз ринку оренди житла в Києві здійснюється на основі датасету, який був складений вручну. Дані для дослідження були зібрані з відкритих ресурсів таких як LUN.ua та Dom.ria.com, що є провідними українськими порталами нерухомості. Ці сайти надають широкий спектр інформації про актуальні пропозиції на ринку оренди, що включає деталі про райони, площі, ціни, умови проживання та інші важливі характеристики. Використання даних з цих джерел дозволяє провести комплексний аналіз та виявити ключові тенденції ринку.

Для початкового аналізу датасету і визначення основних статистичних характеристик використовується мова програмування R, що є стандартом у статистичних дослідженнях завдяки своїм потужним бібліотекам і інструментам. Описова статистика датасету на рис.2.1 дозволяє отримати загальне уявлення про розподіл даних.

```

> # Описова статистика для кожної змінної
> summary(dataset)

```

Area		Rooms	District	Floor	Total_floors
Min. : 15.00	Min. : 1.000	Length:499	Min. : 1.000	Min. : 1.00	
1st Qu.: 37.50	1st Qu.: 1.000	Class :character	1st Qu.: 4.000	1st Qu.: 9.00	
Median : 50.00	Median : 2.000	Mode :character	Median : 7.000	Median : 16.00	
Mean : 61.75	Mean : 1.856		Mean : 8.535	Mean : 15.38	
3rd Qu.: 70.00	3rd Qu.: 2.000		3rd Qu.: 12.000	3rd Qu.: 24.00	
Max. : 300.00	Max. : 6.000		Max. : 31.000	Max. : 36.00	

Layout	Building	Building_type	Living_condition
Length:499	Length:499	Length:499	Length:499
Class :character	Class :character	Class :character	Class :character
Mode :character	Mode :character	Mode :character	Mode :character

Parking	Territory	Concierge	Security
Length:499	Length:499	Length:499	Length:499
Class :character	Class :character	Class :character	Class :character
Mode :character	Mode :character	Mode :character	Mode :character

Furniture_availability	Appliances_availability	Metro	Realtor_commission
Length:499	Length:499	Min. : 1.00	Min. : 0.00
Class :character	Class :character	1st Qu.: 7.00	1st Qu.: 50.00
Mode :character	Mode :character	Median : 15.00	Median : 50.00
		Mean : 19.68	Mean : 43.76
		3rd Qu.: 20.00	3rd Qu.: 50.00
		Max. : 140.00	Max. : 100.00

Utilities_allowance	Pets_allowed	First_rental	Photos	Price
Length:499	Length:499	Length:499	Min. : 3.00	Min. : 3500
Class :character	Class :character	Class :character	1st Qu.: 9.00	1st Qu.: 11000
Mode :character	Mode :character	Mode :character	Median : 12.00	Median : 15000
			Mean : 14.86	Mean : 21664
			3rd Qu.: 17.00	3rd Qu.: 23300
			Max. : 513.00	Max. : 120000

Рисунок 2.1 - Описова статистика

Джерело: розроблено автором за даними [28]

Основні статистичні характеристики датасету наведені на рис.2.1:

1. Площа квартири (Area):

- Значення варіюються від мінімальних 15 м² до максимальних 300 м².
- Середня площа становить приблизно 61.75 м².
- Медіана площі — 50 м², що вказує на типовий розмір квартир на ринку.

2. Кількість кімнат (Rooms):

- Кількість кімнат варіюється від 1 до 6.
- Більшість квартир мають 1 або 2 кімнати, що відображено медіаною та середнім значенням близько 2.

3. Поверх (Floor) та загальна кількість поверхів у будівлі (Total_floors):

- Поверховість об'єктів розташування варіюється від 1 до 31, а загальна кількість поверхів в будівлях — від 1 до 36.

4. Місцезнаходження (Metro) та комісія ріелтора (Realtor_commission):

- Відстань до найближчої станції метро коливається від 1 до 140 одиниць, з середнім значенням 19.68.

- Комісія ріелтора має максимум 100%, хоча середнє і медіанне значення близько 50%, що вказує на стандартну практику на ринку.

5. Ціна (Price):

- Ціни оренди варіюються від 3,500 до 120,000 з медіаною 15,000 та середньою ціною 21,664, що може відображати широкий спектр житлових умов та локацій.
- Розподіл цін показує значне розмаїття вартості оренди, з викидами на вищому кінці спектру.

6. Додаткові атрибути:

- Наявність меблів, побутової техніки, умови житла, паркування, і наявність консьєржа і охорони зазначаються як категорійні змінні.
- Ці атрибути можуть значно впливати на цінову політику і затребуваність квартир.

Після проведення описового аналізу статистичних даних варто візуалізувати дані, щоб надати наочне розуміння розподілу та взаємозв'язків між різними характеристиками ринку оренди.

Одним з ключових графіків є "Розподіл цін на оренду", що відображає загальний вигляд і варіативність цінової політики на ринку.

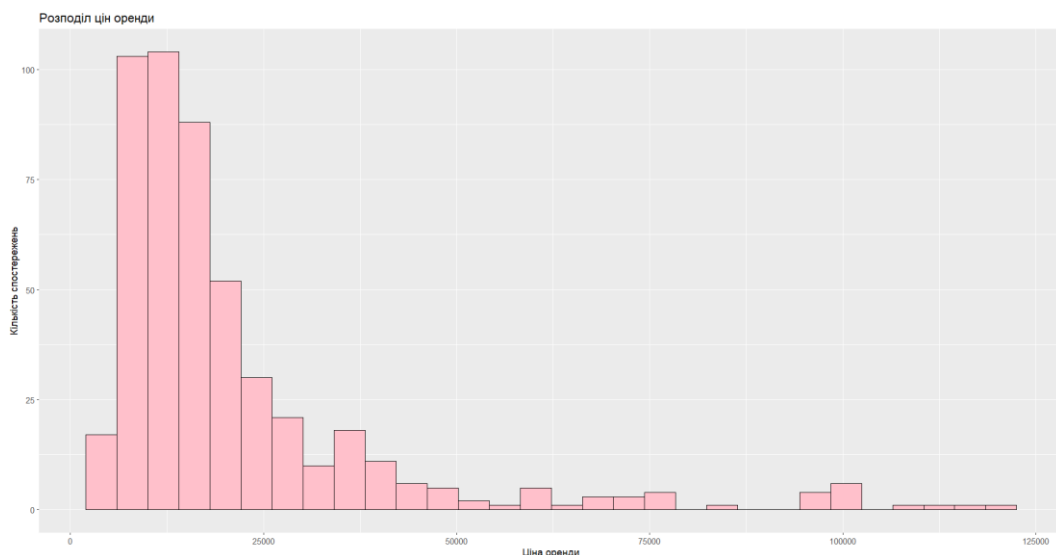


Рисунок 2.2 - Розподіл цін на оренду

Джерело: розроблено автором за даними [28]

Розглядаючи рис.2.2, варто зазначити, що розподіл цін на оренду має асиметричний вигляд зі значним перекосом праворуч. Більшість пропозицій мають ціни в межах від 10 000 до 25 000 гривень, утворюючи центральний пік на гістограмі. Далі, спостерігається поступове зниження кількості пропозицій у міру зростання цін, з окремими випадками на значно вищих рівнях. Пропозиції вищого сегмента становлять викиди на графіку і відображають рідкісні випадки дуже дорогих квартир.

Такий розподіл свідчить про те, що ринок оренди має чітко виділену цінову групу для більшості квартир, але також існує менша група квартир із преміальними цінами. Висока кількість спостережень у нижньому діапазоні цін вказує на перевагу бюджетних квартир серед орендарів, водночас присутність преміум-сегмента забезпечує різноманітність ринку.

Після розгляду загального розподілу цін оренди, наступним кроком буде вивчення залежності цін від різних чинників. Один із найсуттєвіших факторів, який впливає на вартість оренди, — це площа квартири.

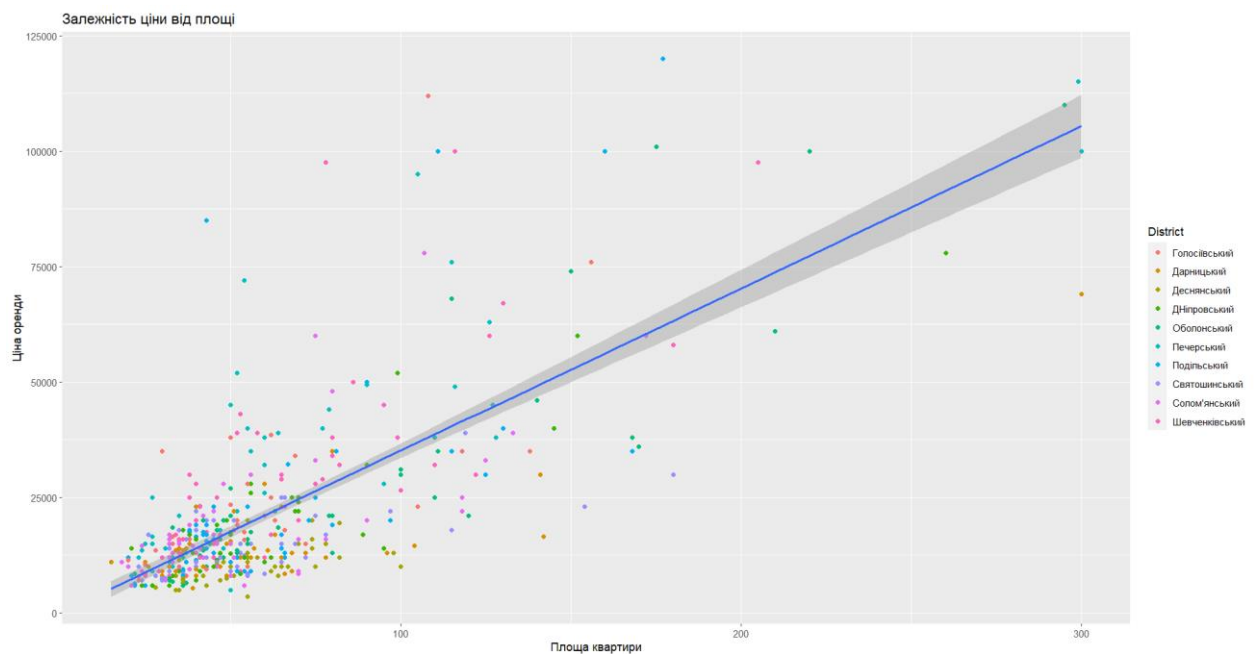


Рисунок 2.3 - Залежність ціни від площі

Джерело: розроблено автором за даними [28]

Цей графік показує взаємозв'язок між ціною оренди та площею квартири, надаючи важливі інсайти щодо структури ринку.

На рис.2.3 спостерігається виражена позитивна кореляція між площею та ціною. Лінія тренду, нанесена на діаграму розсіювання, підтверджує пряму залежність: чим більше квадратних метрів у квартирі, тим вища в середньому її ціна оренди. Різнокольорові точки позначають квартири, розподілені по районах Києва, надаючи додатковий контекст для географічного аналізу.

Різнокольорові точки, що відповідають різним районам Києва, дозволяють простежити географічні відмінності. Наприклад, квартири в Голосіївському та Дарницькому районах (помаранчеві та зелені точки) загалом пропонуються за нижчими цінами порівняно з житлом у Печерському районі (бірюзові точки). Це підкреслює значущість району для формування цін на оренду, особливо для більш дорогих квартир.

На верхній правій частині графіка, що відповідає квартирам більшої площі, спостерігається значний розкид цін. Це свідчить про те, що в даній категорії квартири значно відрізняються за іншими характеристиками, такими як розташування (елітні райони міста) або умови проживання (нові ремонти, елітний житловий комплекс тощо). Є також помітні викиди, що свідчать про дуже дорогі квартири з унікальними характеристиками.

Таким чином, аналіз графіка дозволяє зробити висновок, що площа квартири — це один із ключових чинників, що впливає на ціноутворення оренди, проте не менш важливим є розташування та характеристики житла. Графік підкреслює, що ринок оренди в Києві є досить складним та враховує багато факторів при формуванні остаточної ціни.

Перехід від аналізу залежності ціни від площі квартир до аналізу цінових розбіжностей між різними районами Києва дозволяє детальніше зрозуміти, як географічне розташування впливає на вартість оренди житла. Цей аспект особливо важливий, адже район не лише визначає близькість до ключових інфраструктурних об'єктів, але й часто асоціюється з різними рівнями комфорту та престижу.

