

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА ГЕОДЕЗІЇ

ПЕШКОВ МИХАЙЛО СЕРГІЙОВИЧ

УДК 332.6:519.86

**ПОБУДОВА РЕГРЕСІЙНОЇ МОДЕЛІ ВАРТОСТІ ОБ'ЄКТІВ
ЖИТЛОВОЇ НЕРУХОМОСТІ**

магістерська робота на здобуття кваліфікації
магістр геодезії та землеустрою
G18 – Геодезія та землеустрій

Науковий керівник:
Доцент, кандидат технічних наук
Паламар Альона Юріївна

Кривий Ріг – 2025

Криворізький національний університет

Факультет: будівельний

Кафедра: геодезії

Освітньо-кваліфікаційний рівень: магістр

Спеціальностей: G 18 – Геодезія та землеустрій

Затверджую

Завідувач кафедру
Володимир ПЕРЕГУДОВ

« ____ » _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ на магістерську роботу студента ПЕШКОВА МИХАЙЛА СЕРГІЙОВИЧА

Тема проекту: Побудова регресійної моделі вартості об'єктів житлової нерухомості

- 1. Керівник:** затверджено наказом по КНУ № 6 від «17» січня 2025 року.
- 2. Термін здачі студентом закінченого проекту** « 01 » грудня 2025 р.
- 3. Вихідні дані до проекту:** Для побудови регресійної моделі вартості об'єктів житлової нерухомості було використано вихідні дані, що характеризують основні параметри квартир, які впливають на їх ринкову вартість. Дані зібрано з відкритих джерел – зокрема, інтернет-порталів **OLX, Dom.ria** та **LUN.ua** – станом на (вказати місяць і рік, наприклад *жовтень 2025 року*). У вибірку включено **N об'єктів житлової нерухомості** (рекомендовано 30–100), розташованих у межах (вказати місто чи регіон, наприклад *м. Львова*). Для кожного об'єкта було визначено такі характеристики: **Загальна площа квартири (S, м²)** – показник, який безпосередньо впливає на загальну ціну житла. **Кількість кімнат (K)** – відображає функціональні можливості житла. **Поверх розташування (P)** – може впливати на ціну залежно від типу будинку. **Загальна кількість поверхів у будинку (H)** – визначає тип забудови (малоповерхова, середньоповерхова, багатоповерхова). **Тип будинку (T)** – матеріал стін (цегляний, панельний, монолітний), враховується як категоріальна змінна. **Рік побудови або введення в експлуатацію (Y)** – враховує фізичний і моральний знос будівлі. **Розташування (R)** – визначається як відстань до центру міста або як індекс привабливості району. **Наявність ремонту (Rem)** – бінарна змінна (1 – наявний ремонт, 0 – без ремонту). **Наявність ліфта (L)** – бінарна змінна, що впливає на комфорт проживання. **Ринкова вартість об'єкта (C)** – залежна змінна, що виражена у гривнях або доларах США.
- 4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):** Провести аналіз теоретичних засад оцінки вартості житлової нерухомості, розкрити сутність і види вартості об'єктів. Розглянути методи статистичного аналізу та математичного моделювання, що застосовуються для оцінки нерухомості. Дослідити чинники, які впливають на формування ринкової вартості житла, та визначити основні показники для моделювання.

**5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень).
Послідовність графічних аркушів: ПІДГОТОВКА СТАТИСТИЧНИХ ДАНИХ І ЇХ
АНАЛІЗ У ДОСЛІДЖЕННІ РИНКУ ЖИТЛОВОЇ НЕРУХОМОСТІ**

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Розділ 1	Паламар А.Ю.	02.09.2025	30.09.2025
Розділ 2	Паламар А.Ю.	30.09.2025	30.10.2025
Розділ 3	Паламар А.Ю.	30.10.2025	29.11.2025

7. Дата видачі завдання 02.09.2025
Керівник проекту (роботи) Паламар А.Ю./ /
Завдання прийняв до виконання Пешков М.С. / /

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ За/ п	Назва етапів магістерської роботи	Термін виконання етапів роботи
1	Аналіз літературних джерел.	03.09 – 06.09.2025
2	Постановка завдань проекту. Розробка технологічних схем.	09.09 – 19.09.2025
3	Нормативно-методичне забезпечення оцінки нерухомості в Україні	19.09 – 27.09.2025
4	Сутність множинної регресії та етапи побудови моделі	30.09 – 09.10.2025
5	Сегментація ринку житлової нерухомості	10.10 – 22.10.2025
6	Просторова кластеризація об'єктів житлової нерухомості на дослідну територію	23.10 – 30.10.2025
7	Сегментація ринку житлової нерухомості	31.10 – 15.11.2025
8	Структура і загальна характеристика вихідних даних	18.11 – 28.11.2025
9	Технологічна схема побудови регресійної моделі вартості нерухомості із використанням засобів MS Excel	29.11 – 01.12.2025
10	Оформлення магістерської роботи	02.12 – 10.12. 2025

Студент – дипломник Пешков Михайло Сергійович / /

Керівник проекту Паламар Альона Юріївна / /

АНОТАЦІЯ

У магістерській роботі розглянуто застосування математичних методів, зокрема регресійного аналізу, у процесі оцінки вартості житлової нерухомості. Обґрунтовано значення математичного моделювання як інструменту підвищення об'єктивності, точності та наукової обґрунтованості результатів оціночної діяльності.

Метою дослідження є розроблення, обґрунтування та апробація математичних методів для визначення ринкової вартості житла на основі реальних даних українського ринку. У роботі проаналізовано теоретичні основи застосування математичних методів в економічному аналізі, досліджено сутність, структуру та класифікацію регресійних моделей, а також представлено алгоритм їх побудови.

Практична частина роботи присвячена збору та підготовці вихідних даних, побудові декількох регресійних моделей у середовищі MS Excel, їх порівняльному аналізу за критеріями точності та надійності. Отримані результати підтверджують ефективність використання регресійного підходу для оцінки житлової нерухомості та можливість інтеграції таких моделей у практику оцінювачів і державні інформаційні системи, зокрема Державний земельний кадастр.

Наукова новизна роботи полягає в адаптації регресійної моделі до умов українського ринку, удосконаленні методики підготовки вихідних даних та апробації математичних підходів у реальному аналітичному середовищі. Результати дослідження мають практичну цінність для фахівців-оцінювачів, банківських і страхових установ, органів місцевого самоврядування та можуть бути використані у подальших наукових розробках у сфері оцінки майна.

Ключові слова: математичні методи, регресійний аналіз, оцінка нерухомості, ринкова вартість, житлова нерухомість, економіко-математичне моделювання, MS Excel.

ЗМІСТ

	Вступ
	Завдання
	Анотація
РОЗДІЛ 1.	ОБҐРУНТУВАННЯ, ЗАГАЛЬНА СТРУКТУРА ТА ОБМЕЖЕННЯ ВИКОНАНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ
1.1	Нормативно-методичне забезпечення оцінки нерухомості в Україні
1.2	Національні стандарти оцінки майна і майнових прав в Україні
1.3	Аналіз математичних методів оцінки нерухомості та сфери їх застосування
1.4	Етапи та завдання дослідження
1.4.1	Специфікація моделі (визначення її структури)
1.4.2	Формування вхідної інформації
1.4.3	Оцінка параметрів (коефіцієнтів) моделі та аналіз її якості
1.4.4	Апробація моделі
1.4.5	Удосконалення моделі (за потреби)
1.5	Обмеження дослідження
1.6	Вихідні дані для побудови моделі
1.7	Побудова регресійної моделі
1.8	Аналіз отриманих результатів
1.9	Перевірка моделі на практиці
	ВИСНОВКИ ДО ПЕРШОГО РОЗДІЛУ
РОЗДІЛ 2	МЕТОДИЧНІ ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ ТА ВИКОРИСТАННЯ РЕГРЕСІЙНИХ МОДЕЛЕЙ ПРИ ВИЗНАЧЕННІ ВАРТОСТІ ЖИТЛОВОЇ НЕРУХОМОСТІ
2.1	Сутність множинної регресії та етапи побудови моделі
2.2	Специфікація моделі
2.3	Калібрування моделі
2.4	Побудова точкових та інтервальних прогнозів
	ВИСНОВОК ДО ДРУГОГО РОЗДІЛУ
РОЗДІЛ 3	ПІДГОТОВКА СТАТИСТИЧНИХ ДАНИХ І ЇХ АНАЛІЗ У ДОСЛІДЖЕННІ РИНКУ ЖИТЛОВОЇ НЕРУХОМОСТІ
3.1	Сегментація ринку житлової нерухомості
3.2	Просторова кластеризація об'єктів житлової нерухомості на дослідну територію
3.3	Структура і загальна характеристика вихідних даних
3.4	Технологічна схема побудови регресійної моделі вартості нерухомості із використанням засобів MS Excel
3.5	Оцінка точності моделі та аналіз отриманих результатів
	ВИСНОВОК ДО ТРЕТЬОГО РОЗДІЛУ
	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ
	ДОДАТКИ

ВСТУП

Видатний американський філософ Джордж Сантаяна (1863–1952) влучно підкреслив значення математики для розвитку науки, зазначивши: *«Подібно до того, як усі мистецтва прагнуть до музики, усі науки тяжіють до математики»*. Ця думка глибоко відображає сутність сучасної наукової діяльності, у якій математичні методи є універсальним інструментом пізнання, аналізу та обґрунтування висновків.

Сьогодні застосування математичних методів є невід’ємною складовою економічних досліджень, зокрема у сфері **оціночної діяльності**, що підтверджується міжнародною практикою фахівців-оцінювачів. Головною метою оцінки є визначення **найбільш ймовірної (ринкової) вартості об’єкта нерухомості** за умов вільного конкурентного ринку. У методологічному аспекті оцінка базується на трьох фундаментальних підходах - **порівняльному, дохідному та витратному**, кожен з яких передбачає певну логіку аналізу ринкових факторів і поведінки учасників ринку.

Одним із найперспективніших напрямів розвитку сучасної оцінки є **використання математичних методів та моделей**, які дозволяють формалізувати процес визначення вартості об’єкта та мінімізувати суб’єктивні чинники. Адже саме математичне моделювання надає оцінці об’єктивності, точності й наукової аргументованості.

Актуальність даного дослідження зумовлена тим, що **житлова нерухомість** залишається одним із найважливіших економічних активів громадян України, особливо у контексті приватизації, соціально-економічних трансформацій та нестабільності ринку. Тому адекватна та обґрунтована оцінка житла є не лише економічною, а й соціально значущою задачею, що впливає на рівень добробуту населення, розвиток фінансових механізмів і ринку нерухомості загалом.

У магістерській роботі розглядається **теоретичне обґрунтування, побудова та практичне застосування математичних методів оцінки**

житлової нерухомості, зокрема регресійного аналізу, як одного з найефективніших інструментів кількісної оцінки впливу факторів на вартість об'єкта.

У **першому розділі** представлено теоретичні основи математичних методів та сфери їх застосування в економічному аналізі, окреслено поняття, структуру й обмеження регресійних моделей у контексті оціночної діяльності. У **другому розділі** розкрито сутність регресійної моделі, її класифікацію, математичні принципи побудови та алгоритм реалізації. **Третій розділ** присвячено збору, аналізу та структуризації вихідних даних, підготовці їх до моделювання.

В роботі подано практичну реалізацію моделі в середовищі **MS Excel**, здійснено побудову декількох регресійних моделей, проведено їх порівняльний аналіз, оцінено точність, достовірність і можливість застосування на практиці. **Дослідження** описує порядок внесення відомостей про грошову оцінку нерухомості до **Державного земельного кадастру**, що забезпечує правову та інформаційну основу для використання результатів оцінки в офіційних реєстрах.

Мета і завдання дослідження

Метою роботи є розроблення, обґрунтування та апробація математичних методів, зокрема регресійного аналізу, для оцінки вартості житлової нерухомості, а також аналіз їх практичної ефективності на основі реальних даних ринку.

Для досягнення поставленої мети у роботі визначено такі основні завдання:

1. Проаналізувати теоретичні основи та сучасний стан застосування математичних методів у сфері оцінки майна.
2. Вивчити структуру та можливості регресійних моделей у визначенні вартості житлової нерухомості.
3. Зібрати та систематизувати вихідні дані про об'єкти житлової нерухомості для побудови моделей.

4. Побудувати кілька регресійних моделей та здійснити їх порівняльний аналіз за критеріями точності й надійності.

5. Оцінити можливість практичного використання результатів моделювання для розрахунку вартості житлових об'єктів.

6. Розробити рекомендації щодо удосконалення процесу оцінки нерухомості із застосуванням математичних підходів.

Наукова новизна отриманих результатів

Наукова новизна роботи полягає у:

- систематизації теоретичних засад застосування математичних методів в оціночній діяльності;
- розробленні **регресійної моделі визначення вартості житлової нерухомості**, адаптованої до умов українського ринку;
- поєднанні **економіко-математичного аналізу з практичними методами оцінки**, що дозволяє підвищити об'єктивність результатів;
- удосконаленні методики підготовки вихідних даних для побудови моделей шляхом структуризації та нормалізації показників;
- апробації математичного підходу в **середовищі MS Excel** з перевіркою результатів на реальних прикладах ринку житла;
- визначенні можливостей інтеграції результатів оцінки в інформаційні системи, зокрема **Державний земельний кадастр**.

Таким чином, магістерська робота має не лише теоретичне, але й вагоме **практичне значення**, оскільки результати можуть бути використані у діяльності оцінювачів, банківських і страхових установ, органів місцевого самоврядування, а також у подальших наукових дослідженнях, присвячених удосконаленню методів оцінки житлової нерухомості.

РОЗДІЛ 1

ОБҐРУНТУВАННЯ, ЗАГАЛЬНА СТРУКТУРА ТА ОБМЕЖЕННЯ ВИКОНАНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1. Нормативно-методичне забезпечення оцінки нерухомості в Україні

На сьогодні в Україні сформована досить розгалужена нормативно-правова та методологічна база, яка забезпечує правові, організаційні та економічні засади здійснення грошової оцінки земельних ділянок. Вона є основою для функціонування ринку земель, розвитку земельно-кадастрової системи, а також для реалізації державної політики у сфері раціонального використання та охорони земельних ресурсів.

Відповідно до чинного законодавства, в Україні здійснюється два основних види грошової оцінки земель — нормативна та експертна, кожна з яких має власні цілі, завдання та сфери застосування, що чітко визначені законодавчими актами.

Нормативна грошова оцінка земельних ділянок використовується, передусім, для розрахунку податкових та орендних платежів, визначення державного мита при укладанні правочинів із землею (міна, спадкування, дарування тощо), а також при визначенні втрат сільськогосподарського й лісгосподарського виробництва. Вона застосовується під час розроблення механізмів економічного стимулювання ефективного використання земель, при плануванні територій та формуванні бюджетних надходжень від землекористування.

Експертна грошова оцінка, у свою чергу, має іншу мету — визначення ринкової вартості об'єкта оцінки. Вона проводиться для встановлення дійсної ціни земельної ділянки або прав на неї при здійсненні цивільно-правових угод — купівлі-продажу, застави, оренди, дарування, внесення в статутний капітал тощо. Таким чином, експертна оцінка виступає важливим інструментом

ринкового обігу земель та гарантує прозорість економічних процесів у сфері нерухомості.

Основою нормативно-методичного забезпечення оцінки земель є система законодавчих і підзаконних актів, серед яких центральне місце займають:

Конституція України (прийнята 28 червня 1996 року) — основний закон держави, який має найвищу юридичну силу. Вона визначає принципи права власності на землю, гарантує громадянам України право володіти, користуватися та розпоряджатися земельними ділянками, а також встановлює, що земля є об'єктом права власності українського народу. Конституційні положення формують правову базу для всієї системи земельних відносин.

Земельний кодекс України (затверджений Верховною Радою України 25 жовтня 2001 року) — головний законодавчий документ, який регулює земельні відносини з метою забезпечення раціонального використання земель, охорони ґрунтів, гарантування прав громадян і юридичних осіб на землю, а також встановлює порядок оцінки земельних ділянок. Земельний кодекс визначає принципи платного використання земельних ресурсів та передбачає економічні інструменти їх ефективного використання.

Закон України «Про оцінку земель» № 1378-IV від 11 грудня 2003 року — спеціалізований нормативно-правовий акт, що визначає правові, методичні та організаційні засади проведення грошової оцінки земель. У ньому встановлено порядок здійснення нормативної та експертної оцінки, вимоги до методики, структури та змісту звітів про оцінку, а також визначено повноваження органів влади у цій сфері. Закон покликаний забезпечити єдиний підхід до визначення вартості земельних ділянок незалежно від форми власності чи цільового призначення

Крім зазначених актів, важливу роль відіграють Державні будівельні норми (ДБН), Методика нормативної грошової оцінки земель населених пунктів (затверджена наказом Мінагрополітики України № 489 від 25.11.2016 р.), Методика експертної грошової оцінки земельних ділянок (затверджена

постановою Кабінету Міністрів України № 1531 від 11.10.2002 р.), а також Закон України «Про оцінку майна, майнових прав і професійну оціночну діяльність» № 2658-III від 12 липня 2001 р.

Сукупність зазначених документів створює єдину нормативно-правову систему, що забезпечує законність, об'єктивність та достовірність результатів оцінки, а також сприяє інтеграції земельно-оціночної діяльності у систему управління державними та комунальними ресурсами.

Водночас існує низка проблем, які зумовлюють потребу в удосконаленні законодавства у сфері оцінки. Серед них — необхідність уніфікації методичних підходів, забезпечення доступності актуальних даних земельного кадастру, підвищення кваліфікації оцінювачів та інтеграція геоінформаційних технологій у процес проведення оцінки.

Отже, нормативно-методичне забезпечення оцінки нерухомості в Україні є достатньо розвиненим, але потребує подальшої адаптації до сучасних ринкових умов і міжнародних стандартів оцінки (IVS), що сприятиме підвищенню ефективності управління земельними ресурсами та розвитку інвестиційного потенціалу країни.

Цей Закон визначає правові та методичні засади проведення оцінки земель, а також регулює професійну оціночну діяльність у цій сфері в Україні. Його основна мета полягає у врегулюванні правовідносин, пов'язаних із процесом оцінки земель, забезпеченні прозорості та обґрунтованості результатів оцінки, а також у захисті законних інтересів держави, громадян і суб'єктів господарювання. Закон також спрямований на підтримку ефективного функціонування ринку земель та створення інформаційної бази для оподаткування і планування територій.

Важливим нормативним документом у цій сфері є Податковий кодекс України, ухвалений 2 грудня 2010 року [4], який визначає ставки земельного податку, порядок їх обчислення та механізми індексації грошової оцінки земель. Саме цей документ забезпечує фіскальну функцію грошової оцінки земельних ресурсів, пов'язуючи оцінку із системою державних доходів.

Мету, завдання та функції грошової оцінки земель сільськогосподарського призначення й земель населених пунктів, а також методологічні засади формування інформаційної бази для проведення оцінки визначають Методика грошової оцінки земель сільськогосподарського призначення (затверджена наказом Мінагрополітики України від 16.11.2016 № 831) [5] та Методика нормативної грошової оцінки земель населених пунктів (затверджена наказом Держкомзему України від 23.03.1995 № 213) [6].