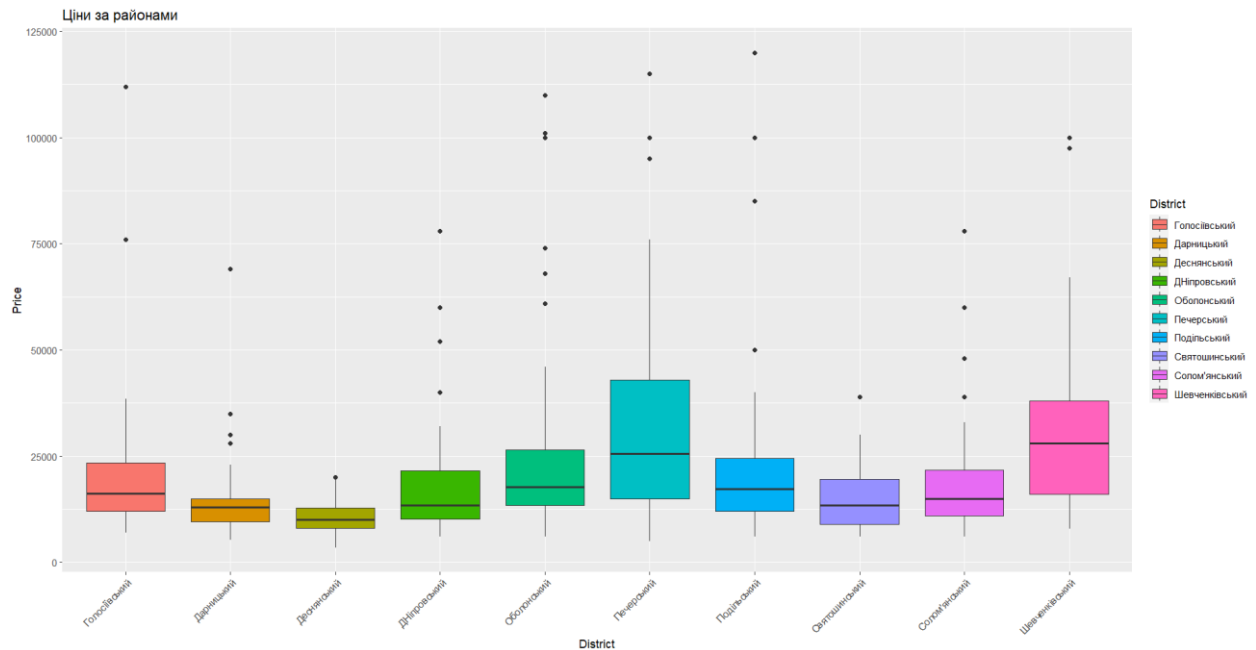


Рисунок 2.4 - Ціни за районами

Джерело: розроблено автором за даними [28]

На рис.2.4 зображено розподіл медіанних цін оренди у різних районах Києва, відображений за допомогою боксплотів. Кожен боксплот показує медіану (лінія всередині коробки) та можливі викиди (точки поза "вусами").

Аналізуючи розподіл цін на оренду за районами Києва, помітні значні відмінності у вартості, медіанних показниках і розкиді даних. Печерський район демонструє найвищу медіану цін, що обумовлено високим попитом на житло через наявність адміністративних центрів, бізнес-кварталів, історичних та культурних об'єктів, а також престижного статусу району з розвиненою інфраструктурою. Голосіївський і Шевченківський райони також мають вищу медіану цін завдяки центральному розташуванню.

Інші райони, як-от Дарницький, Деснянський і Дніпровський, демонструють нижчі медіанні показники через віддаленість від центру та менш розвинену інфраструктуру. При цьому в Печерському районі спостерігається значний розкид цін, який свідчить про велику різноманітність варіантів житла, від елітних комплексів до старих будівель. Деякі райони містять виражені викиди у вартості оренди, зокрема в Печерському та Оболонському районах, де нові житлові комплекси й елітне житло перевищують середню цінову категорію.

Голосіївський, Оболонський і Подільський райони показують середній діапазон цін, що вказує на широкий спектр житлових пропозицій для різних сегментів ринку. У Святошинському, Солом'янському й Дніпровському районах спостерігається вузький розкид цін, що свідчить про орієнтацію на середній сегмент ринку без великої кількості дорогих варіантів.

Загалом, аналіз демонструє, що ціни на оренду значно відрізняються залежно від району через його престижність, інфраструктуру та специфічні характеристики, що впливає на ринкову привабливість житла.

Важливо також дослідити умови житла та їх розподіл, оскільки вони значною мірою впливають на рівень орендної плати. Графік розподілу умов житла та дерево рішень допомагають виявити тенденції, пов'язані з якістю помешкання та його впливом на орендну плату.

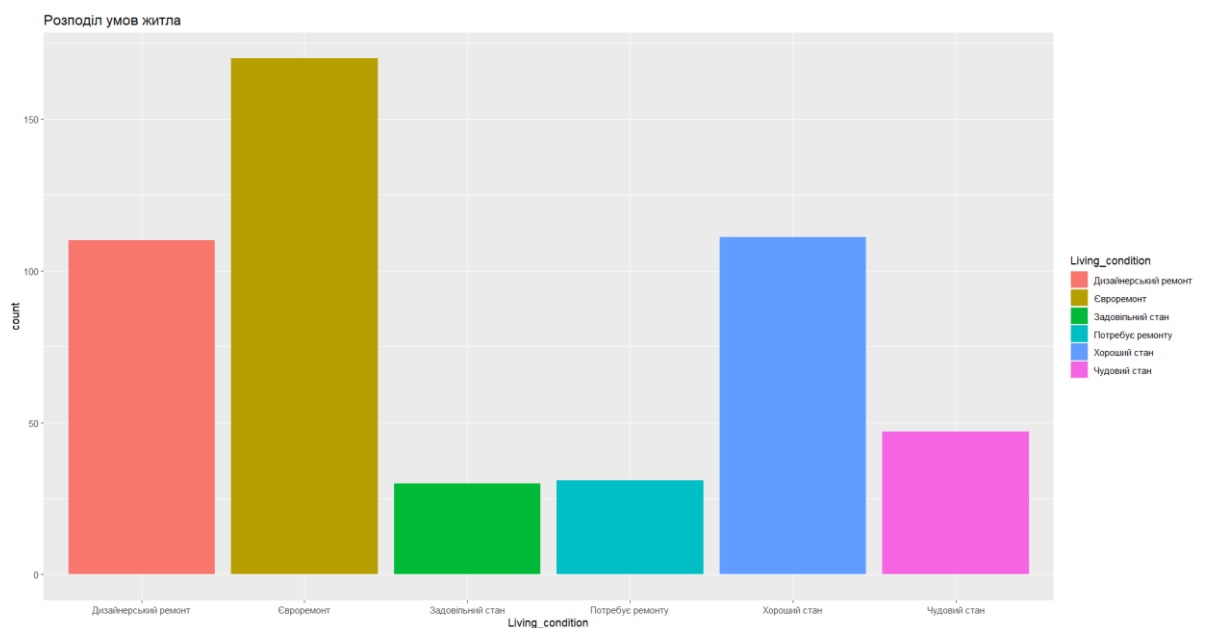


Рисунок 2.5 - Розподіл умов житла

Джерело: розроблено автором за даними [28]

Рис.2.5 наочно ілюструє відмінності у різних типах житла залежно від стану ремонту, що дозволяє оцінити їхню поширеність і потенційний вплив на ціни оренди.

На рис.2.5 розподілу умов житла помітно, що найбільш поширені типи ремонту — це євроремонт та дизайнерський ремонт. Це свідчить про високий попит на сучасні та добре обладнані квартири, які здатні запропонувати

комфортне житло з новими технічними рішеннями та естетичним виглядом. З іншого боку, квартири в хорошому стані також займають вагому частку ринку, демонструючи, що житло зі стандартними зручностями залишається популярним вибором серед орендарів. Менш поширені варіанти зі станом «задовільний» та ті, що потребують ремонту, відображають наявність житла більш низької якості, яке, ймовірно, приваблює орендарів своїми нижчими цінами.

Ця візуалізація підкреслює, що орендарі віддають перевагу житлу з новим ремонтом або в хорошому стані, а також дозволяє припустити, що різні умови житла можуть значно впливати на структуру цін на ринку оренди в цілому.

Переходячи від огляду загальних умов житла до специфічних характеристик, що впливають на вартість оренди, важливо звернути увагу на наявність меблів. Цей фактор може істотно впливати на вибір потенційних орендарів та кінцеві цінові пропозиції. Аналіз впливу наявності меблів на ціну оренди дає змогу краще зрозуміти, як оснащення квартири впливає на її привабливість та вартість.

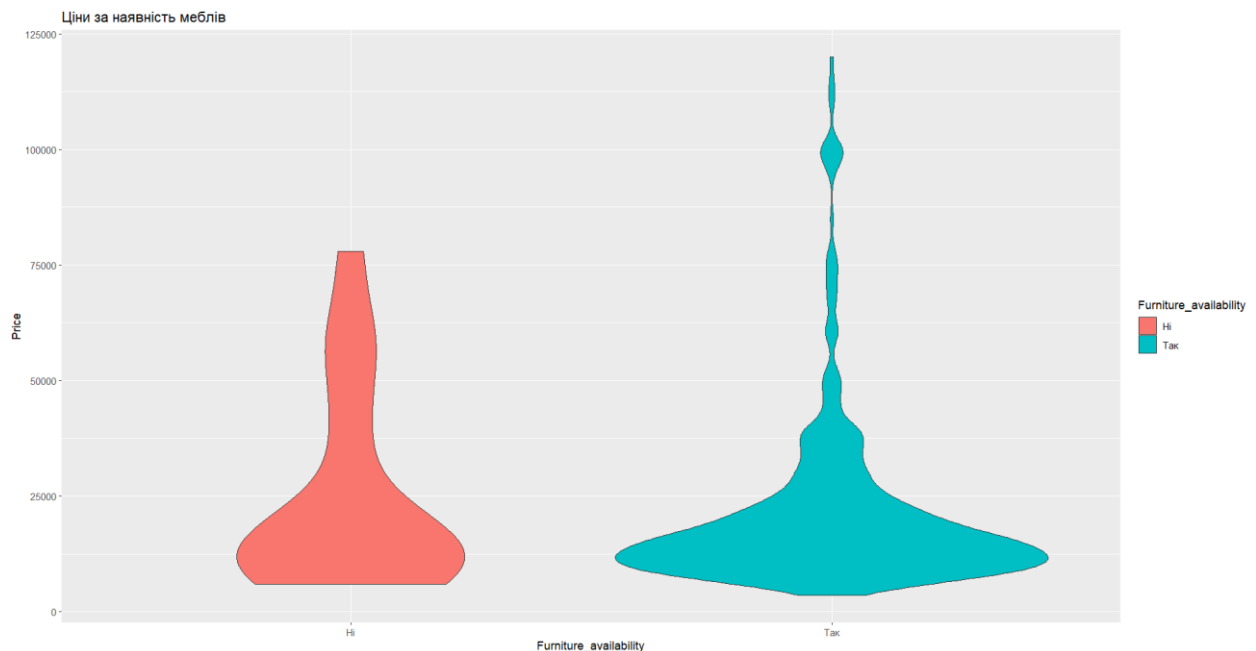


Рисунок 2.6 - Ціни відносно наявності меблів

Джерело: розроблено автором за даними [28]

На рис.2.6 відображено розподіл цін оренди залежно від того, чи мебльовані квартири (позначено як "Так") або не мебльовані (позначено як "Ні"). Графік показує, що мебльовані квартири мають ширший розкид цін, а

максимальні значення цін значно вищі порівняно з не мебльованими квартирами. Це може свідчити про те, що мебльовані квартири часто оцінюються вище через додатковий комфорт та готовність до проживання без необхідності додаткових інвестицій у облаштування.

З іншого боку, квартири без меблів мають більш стабільний та нижчий діапазон цін, що може приваблювати орендарів, готових самостійно облаштувати житло за власними перевагами або тих, хто шукає більш бюджетні варіанти.