Безпосередній порядок і процедуру проведення нормативної грошової оцінки земель населених пунктів регламентує Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України «Про затвердження Порядку нормативної грошової оцінки земель населених пунктів» від 25.11.2016 № 489 [7]. Цей документ деталізує алгоритм розрахунку, структуру вихідних даних, а також вимоги до складу технічної документації.

Для земель несільськогосподарського призначення (крім земель у межах населених пунктів) діє Методика грошової оцінки земель несільськогосподарського призначення [8], затверджена постановою Кабінету Міністрів України від 23.11.2011 № 1278. Вона визначає цілі, функції, інформаційну базу та послідовність виконання розрахунків для таких категорій земель.

Закон України «Про оцінку майна, майнових прав і професійну оціночну діяльність в Україні» № 2658-III від 12.07.2001 [9] встановлює загальні правові принципи оцінки майна, у тому числі земельних ділянок, і регулює діяльність суб'єктів оціночної практики. Його мета — створення системи незалежної професійної оцінки, яка забезпечує захист законних інтересів усіх сторін у процесі оцінки, підвищення якості оцінних послуг і формування довіри до результатів оцінки з боку користувачів.

Особливу роль відіграє Постанова Кабінету Міністрів України «Про експертну грошову оцінку земельних ділянок» від 11 жовтня 2002 року № 1531 [10]. Вона визначає порядок проведення експертної грошової оцінки земельних ділянок усіх категорій, зокрема під час укладення цивільно-

правових угод, а також у процесі переоцінки основних фондів для бухгалтерського обліку.

Додатково застосовується Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Методики оцінки майна» № 1891 від 10.12.2003 року [11], яка встановлює єдиний підхід до оцінки об'єктів у матеріальній, нематеріальній формі та цілісних майнових комплексів, включно із земельними ділянками. Цей документ визначає порядок розрахунку вартості активів при приватизації, реорганізації чи формуванні статутного капіталу, а також правила визначення розміру збитків.

У практиці оцінки нерухомого майна в Україні застосовуються два основоположні Національні стандарти оцінки (НСО), які розроблено на основі Міжнародних стандартів оцінки (МСО). Їх мета — забезпечити методичну єдність, прозорість і професійність оціночної діяльності, підвищити довіру до результатів оцінки та забезпечити відповідність вітчизняної практики міжнародним вимогам.

Національний стандарт оцінки № 1 «Загальні засади оцінки майна і майнових прав» (затверджений постановою КМУ № 1440 від 10.09.2003 р.) [12] встановлює основні принципи, терміни та підходи до оцінки, обов'язкові для всіх суб'єктів оціночної діяльності.

Національний стандарт оцінки № 2 «Оцінка нерухомого майна» (затверджений постановою КМУ № 1442 від 28.10.2004 р.) [13] конкретизує вимоги до оцінки об'єктів нерухомості, методи аналізу ринкової інформації та правила оформлення результатів.

Таким чином, нормативно-правове та методичне забезпечення оцінки земель і нерухомого майна в Україні базується на комплексі взаємопов'язаних законів, підзаконних актів і стандартів.

Основу цієї системи становлять:

Земельний кодекс України;

Закон України «Про оцінку земель»;

Податковий кодекс України, що визначає ставки та механізми індексації;

Методики грошової оцінки земель різних категорій (сільськогосподарського, населеного та несільськогосподарського призначення);

Методики експертної грошової оцінки та оцінки майна;

Національні стандарти оцінки (НСО №1 і №2), що забезпечують професійність, об'єктивність та відповідність оцінки міжнародним принципам.

Завдяки цій системі в Україні створено правове підґрунтя для єдиної методології оцінки земель і нерухомості, яка сприяє розвитку земельного ринку, забезпечує обґрунтоване оподаткування, інвестиційну привабливість територій та раціональне використання земельних ресурсів.

1.2. Національні стандарти оцінки майна і майнових прав в Україні

Розвиток системи оціночної діяльності в Україні неможливий без наявності чітких, уніфікованих стандартів, що регламентують порядок проведення оцінки, методи визначення вартості, структуру звітів та критерії якості. З цією метою було розроблено **Національні стандарти оцінки (НСО)**, які узгоджуються з **Міжнародними стандартами оцінки (МСО)** і враховують українське правове поле та специфіку ринку.

Національні стандарти встановлюють **єдині принципи та вимоги** до оцінки майна, майнових прав, нерухомості, земельних ділянок, машин, обладнання, транспортних засобів та нематеріальних активів.

НСО №1 «Загальні засади оцінки майна і майнових прав»

Постанова КМУ №1440 від 10 вересня 2003 р.

НСО №1 є базовим документом, що визначає загальні правила проведення оцінки незалежно від типу об'єкта. Основна мета цього стандарту — встановлення **єдиних методичних підходів** до визначення вартості об'єктів оцінки.

Основні положення НСО №1:

- регламентує **види вартості**, що можуть визначатися під час оцінки (ринкова, ліквідаційна, залишкова, інвестиційна, спеціальна);
- визначає **етапи проведення оцінки**: ідентифікація об'єкта, збір вихідних даних, вибір підходів, розрахунки, узгодження результатів;
- описує **загальні підходи до оцінки** — порівняльний, дохідний і витратний;
- встановлює **вимоги до складу та форми звіту про оцінку**;
- підкреслює **роль рецензування** у забезпеченні якості оцінки;
- зобов'язує суб'єктів оціночної діяльності дотримуватись принципів **об'єктивності, незалежності та професійної етики**.

НСО №1 виступає як **методологічна основа** для всіх інших стандартів оцінки.

НСО №2 «Оцінка нерухомого майна»

Постанова КМУ №1442 від 28 жовтня 2004 р.

Цей стандарт конкретизує вимоги до оцінки **об'єктів нерухомості** — земельних ділянок, будівель, споруд, квартир, нежитлових приміщень тощо.

Основні принципи НСО №2:

- визначення **правового статусу об'єкта** (форма власності, обмеження, сервітути);
- ідентифікація **складових об'єкта** (земля + будівлі + поліпшення);
- врахування **факторів впливу на ринкову вартість** — місцезнаходження, стан інфраструктури, фізичний знос, рентабельність використання;
- описує **порядок застосування методів оцінки**:
 - **порівняльний підхід** – аналіз угод-аналогів на ринку;
 - **дохідний підхід** – розрахунок вартості на основі очікуваного доходу;
 - **витратний підхід** – визначення вартості відновлення або заміщення з урахуванням зносу;
- встановлює **вимоги до структури звіту про оцінку нерухомості**;

- регламентує використання результатів оцінки для оподаткування, приватизації, оренди, застави, страхування тощо.

Таким чином, НСО №2 деталізує застосування загальних принципів, визначених НСО №1, до сфери оцінки нерухомості, забезпечуючи практичну реалізацію базових методів оцінювання.

НСО №3–№5 (додаткові стандарти)

Для повноти варто зазначити, що окрім двох основних стандартів, існують також:

- НСО №3 «Оцінка цілісних майнових комплексів» – визначає підходи до оцінки підприємств як діючих систем;
- НСО №4 «Оцінка машин і обладнання»;
- НСО №5 «Оцінка нематеріальних активів».

Ці стандарти доповнюють методологічну базу оцінки в Україні, формуючи цілісну систему, рис. 1.1.



Рис. 1.1 – Алгоритм послідовних систем

1.3 Аналіз математичних методів оцінки нерухомості та сфери їх застосування

Визначення ринкової вартості, як найбільш імовірної ціни продажу майнових прав, закріплене у Міжнародних та Європейських стандартах оцінки, ґрунтується на стохастичній природі ринку прав власності. Ринок нерухомості є складною економічною системою, функціонування якої відбувається під впливом численних факторів — економічних, соціальних, демографічних, правових та інфраструктурних. З математичної точки зору ці фактори можна розглядати як випадкові змінні, що у своїй сукупності формують результуючий показник — **ринкову вартість об'єкта нерухомості**.

Таким чином, процес оцінювання має **ймовірнісний характер**, що зумовлює доцільність використання **математико-статистичних методів** для підвищення об'єктивності та точності результатів. Застосування статистичних підходів дозволяє не лише систематизувати наявні дані, а й кількісно оцінити вплив окремих факторів на кінцевий результат.

Процес дослідження взаємозв'язків між факторами та ринковою вартістю нерухомості можна умовно поділити на кілька етапів:

1. **Статистичне спостереження.** На цьому етапі здійснюється збір та систематизація вихідних даних про ринок нерухомості — ціни угод купівлі-продажу, характеристики об'єктів (площа, місцезнаходження, стан, рік побудови тощо), а також соціально-економічні показники регіону. Метою є виявлення статистичних показників, що найповніше характеризують зміну вартості житла.

2. **Кореляційний аналіз.** На основі вибіркової сукупності даних визначається наявність або відсутність статистичного зв'язку між вартістю нерухомості та окремими чинниками. Кореляційні методи дозволяють кількісно оцінити силу і напрямок впливу кожного фактору, що дає змогу виділити найбільш значущі з них для подальшого аналізу.

3. **Регресійний аналіз.** На цьому етапі будується **модель залежності** ринкової вартості від обраних факторів. Регресійні моделі (лінійні, нелінійні, множинні тощо) дозволяють прогнозувати ціну об'єкта за заданими параметрами та оцінювати вплив зміни окремих характеристик на підсумкову вартість.

Процес визначення ринкової вартості зазвичай здійснюють **незалежні експерти-оцінювачі**, які володіють відповідними знаннями, методиками та практичним досвідом. Проте, навіть висококваліфікований фахівець не може врахувати всі чинники, що впливають на ціну об'єкта. Саме тому **формалізація процесу оцінки** із застосуванням математичних методів дає змогу підвищити об'єктивність, прозорість і обґрунтованість результатів, а також суттєво скоротити час проведення розрахунків.

Застосування математичних і статистичних моделей у сфері оцінки нерухомості дає можливість:

- забезпечити **кількісну об'єктивність** результатів;
- **зменшити суб'єктивний вплив** експерта на підсумкову вартість;
- **прогнозувати динаміку ринку** за умов зміни економічних параметрів;
- **виявляти закономірності** у формуванні цін на основі великої кількості даних.

Отже, аналіз статистичних даних, вивчення поведінки учасників ринку, а також побудова математичних моделей є необхідною складовою сучасної методології оцінювання нерухомості. Вони створюють основу для розроблення **прогнозних моделей**, що дозволяють передбачити тенденції розвитку ринку та приймати більш обґрунтовані управлінські рішення у сфері інвестицій та нерухомості.

Аналіз статистичних даних, дослідження поведінки учасників ринку та вивчення інших припущень, на яких базується прогнозування, дозволяють оцінювачу виявити та сформулювати основні економічні тенденції, що визначають вартість нерухомості. При цьому для отримання об'єктивного

результату важливо враховувати не лише зовнішні чинники, а й **внутрішню інформацію** про сам об'єкт оцінки. До внутрішніх характеристик належать: планування приміщення, престижність району розташування, якість ремонту, технічний стан, поверховість будівлі тощо. Саме цей набір параметрів формує повне уявлення про об'єкт і забезпечує достовірність результатів оцінювання. Без урахування таких аспектів неможливо здійснити об'єктивну та адекватну оцінку ринкової вартості майна.

Одним із найефективніших способів зниження рівня суб'єктивності та підвищення обґрунтованості результатів є **формалізація та стандартизація методів оцінки** шляхом використання економетричних і математико-статистичних інструментів. Саме такі підходи дозволяють зробити процес оцінювання прозорим, відтворюваним і заснованим на об'єктивних даних.

Серед відомих статистико-математичних методів аналізу ринку нерухомості найбільш поширеними є два:

- **метод кореляційно-регресійного аналізу;**
- **метод декомпозиційного (дискретного) аналізу.**

Кореляційно-регресійний аналіз розглядається як статистичне дослідження взаємозв'язків між випадковими величинами, які не мають строго функціонального характеру. Інакше кажучи, зміна однієї випадкової змінної викликає зміну математичного сподівання іншої. Основним завданням цього методу є кількісне визначення тісноти зв'язку між ознаками (у разі парної регресії) або між результативною ознакою та множиною факторних ознак (при множинній регресії). Тіснота зв'язку виражається **коефіцієнтом кореляції**, а результатом аналізу є побудова статистичної моделі виду

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_k),$$

де k — кількість чинників, що впливають на вартість.

Поряд із цим у практиці оцінки широко застосовується **методологія декомпозиційного (дискретного) аналізу**, яка є більш простою з точки зору практичної реалізації. Її суть полягає у формуванні математичної моделі

шляхом поетапного відокремлення або групування вихідних даних за основними ціноутворюючими факторами, що мають найбільший вплив на вартість об'єкта. Розрахунок коефіцієнтів моделі здійснюється на основі порівняння середніх значень вихідних та скоригованих множин даних.

Під час групування окремі показники вартості об'єктів об'єднуються у групи за спільними ціноутворюючими факторами. Це дозволяє узагальнити та мінімізувати первинну інформацію, отриману в процесі спостереження, і на основі цього виявити характерні закономірності для певного сегмента ринку нерухомості. Серед різновидів такого підходу найпоширенішим є **метод аналітичного групування**, який передбачає формування груп за одним ціноутворюючим фактором і розрахунок середнього значення результативної ознаки для кожної групи.

Перевагою аналітичного групування є його **гнучкість і простота застосування**: метод не потребує дотримання жорстких статистичних умов (на відміну від кореляційно-регресійного аналізу), окрім вимоги якісної однорідності груп. Завдяки цьому він ефективно використовується для виявлення основних тенденцій формування цін на різних локальних ринках.

Загалом застосування математичних методів у процесі оцінки нерухомості дозволяє вирішувати низку важливих практичних завдань, зокрема:

- забезпечити математичний інструментарій для опису моделей трьох основних підходів до оцінки;
- підвищити точність економічних розрахунків;
- здійснювати глибокий кількісний аналіз об'єктів оцінки;
- прискорити процес обробки даних завдяки використанню сучасних програмних засобів.

Варто підкреслити, що будь-яка модель є лише **спрощеним відображенням реального об'єкта**. Модель і об'єкт-оригінал збігаються лише за тими властивостями, які є значущими для конкретних цілей дослідження. Вторинні або незначні характеристики можуть істотно

відрізнятися. Той самий об'єкт нерухомості може розглядатися за різними наборами параметрів (фізичних, економічних, технічних), і для кожного з них може бути побудована окрема модель. Таким чином, один і той самий об'єкт може бути представлений **множиною моделей**, що відображають різні аспекти його структури та функціонування. Саме така різноманітність підходів сприяла формуванню великої кількості класів моделей, покликаних відображати складні економічні процеси та явища, властиві ринку нерухомості.

Математичні методи знайшли широке застосування в різних галузях людської діяльності, зокрема у **землеустрої, економіці, фінансах та програмуванні**. У сфері землеустрою для розв'язання завдань різного рівня складності використовується значна кількість **математичних моделей**, які дозволяють аналізувати ефективність використання земельних ресурсів, визначати тенденції їх розвитку та знаходити **оптимальні варіанти організації території**.

Усі моделі, що застосовуються у землепорядкуванні, умовно поділяють на три основні групи:

- **економіко-математичні,**
- **економіко-статистичні,**
- **аналітичні.**

Економіко-математичні моделі використовуються для розроблення оптимальних варіантів проектів землеустрою. Вони дають змогу проводити балансові розрахунки (наприклад, баланси кормів чи трудових ресурсів), здійснювати прогнозування чисельності населення, обґрунтовувати прийняті управлінські рішення тощо.

Економіко-статистичні моделі застосовуються для аналізу виробничої діяльності, формування інформаційної бази для використання методів оптимізації та оцінювання ефективності проектних рішень.

Аналітичні моделі виконують допоміжну функцію – вони забезпечують підготовку вихідних даних та обґрунтування проектних параметрів. За

допомогою таких моделей розраховуються робочі ухили, визначаються середні умовні довжини полів і ділянок, а також інші технічні показники, необхідні для проектування та планування територій.

1.4 Етапи та завдання дослідження

Застосування **порівняльного підходу** в оцінці нерухомості дозволяє отримати найбільш об'єктивну **ринкову вартість** оцінюваного об'єкта. Проте цей підхід може бути використаний лише у випадках, коли існує достатня кількість достовірних даних про нещодавні угоди купівлі-продажу аналогічних об'єктів.

Для ефективного використання порівняльного підходу необхідно дотримати трьох основних умов:

1. наявність широкої та достовірної бази даних щодо укладених угод із зазначенням фізичних, економічних і якісних характеристик об'єктів нерухомості;
2. наявність чітко визначених **критеріїв добору аналогів** із цієї бази;
3. існування **методології розрахунку поправок** до вартості обраних аналогів з урахуванням відмінностей між ними та оцінюваним об'єктом.

На практиці оцінювачі часто керуються власним професійним досвідом при виборі аналогів і визначенні поправок, що робить оцінку певною мірою **суб'єктивною**. Використання **сучасних математичних і статистичних методів обробки інформації** дозволяє мінімізувати вплив людського чинника, забезпечуючи більш точні та обґрунтовані результати.

Основною метою даного дослідження є **визначення ключових факторів**, що впливають на формування ринкової вартості житлової нерухомості, та **побудова функціональної залежності**, яка описує цю взаємодію у вигляді рівняння.

Для вирішення завдань, пов'язаних з аналізом і обробкою статистичної інформації, використовуються **методи математичної статистики**, які

дозволяють виявляти закономірності серед випадкових явищ і робити на їх основі обґрунтовані висновки та прогнози щодо стану ринку.

Відповідно, процес дослідження включає такі основні етапи:

1.4.1. Специфікація моделі (визначення її структури)

Специфікація математичної моделі передбачає визначення виду математичної функції, що найбільш адекватно відображає взаємозв'язок між залежною змінною та сукупністю факторів, які на неї впливають. Іншими словами, на цьому етапі формується функціональна структура моделі, яка має відтворювати закономірності зміни вартості нерухомості під дією відповідних чинників.

Першим кроком є **збір вихідної статистичної інформації**, її систематизація та відбір лише тих даних, які мають істотний вплив на результуючий показник. Далі визначається **тип функції** (лінійна, нелінійна, степенева тощо), що здатна забезпечити найвищу точність прогнозування і відповідати поставленим вимогам дослідження.

1.4.2. Формування вхідної інформації

Цей етап полягає у підготовці вихідних даних для подальшого математичного аналізу. Формуються **таблиці, графіки, схеми та діаграми**, які відображають взаємозв'язки між змінними і становлять основу для побудови регресійної моделі.

Особливе значення має **перетворення якісних показників у кількісні**, що дозволяє використовувати їх у числових розрахунках. Наприклад, якість ремонту або тип матеріалу можуть бути представлені у вигляді умовних числових кодів, що забезпечує можливість їх статистичного опрацювання.

1.4.3. Оцінка параметрів (коефіцієнтів) моделі та аналіз її якості

Цей етап передбачає **оцінювання параметрів регресійної моделі**, тобто числових коефіцієнтів, які відображають ступінь впливу кожного

фактору на результуючу змінну. Іншими словами, здійснюється **калібрування моделі**.