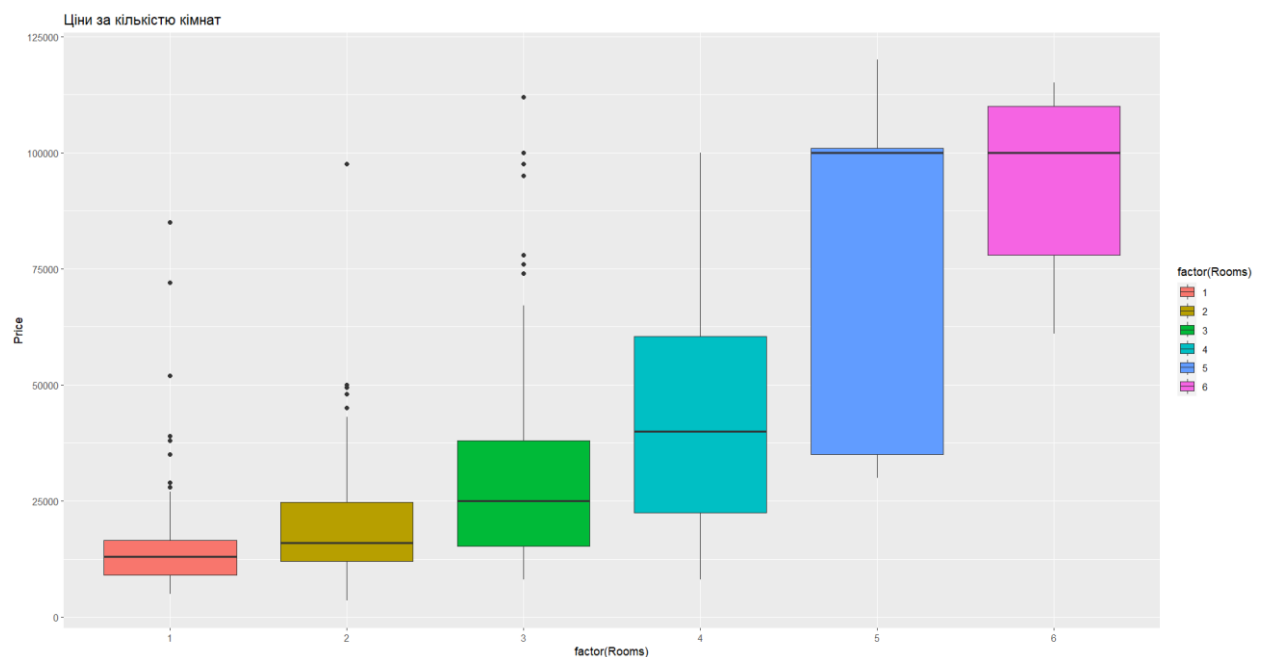


Рисунок 2.7 - Ціни за кількістю кімнат

Джерело: розроблено автором за даними [28]

На рис.2.7 представлено, як коливається ціна оренди в залежності від кількості кімнат. Відзначається, що медіанна вартість оренди зростає зі збільшенням кількості кімнат. Квартири з однією кімнатою мають найнижчу медіану ціни, що робить їх доступнішими для одиноких орендарів або молодих пар без дітей. Квартири з двома та трьома кімнатами, що є найбільш поширеним варіантом на ринку, показують помірне зростання цін.

Особливо примітним є стрибок в ціні для квартир з чотирма та більше кімнатами, що відображає значне підвищення вартості великих квартир, що може бути пов'язано як із збільшенням загальної площі, так і з вищим рівнем комфорту та розкоші. Значна кількість викидів для великих квартир також свідчить про

значний розкид цін у цьому сегменті, що може відображати різні рівні ремонту, місцерозташування, а також унікальність окремих пропозицій.

Ця тенденція підтверджує, що кількість кімнат є ключовим чинником, який впливає на ціну оренди на ринку житла. Більші квартири часто вибираються великими сім'ями або групами, які шукають просторе та комфортне житло.

Переходячи до аналізу зручностей, пов'язаних із орендою житла, зокрема наявності паркування, важливо враховувати потреби мешканців міста та їхні вподобання стосовно логістики та доступності. Наявність місць для паркування може суттєво впливати на привабливість оренди житла, особливо в міських умовах, де паркування часто є проблематичними.

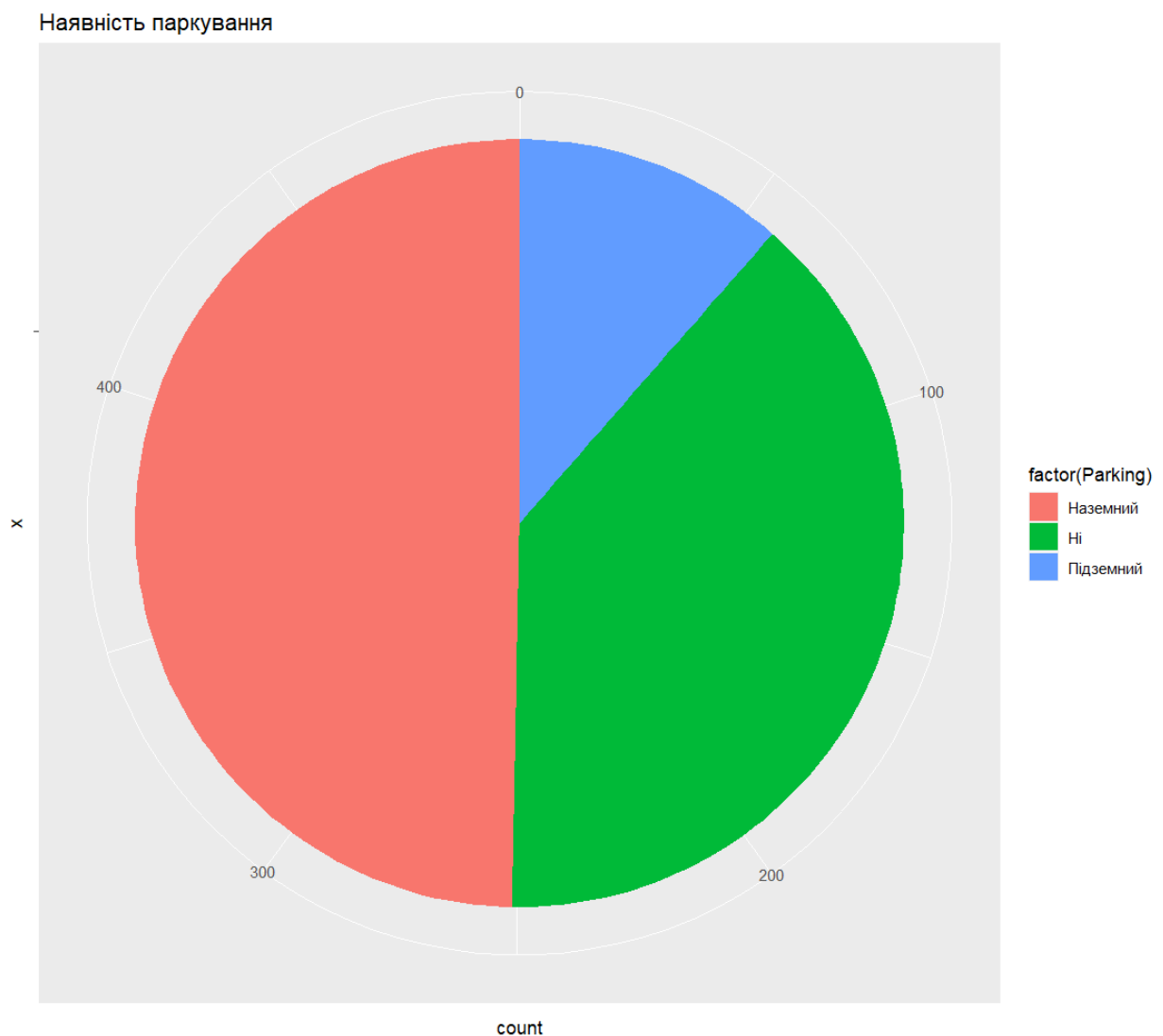


Рисунок 2.8 - Наявність паркування

Джерело: розроблено автором за даними [28]

Переходячи до аналізу зручностей, пов'язаних з орендою житла, включаючи наявність паркування, важливо враховувати потреби мешканців міста та їхні уподобання щодо зручностей. Наявність місця для паркування може суттєво впливати на привабливість орендованого житла, особливо в міських умовах, де знайти місце для автомобіля може бути проблемою.

На рис.2.8 представлено розподіл квартир за різними опціями паркування. Більша частина даних демонструє, що більшість квартир мають наземне паркування, що може бути обумовлено як особливостями старої забудови, так і інфраструктурою нових районів. Це означає, що орендодавці враховують попит на паркування, забезпечуючи житло цими місцями.

Натомість, значна частина квартир не має доступу до будь-якого виду паркування. Підземні паркінги займають третю за величиною категорію і є характерними для нових житлових комплексів, що відображає сучасний підхід до забезпечення мешканців необхідними зручностями.

Досліджуючи фактори, що впливають на ціну оренди в Києві, відстань до метро відіграє важливу роль у визначенні вартості. Близькість житла до станцій метро часто стає визначальним чинником для орендарів, які цінують зручний доступ до громадського транспорту.

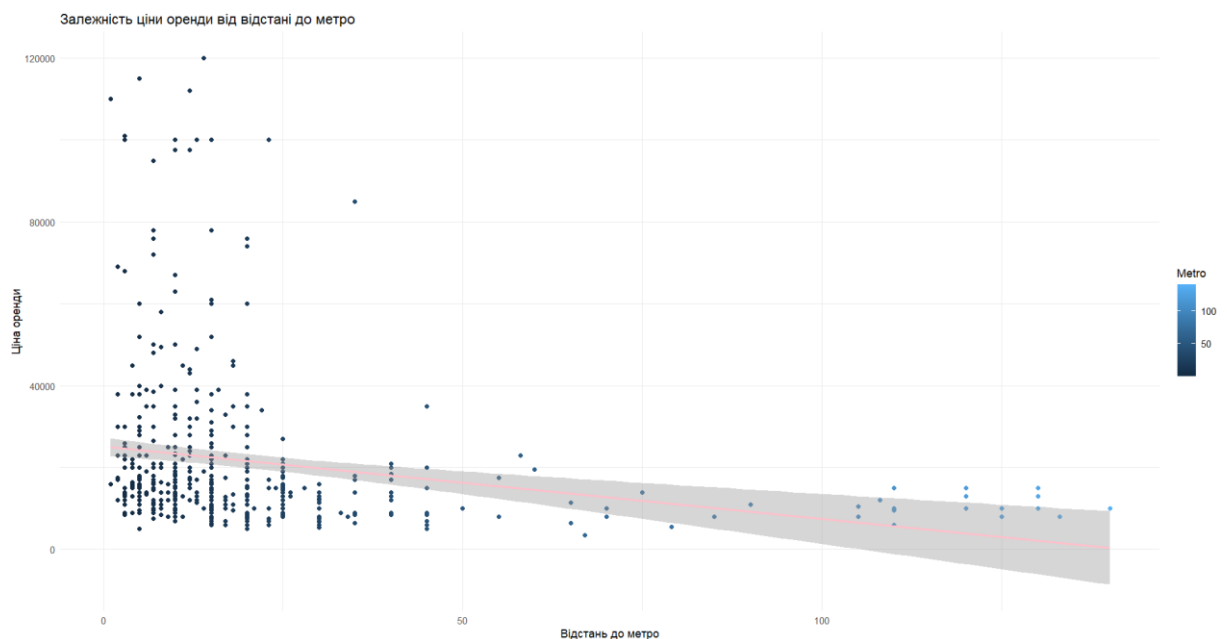


Рисунок 2.9 - Залежність цін оренди від відстані до метро

Джерело: розроблено автором за даними [28]

Аналізуючи вплив відстані до станції метро на ціну оренди житла в Києві, можна спостерігати як розташування впливає на вартість оренди. На представленому рис.2.9 зображено залежність ціни оренди від відстані до метро, де кожна точка відповідає конкретній орендній пропозиції, а колір вказує на відстань до найближчої станції метро.

З рис.2.9 видно, що в цілому існує негативний тренд: чим ближче квартира розташована до метро, тим вища її ціна оренди. Це може свідчити про збільшений попит на квартири у зручному для транспортної доступності місці, що є важливим фактором для багатьох орендарів, особливо у великому місті, де час на добирання до основних точок інфраструктури має велике значення.

Важливо зазначити, що на рис.2.9 можна побачити значну кількість викидів, особливо у квартир, які знаходяться на великій відстані від метро. Це може вказувати на те, що деякі квартири мають особливі характеристики або розташовані у престижних районах, що робить їх дорожчими незалежно від близькості до метрополітену.

Зауважимо, що більшість точок концентрується у діапазоні відстані 0-25 одиниць від метро, де спостерігається найменша варіація цін, що є типовим для більшості житлових об'єктів. Однак зі збільшенням відстані до метро, спостерігається більша дисперсія у цінах, що може свідчити про різноманітність житлових пропозицій у менш централізованих районах міста.

Аналізуючи в деталях рис.2.10, можна виділити цікаві закономірності в різних категоріях будівель.