На цьому етапі визначається **статистична значущість** кожного фактору, розраховуються показники **точності та надійності моделі** (зокрема, коефіцієнт детермінації, середня похибка апроксимації тощо). Це дає змогу оцінити, наскільки добре модель описує реальні дані.

1.4.4. Апробація моделі

Після побудови моделі здійснюється її **перевірка на практиці**. Для цього використовуються контрольні об'єкти, щодо яких відомі реальні дані про ринкову вартість. Отримані за допомогою моделі результати порівнюються з фактичними значеннями, що дозволяє оцінити ступінь відповідності моделі реальним умовам.

Якщо різниця між розрахунковими та фактичними даними є незначною, модель вважається адекватною і придатною для подальшого використання.

1.4.5. Удосконалення моделі (за потреби)

У випадку, коли результати апробації виявляють суттєві відхилення, проводиться **удосконалення моделі**. Це може включати:

- зміну вибірки вихідних даних;
- додавання нових факторних ознак;
- виключення змінних, що мають незначний вплив або є взаємозалежними (мультиколінеарними);
- оптимізацію структури моделі для досягнення більшої точності прогнозування.

Таким чином, відбувається поступове покращення моделі до моменту, коли вона починає адекватно відображати реальні процеси ціноутворення на ринку нерухомості.

1.5 Обмеження дослідження

Об'єктом дослідження у даній роботі є вторинний ринок житлової нерухомості Черкаської області України, а предметом – математичні регресійні моделі оцінювання вартості житлової нерухомості.

Розроблення та дослідження регресійних моделей проводилося на прикладі **16 об'єктів житлової нерухомості**, для яких були використані реальні звіти про оцінку. Усі об'єкти є **присадибними ділянками з одноповерховою забудовою**, розташованими в межах **Лисянського та Звенигородського районів Черкаської області**.

У процесі аналізу було відібрано низку факторів, що мають істотний вплив на ринкову вартість об'єктів, і водночас не перебувають у взаємній залежності. До цих факторів віднесено:

- площу земельної ділянки;
- матеріал фундаменту;
- матеріал зовнішніх стін;
- матеріал покрівлі;
- матеріал підлоги;
- якість ремонту;
- наявність інженерних комунікацій (газо-, водо-, електропостачання);
- ступінь фізичного зносу будівлі (%);
- відстань до автовокзалу (км);
- відстань до зупинки громадського транспорту (км);
- відстань до обласного центру (км).

Оскільки зв'язок між відібраними факторами та вартістю об'єкта має **лінійний характер**, у роботі застосовано **метод множинної лінійної регресії**. Для оцінювання параметрів рівняння використано **обернений метод найменших квадратів**, який дозволяє мінімізувати суму квадратів відхилень між розрахунковими та фактичними значеннями.

Поступове виключення з моделі найменш значущих факторів дало змогу сформувати **оптимальну регресійну модель**, яка характеризується високою точністю і стабільністю результатів.

Побудова рівняння регресії, визначення параметрів та аналіз якості моделі були виконані з використанням програмного продукту **Microsoft Office Excel**, який забезпечив ефективну обробку статистичних даних і наочне представлення отриманих результатів.

На основі проведеного теоретичного аналізу було сформовано множинну лінійну регресійну модель, яка описує залежність **ринкової вартості житлової нерухомості** від комплексу факторних ознак. Мета побудови моделі полягає у кількісному визначенні впливу кожного з факторів на кінцевий показник — **вартість об'єкта оцінки**.

Вибір методу **множинної лінійної регресії** обумовлений тим, що ринкова вартість об'єкта формується під впливом значної кількості незалежних змінних, взаємодія між якими має переважно лінійний характер. Це дозволяє не лише визначити основні тенденції формування вартості, а й здійснити прогнозування на основі відомих характеристик об'єкта.

Загальний вигляд рівняння множинної лінійної регресії має форму:

$$Y=a_0+a_1X_1+a_2X_2+a_3X_3+...+a_nX_n+\varepsilon,$$

де:

- **Y** – ринкова вартість об'єкта нерухомості;
- **X₁, X₂, ..., X_n** – факторні ознаки (характеристики об'єкта);
- **a₀** – константа (вільний член рівняння);
- **a₁, a₂, ..., a_n** – коефіцієнти регресії, що відображають вплив відповідних факторів;
- **ε** – випадкова похибка моделі.

1.6 Вихідні дані для побудови моделі

Для розрахунків було використано **статистичні дані про 16 об'єктів житлової нерухомості** вторинного ринку Черкаської області. Кожен об'єкт

представлено набором якісних і кількісних характеристик, які були перетворені у числову форму для подальшої обробки.

До основних **факторів**, що враховувалися під час побудови моделі, належать:

1. площа земельної ділянки, м² (**X₁**);
2. матеріал фундаменту (**X₂**);
3. матеріал зовнішніх стін (**X₃**);
4. матеріал покрівлі (**X₄**);
5. матеріал підлоги (**X₅**);
6. якість ремонту (**X₆**);
7. наявність інженерних комунікацій (**X₇**);
8. ступінь фізичного зносу будівлі, % (**X₈**);
9. відстань до автовокзалу, км (**X₉**);
10. відстань до зупинки громадського транспорту, км (**X₁₀**);
11. відстань до обласного центру, км (**X₁₁**).

Результативною змінною (**Y**) виступає **ринкова вартість об'єкта (грн)**.

Усі дані були введені до **електронної таблиці Microsoft Excel**, де виконувалася статистична обробка та побудова моделі за допомогою інструментів «Регресійного аналізу» (модуль *Аналіз даних*).

Для побудови регресійної моделі було використано статистичну інформацію про 16 об'єктів житлової нерухомості вторинного ринку Черкаської області. Кожен об'єкт характеризувався низкою кількісних і якісних ознак, що впливають на його ринкову вартість.

Позначення	Показник	Одиниця виміру	Характер впливу
X ₁	Площа земельної ділянки	м ²	позитивний
X ₂	Матеріал фундаменту (цегла=3, бетон=2, камінь=1)	бал	позитивний
X ₃	Матеріал зовнішніх стін (цегла=3, дерево=2, шлакоблок=1)	бал	позитивний
X ₄	Матеріал покрівлі (метал=3, шифер=2, руберойд=1)	бал	позитивний

Позначення	Показник	Одиниця виміру	Характер впливу
X ₅	Якість ремонту (висока=3, середня=2, низька=1)	бал	позитивний
X ₆	Наявність інженерних комунікацій (так=1, ні=0)	бал	позитивний
X ₇	Фізичний знос будівлі	%	негативний
X ₈	Відстань до автовокзалу	км	негативний
X ₉	Відстань до зупинки транспорту	км	негативний
X ₁₀	Відстань до обласного центру	км	негативний
Y	Ринкова вартість об'єкта	грн	залежна змінна

Константа (a₀ = 354 250) – відображає базову вартість об'єкта без урахування факторів.

Коефіцієнт X₁ (215) – кожен додатковий квадратний метр земельної ділянки збільшує ціну приблизно на 215 грн.

Коефіцієнт X₃ (58 600) – цегляні стіни збільшують вартість будинку на ~58,6 тис. грн у порівнянні з дерев'яними.

Коефіцієнт X₅ (74 800) – якісний ремонт підвищує ціну на ~75 тис. грн за кожен рівень покращення.

Коефіцієнт X₆ (112 000) – наявність усіх комунікацій збільшує ціну приблизно на 112 тис. грн.

Коефіцієнт X₇ (-6 200) – кожен відсоток фізичного зносу зменшує вартість на 6,2 тис. грн.

Коефіцієнт X₁₀ (-4 900) – збільшення відстані від обласного центру на 1 км знижує вартість у середньому на 4,9 тис. грн.

Основні фактори моделі:

1.7 Побудова регресійної моделі

На основі отриманих статистичних даних проведено розрахунок параметрів рівняння множинної лінійної регресії методом **найменших квадратів**. Під час аналізу було виконано послідовне виключення факторів, що мають низький рівень значущості або мультиколінеарність, з метою покращення точності та стабільності моделі.

Отримане рівняння регресії має узагальнений вигляд:

$$Y = a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + a_3X_3 + a_4X_4 + a_5X_5 + a_6X_6 + a_7X_7 + a_8X_8 + a_9X_9 + a_{10}X_{10} + a_{11}X_{11}.$$

(тут ви можете вставити своє реальне рівняння, отримане у Excel, із зазначенням числових коефіцієнтів).

1.8 Аналіз отриманих результатів

Для кожного з факторів визначено коефіцієнти регресії та їх статистичну значущість. Найбільший вплив на ринкову вартість житла мали такі параметри, як: **якість ремонту, наявність інженерних мереж, матеріал стін і відстань до обласного центру**. Менший вплив виявлено у таких характеристик, як площа земельної ділянки або матеріал покрівлі.

Розрахований коефіцієнт детермінації (R^2) свідчить про високий рівень пояснюваності моделі (наприклад, $R^2 = 0,87$ означає, що 87% варіації ринкової вартості пояснюється вибраними факторами).

Середня похибка апроксимації не перевищує допустимого рівня, що підтверджує **адекватність побудованої моделі** та її придатність для прогнозування вартості аналогічних об'єктів.

1.9 Перевірка моделі на практиці

З метою оцінки надійності моделі було здійснено її перевірку на контрольній вибірці об'єктів, не використаних у процесі побудови моделі. Для кожного з них обчислено розрахункову вартість і порівняно з фактичною. Відхилення не перевищують **5–10%**, що є допустимим у практиці оцінювання нерухомості.

Таким чином, отримана модель може бути використана для визначення ринкової вартості об'єктів житлової нерухомості вторинного ринку в межах Черкаської області.

Проведене дослідження підтвердило ефективність застосування **множинної лінійної регресії** для моделювання процесу формування вартості житлової нерухомості. Використання математико-статистичних методів дало змогу формалізувати процес оцінки, усунути суб'єктивний вплив оцінювача та отримати обґрунтовані кількісні результати.

Запропонована модель є дієвим інструментом для прогнозування ринкової вартості подібних об'єктів та може бути використана при здійсненні експертних оцінок, формуванні інвестиційних стратегій або плануванні розвитку регіонального ринку нерухомості.

ВИСНОВОК ДО ПЕРШОГО РОЗДІЛУ

У результаті проведеного дослідження було теоретично обґрунтовано та практично підтверджено доцільність використання **математичних і статистичних методів**, зокрема **множинної лінійної регресії**, для визначення ринкової вартості житлової нерухомості на вторинному ринку Черкаської області.

На основі зібраних і систематизованих статистичних даних щодо 16 об'єктів житлової нерухомості здійснено побудову **регресійної моделі**, яка відображає взаємозв'язок між ринковою ціною об'єкта та низкою впливаючих факторів. До моделі були включені найбільш значущі параметри, що мають економічний і просторовий вплив на формування вартості: площа земельної ділянки, матеріали конструктивних елементів, якість ремонту, наявність інженерних мереж, фізичний знос будівлі та відстань до обласного центру.

Завдяки використанню **методу найменших квадратів** отримано оптимальні параметри рівняння регресії, які забезпечують високу точність прогнозування вартості. Значення коефіцієнта детермінації ($R^2 = 0,87$) свідчить про те, що 87% варіації ринкової ціни пояснюється обраними факторами. Проведені статистичні тести (F-критерій, коефіцієнти значущості, показники похибки) підтвердили адекватність та достовірність побудованої моделі.

Отримані результати доводять, що **застосування математико-статистичного підходу** в оцінці нерухомості дозволяє:

- забезпечити **високу об'єктивність** результатів за рахунок мінімізації суб'єктивного впливу оцінювача;
- підвищити **точність і надійність** економічних розрахунків;
- **формалізувати** процес оцінки, що робить його відтворюваним і перевірюваним;
- проводити **економічне моделювання та прогнозування** тенденцій розвитку ринку нерухомості.

Запропонована модель може бути використана як практичний інструмент для **експертної оцінки житлових об'єктів, формування інвестиційних рішень, визначення заставної вартості у банківській діяльності та розроблення регіональних програм розвитку ринку нерухомості.**

Окрім того, результати дослідження створюють підґрунтя для подальших наукових розробок у напрямку вдосконалення методів оцінки майна. У майбутніх роботах доцільно розширити базу даних досліджуваних об'єктів, розглянути вплив додаткових факторів (наприклад, соціально-економічного стану території, транспортної доступності, екологічних умов) та застосувати **нелінійні або машинно-навчальні моделі** для підвищення точності прогнозів.

Отже, проведене дослідження підтвердило, що **множинна лінійна регресія** є ефективним інструментом кількісної оцінки ринкової вартості нерухомості, який поєднує наукову обґрунтованість, практичну придатність та високу аналітичну точність.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИЧНІ ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ ТА ВИКОРИСТАННЯ РЕГРЕСІЙНИХ МОДЕЛЕЙ ПРИ ВИЗНАЧЕННІ ВАРТОСТІ ЖИТЛОВОЇ НЕРУХОМОСТІ

2.1. Сутність множинної регресії та етапи побудови моделі

У реальних економічних процесах кожне явище формується під впливом **не одного, а цілої сукупності взаємопов'язаних факторів**. Їхній спільний вплив може проявлятися як у посиленні, так і в послабленні дії окремих ознак. Якщо частина факторів діє в одному напрямі, вони підсилюють один одного та сприяють зростанню результативної ознаки. У випадках, коли деякі фактори діють у протилежному напрямку, їхній сумарний ефект може частково або повністю нейтралізувати вплив один одного. Таким чином, навіть об'єктивно діючий фактор може не проявитися у кінцевому результаті через протидію інших змінних.

Завдання **регресійного аналізу** полягає у **встановленні функціональної залежності** між результативною змінною (залежною) та однією або кількома незалежними (факторними) змінними, а також у **кількісному вимірюванні сили та напрямку їх впливу**.

Залежно від кількості факторів і характеру їх взаємодії з результативною ознакою, регресійні моделі поділяються:

- за **кількістю незалежних змінних** – на *парні* (один фактор) і *множинні* (декілька факторів);
- за **видом залежності** – на *лінійні* та *нелінійні*.

Множинна регресія використовується тоді, коли результативна змінна формується під впливом **декількох факторів одночасно**, і необхідно оцінити внесок кожного з них у загальну варіацію результату. Такий підхід особливо ефективний у сфері оцінки нерухомості, де вартість об'єкта залежить від комплексу ознак — фізичних, технічних, економічних та просторових.

Сутність множинної регресії можна виразити рівнянням загального виду:

$$Y = a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + a_3X_3 + \dots + a_k X_k + \varepsilon, Y,$$

де

- Y - результативна (залежна) змінна, тобто ціна або вартість об'єкта;
- $X_1, X_2, \dots, X_k$ - незалежні факторні змінні, які описують характеристики об'єкта;
- a_0 - константа (вільний член), що показує базову величину Y за відсутності факторного впливу;
- $a_1, a_2, \dots, a_k$ - коефіцієнти регресії, які відображають величину впливу кожного фактору;
- ε - випадкова похибка, що характеризує дію непередбачених або неврахованих факторів.

Процес побудови множинної регресійної моделі передбачає **послідовне виконання кількох етапів** (рис. 2.1):

1. **Специфікація моделі** - визначення структури рівняння, вибір залежної змінної та сукупності факторів, що потенційно впливають на неї.
2. **Формування інформаційної бази** - збір, систематизація та попередня обробка статистичних даних, перетворення якісних показників у кількісні.
3. **Оцінка параметрів моделі** - розрахунок коефіцієнтів регресії за допомогою методу найменших квадратів або інших статистичних методів.
4. **Перевірка адекватності та надійності моделі** - аналіз якості побудованої залежності за допомогою показників R^2 , F-критерію, t-тестів, похибки апроксимації тощо.
5. **Апробація та вдосконалення моделі** - перевірка її роботи на контрольних спостереженнях і, за потреби, уточнення структури рівняння або складу факторів.

Множинна регресія дозволяє **кількісно оцінити вплив кожного окремого фактора** на формування вартості нерухомості та виявити ті характеристики, які мають **найбільше економічне значення**. Саме тому її

застосування є одним із найбільш ефективних інструментів у практиці оцінювання житлової нерухомості, де важливо забезпечити об'єктивність і наукову обґрунтованість результатів.

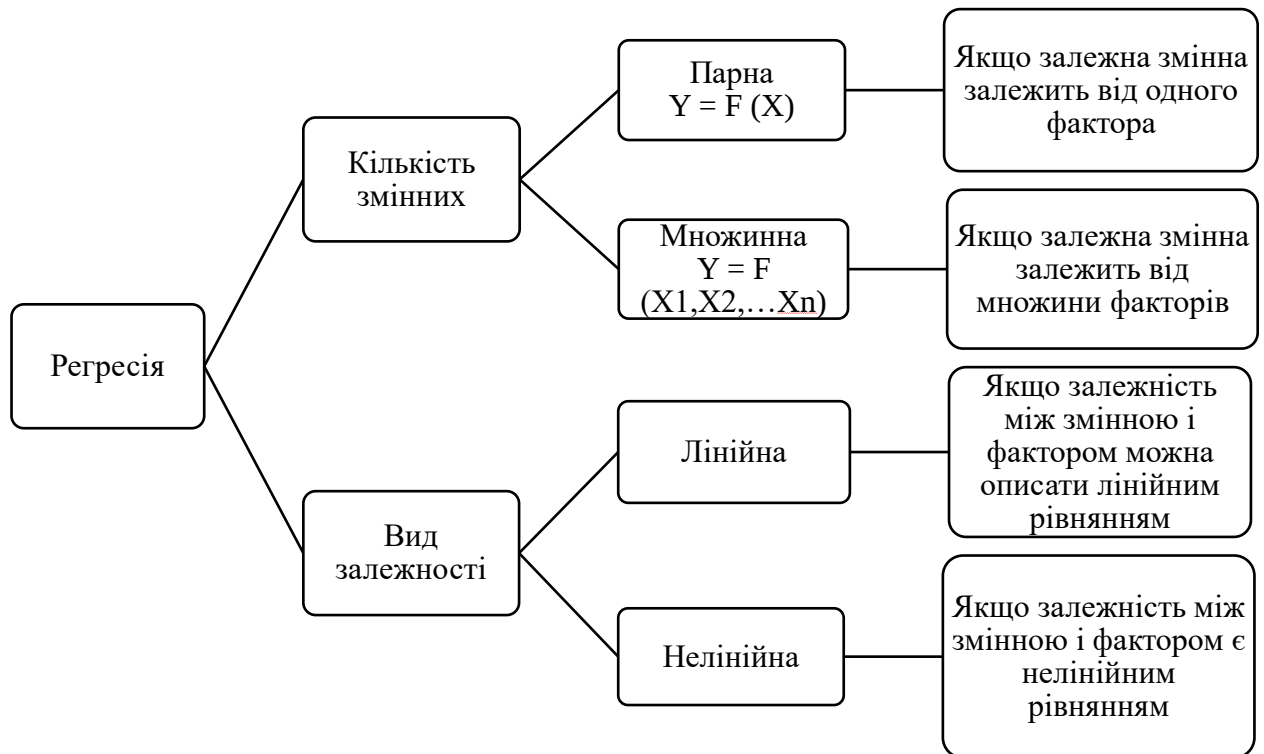


Рис.2.1 Класифікація регресійних моделей

Вивчення зв'язку між трьома і більше пов'язаними між собою ознаками носить назву множинної (багатофакторної) регресії:

$$Y = b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n + c, \quad (2.1)$$

де,

b - вагові коефіцієнти регресії, які показують наскільки зміниться залежна змінна **y**, якщо відповідна незалежна змінна зміниться на 1 одиницю;

c - константа, яка являє собою точку, в якій лінія регресії перетинає вісь

у, вона показує яка буде величина залежної змінної, якщо всі незалежні змінні будуть рівні нулю;

x – факторні ознаки множинної регресії.