По-перше, ми бачимо, що будинки типу "Бетонно монолітний" мають найвищі ціни оренди, а також значний діапазон варіації вартості. Це пояснюється тим, що такі будинки є новішими та технологічно вдосконаленими, часто розташовуються в центральних районах, мають кращу інфраструктуру та сучасні стандарти комфорту.

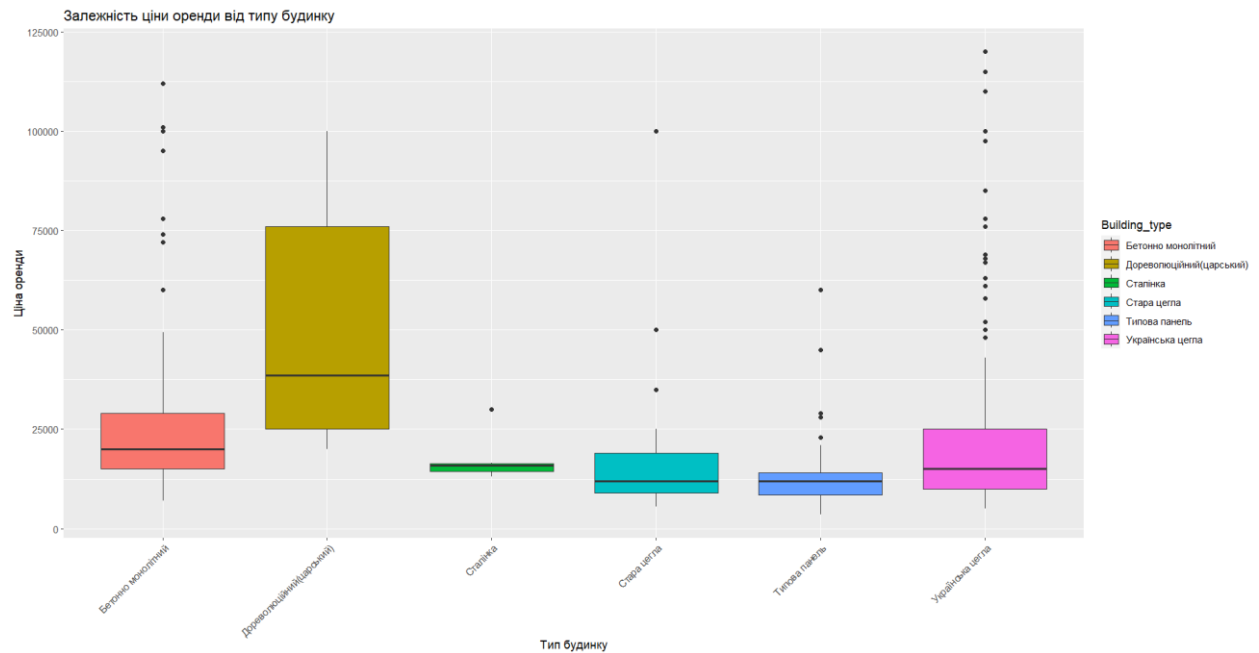


Рисунок 2.10 - Залежність цін від типу будинку

Джерело: розроблено автором за даними [28]

Другий тип будівель з високими цінами — "Дореволюційний (царський)". Цей сегмент ринку характеризується високою вартістю через історичну цінність і унікальну архітектуру. Такі будинки зазвичай знаходяться в престижних районах міста і приваблюють орендарів, які цінують історичний стиль, а також можливість жити в культурно значущих місцях.

"Сталінка", яка також відома як масовий тип забудови тримається на середньому рівні цін. Це пояснюється гарним розташуванням та міцною конструкцією, проте іноді такі будівлі мають проблеми з модернізацією та підтримкою технічного стану.

Менш привабливі у контексті ціни оренди житла типи — "Стара цегла" та "Типова панель", що представляють радянську спадщину в архітектурі. Незважаючи на можливу практичність, вони частіше перебувають у віддалених районах, мають погану енергоефективність, а також обмежений комфорт через планування та старі комунікації.

"Українська цегла", порівняно з іншими, також має відносно низькі ціни, але демонструє більшу стабільність у розподілі вартості оренди.

Різкі стрибки в цінах, що є викидами, можуть бути пояснені специфікою окремих об'єктів. Наприклад, винятковий ремонт, великі площі або спеціальні умови можуть впливати на те, чому ціна виходить за межі загальних тенденцій.

Переходячи до аналізу рис.2.11, розглянемо, як різні умови та якість житла впливають на його ринкову ціну. Цей рисунок дозволяє визначити, які фактори ремонту та оздоблення найбільше впливають на формування вартості оренди, а також зрозуміти розподіл цін для кожної категорії стану житла.

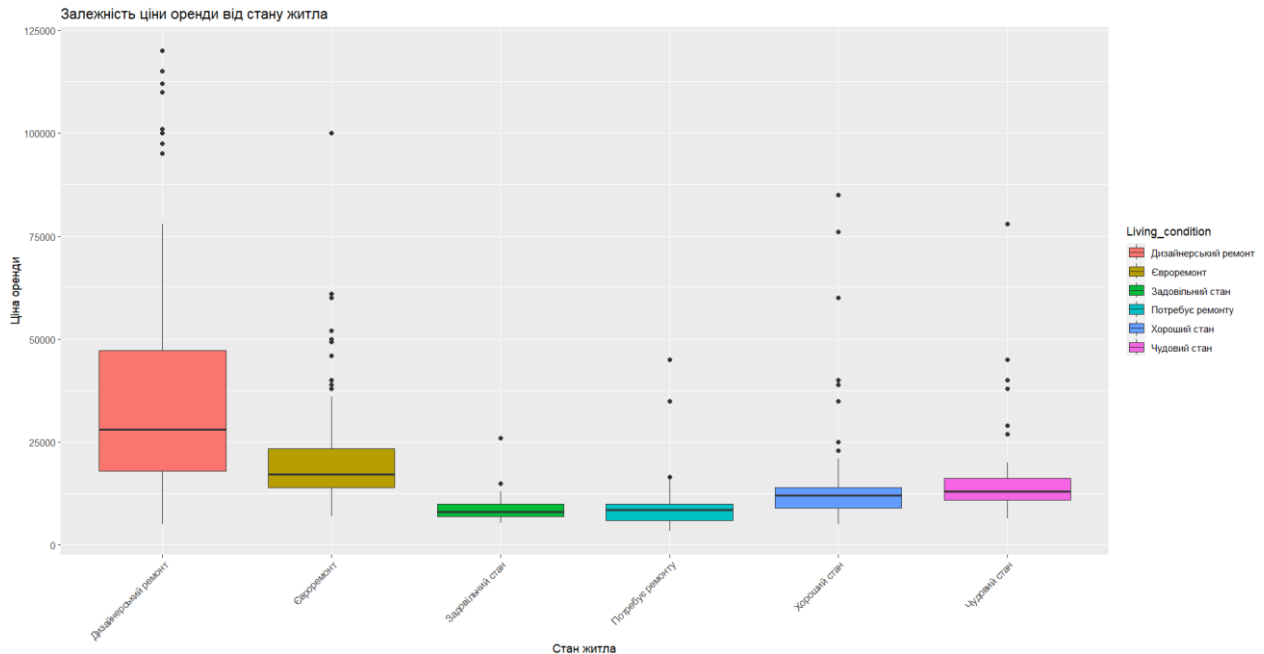


Рисунок 2.11 - Залежність ціни оренди від стану житла.

Джерело: розроблено автором за даними [28]

Згідно з графіком, найвищі ціни оренди мають квартири з дизайнерським ремонтом. Їхня середня ціна значно перевищує середні значення інших категорій. Це зрозуміло, оскільки дизайнерський ремонт передбачає індивідуальні рішення інтер'єру, використання дорогих матеріалів та підвищений комфорт, що сильно впливає на ринкову ціну.

Категорія "Євроремонт" також має високі ціни оренди, але їхній діапазон трохи нижчий. Вартість таких квартир є високою через сучасний ремонт та підвищений комфорт. Проте вартість залишається більш доступною порівняно з дизайнерськими квартирами.

Квартири зі задовільним станом, потребують ремонту або в хорошому стані мають набагато нижчі ціни. Вони значно доступніші для орендарів, але часто не відповідають сучасним стандартам комфорту, що знижує їхню вартість. Ці категорії частіше зустрічаються серед старих будівель або масової забудови, де типові планування залишаються незмінними.

Чудовий стан квартир також вказує на високий рівень комфорту, але ціна все ще поступається євроремонту через меншу індивідуальність або обмеженість додаткових зручностей.

Графік демонструє, що стан житла є критичним фактором, що визначає вартість оренди, і підтверджує, що інвестиції в якісний ремонт можуть значно підвищити цінність об'єкта. Водночас, для орендарів важливо звертати увагу не тільки на стан, але й на співвідношення ціни до якості, оскільки у нижчих категоріях можна знайти привабливі варіанти за доступними цінами.

Для комплексного розуміння того, як різні характеристики впливають на ціну оренди квартир, варто розглянути залежність ціни від території житлового комплексу. На рис.2.12 видно, як різні типи територій – відкрита або закрита – впливають на ринкову ціну оренди житла.

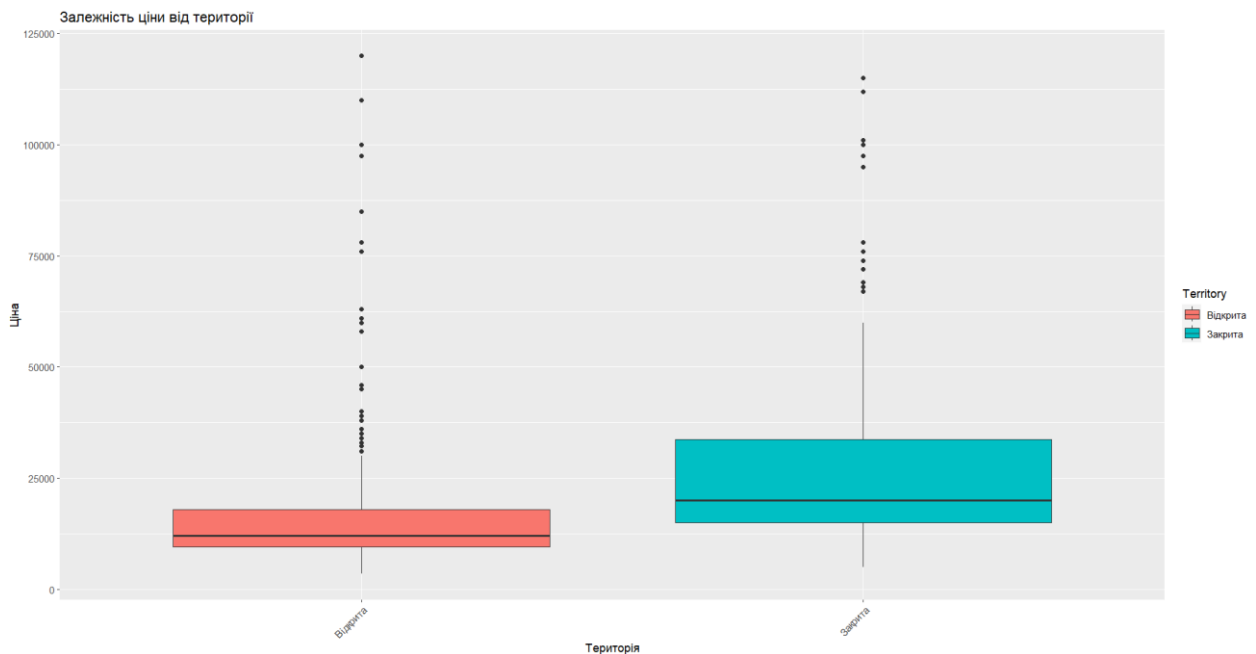


Рисунок 2.12 - Залежність ціни від території

Джерело: розроблено автором за даними [28]

Результати показують, що квартири, розташовані у будинках із закритою територією, мають значно вищі ціни оренди порівняно з відкритими територіями. Закрита територія зазвичай означає підвищену безпеку, обмежений доступ сторонніх та додаткові зручності, такі як контроль доступу, камери відеоспостереження, зони відпочинку тощо. Такі переваги приваблюють орендарів, готових платити більше за комфорт та безпеку.

Водночас квартири на відкритій території зазвичай дешевші. Це може бути пов'язано з меншою безпекою, відсутністю обмеженого доступу або додаткових послуг. Таким чином, їхня ринкова ціна нижча через менш привабливі умови.

Цікаво, що на обох типах територій є викиди – окремі квартири з незвично високою або низькою ціною, порівняно з іншими в їхній групі. Це може вказувати на інші фактори, які також впливають на ціну, наприклад, розташування, планування чи стан квартири.

Таким чином, тип території є важливим фактором, який може суттєво впливати на ціну оренди, але слід враховувати також і додаткові параметри при оцінці кінцевої вартості.

Вивчаючи вплив планування квартир на вартість оренди, рис.2.13 наочно показує, як різні типи планування квартири впливають на вартість оренди. Кожен тип планування має свої особливості, що пояснює коливання ціни серед різних категорій.

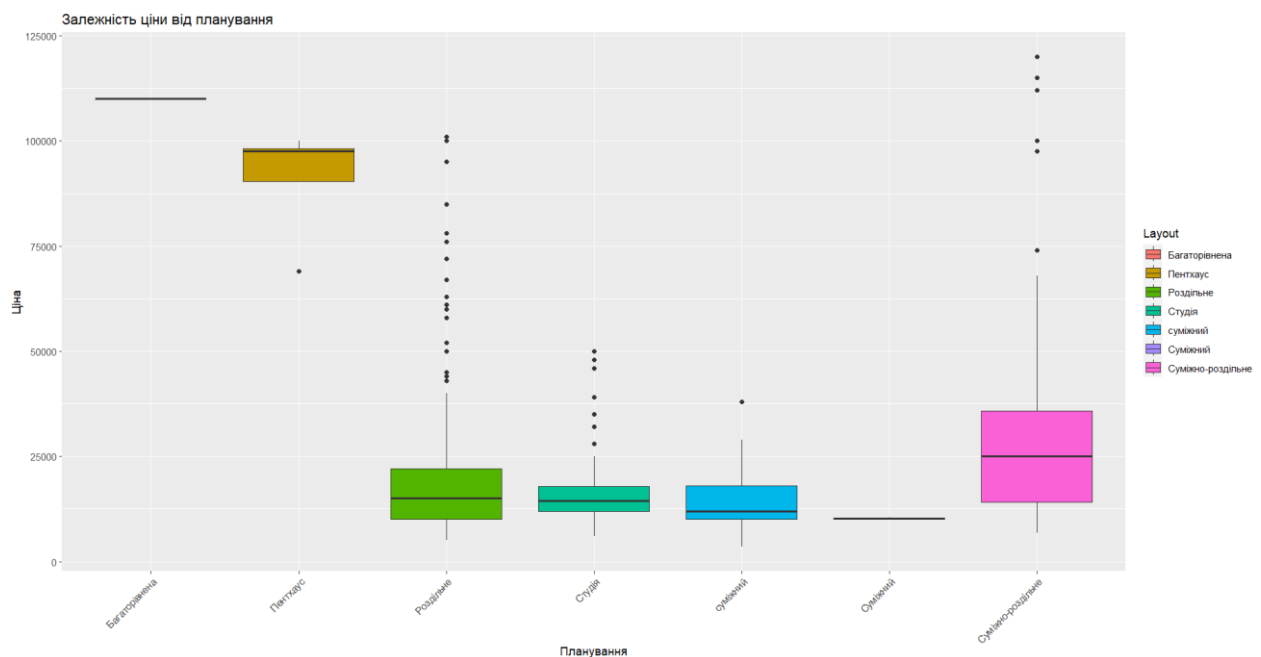


Рисунок 2.13 - Залежність ціни від планування

Джерело: розроблено автором за даними [28]

Багаторівневі квартири та пентхауси мають найвищу вартість оренди. Пентхауси відзначаються преміальним статусом через їхнє розташування на верхніх поверхах, ексклюзивні вигляди та більшу площу. Вони часто містять додаткові зручності, приватні тераси або вільне планування. Багаторівневі

квартири також залучають орендарів, які цінують розкіш та готові платити більше за престиж та комфорт.

Квартири з роздільним плануванням мають помірні цінові показники, оскільки окремі кімнати дозволяють орендарям мати більше приватності. Суміжне планування дещо знижує ціну через менш приватний характер кімнат. Проте, ці типи залишаються популярними серед сімей, молодих пар та невеликих груп орендарів.

Студії пропонують оптимальний варіант для одиноких орендарів та молодих пар, які цінують компактний простір. Цей тип житла має виражену функціональність, зазвичай характеризується доступною ціною і забезпечує все необхідне для комфортного проживання. Ціни тут коливаються залежно від площі та інших факторів, але студії часто пропонуються в середньому ціновому діапазоні.

Суміжно-роздільне та суміжне планування часто мають середні чи нижчі цінові показники через поєднання приватності та спільного простору. Попит на такі квартири визначається їхньою зручністю та можливістю адаптації до потреб різних орендарів.

Переходячи до впливу розташування квартири на поверсі на вартість оренди, треба звернути увагу на відчутні тенденції на рис.2.14. Цей графік дозволяє глибше зрозуміти, як вертикальне положення впливає на оцінку вартості житла в Києві.

Аналіз рис.2.14 виявляє, що вартість оренди квартир на перших поверхах зазвичай нижча. Це може бути пов'язано з меншим попитом через збільшений шум, брак приватності, та інші фактори, які знижують привабливість цих квартир. Квартири, розташовані на середніх поверхах, мають помірну цінову категорію, що робить їх доступнішими для ширшої аудиторії орендарів.

Цікаво, що квартири, розташовані на верхніх поверхах, особливо високо в багатоповерхівках, демонструють зростання ціни. Це може бути пов'язано з кращими видами, меншим шумом від вулиці та перевагою додаткової безпеки від меншого доступу ззовні. Однак, значні коливання в цінах можуть бути обумовлені індивідуальними особливостями житла, такими як оновлення, ексклюзивність об'єкта, наявність ліфта або балкона.

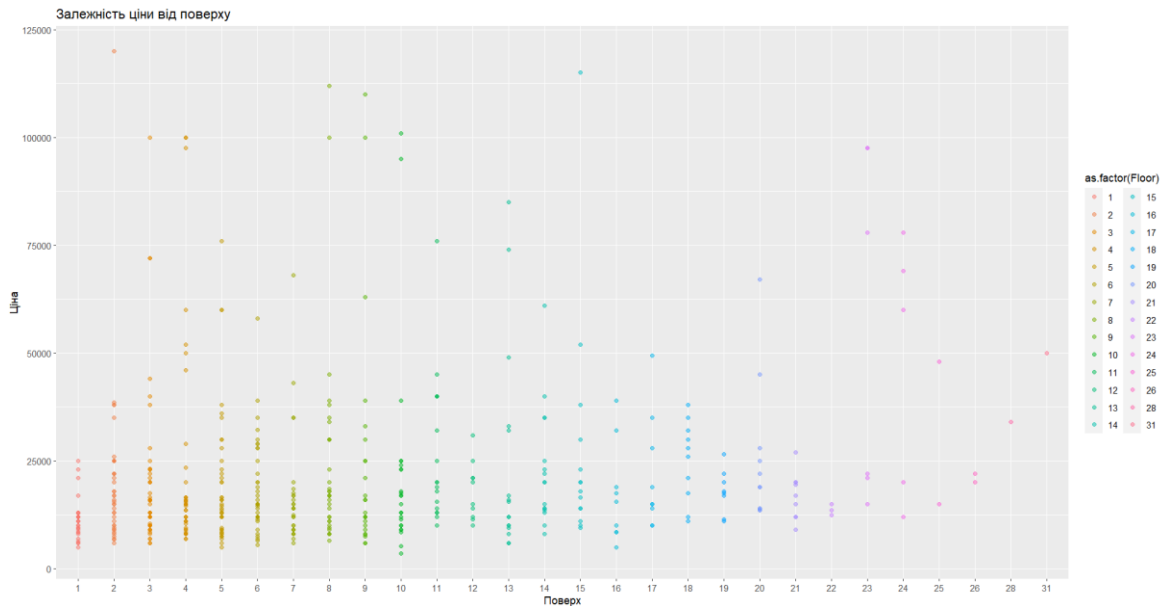


Рисунок 2.14 - Залежність ціни від поверху

Джерело: розроблено автором за даними [28]

Виразні викиди в цінах на деяких поверхах можуть вказувати на ексклюзивні пропозиції, які відрізняються від стандартних квартир тими чи іншими унікальними характеристиками, що впливають на ціну. Це підкреслює не лише важливість поверху, але й індивідуальні характеристики кожного житлового простору, які варто враховувати при аналізі ринку нерухомості.

Основні параметри, як-от площа квартири, район, наявність меблів та планування, виявилися ключовими чинниками, що визначають ціну оренди. Графіки підтвердили наявність вираженої позитивної кореляції між площею квартири та ціною, а також вплив розташування району на цінову політику.

Розподіл цін оренди демонструє чітку групу пропозицій із доступними цінами та невелику частку преміальних квартир, що відображає загальну структуру ринку. Район, умови житла, наявність паркування та близькість до метро виявилися важливими показниками, які слід враховувати для підвищення точності прогнозів.

Важливість якісного ремонту та додаткових зручностей відзначається як суттєвий фактор для підвищення цін на оренду. Мебльовані квартири з євроремонтом або дизайнерським ремонтом користуються попитом серед орендарів, готових платити більше за комфорт і сучасний стиль.

РОЗДІЛ 3

ПРОГНОЗУВАННЯ ОСНОВНИХ ПОКАЗНИКІВ РИНКУ ОРЕНДИ ЖИТЛА В КИЄВІ

3.1 Вибір методів прогнозування для аналізу ринку оренди житла в Києві

Після збору та аналізу статистичних даних на ринку оренди житла в Києві настає наступний важливий етап — моделювання та прогнозування основних показників. Враховуючи складність і багатофакторний характер цього ринку, для ефективного моделювання потрібен комплексний підхід. Вибір моделей і методів базується на попередньо вивчених даних і теоретичній базі. Обґрунтування вибору кожної моделі ґрунтується на специфіці ринку оренди житла в Києві та особливостях зібраних даних.

Однофакторна регресійна модель дає змогу проаналізувати прямий вплив одного фактора на залежну змінну (ціну оренди). Ринок оренди житла має багато різних атрибутів, таких як площа, поверх, кількість кімнат, відстань до метро, стан житла, наявність меблів та інші. Однофакторна регресія дозволить розглянути вплив кожного з цих факторів окремо. Наприклад, можна дослідити, наскільки сильно впливає площа квартири на її орендну вартість. Аналіз залежностей між одним фактором та ціною дає зрозуміти, які атрибути самостійно можуть виступати як ключові показники ціноутворення.

Для врахування одночасного впливу декількох змінних доцільно використовувати багатофакторну регресійну модель. Вона дозволяє оцінити взаємодію кількох факторів і визначити їхній сукупний ефект на ціноутворення. Наприклад, площа квартири може взаємодіяти з типом будинку чи районом розташування. Такий аналіз дозволяє розуміти, як комбіновані характеристики (площа, кількість кімнат, тип будинку, стан житла) впливають на ціну. Завдяки

цьому ми можемо побачити, які фактори формують основу ціноутворення та визначити взаємозв'язки між різними параметрами.

Дерево рішень є інтуїтивним і зручним для візуалізації інструментом машинного навчання, що класифікує залежну змінну на основі значень вхідних змінних. Для ринку оренди житла цей метод дає змогу виявити послідовні критерії, які формують вартість оренди. Зокрема, можна визначити, які змінні (площа, кількість кімнат, район розташування) мають найбільше значення та як впливають на кінцеве ціноутворення. Деревя рішень можуть допомогти розділити житлові об'єкти на окремі класи, виходячи з різних факторів, і побудувати ефективну структуру прийняття рішень для аналізу ринку оренди.

Випадковий ліс - це ансамблевий метод, який поєднує велику кількість дерев рішень, створюючи з них колективне рішення. У контексті ринку оренди житла цей метод дозволяє побудувати стабільні та високоточні моделі, враховуючи широкий спектр характеристик об'єктів. Завдяки комбінованій структурі з різних дерев рішень випадковий ліс забезпечує більшу точність та стійкість до перенавчання, ніж інші методи. Він дозволяє точно прогнозувати складні та багатовимірні залежності, допомагаючи врахувати всі наявні фактори впливу на ринок.

Ключові параметри та метрики для оцінки точності моделей:

1. R-квадрат

(R^2):

Це коефіцієнт детермінації, який показує, яку частку варіації залежної змінної пояснює побудована модель. Чим ближче значення R^2 до одиниці, тим точніше модель описує реальну залежність. У контексті ринку оренди житла R^2 допомагає зрозуміти, наскільки добре обрана модель пояснює відмінності у цінах оренди залежно від обраних факторів [29].

2. Середня

абсолютна

помилка

(MAE):

Ця метрика показує середнє абсолютне відхилення між прогнозованими та фактичними значеннями цін оренди. MAE надає інтуїтивно зрозумілу оцінку того, наскільки сильно прогнозовані ціни відрізняються від реальних значень у середньому [30].