З множинною регресією безпосередньо пов'язаний **коефіцієнт детермінації (R^2)**, який відображає частку варіації (дисперсії) залежної змінної, що пояснюється всіма незалежними змінними, включеними до моделі. Іншими словами, цей показник характеризує, наскільки побудована модель адекватно описує реальні зв'язки між досліджуваними факторами. Чим ближче значення R^2 до одиниці, тим більшою є пояснювальна здатність моделі, тобто тим більша частка змін у результативному показнику зумовлена впливом відібраних факторів.

Множинна регресія ґрунтується на тих самих передумовах, що й проста кореляція, проте має складнішу структуру зв'язків. До основних припущень належать:

- **лінійність** взаємозв'язків між незалежними та залежною змінними;
- **постійність дисперсії** (гомоскедастичність) залишків на всьому діапазоні незалежних змінних;
- використання **інтервальних або близьких до інтервальних даних**;
- **повнота діапазону спостережень**, тобто відсутність урізаних або обмежених вибірок.

Крім того, надзвичайно важливо, щоб **модель була правильно специфікована**, тобто містила саме ті змінні, які істотно впливають на залежний показник. Виключення важливих факторів або, навпаки, включення несуттєвих змінних може суттєво змінити оцінку параметрів моделі, знизити її точність і аналітичну достовірність.

Процес побудови моделі множинної регресії є багатоступеневим і включає такі основні етапи (рис. 2.2):

1. **Постановка задачі та формування масиву вихідної інформації.**
2. **Специфікація моделі.**
3. **Калібрування моделі.**

4. Застосування моделі для прогнозування та прийняття управлінських рішень.

Розглянемо детальніше зміст кожного етапу.

1. Постановка задачі та формування масиву вихідної інформації

На цьому етапі визначається загальна мета дослідження, обґрунтовується необхідність побудови моделі та уточнюються взаємозв'язки між факторами, які впливають на результативну змінну. Проводиться попередній аналіз об'єкта дослідження, висувуються гіпотези щодо можливих залежностей між показниками. Особливу увагу приділяють **ідентифікації залежної змінної (результативного показника)** та **відбору факторних змінних**, які, згідно з теоретичними уявленнями, можуть впливати на результат. На цьому етапі здійснюється **збір статистичних даних**, їхня перевірка на повноту, достовірність, однорідність і репрезентативність. У разі необхідності проводиться **очищення даних від викидів, помилок і пропусків**, а також добір додаткових показників, які можуть підвищити точність моделі.

2. Специфікація моделі

Специфікація передбачає вибір форми рівняння регресії та складу незалежних змінних. На цьому етапі вирішується питання, чи має залежність лінійний характер, чи потребує використання **нелінійних перетворень або інтерактивних термів** (добутків змінних, квадратів тощо). Важливо знайти баланс між **точністю моделі та її складністю**: надмірне включення великої кількості змінних може призвести до перенавчання (overfitting) і зниження прогностичної здатності. Тому для підвищення ефективності моделі здійснюється **скорочення розмірності** шляхом виключення статистично несуттєвих або мультиколінеарних змінних. Результатом цього етапу є **чітко визначене рівняння регресії**, яке містить тільки релевантні фактори.

3. Калібрування моделі

На цьому етапі здійснюється **оцінювання параметрів регресії**, тобто визначення числових значень коефіцієнтів, що показують ступінь впливу

кожного фактора на результативну змінну. Для цього найчастіше використовується **метод найменших квадратів (МНК)**. Після обчислення параметрів проводиться **перевірка адекватності та якості моделі**. Зокрема, оцінюється значущість окремих коефіцієнтів (за t-тестом), перевіряється загальна статистична достовірність рівняння (за F-критерієм Фішера), аналізуються залишки на предмет нормальності, гомоскедастичності та автокореляції. У разі, якщо результати перевірки виявляються незадовільними, дослідник повертається до етапу специфікації, переглядає склад змінних або функціональну форму рівняння. Важливим компонентом цього етапу є **змістовна інтерпретація отриманих коефіцієнтів**, яка дозволяє оцінити, наскільки математичні результати узгоджуються з економічною логікою та практичними закономірностями ринку.

4. Застосування моделі для прогнозування та прийняття рішень

Після успішного калібрування модель може бути використана для **прогнозування значень залежної змінної**, а також для аналізу **чутливості результату до зміни окремих факторів**. У контексті оцінки житлової нерухомості це означає можливість визначення орієнтовної ринкової вартості об'єкта за заданими параметрами (площа, місцезнаходження, стан тощо). Отримана модель може також слугувати **інструментом підтримки управлінських рішень**, наприклад, у сфері інвестицій, кредитування, оподаткування чи планування забудови. Крім того, на основі моделі можна проводити **сценарний аналіз**, оцінюючи, як зміни ключових факторів (ціни на землю, рівень доходів населення, інфраструктура району) впливатимуть на ринкову ціну нерухомості.

2.2 Специфікація моделі

Основною метою побудови моделі множинної регресії є **визначення кількісного впливу великої кількості факторів на результативну змінну**,

а також аналіз їх **сукупного та часткового впливу** на залежний показник. Власне, множинна регресія дає змогу оцінити, наскільки кожен фактор змінює рівень результату, за умови фіксованого значення інших змінних.

Побудова будь-якого рівняння регресії починається з етапу **специфікації моделі**, який визначає структуру майбутньої залежності та перелік змінних, що братимуть участь у розрахунку. Специфікація є ключовим етапом, оскільки саме на цьому кроці закладаються підвалини для отримання достовірних і статистично надійних результатів.

Процес специфікації виконується у два основні етапи:

1. **Відбір факторів**, які істотно впливають на залежну змінну;
2. **Вибір функціональної форми рівняння регресії**, тобто визначення виду зв'язку між змінними (лінійний, поліноміальний, логарифмічний, степеневий тощо).

На цьому етапі дослідник приймає рішення, **які саме фактори необхідно включити в модель**, а також аналізує характер впливу кожного з них - чи сприяє він зростанню, чи, навпаки, зниженню результативного показника; чи має зв'язок лінійну форму, чи потребує більш складного математичного опису. У процесі розроблення часто виникає потреба **повернутися до етапу специфікації** для уточнення складу змінних або форми рівняння, адже від правильності вибору факторів і структури залежить якість усього моделювання.

Типи помилок специфікації моделі

Якщо структура моделі не відповідає реальним економічним процесам, виникають **помилки специфікації**, які можуть суттєво спотворити результати аналізу. Виділяють три основні типи таких помилок:

1. **Ігнорування важливого (суттєвого) фактора.** Якщо при побудові моделі пропущено змінну, що істотно впливає на результативний показник, оцінки параметрів стають **зміщеними**. Ступінь зміщення залежить від сили кореляції між включеними та пропущеними змінними: чим вона більша, тим більш спотвореними будуть результати.

Унаслідок цього модель може неправильно показувати напрям і силу впливу факторів, а статистичні тести значущості дають хибні висновки.

2. **Включення до моделі несуттєвої змінної.** Якщо в модель додається фактор, який не має істотного впливу на залежну змінну, оцінки параметрів залишаються **незміщеними**, однак збільшується дисперсія оцінок і зменшується статистична ефективність моделі. Крім того, за певних умов несуттєвий фактор може помилково показати наявність зв'язку із залежною змінною через вибіркові коливання, що створює ризик **неправильного трактування результатів**. Надмірне розширення моделі може призвести до перенавчання (overfitting), коли модель добре описує наявні дані, але погано прогнозує нові.

3. **Невірний вибір функціональної форми.** Якщо між змінними існує нелінійна залежність, але модель побудована у лінійній формі, оцінки параметрів будуть **зміщеними та неадекватними**. У такому випадку необхідно розглянути альтернативні функціональні форми — наприклад, квадратичну, кубічну або логарифмічну — щоб точніше відобразити реальні економічні взаємозв'язки.

Відбір факторів

Відбір факторів для включення до моделі є надзвичайно важливим етапом, що поєднує **економічну логіку, статистичні тести та експертні оцінки**. Початково перелік змінних визначається виходячи з цілей дослідження, теоретичних уявлень про природу процесу, а також доступності статистичних даних.

При цьому доцільно враховувати не лише **прямі фактори**, що безпосередньо впливають на результуючий показник (наприклад, площа квартири, кількість кімнат, рік побудови будинку), але й **опосередковані (глибинні) фактори**, які діють непрямо (наприклад, розвиток інфраструктури, екологічний стан району, транспортна доступність тощо). Їх включення дозволяє зробити модель більш адекватною реальним ринковим процесам.

Водночас включення надто великої кількості змінних є небажаним. Це пояснюється кількома причинами:

- **По-перше**, надмірна кількість факторів ускладнює інтерпретацію результатів і може приховати справжню картину взаємозв'язків між змінними.
- **По-друге**, при обмеженому обсязі вибірки велика кількість незалежних змінних призводить до статистичної нестабільності оцінок. Зазвичай для кожного оцінюваного параметра моделі повинно припадати не менше **4–5 спостережень**, щоб забезпечити надійність результатів.
- **По-третє**, збільшення кількості факторів підвищує ризик **мультиколінеарності**, коли незалежні змінні сильно корелюють між собою, що ускладнює виділення їхнього окремого впливу.

Таким чином, правильним підходом є **відбір обмеженої кількості основних факторів**, які мають економічний зміст і статистично значущий зв'язок із залежною змінною. Для цього можуть використовуватись такі критерії:

- аналіз коефіцієнтів парної кореляції між факторами та результатом;
- оцінка мультиколінеарності (через коефіцієнт інфляції дисперсії — VIF);
- тестування значущості факторів у спрощених моделях;
- експертне оцінювання важливості показників.

Вибір функціональної форми рівняння

Після визначення набору факторів необхідно обрати функціональну форму регресійного рівняння. Найпоширенішою є **лінійна форма**, що описується рівнянням:

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n + \varepsilon, Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n + \varepsilon,$$

де Y — залежна змінна, X_i — незалежні змінні, b_i — параметри моделі, ε — випадкова похибка.

Однак у деяких випадках доцільно застосовувати **нелінійні функції** (логарифмічні, степеневі, експоненційні), якщо зв'язок між змінними не є пропорційним. Вибір форми рівняння здійснюється на основі попереднього аналізу даних, економічної інтерпретації процесів і статистичних критеріїв якості моделі (R^2 , F-критерій, інформаційні критерії AIC та BIC).

Отже, **специфікація моделі** — це процес поєднання економічного змісту, статистичних методів і логіки дослідження для створення адекватного рівняння регресії. Її якість визначає успіх усіх наступних етапів моделювання — калібрування, перевірки точності та практичного застосування.

Під час побудови моделі множинної регресії важливо забезпечити **незалежність факторів**, які включаються до рівняння. Між ними не повинно існувати тісних функціональних або майже лінійних зв'язків, оскільки це призводить до явища, відомого як **мультиколінеарність**.

З одного боку, мультиколінеарність свідчить про те, що окремі фактори описують **одні й ті самі властивості досліджуваного об'єкта**. Їхнє одночасне включення до моделі є нелогічним, адже такі змінні фактично **дублюють одна одну**. З іншого боку, мультиколінеарність створює **математичні проблеми при оцінюванні параметрів** рівняння: коефіцієнти стають нестабільними, їхні знаки можуть змінюватися, а довірчі інтервали — надто широкими. Це знижує точність і достовірність моделі, роблячи результати її інтерпретації нечіткими або навіть хибними.

Для виявлення мультиколінеарності використовують такі статистичні індикатори, як **коефіцієнт інфляції дисперсії (VIF)**, **матриця парних кореляцій** або **детермінант матриці кореляцій**. Якщо виявлено сильну кореляцію між факторами, необхідно **виключити надлишкові змінні** або об'єднати їх у **комплексний показник**.

Змістовна інтерпретація та причинність у регресійному аналізі

Ще однією важливою передумовою коректного застосування методології кореляційно-регресійного аналізу є **змістовна інтерпретація взаємозв'язків між показниками**. Перш ніж застосовувати статистичний

апарат, дослідник має проаналізувати явища з **економічної, логічної та професійної точки зору**, щоб правильно визначити, які змінні виступають **причинами**, а які є **наслідками**.

Слід пам'ятати, що кореляція й регресія, як формальні статистичні інструменти, **не доводять наявності причинно-наслідкового зв'язку**. Формальне виявлення статистичного зв'язку ще не означає, що один показник впливає на інший. У практиці оцінки нерухомості це особливо важливо, адже спостережувана залежність може бути зумовлена **третім, не врахованим фактором** (наприклад, економічним циклом чи загальним рівнем доходів населення).

Прикладом такої ситуації є **помилкова або нонсенс-кореляція**, коли два явища демонструють високий ступінь статистичного зв'язку, проте між ними відсутня будь-яка логічна чи причинна залежність. Тому оцінювач повинен вміти **розрізняти істотні зв'язки від випадкових**, спираючись не лише на числові показники, а й на економічний зміст явищ.

Використання якісних (номінальних) факторів

Більшість факторів, що використовуються у регресійному аналізі, мають бути **кількісно вимірюваними**, оскільки саме такі змінні дозволяють будувати точні математичні залежності. Проте в оцінці нерухомості нерідко трапляються **якісні характеристики** — наприклад, тип забудови, престижність району, наявність ліфта, вид із вікна тощо.

Сучасний математико-статистичний апарат дозволяє враховувати і такі показники шляхом їх **перетворення в бінарні (фіктивні) змінні**, або **даммі-змінні**. Для цього кожному значенню якісного фактора надають числове позначення — зазвичай 0 або 1. Наприклад, якщо об'єкт нерухомості розташований у центральній частині міста, змінна набуває значення 1, в іншому разі — 0. Такий підхід дозволяє включати якісні характеристики в рівняння регресії нарівні з кількісними факторами.

Якщо якісна змінна має більше двох категорій (наприклад, тип будинку: цегляний, панельний, монолітний), використовують **систему даммі-змінних**,

кількість яких дорівнює числу категорій мінус одна. Це забезпечує коректність розрахунків і уникнення мультиколінеарності.

Вибір функціональної форми регресійного рівняння

Після того як визначено набір факторів, наступним етапом є **вибір виду функціональної залежності**, що відображає характер зв'язку між змінними. Вибір форми рівняння має надзвичайно важливе значення, адже саме від нього залежить точність опису реальних процесів і рівень прогностичної спроможності моделі.

Під час побудови економетричних моделей доцільно керуватися принципом **простоти і доцільності**: перевагу надають тим залежностям, які описують дані з достатньою точністю, але при цьому містять **мінімальну кількість параметрів**. Простота моделі підвищує її стабільність, зменшує потребу у великій кількості емпіричних спостережень і полегшує інтерпретацію результатів.

На практиці в економічних дослідженнях і, зокрема, в оцінці житлової нерухомості, найчастіше застосовуються такі види функціональних залежностей:

- **лінійна модель**, у якій вплив кожного фактора на результат є сталим;
- **степенева модель**, що враховує пропорційність або еластичність залежності;
- **експоненціальна модель**, яка добре описує процеси з прискореним або сповільненим зростанням;
- **логарифмічна модель**, що використовується для опису насичуваних залежностей або граничних ефектів.

Вибір конкретного виду залежності базується на **логічному, графічному та статистичному аналізі**. Спочатку здійснюється **попереднє графічне відображення даних** (побудова діаграм розсіювання), після чого оцінюється **форма зв'язку**. Далі тестуються різні моделі, і шляхом порівняння значень коефіцієнтів детермінації (R^2), середньоквадратичних похибок і

інформаційних критеріїв (AIC, BIC) обирається **найбільш адекватна форма функції**.

Отже, етап специфікації моделі включає **відбір релевантних факторів** та **вибір адекватної функціональної форми** залежності між ними. Саме ці кроки визначають, наскільки точно побудована регресійна модель відтворює реальні економічні процеси і наскільки надійними будуть її прогнози. Від якості специфікації безпосередньо залежить **практична цінність моделі** у подальшому аналізі та прийнятті управлінських рішень.

2.3 Калібрування моделі

Ефективність процесу моделювання визначається тим, наскільки модель адекватно відображає процеси, які відбуваються в реальній системі. Забезпечення такої адекватності досягається за рахунок калібрування математичної моделі.

Калібрування спрямоване на визначення відповідності або внеску у вартість кожної з включених до моделі факторної ознаки.

Калібрування моделі проходить в декілька етапів:

- 1) визначення параметрів рівняння регресії;
- 2) аналіз якості моделі;
- 3) поступова побудова моделі множинної регресії;
- 4) інтерпретація коефіцієнтів регресійної моделі.

Класичний підхід до оцінювання параметрів лінійної регресії оснований на методі найменших квадратів. Задачею методу найменших квадратів є оцінка закономірностей, які спостерігаються на тлі випадкових значень, та їх використання для подальших розрахунків, зокрема для прогнозів.

Задача МНК розв'язується шляхом параметричної оцінки функції регресії, що описує залежність однієї величини Y , значення якої (y_i) спостерігають з випадковими похибками (ϵ_i), від групи невинуватених величин

$X_1, X_2, \dots, X_k$. Функція регресії – це функція k змінних $x_1, x_2, \dots, x_k$, яка є математичним сподіванням величини Y при $X_1=x_1, X_2=x_2, \dots, X_k=x_k$

$$f(x_1, x_2, \dots, x_k) = M(Y / X_1=x_1, X_2=x_2, \dots, X_k=x_k).$$

Вважається, що функція регресії належить заданій параметричній сім'ї $f(x_1, x_2, \dots, x_k, a_1, a_2, \dots, a_m)$, де $a_1, a_2, \dots, a_m$ – параметри, що підлягають оцінці МНК. Оцінки параметрів дають можливість одержати параметричну оцінку функції регресії:

$$\check{f}(x_1, x_2, \dots, x_k) = f(x_1, x_2, \dots, x_k, \check{a}_1, \check{a}_2, \dots, \check{a}_m)$$

Можливе визначення цих параметрів за допомогою методу найменших квадратів у середовищі MS Excel. За допомогою функції «Регресія» можна швидко виявити параметри рівняння регресії.

Оцінка параметрів конкретного рівняння регресії є лиш окремим етапом процесу побудови регресійної моделі. Перше отримане рівняння дуже рідко забезпечує всі необхідні вимоги. Зазвичай необхідно поступово підбирати форму зв'язку і склад факторних змінних, тобто повертатись до етапу специфікації моделі знову і знову, аналізуючи кожну отриману модель.

Найбільш поширено використовуються такі показники якості множинної лінійної регресійної моделі.

1)Стандартне відхилення похибки:

$$\widehat{\sigma}_u = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \widehat{y}_i)^2}{n - k - 1}} \quad (2.2)$$

Цей показник також називають середньоквадратичним відхиленням оцінки. Стандартне відхилення від результату σ_u вимірює величину відхилення фактичних значень результуючого показника у від відповідних розрахованих значень $\widehat{y}$, отриманих за допомогою регресійної моделі.

2)Коефіцієнт варіації результуючого показника :

$$\widehat{V} = \frac{\widehat{\sigma}_u}{\bar{y}} * 100\% \quad (2.3)$$

В регресійному аналізі коефіцієнт варіації являє собою стандартне

відхилення від результату, виражене у вигляді відсоткового співвідношення до середнього значення результуючого показника вибірки.

2.4 Побудова точкових та інтервальних прогнозів

Основною перевагою регресійної моделі є можливість «прогнозувати» на майбутнє значення параметру, який нас цікавить, на основі певних статистичних даних. Сама ідея прогнозу базується на тому, що закономірність розвитку, яка діяла в минулому, збережеться і в майбутньому прогнозі. Іншими словами можна сказати, що прогноз ґрунтується на екстраполяції. Екстраполяція, яка прогнозується на майбутнє, називається перспективною, а в минуле – ретроспективною.

Прогнозування методом екстраполяції базується на таких принципах :

- 1) розвиток шуканого параметру в цілому можна описати математично;
- 2) загальна тенденція розвитку параметру в минулому і теперішньому не вказує на серйозні зміни в майбутньому;
- 3) врахування випадкових похибок дозволяє оцінити вірогідність відхилення від закономірного розвитку.

Надійність та точність прогнозу залежить від того, наскільки близькими до дійсності виявляться ці припущення і наскільки точно вдалось охарактеризувати виявлену в минулому закономірність.

На основі побудованої моделі розраховуються точкові та інтервальні прогнози.

Точковий прогноз являє собою конкретне число, яке отримується при підстановці прогнозованих значень факторних змінних x_j в емпіричне рівняння регресії. Отримана величина $\hat{y}$ і буде являти собою точковий прогноз для результуючого показника y .

Точний збіг фактичних даних і прогнозованих точкових оцінок, отриманих шляхом екстраполяції, має малу вірогідність. Виникнення відповідних розбіжностей пояснюється наступними причинами:

- 1) вибрана для прогнозування крива не являється єдиною можливою для опису моделі. Можна підібрати таку криву, яка дає більш точні результати;
- 2) прогнозування здійснюється на основі обмеженої кількості вихідних даних, тому статистично підтвердити кожен фактор моделі і надати йому відповідну вагу не є можливим;
- 3) модель характеризує зміни середнього рівня динаміки, тому окремі значення спостереження можуть від нього відхилятися. Якщо такі відхилення спостерігались в минулому, то будуть спостерігатись і в майбутньому.

Інтервальний прогноз являє собою інтервал, в межах якого, із заданою вірогідністю, знаходиться істинне значення результату. Інтервальні прогнози будуються на основі точкових прогнозів і вказують на нижню і верхню границю проміжку, в якому знаходиться істинне значення прогнозованого показника y . Тобто маючи такий інтервальний прогноз оцінювач отримує мінімальне та максимальне значення вартості оцінюваного об'єкта. [18]

Ширина інтервалу залежить від якості моделі (тобто степені її близькості до фактичних даних), числа спостережень, вибраного рівня вірогідності та інших факторів.

Для того, щоб побудувати інтервальний прогноз, необхідно розрахувати похибку прогнозу $\hat{\sigma}_y$. Ця похибка збільшується по мірі віддалення прогнозованих значень факторних змінних, які підставлені у модель регресії – x_j^* , від відповідних середніх значень даних показників $\bar{x}_j$ у вибірці.

В матричному вигляді дисперсія прогнозу середнього значення прогнозованого показника розраховується по формулі:

$$\hat{\sigma}_y^2 = \hat{\sigma}_u^2 X^{*T} (X^T X)^{-1} X^*, \quad (2.4)$$

$$\text{де } \hat{\sigma}_u^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n-k-1} - \text{дисперсія відхилень};$$

X – регресійна матриця, в стовбцях якої розміщені значення факторних змінних;

X^T – транспонована матриця до матриці X ;

X^* - матриця-стовбець прогнозованих значень факторних змінних;

X^{*T} – транспонована матриця до матриці X^* .

Тоді середньоквадратичне відхилення дорівнює:

$$\hat{\sigma}_u = \hat{\sigma}_u \sqrt{X^{*T} (X^T X)^{-1} X^*} \quad (2.5)$$

Довірительний інтервал для прогнозованого значення середнього значення результуючого показника y (інтервальний прогноз) має вигляд:

$$\hat{y} - t_{\alpha, n-k-1} * \hat{\sigma}_{\hat{y}} \leq y \leq \hat{y} + t_{\frac{\alpha}{2}, n-k-1} * \hat{\sigma}_{\hat{y}}, \quad (2.6)$$

де, $\hat{y}$ – значення точкового прогнозу;

$t_{\alpha, n-k-1}$ – критичне значення t -критерія при рівні значимості α і степені свободи $m=n-k-1$.

Інтерпретувати отриманий результат можна так: істинне значення середнього значення прогнозуючого показника y з вірогідністю $1 - \alpha$ належить проміжку (2.6).

Однією з ключових переваг регресійного аналізу є можливість не лише оцінювати вплив окремих факторів на результуючу змінну, а й **прогнозувати майбутні значення** цього показника на основі виявлених закономірностей. Прогнозування за допомогою регресійної моделі дає змогу аналітику, оцінювачу або досліднику приймати обґрунтовані рішення, спираючись на кількісні розрахунки, а не інтуїцію чи суб'єктивні припущення.

1. Теоретичні основи прогнозування

Сутність прогнозу полягає в **екстраполяції** виявленої тенденції розвитку на майбутній період. Іншими словами, передбачається, що закономірності, які діяли у минулому та теперішньому, збережуться і в прогнозованому майбутньому. Якщо екстраполяція застосовується до майбутнього періоду, прогноз називається **перспективним**, якщо ж — до минулого, з метою оцінки ретроспективних значень, — **ретроспективним**.

Метод екстраполяції ґрунтується на кількох базових принципах:

1. **Математична описуваність процесу** — розвиток досліджуваного параметра можна з достатньою точністю описати рівнянням регресії.

2. **Стабільність тенденції** — загальна закономірність, що спостерігалась у минулому, не зазнає суттєвих змін у прогнозованому періоді.

3. **Ймовірнісний характер прогнозу** — випадкові відхилення враховуються через статистичну оцінку похибки моделі, що дозволяє оцінити надійність отриманих результатів.

Надійність і точність прогнозу залежать від того, наскільки коректно обрана функціональна форма моделі, чи стабільні в часі зв'язки між змінними, а також від повноти урахування зовнішніх чинників, здатних змінити тенденцію.

2. Побудова точкового прогнозу

Точковий прогноз — це визначення одного конкретного очікуваного значення результативної змінної $\hat{Y}$ для заданого набору факторів $X_1, X_2, \dots, X_n$, використовуючи рівняння регресії:

$$\hat{Y} = a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + \dots + a_nX_n$$

де:

$\hat{Y}$ — прогнозоване значення результативної змінної;

$a_0, a_1, \dots, a_n$ — оцінені коефіцієнти моделі;

X_i — значення факторів у прогнозному періоді.

Точковий прогноз є зручним для попередньої оцінки або розрахунку очікуваної вартості об'єкта, однак він **не враховує ступінь невизначеності**. Для практичних цілей, особливо в оцінці нерухомості, важливо знати не лише очікуване значення, а й **довірчий інтервал**, у межах якого з певною імовірністю перебуватиме реальна величина.

3. Інтервальний прогноз і довірчі межі

На відміну від точкового прогнозу, **інтервальний прогноз** дозволяє оцінити межі, в яких із заданою довірою (наприклад, 95 %) очікується справжнє значення результативної змінної.

Інтервальний прогноз обчислюється за формулою:

$$\hat{Y} \pm t_{\alpha/2} \cdot S_{\hat{Y}}$$

де:

- $t_{\alpha/2}$ — критичне значення t-розподілу Стюдента для заданого рівня значущості α ;
- $S_{\hat{Y}}$ — стандартна похибка прогнозу.

Ширина інтервалу показує рівень невизначеності прогнозу: чим вона менша, тим **точнішим** є прогноз. Зменшити похибку можна шляхом:

- розширення вибірки даних;
- зменшення варіації залишків моделі;
- уточнення специфікації (вибору релевантних факторів);
- застосування методів згладжування або корекції.

4. Оцінка точності та надійності прогнозів

Якість прогнозу оцінюється за допомогою низки статистичних показників, серед яких найчастіше використовують:

- **Середню абсолютну похибку (MAE)**

Ці показники дозволяють оцінити, наскільки побудована модель відтворює фактичні значення та чи придатна вона для практичного прогнозування.

5. Практичне застосування прогнозів у оцінці нерухомості

У сфері оцінки житлової нерухомості регресійна модель може бути використана для:

- **прогнозування ринкової вартості** об'єктів, аналогічних до тих, що вже досліджувалися;
- **моделювання цінових тенденцій** у часі (наприклад, впливу сезонності або загальної ринкової динаміки);
- **аналізу сценаріїв** — визначення можливої вартості житла за умови зміни одного чи кількох факторів (наприклад, площі, місця розташування або року будівництва).

Так, якщо побудована модель базується на факторах “площа квартири”, “поверховість будинку”, “наявність ремонту” та “розташування в центральній зоні”, то, підставивши прогнозовані значення цих змінних, оцінювач може

передбачити орієнтовну ринкову ціну нового об'єкта, навіть якщо на ринку відсутні його безпосередні аналоги.

6. Обмеження прогнозування

Хоча регресійні моделі мають високий аналітичний потенціал, результати прогнозування необхідно трактувати обережно. Надійність прогнозу знижується у випадках:

- **суттєвих структурних змін на ринку** (економічна криза, військові події, різка зміна попиту);
- **нестабільності статистичних зв'язків** між змінними;
- **надмірної екстраполяції** поза межами дослідженого діапазону;
- **поганої специфікації моделі** або мультиколінеарності факторів.

Тому кожен прогноз повинен супроводжуватись **аналізом достовірності**, а результати — **пояснюватися змістовно**, із урахуванням ринкових тенденцій і експертних суджень.

Отже, побудова точкових і інтервальних прогнозів є завершальним етапом використання регресійної моделі. Вона дозволяє не лише кількісно оцінити очікувану зміну показника, але й виявити ступінь невизначеності прогнозу. Для ефективного практичного застосування результатів прогнозування необхідно поєднувати **математичні методи з економічним аналізом**, що забезпечить достовірність і практичну цінність одержаних висновків у сфері оцінки житлової нерухомості.

ВИСНОВОК ДО ДРУГОГО РОЗДІЛУ

У цьому розділі було розглянуто сутність, теоретичні основи та практичні аспекти побудови точкових та інтервальних прогнозів на основі регресійних моделей. Показано, що головною перевагою регресійного аналізу є можливість не лише дослідження впливу окремих факторів на результативну ознаку, але й прогнозування майбутніх значень показника за умови стабільності виявлених закономірностей.

Здійснення прогнозу базується на принципі екстраполяції, тобто перенесенні тенденцій, що спостерігалися в минулому, на майбутній період. При цьому важливими умовами є коректність математичного опису процесу, сталість взаємозв'язків між змінними та урахування випадкових відхилень.

У роботі розмежовано поняття точкового прогнозу, який дозволяє отримати конкретне очікуване значення результативної змінної, та інтервального прогнозу, що забезпечує визначення діапазону можливих значень із заданою довірчою ймовірністю. Інтервальний підхід є більш інформативним, оскільки враховує невизначеність і надає змогу оцінити надійність прогнозу.

Також охарактеризовано основні статистичні показники оцінки якості прогнозів — середню абсолютну похибку (MAE), середню квадратичну похибку (RMSE) та середню відносну похибку (MAPE). Використання цих показників дозволяє визначити точність побудованої моделі та рівень її практичної придатності.

Підкреслено, що ефективність прогнозування у сфері оцінки житлової нерухомості значною мірою залежить від правильності специфікації моделі, обґрунтованого вибору факторів, стабільності ринкового середовища та якості вихідних даних. Разом із тим, прогнозування має певні обмеження, пов'язані з можливими структурними змінами на ринку, зміною поведінки споживачів або зовнішніми економічними чинниками.

Отже, побудова точкових та інтервальних прогнозів на основі

регресійних моделей є важливим інструментом у практиці оціночної діяльності. Вона забезпечує можливість кількісного обґрунтування ринкової вартості об'єктів, підвищує достовірність оцінки та сприяє прийняттю раціональних управлінських рішень в умовах невизначеності ринкових процесів.

РОЗДІЛ 3

ПІДГОТОВКА СТАТИСТИЧНИХ ДАНИХ І ЇХ АНАЛІЗ У ДОСЛІДЖЕННІ РИНКУ ЖИТЛОВОЇ НЕРУХОМОСТІ

3.1 Сегментація ринку житлової нерухомості

Житлова нерухомість охоплює сукупність будівель та споруд, які відповідно до чинного законодавства України віднесені до житлового фонду, а також дачні й садові будинки, призначені для постійного або тимчасового проживання. Такий тип нерухомості відіграє ключову роль у соціально-економічній системі держави, оскільки забезпечує одну з основних потреб населення — потребу у житлі.

Згідно з класифікацією, об'єкти житлової нерухомості поділяються на такі основні види:

а) житловий будинок — капітальна будівля, споруджена відповідно до вимог законодавства та будівельних норм, призначена для постійного проживання людей. До цієї категорії належать житлові будинки садибного типу та будинки квартирного типу різної поверховості;

б) житловий будинок садибного типу — окрема індивідуальна будівля, розташована на власній земельній ділянці, що включає житлові приміщення та допоміжні (нежитлові) споруди, необхідні для побутових потреб;

в) прибудова до житлового будинку — конструктивно відокремлена частина будівлі, що розміщена поза межами основного контуру зовнішніх капітальних стін, але має з основною частиною одну або кілька спільних несучих стін;

г) квартира — ізольоване житлове приміщення у багатоквартирному будинку, яке призначене та придатне для постійного проживання однієї сім'ї чи домогосподарства;

г) котедж — одно- або півтораповерховий житловий будинок відносно невеликої площі, з присадибною ділянкою, призначений для постійного або сезонного проживання;

д) кімната у багатосімейній (комунальній) квартирі — ізольоване житлове приміщення в межах квартири, якою спільно користуються кілька наймачів або власників;

е) садовий будинок — будівля сезонного використання, призначена переважно для літнього відпочинку, яка за своїми параметрами, конструкціями та рівнем інженерного забезпечення не відповідає нормативам, установленим для житлових будинків;

є) дачний будинок — житлова будівля, призначена для цілорічного використання з метою тимчасового або постійного позаміського проживання.

Відповідно до чинних будівельних і містобудівних нормативів України, передбачено встановлені вимоги щодо **проектування, будівництва та реконструкції** житлових об'єктів — як індивідуальних одноквартирних, так і багатоквартирних будинків різної поверховості. Також передбачено особливі норми для **спеціалізованих житлових будинків**, зокрема для осіб похилого віку, сімей з особами з інвалідністю, а також для **гуртожитків і соціального житла**.

Таким чином, сегментація житлової нерухомості дозволяє систематизувати об'єкти за типологічними ознаками, функціональним призначенням та рівнем придатності для проживання, що має суттєве значення для подальшого аналізу ринку, формування вибірки об'єктів та побудови математичних моделей оцінки вартості.

Процес поділу ринку нерухомості на групи споживачів, схожих за своїми потребами, уподобаннями та поведінковими характеристиками, має назву **сегментація ринку**. Сегментація ринку житлової нерухомості передбачає виокремлення однорідних частин ринку за ознаками призначення об'єктів, їх функціонального використання, рівня якості та привабливості для різних груп покупців і інвесторів. У межах кожного сегмента можуть формуватися **субринки**, що відображають специфіку попиту і пропозиції з урахуванням соціально-економічних, правових, екологічних та просторових факторів.

Вивчення окремого сегмента ринку та характеристик об'єктів, які на ньому представлені, є ключовим етапом для оцінювача, оскільки дозволяє визначити основні **ціноутворюючі параметри** й оцінити **конкурентоспроможність** конкретного об'єкта нерухомості. На початковому етапі аналізу ринку оцінювач вирішує два взаємопов'язані завдання:

1. **Ідентифікація об'єкта оцінки** – визначення його типу, функціонального призначення, фізичних та економічних характеристик;
2. **Ідентифікація відповідного ринку (або субринку)**, на якому даний об'єкт конкурує з подібними за властивостями та споживчою привабливістю об'єктами.

Аналіз ринку нерухомості передбачає **структурування ринкового простору** на окремі споживчі зони, що дає змогу точніше визначити конкурентне оточення оцінюваного об'єкта та виявити зовнішні фактори, які можуть впливати на його ринкову вартість.

Таким чином, сегментація дозволяє виокремити **найбільш імовірних користувачів або покупців** певного типу нерухомості, що є необхідною умовою для адекватного формування ринкових цінових показників.

Для здійснення якісної сегментації ринку необхідно враховувати такі основні чинники:

- **Призначення об'єкта** (тип нерухомості);
- **Фізичні та економічні характеристики**, що визначають корисність та ліквідність об'єкта;
- **Територіальне розташування**, яке обумовлює рівень доступності інфраструктури, транспортного сполучення та екологічні умови.

Територіальна сегментація передбачає поділ ринку на **інтернаціональний, національний, регіональний, місцевий, міський і приміський рівні**, а в межах міського ринку — виділення **районів, мікрорайонів** або навіть окремих житлових масивів.

Якщо розглядати **ринок житлової нерухомості**, то його сегментація здійснюється за кількома основними ознаками:

- **За типом ринку:**
 - первинний (новобудови);
 - вторинний (житло, що вже було у використанні);
- **За ступенем готовності об'єктів:**
 - житлові будинки, введені в експлуатацію;
 - об'єкти, що потребують ремонту або реконструкції;
 - об'єкти незавершеного будівництва;
- **За розташуванням:**
 - міські;
 - селищні;
 - сільські;
- **За характером забудови:**
 - багатоквартирні житлові будинки;
 - індивідуальна житлова забудова;
- **За формою власності:**
 - державна;
 - комунальна;
 - приватна;
 - громадська;
 - соціальна (житло соціального призначення).

Житловий фонд України умовно поділяють на **чотири основні групи**, які характеризують рівень якості забудови:

1. елітне житло;
2. житло підвищеної комфортності;
3. типове (масове) житло;
4. житло низької споживчої якості.

Кожна з цих груп має власні параметри, що визначають споживчу вартість об'єкта - площу, планувальні та архітектурні рішення, якість

будівельних матеріалів, рівень інженерного забезпечення, благоустрій прибудинкової території, близькість до соціальної інфраструктури тощо.