3. Середньоквадратична помилка (RMSE):

Ця метрика є варіантом MAE, але більш чутливою до великих помилок. RMSE вимірює квадратний корінь від середньої квадратичної помилки, надаючи підвищену вагу великим відхиленням. Вона допомагає зрозуміти, наскільки точно модель прогнозує ціни на оренду житла з урахуванням значних відхилень [31].

Застосування зазначених моделей і метрик дозволить виявити основні закономірності ринку оренди житла в Києві, допомагаючи приймати більш зважені та стратегічні рішення щодо ціноутворення та прогнозування динаміки цін.

3.2 Побудова та аналіз моделей

Важливим етапом перед безпосереднім моделюванням є вивчення взаємозв'язків між змінними та факторів, які можуть суттєво впливати на ціну оренди. Для цього була побудована матриця кореляції, що дозволяє побачити силу і напрямок взаємозв'язку між змінними. Такий аналіз дає уявлення про те, які чинники варто враховувати у побудові моделей, а також на яких аспектах ринку потрібно сконцентруватися.

На рис.3.1 матриці кореляції зображені основні змінні та їх кореляції з ціною оренди. Найсильніший кореляційний зв'язок з ціною має площа квартири (кореляція близько 0.74), що свідчить про значний вплив цієї змінної на ціну. Це вказує на те, що більша площа квартири зазвичай асоціюється з вищою вартістю оренди.

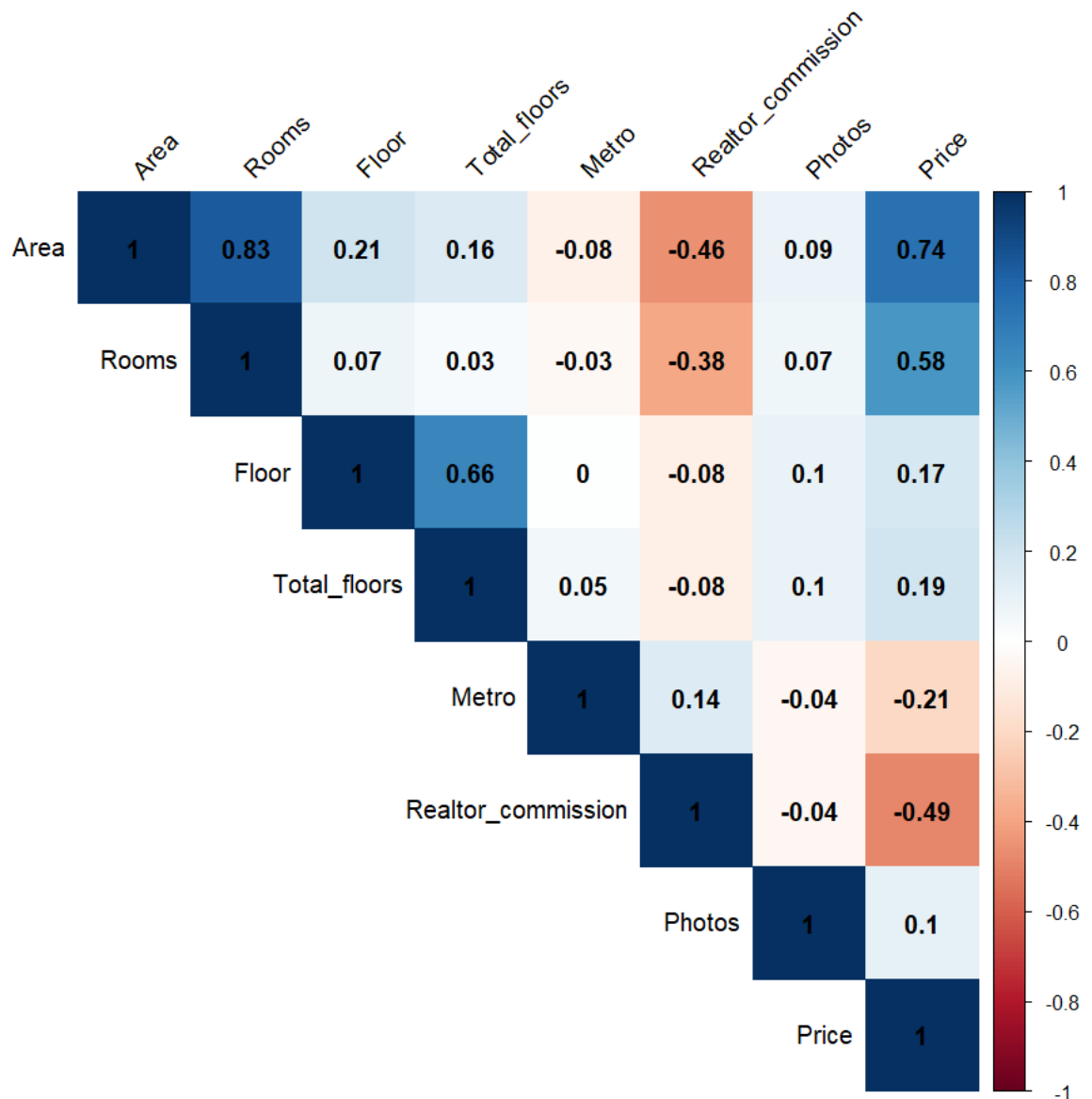


Рисунок 3.1 - Матриця кореляції

Джерело: розроблено автором за даними [28]

Кількість кімнат також позитивно корелює з ціною (0.58), хоча ця кореляція дещо слабша за площу. Це може означати, що більші квартири з більшою кількістю кімнат, як правило, дорожчі.

Значна негативна кореляція між ціною та комісією ріелтора (-0.49) свідчить про те, що квартири з нижчою вартістю оренди часто передбачають більшу комісію ріелтора, можливо, через меншу популярність таких об'єктів.

Відстань до найближчого метро (-0.21) також має негативний вплив на ціну: чим більша відстань до метро, тим нижча ціна оренди. Інші змінні, такі як кількість поверхів або поверховість будівлі загалом, демонструють незначну

кореляцію з ціною оренди, що може вказувати на їх меншу значущість або складніші взаємозв'язки з іншими змінними.

Ця матриця кореляції надає первинне уявлення про можливі фактори, які варто враховувати при моделюванні. На її основі можна здійснити подальше обґрунтоване прогнозування, враховуючи найбільш значущі змінні для побудови кожної моделі прогнозування.

Щоб здійснити точний прогноз та оцінити адекватність моделей, необхідно розділити наявні дані на дві частини: тренувальну та тестову вибірки. Це дозволить оцінити, наскільки добре моделі прогнозують на нових даних, які вони не бачили під час тренування. Зазвичай тренувальна вибірка складає близько 70% від усього набору даних, а решта 30% відводиться для тестування.

Лінійна регресія є одним із базових методів у прогнозуванні, дозволяючи оцінити взаємозв'язок між однією або декількома незалежними змінними та залежною змінною. У даному випадку, для прогнозування цін оренди житла в Києві, була побудована проста лінійна модель з однією змінною — площа квартири (Area). Цей параметр є ключовим для моделювання, адже зазвичай площа безпосередньо впливає на ціни оренди.

На рис.3.2 зображено результат лінійної регресії:

```
Call:
lm(formula = Price ~ Area, data = train_data)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-37467  -8577  -2857   4269   74068

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  -618.26    1648.26  -0.375   0.708
Area           356.95     19.19   18.605  <2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 15300 on 347 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.4994,    Adjusted R-squared:  0.4979
F-statistic: 346.1 on 1 and 347 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

Рисунок 3.2 - Лінійна регресія за змінною Area

Джерело: розроблено автором за даними [28]

Загалом результати моделі вказують на те, що площа квартири є значущим фактором у визначенні ціни оренди. Коефіцієнт змінної Area показує, що з кожним додатковим квадратним метром ціна оренди зростає приблизно на 356.95 гривень.

Результати статистичних метрик підтверджують значущість взаємозв'язку між площею та ціною оренди. Значення F-статистики становить 346.1, а дуже низьке р-значення ($< 2.2e-16$) свідчить про високу статистичну значимість моделі. R^2 , рівне 0.4994, показує, що близько половини варіації цін на оренду можна пояснити зміною площі. Adjusted R-squared у 0.4979 також свідчить про стабільність та відповідність моделі даним.

Середня абсолютна похибка (MAE) становить 3662.18 гривень, демонструючи середню відмінність між прогнозованими та фактичними цінами оренди.

Оцінюючи якість цієї моделі, можна зробити висновок, що проста лінійна регресія виявилася корисною для підтвердження логічної взаємозалежності між площею та ціною оренди. Проте модель не враховує інших важливих факторів, які також впливають на ціни. Значне значення RSE та викиди свідчать про те, що врахування площі лише частково пояснює коливання цін оренди. Для підвищення точності прогнозу варто розглянути складніші багатофакторні моделі, які враховують додаткові чинники, як-от місцезнаходження, стан житла, наявність паркування та інші параметри.

Багатофакторна лінійна регресійна модель була обрана для побудови точнішого прогнозу цін на оренду житла в Києві, враховуючи складний вплив різних факторів на ринку нерухомості. Модель враховує такі показники, як площа квартири, відстань до метро, комісія ріелтора та умови житла, які були визначені як ключові змінні, що впливають на кінцеву ціну оренди. Вибір цих змінних базується на спостереженнях, що підтверджується як теоретичними знаннями, так і попереднім аналізом ринку.

```

Call:
lm(formula = model_formula, data = train_data)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-34895  -5131  -1315    3001   74928