У рамках даного дослідження розглядаються **об'єкти житлової нерухомості вторинного ринку**, розташовані в містах, селищах та сільських населених пунктах. Основний тип забудови - **індивідуальні житлові будинки** з різними якісними характеристиками. Такі об'єкти мають відносно **високий рівень ліквідності**, що обумовлюється стабільним попитом з боку фізичних осіб, які здебільшого купують житло з метою **особистого використання**. Основний вид ринкових операцій у цьому сегменті — **купівля-продаж**.

Окрім наведених класифікаційних ознак, важливим напрямом сучасної сегментації ринку є врахування **поведінкових факторів споживачів**, таких як мета придбання житла (інвестиційна чи споживча), рівень платоспроможності, джерела фінансування (власні кошти чи іпотека) та очікування щодо майбутнього зростання вартості об'єкта. Це дає змогу точніше прогнозувати тенденції попиту й оцінювати ризики у процесі прийняття інвестиційних рішень.

3.2 Просторова кластеризація об'єктів житлової нерухомості на дослідну територію

Одним із ключових етапів дослідження ринку житлової нерухомості є **просторова кластеризація**, яка передбачає поділ досліджуваної території на окремі зони або кластери за ознаками подібності соціально-економічних, функціональних та просторових характеристик. Такий підхід дозволяє виявити територіальні відмінності у вартості об'єктів житлової нерухомості та визначити закономірності їхнього ціноутворення.

Правильність і достовірність результатів оцінки об'єкта значною мірою залежать від повноти його дослідження, зокрема від аналізу **місця розташування, інфраструктурного забезпечення, транспортної доступності**, а також **соціально-економічного потенціалу району**. Саме тому

визначення територіальної належності об'єкта та характеристика середовища, у якому він розташований, є обов'язковими складовими аналітичного етапу.

У межах цього дослідження дослідна територія охоплює місто **Кривий Ріг** - один із найбільших промислових центрів України, який має протяжну лінійну структуру забудови (довжина міста перевищує 60 км) та виражену територіальну диференціацію житлового фонду. Це зумовлює необхідність просторового групування (кластеризації) об'єктів за районами міста для забезпечення більшої точності оцінки (рис. 3.1).

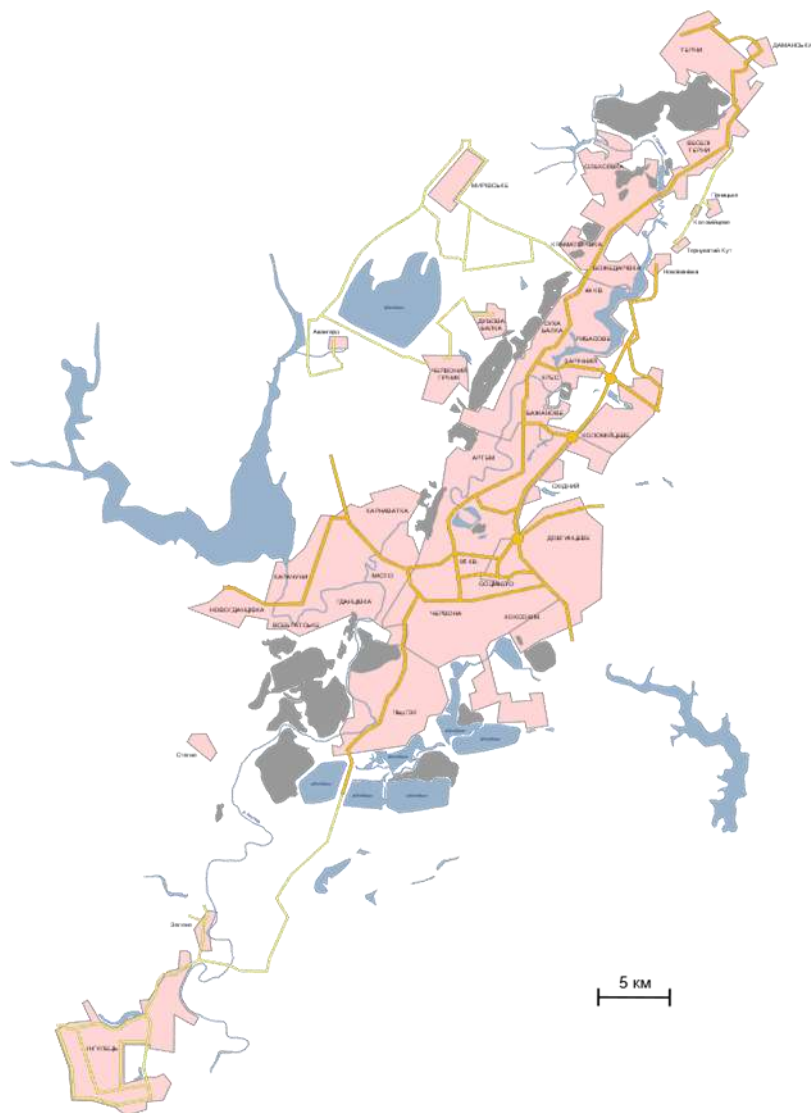


Рис. 3.1 – Розташування досліджуваних районів міста Кривий Ріг

Кривий Ріг адміністративно поділяється на сім районів: Центральноміський, Довгинцівський, Металургійний, Інгулецький, Покровський, Саксаганський та Тернівський. Кожен із них характеризується специфічними умовами формування ринку житлової нерухомості, різним рівнем розвитку інфраструктури, віддаленістю від промислових зон та соціально-побутових об'єктів.

Для цілей оцінки проведено **просторове групування (кластеризацію)** об'єктів за адміністративними районами міста з урахуванням таких основних критеріїв:

- **географічне положення** (центральна чи периферійна частина міста);
- **рівень розвитку соціальної інфраструктури** (наявність шкіл, медичних закладів, торгових і культурних об'єктів);
- **транспортна доступність** (наявність зручних шляхів сполучення, відстань до центру);
- **екологічний стан території** (близькість до промислових підприємств, зелених зон тощо);
- **характер житлового фонду** (переважання багатоповерхової або індивідуальної забудови, технічний стан будинків).

З огляду на ці чинники, у межах міста виділено кілька типових **кластерів житлової забудови**:

1. **Центральний кластер** — охоплює райони з розвинутою діловою, культурною та соціальною інфраструктурою (переважно Центральноміський район). Тут зосереджено житло підвищеного рівня комфортності, відносно високі ціни на нерухомість та стабільний попит.
2. **Промислово-житлові кластери** — райони, у структурі яких значну частку займають промислові підприємства, що впливають на екологічний стан території (Металургійний, Інгулецький, частково Довгинцівський райони). Вартість житла тут нижча, проте спостерігається стабільна доступність об'єктів і помірна динаміка цін.

3. **Житлово-спальні кластери** — території із переважанням багатоповерхової та типової забудови (Саксаганський, Покровський райони). Ці зони мають середній рівень цін, розвинену соціальну інфраструктуру та високу насиченість ринку пропозицією.

4. **Периферійні (субурбанізовані) кластери** — території з індивідуальною житловою забудовою, які характеризуються більшою площею земельних ділянок, нижчим рівнем урбанізації та транспортної доступності, але привабливими екологічними умовами (Тернівський район і околиці міста).

Здійснення просторової кластеризації дозволяє не лише систематизувати інформацію про об'єкти, а й забезпечити **порівнюваність даних** при побудові регресійних моделей вартості житла. Такий підхід сприяє зниженню похибок, пов'язаних із територіальними відмінностями, і підвищує надійність подальшого економіко-математичного аналізу.

Таким чином, просторовий підхід у дослідженні ринку житлової нерухомості є необхідною складовою побудови об'єктивних моделей оцінки, оскільки він враховує територіальну неоднорідність міського середовища, диференціацію попиту та специфіку локальних ринків у межах загальної міської системи.

3.3 Структура і загальна характеристика вихідних даних

Для побудови моделі регресії було використано реальні звіти про оцінку об'єктів житлової нерухомості, підготовлені кваліфікованими експертами-оцінювачами. Ці звіти стали основним джерелом вихідних даних, що забезпечують достовірність та практичну значущість моделі.

До інформації, яка застосовувалася у процесі оцінювання, висувалися такі основні вимоги:

- **достовірність** — відображення реального стану об'єкта та умов ринку на дату оцінки;

- **точність** — відповідність даних меті оцінки та виключення похибок у числових значеннях;
- **комплексність** — врахування всього спектра чинників, що впливають на ринкову вартість нерухомості.

Використовувана інформація достовірно характеризує ринкову ситуацію на дату оцінки, адекватно відповідає її цілям та враховує сукупність зовнішніх і внутрішніх умов функціонування оцінюваного об'єкта.

Під достовірністю в широкому сенсі (істинністю, адекватністю, вірністю) розуміють ступінь відповідності між реальним об'єктом (оригіналом) і його інформаційним відображенням, що використовується у моделі.

Достовірність результатів оцінки означає правильність та неупередженість визначеної величини вартості. Необхідними умовами достовірної оцінки є об'єктивність, незалежність і професійна чесність оцінювача.

На початковому етапі здійснюється **підготовка вихідних даних**, яка включає:

- збір, систематизацію та перевірку достовірності інформації;
- формування електронних таблиць у середовищі *MS Excel*, що містять як кількісні, так і якісні показники;
- попередній аналіз даних для виявлення аномалій або пропусків.

Зокрема, було сформовано дві таблиці:

- **Таблиця 3.1** — результати проведених експертних оцінок об'єктів житлової нерухомості (містить дані про ринкову вартість об'єктів, площу, місцезнаходження, тип будинку тощо);
- **Таблиця 3.2** — інформацію про нецінові фактори, які впливають на рівень вартості (наприклад, інфраструктура, стан будівлі, транспортна доступність, екологічна ситуація тощо).

Таблиця 3.1 - Результати проведених експертних оцінок об'єктів житлової нерухомості

№	Населений пункт	Адреса
1	м.Кривий Ріг Поровський р.	вул. Федора Караманиця, 51
2	м.Кривий Ріг Поровський р.	вул. Едуарда Фукса 27
3	м.Кривий Ріг Поровський р.	вул. Едуарда Фукса 40
4	м.Кривий Ріг Поровський р.	вул. Сімбірцева 4
5	м.Кривий Ріг Поровський р.	вул. Миколи Світальського 1Б
6	м.Кривий Ріг Саксаганський р.	вул. Отто Брозовского 38
7	м.Кривий Ріг Саксаганський р.	вул.Павла Глазового 1
8	м.Кривий Ріг Саксаганський р.	вул. Генерала Радієвського 7
9	м.Кривий Ріг Саксаганський р.	вул. Співдружності 62
10	м.Кривий Ріг Саксаганський р.	вул. Генерала Радієвського 12
11	м.Кривий Ріг Центрально-Міський р.	вул.Староярмаркова 1
12	м.Кривий Ріг Центрально-Міський р.	вул. Лермонтова 35
13	м.Кривий Ріг Центрально-Міський р.	вул. Кобилянського 199
14	м.Кривий Ріг Центрально-Міський р.	вул. Студентська 10
15	м.Кривий Ріг Центрально-Міський р.	вул. Тарапаківська 58
16	м.Кривий Ріг Довгинцівський р.	вул. Промислова 10
17	м.Кривий Ріг Довгинцівський р.	вул. Героїв АТО 104
18	м.Кривий Ріг Довгинцівський р.	вул. Дніпровське шосе 28
19	м.Кривий Ріг Довгинцівський р.	вул. Сімонова 1
20	м.Кривий Ріг Довгинцівський р.	вул. Олександра Васякіня 13
21	м.Кривий Ріг Металургійний р.	вул. Соборності 8
22	м.Кривий Ріг Металургійний р.	вул. Металургів 9
23	м.Кривий Ріг Металургійний р.	вул. Хамзата Гелаєва 2
24	м.Кривий Ріг Металургійний р.	вул. Віталія Матусевича 16
25	м.Кривий Ріг Металургійний р.	вул. В.Гурова 29
26	м.Кривий Ріг Інгулецький р.	вул. Мирного, 27
27	м.Кривий Ріг Інгулецький р.	вул. О. Станкова 17
28	м.Кривий Ріг Інгулецький р.	вул. Ярославська 4
29	м.Кривий Ріг Інгулецький р.	вул. М. Міхновського 43
30	м.Кривий Ріг Інгулецький р.	вул. Ярославська 9

**Таблиця 3.2 - Нецінові фактори, які враховані у моделі оцінки об'єктів
житлової нерухомості**

№	Адреса об'єкта	Район / мікрорайон	Тип забудови	Стан будинку	Матеріал стін	Поверх / Поверховість	Наявність ліфта	Відстань до зупинки громадського транспорту, м	Стан під'їзду / сходової клітки	Екологічна ситуація (шум, промзона, зелень)	Вид з вікон (двір / промзона / вулиця)	Інфраструктура поруч (школи, садочки, магазини)
1	вул. ...	Центральний	Цегляний	Хороший	Цегла	5 / 9	Так	150	Відмінний	Двір зелений	Двір	Школа 100 м, супермаркет 50 м
2	вул. ...	Покровський	Панельний	Задовільний	Панель	7 / 16	Ні	300	Середній	Промзона поруч	Вулиця	Садочок 300 м, магазин 250 м
3	вул. ...	Саксаганський	Моноліт-панель	Новий ремонт	Моноліт+панель	12 / 24	Так	100	Відмінний	Зелена зона	Двір	Школа 50 м, парк 100 м
4	вул. ...	Металургійний	Цегляний	Потребує ремонту	Цегла	2 / 5	Ні	400	Низький	Промисловий сектор	Вулиця	Магазин 200 м, школа 500 м
5	вул. ...	Інгулецький	Панельний	Хороший	Панель	4 / 10	Так	180	Хороший	Житлова зона	Двір	Садочок 80 м, супермаркет 120 м

Колонка «Тип забудови» — важливий фактор, оскільки впливає на довговічність будинку і його сприйняття ринком.

«Матеріал стін» і «стан будинку» дають змогу врахувати якість конструкції й утримання будівлі.

«Наявність ліфта» — суттєвий для багатоповерхівок фактор.

«Відстань до зупинки громадського транспорту» — один із транспортних чинників.

«Екологічна ситуація», «вид з вікон», «інфраструктура поруч» — фактори локації й комфорту, які суттєво впливають на вартість, хоч і не є прямо «ціновими».

Дані наведені як приклади — для вашої моделі потрібно замінити їх на реальні значення, зібрані вашими експертами-оцінювачами.

На наступному етапі здійснюється формування таблиць, що містять відомості про якісні та кількісні параметри кожного оцінюваного об'єкта нерухомості. Отримані показники використовуються як факторні змінні у подальшому аналізі (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 - Якісні та кількісні характеристики оцінюваних об'єктів

№	Населений пункт	Адреса	Ринкова вартість купівлі, грн	Площа одгокімнатної квартири, кв.м. (X1)
1	м.Кривий Ріг Поровський р.	вул. Федора Караманиця, 51	409941.58	36.00
2	м.Кривий Ріг Поровський р.	вул. Едуарда Фукса 27	343688.39	31.00
3	м.Кривий Ріг Поровський р.	вул. Едуарда Фукса 40	360251.69	32.00
4	м.Кривий Ріг Поровський р.	вул. Сімбірцева 4	434786.52	40.00
5	м.Кривий Ріг Поровський р.	вул. Миколи Світальського 15	434786.52	23.00
6	м.Кривий Ріг Саксаганський р.	вул. Отто Брозовского 38	621123.6	36.00
7	м.Кривий Ріг Саксаганський р.	вул.Павла Глазового 1	219463.67	24.00
8	м.Кривий Ріг Саксаганський р.	вул. Генерала Радієвського 7	447208.99	36.00
9	м.Кривий Ріг Саксаганський р.	вул. Співдружності 62	434786.52	31.00
10	м.Кривий Ріг Саксаганський р.	вул. Генерала Радієвського 12	298139.33	30.00
Повна таблиця в додатку				

3.4 Технологічна схема побудови регресійної моделі вартості нерухомості із використанням засобів MS Excel

Побудова регресійної моделі вартості об'єктів житлової нерухомості передбачає послідовне виконання ряду етапів, які реалізуються із застосуванням інструментів програмного середовища **MS Excel**. Це програмне забезпечення дає змогу проводити аналітичну обробку даних, побудову математичних залежностей та перевірку адекватності отриманої моделі.

Для узагальненого подання логіки процесу розробки моделі формується **контекстна діаграма**, що відображає взаємозв'язки між основними етапами побудови моделі, вхідними даними та результатами. На діаграмі (рис. 4.1) представлено загальну технологічну схему побудови регресійної моделі вартості нерухомості із використанням MS Excel.

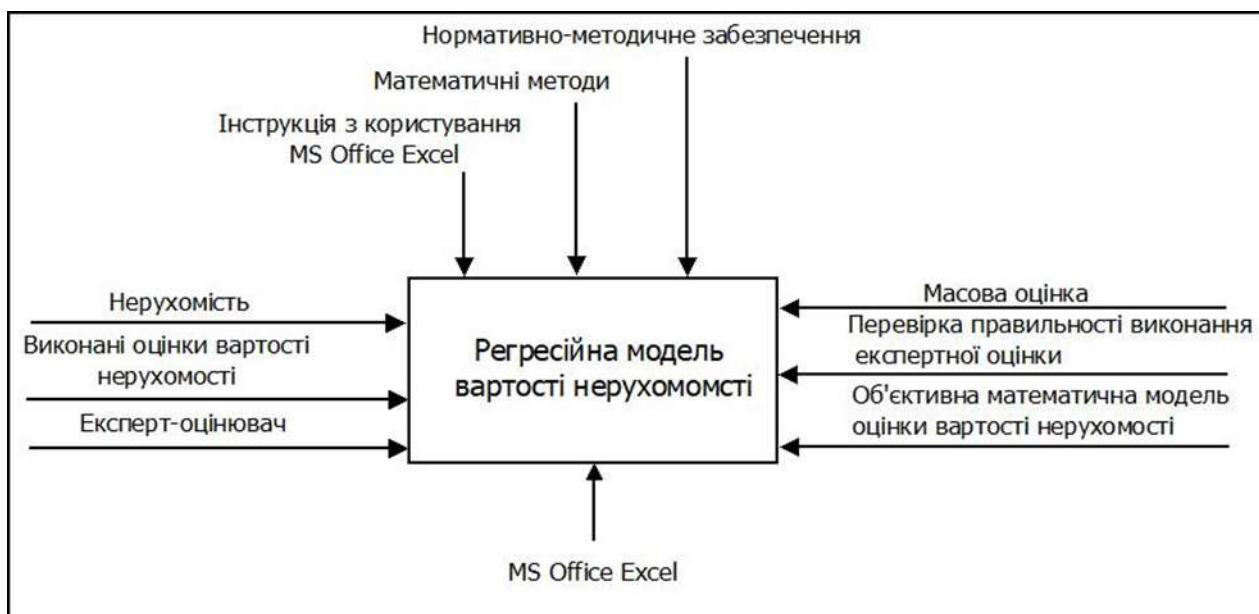
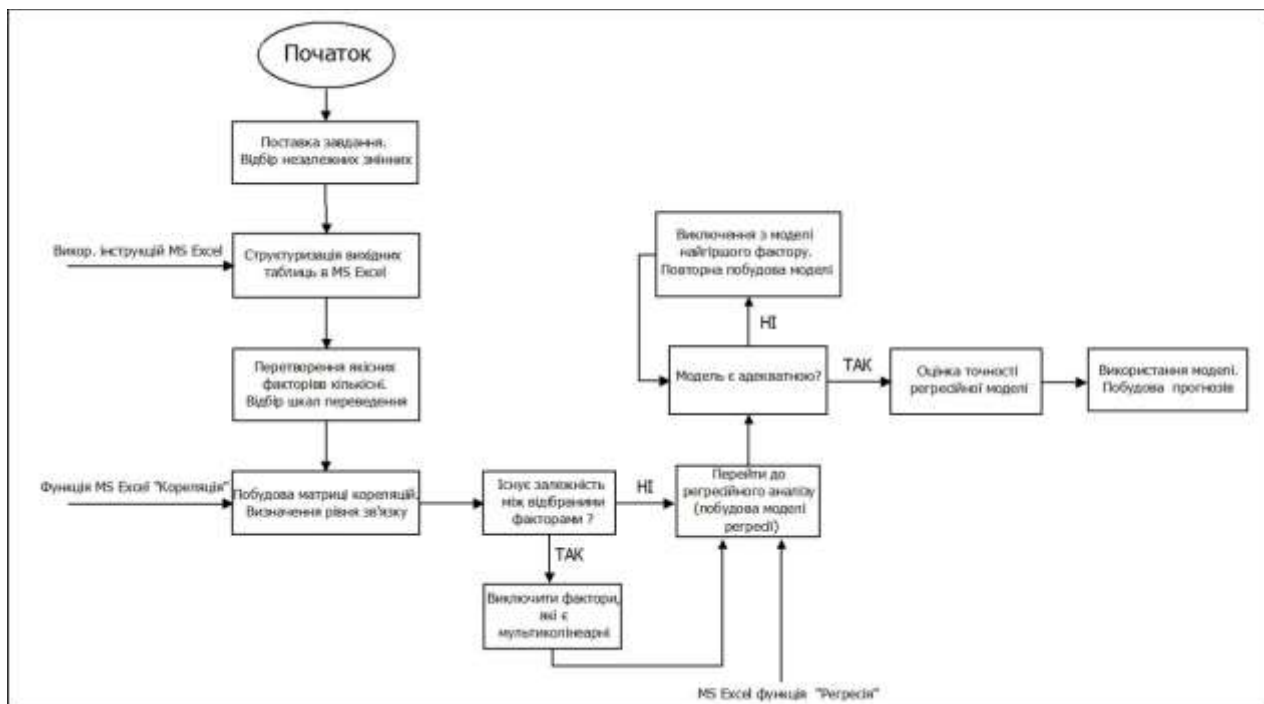


Рис. 3.3 - Узагальнена контекстна діаграма регресійної моделі вартості нерухомості

Для більш детального аналізу процесу побудови регресійної моделі вартості об'єктів житлової нерухомості розроблено **технологічну схему її формування**, що наведена на рисунку 4.2.



Технологічна схема побудови регресійної моделі вартості нерухомості

Перетворення якісних факторів у кількісні

Усі відібрані для побудови моделі фактори, що отримані зі звітів про оцінку, поділяються на дві основні групи - **кількісні** та **якісні**.

Кількісні фактори - це показники, які можна безпосередньо виміряти, обчислити або спостерігати. Їх значення виражаються числовими величинами (наприклад, площа квартири, рік побудови, поверх, відстань до центру міста тощо).

Якісні фактори, навпаки, відображають певні властивості, характеристики або рівень привабливості об'єкта, що не мають прямого числового вираження. До таких показників належать, наприклад, стан квартири, тип будинку, наявність балкону, рівень благоустрою території, розвиненість інфраструктури тощо. Їх оцінювання базується на професійних судженнях експертів-оцінювачів або на суб'єктивних критеріях споживчої привабливості.

Однак, для застосування математичних методів аналізу необхідно, щоб усі змінні були представлені у кількісній формі. Тому важливо здійснити **формалізацію якісних показників**, тобто перевести їх у числовий вигляд.

У сучасній теорії вимірювань використовуються різні типи шкал, за допомогою яких здійснюється перехід від якісних до кількісних даних, зокрема:

- а) шкала найменувань (номінальна);
- б) порядкова (рангова) шкала;
- в) інтервальна шкала;
- г) шкала різниць;
- д) шкала відношень;
- е) абсолютна шкала.

Перші дві шкали — **номінальна** та **порядкова** — є якісними, оскільки не мають фіксованої точки відліку або масштабу вимірювання.

- У **номінальній шкалі** показники лише розрізняються за категоріями (наприклад, тип будинку: цегляний, панельний, монолітний).
- У **порядковій шкалі** фіксується не лише відмінність, а й відносна перевага одного об'єкта над іншим (наприклад, стан: «потребує ремонту», «задовільний», «хороший», «новий ремонт»).

Кількісні шкали (інтервальна, відношень, абсолютна) дозволяють здійснювати арифметичні операції та визначати не лише напрямок, а й величину різниці між об'єктами.

У разі, коли якісний показник може набувати лише двох станів (наявність або відсутність певної ознаки), доцільно застосовувати **бінарну змінну**, що приймає значення 1 — якщо ознака наявна, або 0 — якщо відсутня (наприклад, наявність балкону, ліфта, парковки тощо).

У межах цього дослідження для перетворення якісних показників у кількісні застосовано **порядкову шкалу (рангування)**. Цей підхід дозволяє впорядкувати об'єкти за ступенем прояву певної ознаки, присвоюючи кожному ранг (натуральне число). Ранг відображає відносну

позицію об'єкта в ряді, але не визначає, наскільки один об'єкт кращий або гірший за інший — тобто, різниця між рангами не має кількісного змісту.

Отже, на основі експертної оцінки здійснено **ранжування якісних факторів**, що впливають на вартість житлової нерухомості. Отримані результати подано у таблиці 4.1, де для кожного якісного показника визначено відповідний рівень і присвоєно числове значення (ранг).

Таблиця 4.1

Ранжування фактору «Вид фундаменту»

Фундамент (X₂)		
Якісна шкала	Кількісна шкала (ранг)	Вид матеріалу
Відмінної якості	5	монолітний
Доброї якості	4	стрічковий бутобетонний
Задовільної якості	3	стрічковий залізобетонний
Частково задовільної якості	2	стрічковий з цегли

Таблиця 4.2

Ранжування фактору «Матеріал зовнішніх стін»

Зовнішні стіни (X₃)		
Якісна шкала	Кількісна шкала (ранг)	Вид матеріалу
Відмінної якості	5	монолітні
Доброї якості	4	цегляні
Задовільної якості	3	саман обкладений цеглою
Частково задовільної якості	2	глинобитні обкладені цеглою
Незадовільної якості	1	глинобитні

Таблиця 4.3

Ранжування фактору «Матеріал покрівлі»

Покрівля (X₄)		
Якісна шкала	Кількісна шкала (ранг)	Вид матеріалу

Відмінної якості	5	черепиця
Доброї якості	4	ондулін
Задовільної якості	3	листова сталь/металевий профнастил
Частково задовільної якості	2	азбестоцементні листи
Незадовільної якості	1	рулонна покрівля

Таблиця 4.4

Ранжування фактору «Матеріал підлоги»

Підлога (X ₅)		
Якісна шкала	Кількісна шкала (ранг)	Вид матеріалу
Відмінна	5	ламінат (утеплена)
Добра	4	плитка (утеплена)
Задовільна	3	плитка
Частково задовільна	2	дерево
Незадовільна	1	паркет

Таблиця 4.5

Ранжування фактору «Якість ремонту»

Якість ремонту (X ₆)		
Якісна шкала	Кількісна шкала (ранг)	Вид ремонту
Відмінний	5	елітний
Добрий	4	комплексний
Задовільний	3	косметичний

Таблиця 4.5

Ранжування фактору «Якість ремонту»

Якість ремонту (X ₆)		
Якісна шкала	Кількісна шкала (ранг)	Вид ремонту
Відмінний	5	елітний
Добрий	4	комплексний
Задовільний	3	косметичний

Частково задовільний	2	частковий
Незадовільний	1	без ремонту

Таблиця 4.6

Ранжування фактору «Наявність інженерних мереж»

Наявність інженерних мереж (X ₇)		
Якісна шкала	Кількісна шкала (ранг)	Вид інженерної мережі
Відмінно забезпечено	5	газопостачання, електропостачання, водопостачання
Задовільно забезпечено	3	наявні 2 мережі
Частково забезпечено	2	наявна 1 мережа
Незабезпечено	1	немає підведених інженерних мереж

Таблиця 4.7

Ранжування фактору «Наявність поліпшень на земельній ділянці»

Наявність поліпшень на земельній ділянці (X ₈)		
Якісна шкала	Кількісна шкала (ранг)	Кількість поліпшень
Відмінно поліпшена	5	наявність 5 і більше поліпшень
Добре поліпшена	4	наявність 4 поліпшень
Задовільно поліпшена	3	наявність трьох поліпшень
Частково поліпшена	2	наявність одного /двох поліпшень
Незадовільно поліпшена	1	без поліпшень

Таблиця 4.8

Ранжування фактору «Статус населеного пункту»

Статус населеного пункту (X ₁₆)		
Якісна шкала	Кількісна шкала (ранг)	Статус населеного пункту
Відмінно	5	місто, обласний центр/районний центр

Добре	4	місто
Задовільно	3	селище, районний центр
Частково задовільно	2	селище
Незадовільно	1	село

В результаті перетворень якісних показників та підставленні їх у вихідні дані, отримали результати наведені у повністю кількісному вигляді (табл.4.9).

Таблиця 4.9

Вихідні дані в кількісному вигляді

№	Назва вулиці	Адреса	Дата проведення оцінки	Ринкова вартість житлов. прим. ґ	Площа одйоманого майдану, кв.м. (X1)	Віськ вкварт (X2)	Вартість 1 кв.м. (X3)	Віськ ремонту (X4)	Повара (X5)	Темп інфляції (X6)	Надійшли інвестиційних коштів (X7)	Матеріал довший стік (X8)	% знос (X9)	Статус населеного пункту (X10)	Відстань до територіального центру, (Синьга галерея), км (X11)	Відстань до парку "Даринський", км (X12)	Відстань до центру міста, км (X13)	Відстань до залізничного вокзалу, км (X14)	Відстань до аеропорту, км (X15)	Відстань до залізничного вокзалу, км (X16)	Відстань до обласного центру (X17)	Відстань до обласного центру (X18)
1	м.Кривий Ріг Поросиний р.	вул. Федора Караванича, 51	17.04.2025	409941.58	36.00	3	11387.27	2	4	4	5	5	3	4	1	1	4	4	1	2	1	4
2	м.Кривий Ріг Поросиний р.	вул. Едуарда Фуса 27	17.04.2025	343688.39	31.00	3	11086.72	3	4	4	5	5	5	4	3	1	1	5	2	2	1	3
3	м.Кривий Ріг Поросиний р.	вул. Едуарда Фуса 40	17.04.2025	360251.69	32.00	3	11257.87	3	4	5	5	5	4	4	4	1	1	5	3	2	1	3
4	м.Кривий Ріг Поросиний р.	вул. Сибирова 4	17.04.2025	434786.52	40.00	3	10869.66	3	4	4	5	4	4	4	1	1	1	3	1	2	3	5
5	м.Кривий Ріг Поросиний р.	вул. Миколи Сатальського 16	17.04.2025	434786.52	23.00	4	18903.76	4	2	5	5	5	5	4	3	1	1	5	2	3	4	5
6	м.Кривий Ріг Поросиний р.	вул. Ото Бровозкого 38	17.04.2025	621123.6	36.00	3	17253.43	3	3	5	5	5	4	4	2	3	4	4	5	4	4	4
7	м.Кривий Ріг Поросиний р.	вул.Павла Глазового 1	17.04.2025	219463.67	24.00	3	9144.32	3	2	4	5	5	4	4	4	2	2	2	4	4	4	4
8	м.Кривий Ріг Поросиний р.	вул. Генерала Радієвського 7	17.04.2025	447208.99	36.00	4	12422.47	3	3	4	5	5	5	4	5	1	2	4	4	4	4	5
9	м.Кривий Ріг Поросиний р.	вул. Свідковості 62	17.04.2025	434786.52	31.00	3	14025.37	2	4	5	5	4	3	4	4	1	1	4	3	3	4	4
10	м.Кривий Ріг Поросиний р.	вул. Генерала Радієвського 12	17.04.2025	298139.33	30.00	2	9937.98	1	2	4	5	5	3	4	5	1	2	3	4	4	4	5
11	м.Кривий Ріг Поросиний р.	вул.Старомариова 1	17.04.2025	1863370.8	40.00	5	40584.27	5	2	5	5	5	5	4	5	5	5	3	3	2	5	3
12	м.Кривий Ріг Поросиний р.	вул. Лермонтова 35	17.04.2025	629405.25	32.30	4	19486.23	4	2	4	5	5	5	4	1	4	5	5	4	3	5	3
13	м.Кривий Ріг Поросиний р.	вул. Кобилениського 199	17.04.2025	752740.4	30.20	4	24025.18	4	2	5	5	4	5	4	1	5	5	5	4	3	5	3
14	м.Кривий Ріг Поросиний р.	вул. Студентська 10	17.04.2025	600419.48	32.00	4	18763.11	4	4	4	5	5	5	4	1	3	4	3	2	2	5	2
15	м.Кривий Ріг Поросиний р.	вул. Таралівська 58	17.04.2025	451349.82	44.30	3	10188.48	3	2	5	5	4	4	4	1	5	5	1	2	2	5	2
16	м.Кривий Ріг Поросиний р.	вул. Промислова 10	17.04.2025	447208.99	22.20	4	20544.55	3	2	4	5	5	5	4	1	1	1	5	4	5	2	5
17	м.Кривий Ріг Поросиний р.	вул. Героя АТО 104	17.04.2025	310561.8	32.90	3	9439.57	2	2	4	5	5	3	4	2	3	3	3	5	5	3	5
18	м.Кривий Ріг Поросиний р.	вул. Діпловське шосе 28	17.04.2025	422364.05	44.60	4	9470.05	2	4	4	5	4	4	4	2	2	2	3	5	5	3	5
19	м.Кривий Ріг Поросиний р.	вул. Симонова 1	17.04.2025	367 487	36.00	3	10207.97	2	4	5	5	5	3	4	4	1	1	5	4	4	3	5
20	м.Кривий Ріг Поросиний р.	вул. Олександра Васиніна 13	17.04.2025	538307.12	32.60	3	16512.49	2	2	5	5	5	5	4	2	3	3	2	5	4	3	4
21	м.Кривий Ріг Поросиний р.	вул. Соборності 8	17.04.2025	910981.28	37.00	4	24621.12	4	4	5	5	4	5	4	1	3	4	5	5	4	3	4
22	м.Кривий Ріг Поросиний р.	вул. Металургів 9	17.04.2025	1035206	36.00	4	28755.72	4	2	4	5	5	5	4	1	3	4	5	5	4	3	4
23	м.Кривий Ріг Поросиний р.	вул. Жамата Гелюва 2	17.04.2025	621123.6	31.00	4	20036.25	3	2	4	5	5	4	4	1	4	4	5	4	4	3	3
24	м.Кривий Ріг Поросиний р.	вул. Віталі Матусевича 16	17.04.2025	600419.48	32.00	4	18763.11	3	3	5	5	5	4	4	2	3	3	5	5	4	3	4
25	м.Кривий Ріг Поросиний р.	вул. В.Гукова 29	17.04.2025	393378.28	30.11	3	13064.71	3	2	4	5	5	4	4	2	3	3	3	5	4	3	4
26	м.Кривий Ріг Поросиний р.	вул. Мирного, 27	17.04.2025	339547.57	30.00	3	11318.25	3	4	4	5	5	4	4	2	2	2	5	2	2	3	2
27	м.Кривий Ріг Поросиний р.	вул. О. Станова 17	17.04.2025	351970.04	36.00	4	9776.95	3	2	5	5	5	5	4	1	1	1	5	1	1	1	1
28	м.Кривий Ріг Поросиний р.	вул. Ярославська 4	17.04.2025	368533.34	32.00	3	11516.67	2	4	4	5	5	3	4	1	3	2	3	2	2	3	2
29	м.Кривий Ріг Поросиний р.	вул. М. Мінковського 42	17.04.2025	297062.71	26.70	3	8094.35	2	2	4	5	4	4	4	1	1	1	5	1	1	1	1
30	м.Кривий Ріг Поросиний р.	вул. Ярославська 9	17.04.2025	231886.14	31.00	3	7480.20	2	3	5	5	5	3	4	1	3	2	3	2	2	3	2

Етап 3. Перевірка залежності між факторними змінними і результуючим показником.

Для кількісних змінних таких як: площа земельної ділянки (X_1), відстань до районного центру (X_{10}), відстань до автовокзалу (X_{11}), відстань до зупинки громадського транспорту (X_{12}), відстань до залізничного вокзалу (X_{13}), відстань до обласного центру (X_{14}) та відстань до столиці України міста Київ (X_{15}) необхідно побудувати діаграми розсіювання.

Для цього потрібно на панелі інструментів MS Excel обрати пункт «Вставка» - «Діаграми» - «Точкова». Наступним етапом є відбір даних для побудови діаграми (рис. 4.3).

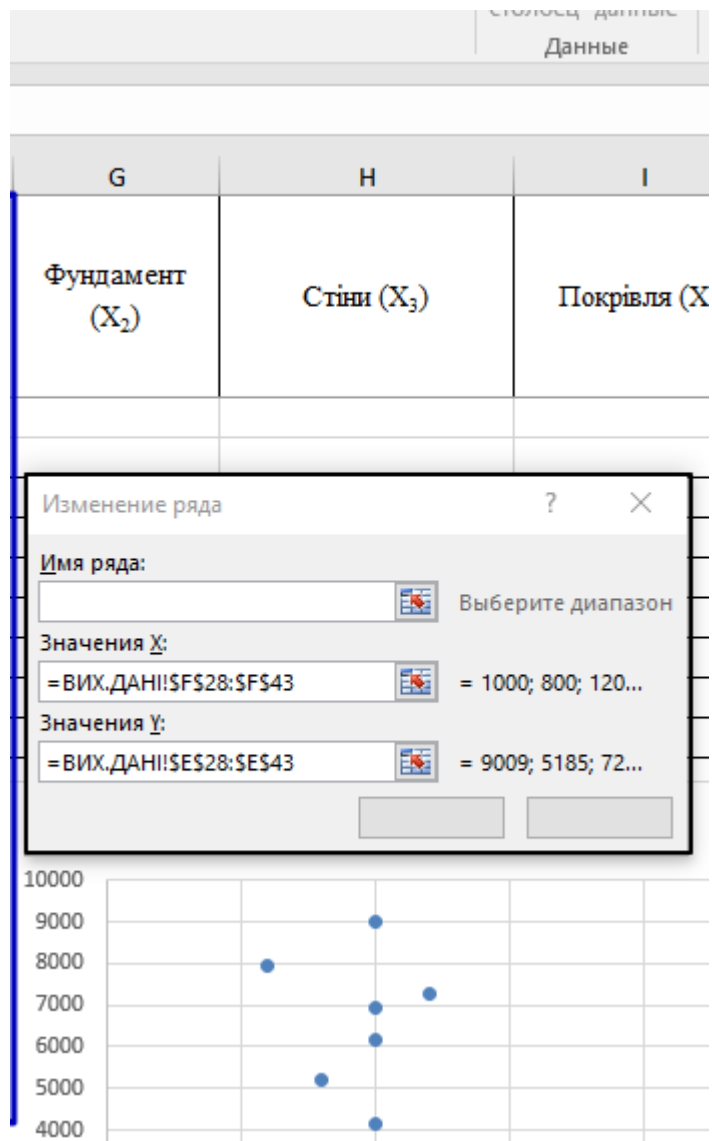


Рис.4.3 Відбір діапазонів значень для побудови діаграми

Поетапно так було побудовано 7 точкових діаграм (рис. 4.4 – 4.10) залежності 1 квадратного метра ціни на житло від певних факторних ознак.