Coefficients:
                Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)    26499.04    3082.43   8.597 3.04e-16 ***
Area             276.15      18.79  14.695 < 2e-16 ***
Metro          -82.34      30.12  -2.734  0.00659 **
Realtor_commission -177.25     44.69  -3.966  8.91e-05 ***
Living_conditionЄвроремонт -14524.84  1845.51  -7.870  4.77e-14 ***
Living_conditionЗадовільний стан -19452.01  4212.88  -4.617  5.52e-06 ***
Living_conditionПотребує ремонту -20534.58  3599.02  -5.706  2.52e-08 ***
Living_conditionХороший стан -16556.69  2164.43  -7.649  2.10e-13 ***
Living_conditionЧудовий стан -16856.43  2818.11  -5.981  5.60e-09 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 12920 on 340 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.6504,    Adjusted R-squared:  0.6422
F-statistic: 79.08 on 8 and 340 DF,  p-value: < 2.2e-16

```

Рисунок 3.3 - Багатофакторна регресійна модель

Джерело: розроблено автором за даними [28]

З рис.3.3 видно, що площа квартири (Area) має значний позитивний коефіцієнт (276.15), підтверджуючи позитивний вплив площі на ціну. Відстань до метро (Metro) має негативний коефіцієнт (-82.34), вказуючи на зниження цін із віддаленням від станцій метро. Комісія ріелтора (Realtor_commission) також негативно впливає на ціну. Умови житла (Living_condition) мають різні коефіцієнти, відображаючи їхній специфічний вплив на ціну.

Аналіз результатів демонструє, що модель добре пояснює варіативність цін на оренду. Коефіцієнт детермінації (Multiple R-squared 0.6504) свідчить, що модель пояснює понад 65% варіативності в залежній змінній. Це значне значення для ринку оренди, який відомий своєю динамічністю та непередбачуваністю. Висока значущість статистичного тесту (F-statistic 79.08, $p < 2.2e-16$) також підтверджує, що модель ефективно пояснює дані.

Помилка середнього абсолютного відхилення (MAE) у 4679.1 вказує на те, що середня різниця між прогнозованими та фактичними значеннями ціни є прийнятною для такого виду ринку. Незважаючи на те, що частина

непередбачуваних факторів залишаються неврахованими, модель успішно виділяє основні тренди, що формують ціну оренди в Києві.

Цей результат дозволяє зробити висновок, що модель багатофакторної регресії є корисним інструментом для прогнозування цін оренди на ринку нерухомості, забезпечуючи комплексний підхід до аналізу даних.

Дерево рішень — це модель прогнозування, яка має високу інтерпретованість завдяки своєму структурованому поділу змінних на вузли. Ця модель використовувалася для аналізу цін оренди в Києві, враховуючи ключові фактори, як-от площа квартири, кількість кімнат, поверх, відстань до метро, комісія ріелтора та стан житла. Вона дозволяє оцінити внесок кожного фактора в загальну зміну ціни оренди.

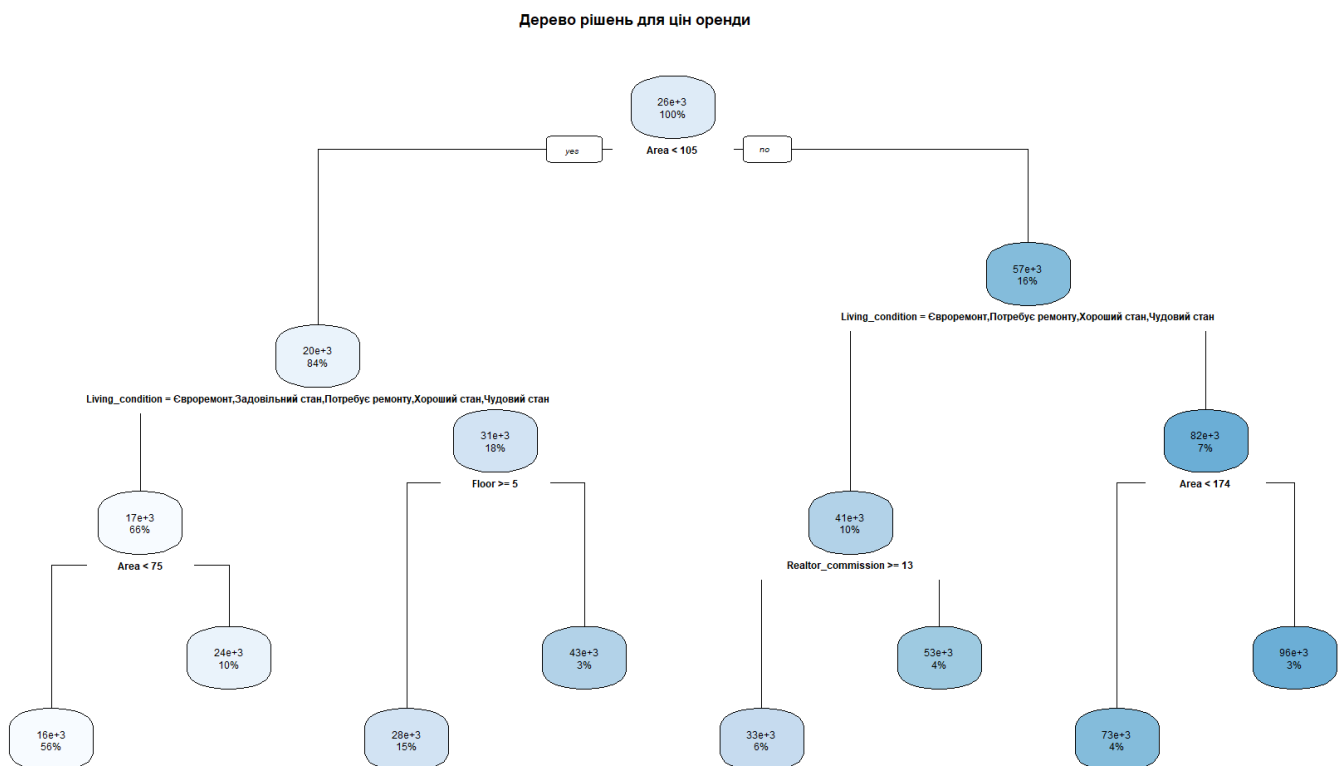


Рисунок 3.4 - Дерево рішень

Джерело: розроблено автором за даними [28]

Після побудови дерева рішень результат, зображений на рис.3.4 показує, що основним чинником, який впливає на ціну оренди, є площа квартири. Перший розподільчий вузол розділяє дані за площею на квартири, менші та більші за 103

м². Квартири, які мають площу менше 103 м², надалі аналізуються з урахуванням стану житла та інших показників, включаючи кількість кімнат і комісію ріелтора.

На рис.3.4 дерева рішень можна побачити, як змінні розподіляються між різними гілками та вузлами. Наприклад, для квартир із площею понад 103 м² ціна визначається на основі стану житла та додаткових факторів. Комбінація умов проживання та комісії ріелтора впливає на прогнозовані значення орендної плати.

Отримана модель була оцінена на тестових даних. Значення середнього абсолютного відхилення (MAE) склало 4969.034, що свідчить про середню різницю між фактичними та прогнозованими значеннями ціни оренди. Ця модель демонструє помірну точність прогнозування в порівнянні з іншими методами. Це пояснюється тим, що ринок оренди є складною системою, і багато факторів впливають на ціни нерухомості.

Дерево рішень дозволяє чітко побачити, як кожен фактор взаємодіє зі значеннями інших змінних для формування кінцевого прогнозу ціни оренди. Однак модель обмежена у здатності до узагальнення, що знижує її точність у випадках, коли ринок демонструє високу мінливість. Попри це, модель дерева рішень є корисною для ідентифікації ключових факторів, які визначають основні тренди на ринку оренди.

Метод випадкового лісу (Random Forest) був обраний для побудови прогнозної моделі завдяки його здатності обробляти складні залежності та взаємодії між змінними. Ця модель створює багато різних дерев рішень і поєднує їх результати для отримання підсумкового прогнозу. Випадковий ліс зазвичай забезпечує високу точність прогнозів, оскільки кожне дерево вносить свою частку в остаточний прогноз, мінімізуючи ймовірність переобчислення або недообчислення.

У моделі Random Forest використовувалася формула, що включає змінні: площа, кількість кімнат, поверх, відстань до метро, комісія ріелтора та умови проживання.

```

Call:
  randomForest(formula = formula_rf, data = train_data, ntree = 500,      importance = TRUE)
      Type of random forest: regression
      Number of trees: 500
No. of variables tried at each split: 2

      Mean of squared residuals: 55894920
      % Var explained: 88.05

```

Рисунок 3.5 - Результат Random Forest

Джерело: розроблено автором за даними [28]

Аналізуючи результати з рис.3.5 видно, що було створено 500 дерев, кожне з яких враховувало по два фактори на кожному вузлі. Отримані результати показали, відсоток поясненої варіації — 88,05%. Це свідчить про те, що модель змогла врахувати більшість факторів, які впливають на ціноутворення в оренді житла в Києві.

```

> # Важливість змінних
> importance(model_rf)

```

	%IncMSE	IncNodePurity
Area	60.16667	130569283470
Rooms	30.12431	44363180418
Floor	34.88113	23097775665
Metro	33.97584	24141922146
Realtor_commission	31.55419	35825671575
Living_condition	54.59216	51124407394

Рисунок 3.6 – Значення важливості змінних

Значення важливості змінних з рис.3.6 вказує на те, що площа (Area) є найбільш важливим фактором, за нею йдуть стан житла (Living_condition) та поверх (Floor). Менш важливими факторами є кількість кімнат, відстань до метро та комісія ріелтора. Такі результати узгоджуються зі спостереженнями ринку оренди, де більші та добре обладнані квартири на вищих поверхах мають тенденцію бути більш затребуваними та дорогими.

На тестових даних модель показала середню абсолютну помилку (MAE) на рівні 2317.234, що демонструє високу точність прогнозування. Це означає, що різниця між прогнозованою та фактичною ціною оренди в середньому становить трохи більше ніж 2300 одиниць, що є прийнятним рівнем для складного ринку.

Отже, модель випадкового лісу показала найкращу продуктивність серед інших методів, зважаючи на її здатність враховувати різноманітність факторів та

ефективно обробляти взаємодії між ними. Модель добре справляється з прогнозуванням основних показників ринку оренди житла в Києві, що робить її корисним інструментом для подальшого аналізу та прийняття рішень.

На рис.3.7 представлено співвідношення фактичних та прогнозованих значень цін оренди, отриманих за допомогою моделі випадкового лісу. По осі X розташовані фактичні значення, а по осі Y — прогнозовані. Фіолетові точки показують, як близько прогнозовані значення збігаються з фактичними цінами. Червона лінія, що проходить по діагоналі графіка, є лінією тренду (лінійної регресії), яка дозволяє оцінити тенденції відповідності між двома змінними.

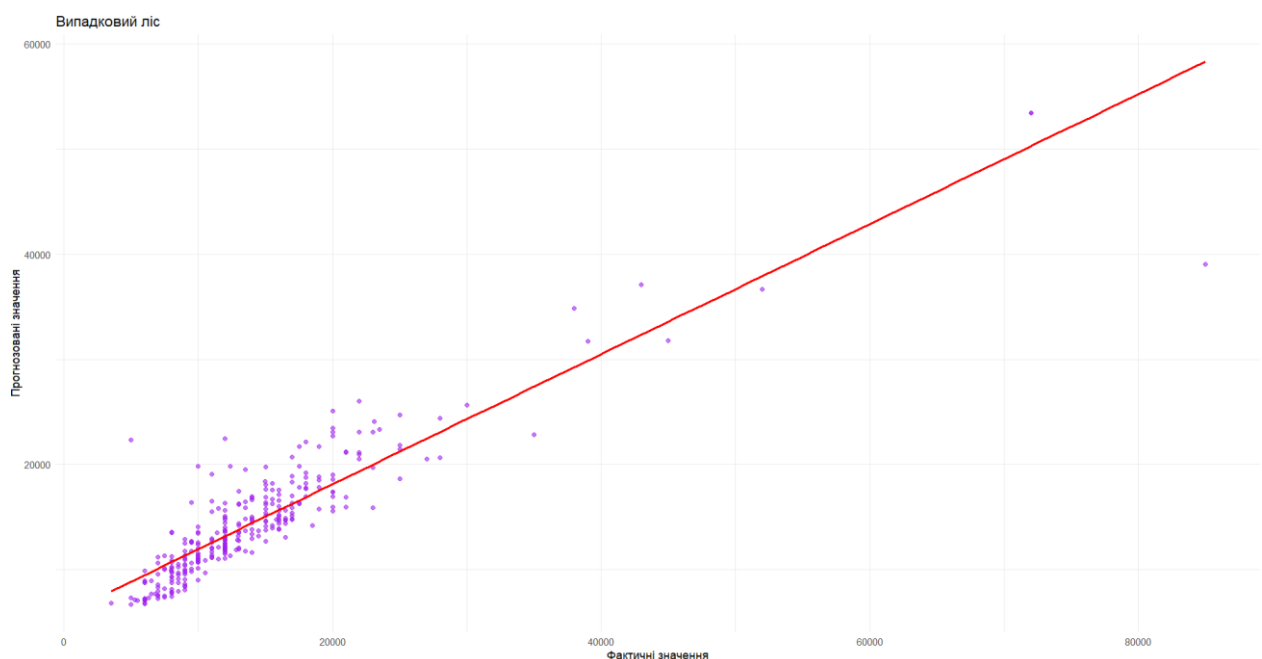


Рисунок 3.7 - Графік фактичних та прогнозованих значень

Джерело: розроблено автором за даними [28]

Графік демонструє, що більшість точок групуються близько до червоної лінії, що свідчить про високий рівень точності прогнозування моделі випадкового лісу. Це означає, що модель добре справляється з передбаченням цін оренди і враховує важливі фактори, які впливають на ціноутворення.

Однак спостерігається кілька точок (викидів), які значно віддалені від червоної лінії, особливо на високих значеннях цін оренди. Це може свідчити про те, що модель менш точно прогнозує рідкісні, дорогі об'єкти, можливо, через обмежену кількість таких даних у вибірці. Загалом, результати показують, що

модель випадкового лісу може бути корисним інструментом для прогнозування цін оренди, особливо в середньому діапазоні цін.

3.3 Порівняльний аналіз моделей

У попередніх підрозділах були побудовані та проаналізовані моделі прогнозування цін оренди житла в Києві, кожна з яких представила унікальний підхід до вирішення цієї задачі. Ці моделі охоплюють широкий спектр методів — від простої лінійної регресії до випадкового лісу. Кожна з цих моделей має свою специфіку у врахуванні різних факторів і параметрів, впливаючи на загальну точність прогнозу та інтерпретованість результатів.

На основі отриманих результатів було проведено порівняльний аналіз моделей прогнозування цін оренди житла в Києві. Кожна модель мала свої унікальні властивості та підходи до вирішення поставлених завдань. Розглянемо ключові результати порівняльного аналізу та їхню інтерпретацію. На основі отриманих результатів був проведений порівняльний аналіз моделей прогнозування цін оренди житла в Києві. Кожна модель має свої унікальні властивості та підходи до вирішення поставлених завдань, і їх об'єднання дає змогу отримати комплексну картину ринку оренди житла.

Лінійна регресія з однією змінною (площею квартири) виявилася значущою для пояснення цін оренди. З коефіцієнтом детермінації R^2 у 0,4994 модель пояснює близько половини варіації цін оренди. Середня абсолютна помилка (MAE) становить 3662,18 гривень, вказуючи на корисність такої моделі, але її точність обмежена лише одним фактором.

Багатофакторна лінійна регресія, яка враховує площу, відстань до метро, комісію ріелтора та умови житла, змогла пояснити до 65% варіації цін оренди. Незважаючи на середню абсолютну помилку в 4679,1, вищу порівняно з однофакторною моделлю, багатофакторна регресія надає більш комплексний

аналіз ринку та взаємодії різних факторів. Однак складна структура ринку та взаємодія факторів можуть обмежувати цю модель.

Дерево рішень дозволило візуально ідентифікувати основні фактори, які впливають на ціни оренди. Головним вузлом є площа квартири, після якої враховуються інші характеристики. Середня абсолютна помилка в 4969,034 свідчить про дещо нижчу точність, проте забезпечує кращу інтерпретованість, допомагаючи визначити ключові фактори впливу на ціноутворення.

Метод випадкового лісу, який об'єднує багато дерев рішень у колективне рішення, забезпечив найвищий показник R^2 (88,05%) і найнижчу середню абсолютну помилку (2317,23), підтверджуючи, що випадковий ліс є найкращим інструментом для прогнозування. Поєднання широкого спектру факторів дозволило моделі пояснити більшу частину варіацій цін оренди з найнижчою середньою абсолютною помилкою. Модель враховує складні взаємозв'язки між факторами, що робить її найкращим методом для точного прогнозування на ринку оренди житла.

Загалом, кожна з моделей має свої переваги та обмеження, і вибір конкретної залежить від завдань аналізу. Випадковий ліс підходить для комплексного прогнозування цін, дерево рішень допомагає визначити ключові фактори, а одно- та багатофакторні лінійні регресії є корисними для оцінки окремих взаємозв'язків.

ВИСНОВКИ

Ця робота була зосереджена на аналізі та прогнозуванні основних показників ринку оренди житла в Києві, і для цього використовувалися різноманітні моделі. Основна мета полягала у визначенні ключових факторів, що впливають на ціни оренди, та створенні надійних прогнозів. У процесі дослідження було поставлено ряд завдань: аналіз чинників ціноутворення, дослідження існуючих методів прогнозування та оцінка їх ефективності.

У першому розділі було проведено аналітичний огляд ринку оренди житла в Києві, визначено його структуру, динаміку за останні роки та ключові фактори, які визначають ціноутворення. Виявилось, що серед них найбільш суттєво впливають площа квартири, її стан, місце розташування, наявність меблів та інші зручності. Аналіз літератури показав важливість комплексного підходу до прогнозування, який враховує специфіку ринку оренди.

Другий розділ був присвячений теоретичним та методологічним аспектам прогнозування ринку. Було здійснено збір та попередній аналіз статистичних даних із провідних порталів нерухомості, що надали достатньо інформації для моделювання. Описова статистика допомогла отримати загальне уявлення про ринок. Також було обрано методи прогнозування, придатні для аналізу специфіки ринку оренди житла в Києві. Вивчення матриці кореляції між основними атрибутами дало змогу визначити, які фактори є найбільш значущими.

У третьому розділі було побудовано та проаналізовано чотири моделі прогнозування: однофакторну та багатофакторну регресію, дерево рішень та випадковий ліс. Однофакторна регресія дозволила зосередитися на площі як ключовому факторі ціноутворення. Модель показала, що збільшення площі квартири має суттєвий вплив на ціну оренди. Проте обмеження лише однією змінною не дозволило врахувати інші важливі аспекти, такі як район, поверховість та стан житла.

Багатофакторна регресія включала в себе низку факторів, таких як площа, відстань до метро, комісія ріелтора та стан житла. Це дозволило підвищити точність прогнозування, пояснюючи 65% варіації цін оренди. Проте через лінійну природу моделі було складно врахувати складні взаємозв'язки між змінними. Модель продемонструвала високу статистичну значущість, що підтвердило її важливість у прогнозуванні.

Дерево рішень забезпечило інтуїтивно зрозуміле уявлення про те, як основні фактори взаємодіють між собою. Основним фактором поділу виявилася площа квартири, а також враховувалися умови житла, поверх та комісія ріелтора. Ця модель надала чітку структуру впливу різних факторів, хоча і не завжди враховувала складні взаємозв'язки ринку. Середня абсолютна помилка була вищою порівняно з регресійними моделями, проте інтерпретованість дерев забезпечила додаткову цінність.

Випадковий ліс як ансамблевий метод поєднав результати багатьох дерев рішень, що дало змогу отримати найбільш точний прогноз. Ця модель враховувала весь спектр факторів, пояснивши 88% варіації цін. Середня абсолютна помилка була найнижчою серед усіх моделей, що підтвердило її ефективність. Випадковий ліс забезпечує точне прогнозування за рахунок врахування складних взаємозв'язків між атрибутами.

Загалом проведене дослідження показало, що для комплексного аналізу ринку оренди найкраще підходить метод випадкового лісу. Він дозволяє обробляти складні взаємозв'язки між параметрами та забезпечує високу точність прогнозування. Дерево рішень виявилось корисним для візуального аналізу ключових факторів, а одно- та багатофакторні регресії виявилися ефективними для початкового аналізу ринку. Комплексне застосування цих методів дозволяє отримати повну картину ринку та приймати обґрунтовані рішення в питаннях ціноутворення.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ковальова А. Київ став найдоступнішою столицею в Європі за цінами на житло (інфографіка). *ФОКУС*. URL: <https://focus.ua/uk/economics/641339-kijiv-stav-naydostupnishoyu-stoliceyu-v-yevropi-za-cinami-na-zhitlo-infografika> (дата звернення: 01.04.2024).
2. У Києві знову зросла вартість нового житла. Скільки зараз коштує квадратний метр? (інфографіка). *Хмарочос*. URL: <https://hmarochos.kiev.ua/2021/10/04/u-kyievi-znovu-zrosla-varnist-novogo-zhytla-skilky-zaraz-koshtuye-kvadratnyj-metr-u-stolyczi-ta-peredmisti-infografika/> (дата звернення: 01.04.2024).
3. Finance.UA. Середні ціни на оренду житла в Україні в лютому 2024 року (інфографіка). *Новини фінансів України та світу*. URL: <https://news.finance.ua/ua/seredni-ciny-na-orendu-zhytla-v-ukraini-v-lyutomu-infografika> (дата звернення: 01.04.2024).
4. Соловчук Л. Держстат: зростання цін на квартири та оренду утричі перевищує інфляцію – Delo.ua. *Головний діловий портал Delo.ua*. URL: <https://delo.ua/realty/derzstat-zrostannya-cin-na-kvartiri-ta-orendu-utrici-perevishhuje-inflyaciyu-429351/> (дата звернення: 01.04.2024).
5. ЛУН Статистика. *ЛУН Місто – Громадська організація дослідження комфорту та якості життя в українських містах*. URL: <https://misto.lun.ua/stat/kyiv> (дата звернення: 01.04.2024).
6. Найкращі райони Києва для купівлі квартири: рейтинг і статистика. *Центр перевірки нерухомості*. URL: <https://proverka.com.ua/krashi-raioni-kiyeva.html> (дата звернення: 03.04.2024).
7. Оренда житла в Україні: як змінився ринок нерухомості у жовтні 2023 року. *Visit Ukraine - RULES OF SAFE VISIT TO UKRAINE*. URL: <https://visitukraine.today/uk/blog/2859/rental-housing-in-ukraine-how-the-real-estate-market-changed-in-october> (дата звернення: 03.04.2024).

8. Воронцова О. Де в Києві неспокійно жити: названо найкримінальніші райони (рейтинг). *ГЛАВКОМ*. URL: <https://glavcom.ua/kyiv/news/de-v-kijevi-nespokiyno-zhiti-nazvano-naykriminalnishi-rayoni-reyting-738386.html> (дата звернення: 03.04.2024).
9. Чому в українських містах важко припаркувати автомобіль: досвід Києва. *Рубрика*. URL: <https://rubryka.com/article/parking-auto-kyiv/> (дата звернення: 05.04.2024).
10. Садов'як М. С. Аналіз факторів ринку оренди житлової нерухомості в Україні. *Економічні науки*. № 52. URL: https://www.researchgate.net/publication/338023153_ANALYSIS_OF_THE_FACTORS_OF_RENTAL_HOUSING_MARKET_IN_UKRAINE (дата звернення: 20.04.2024).
11. Більовський О. А. Щодо розвитку сектору орендного житла в Україні. Аналітична записка. URL: <https://niss.gov.ua/doslidzhennya/socialna-politika/schodo-rozvitku-sektoru-orendnogo-zhitla-v-ukraini-analitichna> (дата звернення: 06.04.2024).
12. Литвин О. Ю. Пропозиції щодо ефективного розвитку сектору орендного житла в Україні. *Східна Європа: економіка, бізнес та управління*, 2017. №7. С. 225-227.
13. Global housing watch. URL: <https://www.imf.org/external/research/housing/> (date of access: 05.04.2024).
14. Rubaszek, M., Rubio, M. Does the rental housing market stabilize the economy? A micro and macro perspective. *Empir Econ*, 2020. №59. Р. 233–257. <https://doi.org/10.1007/s00181-019-01638-z> (date of access: 06.04.2024).
15. Дерево рішень: що це таке, як це робиться, приклад і переваги. *Statorials*. URL: <https://statorials.org/uk/дерево-рішень/> (дата звернення: 13.04.2024).
16. Schonlau M., Zou R. Y. The random forest algorithm for statistical learning. *The Stata Journal*, 2020, 20.1: 3-29. <https://doi.org/10.1177/1536867X20909688> (date of access: 13.04.2024).

17. Аббадія Дж. Використання регресійного аналізу для розуміння складних взаємозв'язків. *Mind the GRAPH*. URL: <https://mindthegraph.com/blog/uk/> (дата звернення: 10.05.2024).
18. Лук'яненко І., Краснікова Л. *Економетрика: підручник*. Київ: Знання, 1998. 493 с.
19. Моралес Дж. What is a Decision Tree Diagram and How to Create One. *MindOnMap | Free Mind Mapping Tool to Draw Ideas Easily Online*. URL: <https://www.mindonmap.com/uk/blog/what-is-decision-tree/> (date of access: 10.05.2024).
20. Мацуга. О., Нашульнюк. В. Алгоритми побудови ансамблю дерева рішень та їх порівняльний аналіз, 2018. 22 с. (дата звернення: 09.05.2024).
21. Прогнозування часових рядів за допомогою ARIMA-моделей. Моделі сталого розвитку: колект. монографія/ред. О. М. Мартинюк. Тернопіль, 2022. С. 300–313.
22. Smith V. Розуміння авторегресивної інтегрованої ковзної середньої: Все, що вам потрібно знати. *ShallBD: Your Trading Navigator in Forex and Binary Options!*. URL: <https://shallbd.com/uk/rozuminnia-avtoregresivnoyi-integrovanoyi-kovznoyi-serednoyi-vse-shcho-vam-potribno-znati/> (дата звернення: 09.05.2024).
23. Кутковецький В. Я. Нейронна мережа, 2017. URL: <https://eir.nuos.edu.ua/items> (дата звернення: 10.05.2024).
24. Нельсо Д. CNN (згорточні нейронні мережі)? *Unite.AI*. URL: <https://www.unite.ai/uk/що-таке-згорткові-нейронні-мережі/> (дата звернення: 10.05.2024).
25. Джонсон Д. Підручник з RNN (рекурентна нейронна мережа): приклад TensorFlow. *Guru99*. URL: <https://www.guru99.com/uk/rnn-tutorial.html> (дата звернення: 10.05.2024).
26. Шеремет, О. І., Садовой, О. В. Метод опорних векторів (SVM). *Математичне моделювання*, 2013. 12 с.
27. Яка мета використання ядер у опорних векторних машинах (SVM)? - Академія EITCA. *EITCA Academy*. URL: <https://uk.eitca.org/> (дата звернення: 09.05.2024).

28. DIM.RIA™ – вся нерухомість України. Продаж і оренда будь-якої нерухомості. *DOM.RIA.com*. URL: <https://dom.ria.com/uk/> (дата звернення: 14.03.2024).
29. EL Houssainy A. R., EL-Sheikh, A. A., Othman S. The Distribution of the Coefficient of determination in Linear Regression Model: A Review. *Journal of University of Shanghai for Science and Technology*. 2021. № 9, Vol. 23. P. 126-129.
30. Вітлінський В. В. Моделювання економіки: Навч. посібник. — К.: КНЕУ, 2003. — 408 с.
31. Chicco D, Warrens MJ., Jurman G. The coefficient of determination R-squared is more informative than SMAPE, MAE, MAPE, MSE and RMSE in regression analysis evaluation. *PeerJ Computer Science*, 2021. <https://doi.org/10.7717/peerj-cs.623>