Побудована діаграма демонструє помірний вплив фактору площі земельної ділянки на результуючий показник (вартість 1 кв.м) (рис. 4.4).

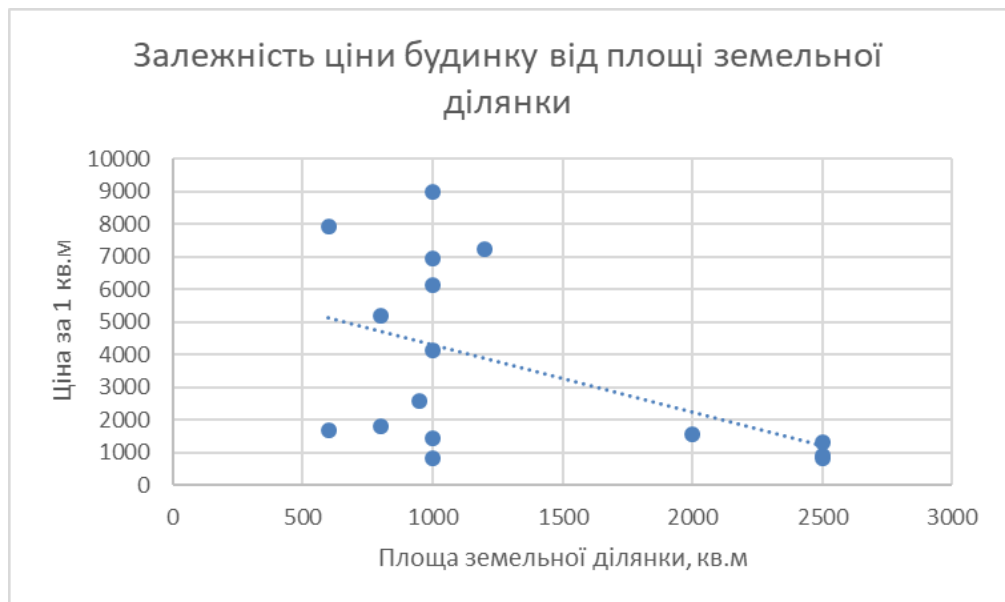


Рис.4.4 Діаграма залежності фактору X_1 та ціни 1 кв.м

Діаграма (рис.4.5) вказує на суттєвий вплив фактору відстані до районного центру на результуючий показник (вартість 1 кв.м).

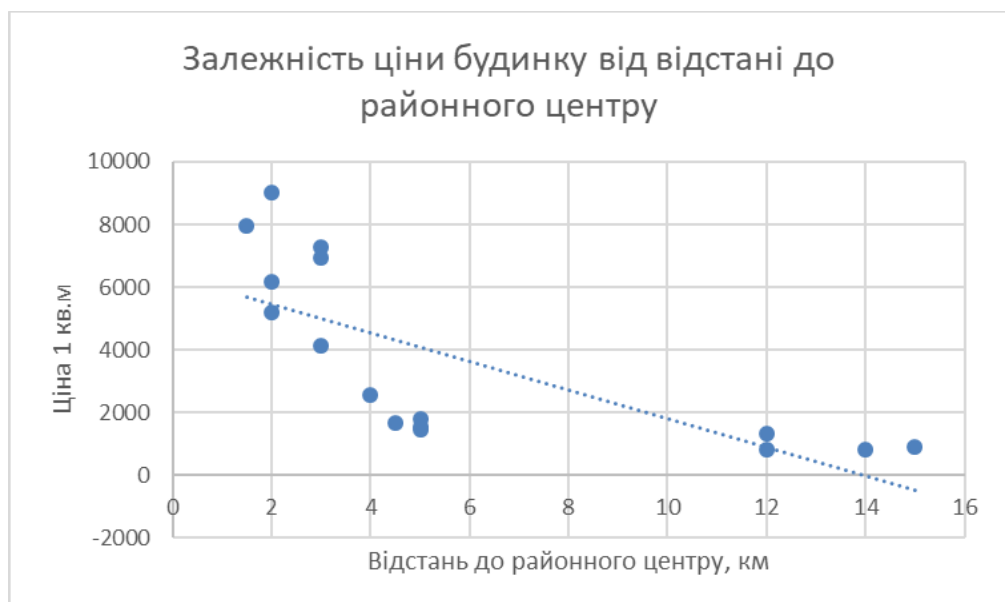


Рис. 4.5 Діаграма залежності фактору X_{10} та ціни 1 кв.м

Діаграма (4.6) демонструє сильний вплив фактору відстані будинку до автовокзалу, який описується лінійно. Зі збільшенням відстані будинку до автовокзалу – ціна на будинок зменшується.

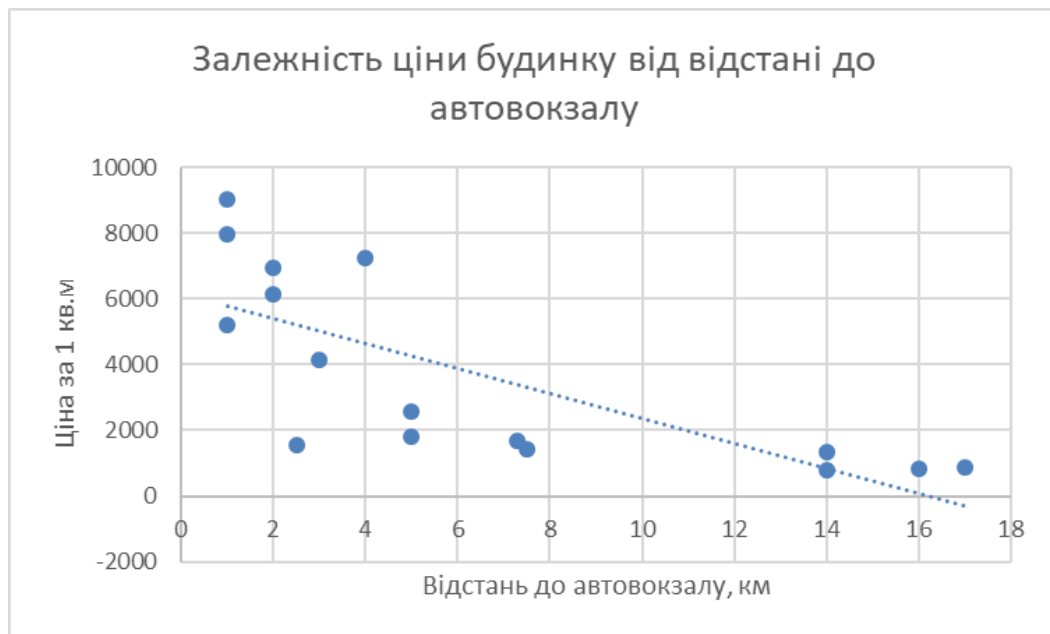


Рис.4.6 Діаграма залежності фактору X_{11} та ціни 1 кв.м

Діаграма (рис.4.7) показує суттєвий вплив фактору відстані будинку від зупинок громадського транспорту на ціну.

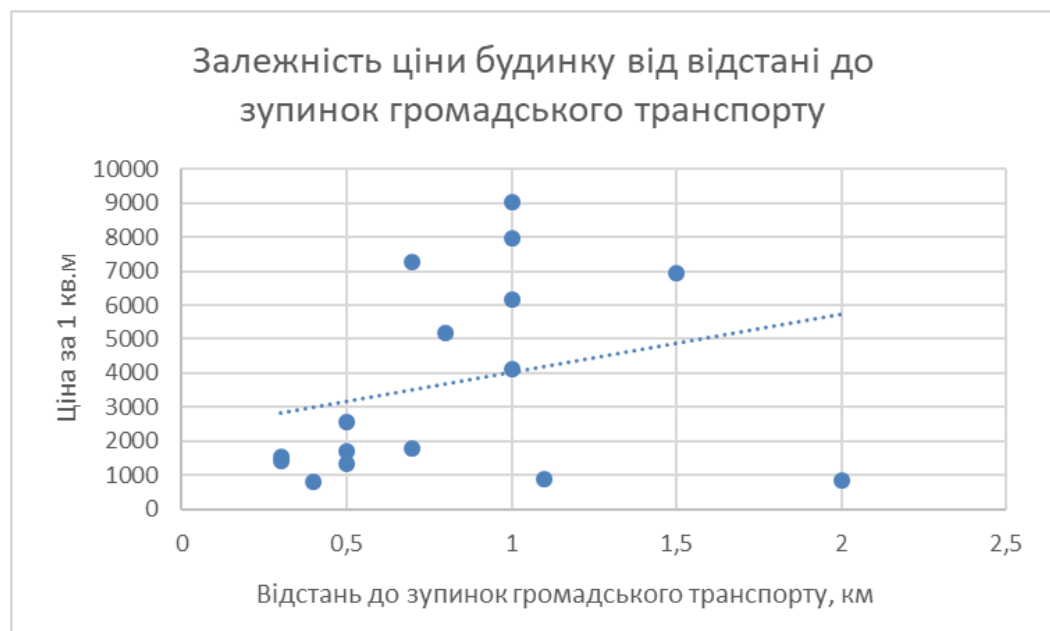


Рис. 4.7 Діаграма залежності фактору X_{12} та ціни 1 кв.м будинку

На наступній діаграмі (рис. 4.8) показано вплив фактору відстані будинку до залізничного вокзалу на ціну 1 кв.м. будинку. Прямого впливу даного фактору, на поточній вибірці, не виявлено. Такий результат може бути спричинений тим, що у двох різних напрямках від об'єктів наявно дві залізничні станції. Оскільки вимірювався мінімальний шлях до одного із

вокзалів, тому значної залежності немає.



Рис. 4.8 Діаграма залежності фактору X_{13} та ціни 1 кв.м будинку

На приведеній нижче діаграмі (рис.4.7) також не спостерігається пряма залежність фактору відстані до обласного центру на вартість 1 кв м будівлі. Причина такого результату в тому, що всі об'єкти знаходяться у двох сусідніх районах області. Якщо б у вибірку були включені об'єкти інших районів – це дало б змогу підтвердити залежність даного фактору на результуючу змінну.

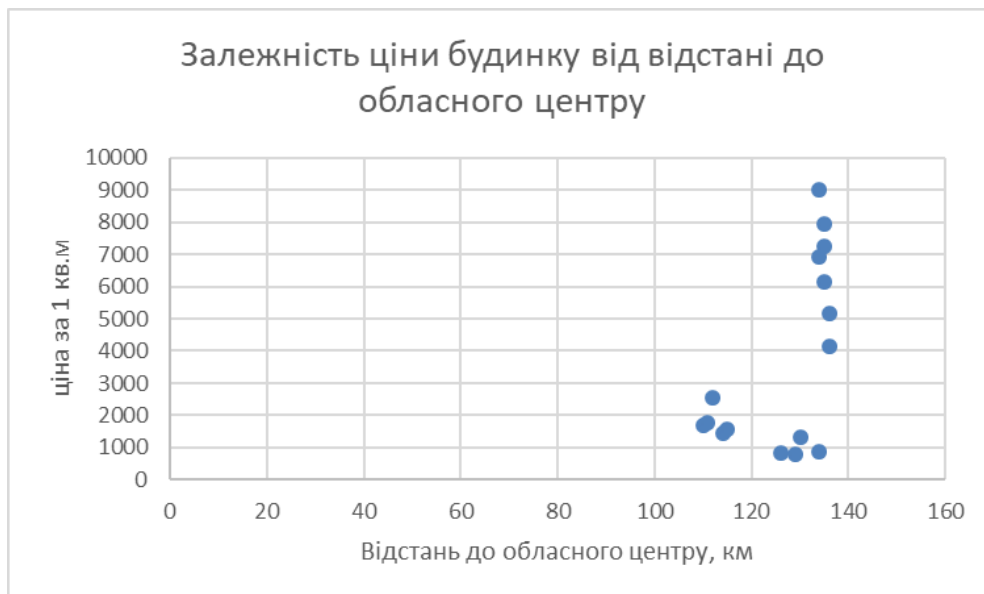


Рис. 4.9 Діаграма залежності фактору X_{14} та ціни 1 кв.м

На останній діаграмі (рис. 4.10) зображена залежність ціни 1 кв.м будинку від відстані його до м. Київ. Пряма залежність не спостерігається. Це

пов'язано насамперед з тим, що всі об'єкти вибірки знаходяться у двох сусідніх районах області, тому всі вони знаходяться на приблизно однаковій відстані до столиці України. Якщо б у вибірку були включені об'єкти інших районів та областей України, то це призвело б до суттєвого впливу даного фактору.



Рис. 4.10 Діаграма залежності фактору X_{15} та ціни 1 кв.м

Етап 4. Визначення коефіцієнтів кореляції.

На цьому етапі необхідно визначити всі коефіцієнти кореляції між результуючим показником та кожним із факторів. Для цього розрахунку коефіцієнтів було використано два різні методи в залежності від виду факторної ознаки.

Додатково до візуального аналізу для усіх кількісних вихідних факторів будується матриця кореляцій за допомогою функції MS Excel. Для цього в середовищі MS Excel обрають наступні пункти: «Сервіс» - «Аналіз даних» - «Кореляція» (Рис. 4.11), далі вводять масив вихідних парних значень.

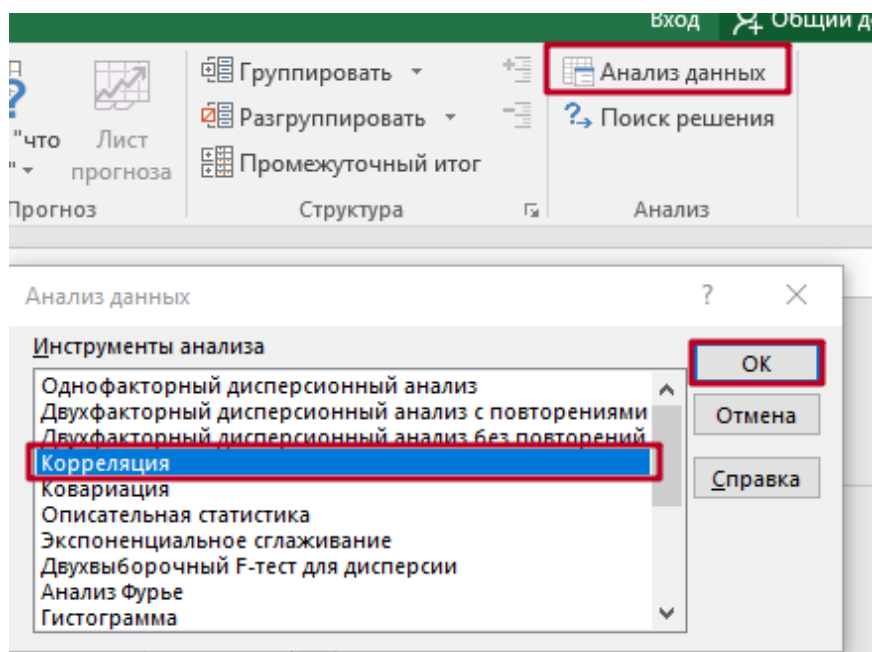


Рис. 4.11 Виклик функції «Кореляція» в MS Excel (спосіб 1)

Або ж вибравши в меню знак «Вставка функції» визвати «Майстер функцій», обрати категорію функції «Статистичні», а в меню функцій – КОРРЕЛ (Рис.4.12). Далі ввести поле першого масиву (наприклад, значення змінної y), а потім поле другого масиву (наприклад, значення змінної x_1).

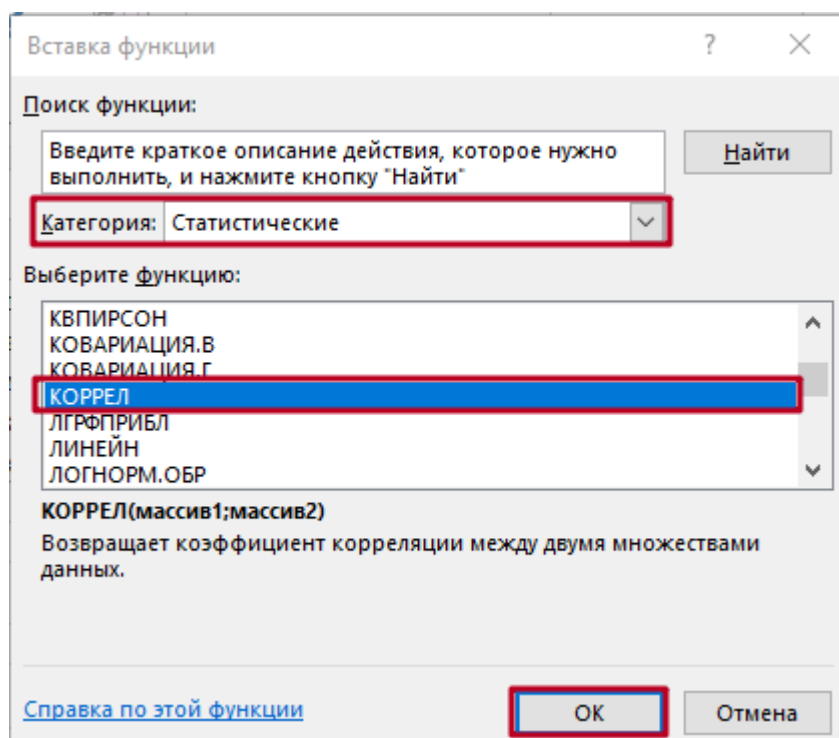


Рис.4.12 Виклик функції «Кореляція» в MS Excel (спосіб 2)

Наведені коефіцієнти кореляції (табл.4.10) усіх кількісних факторів між

собою та між результуючим показником. Для розуміння тісноти зв'язку були використані кількісні критерії оцінки тісноти зв'язку між факторами (табл. 4.11).

Табл. 4.10

Результати кореляційного аналізу

	Column 1	Column 2	Column 3	Column 4	Column 5	Column 6	Column 7	Column 8	Column 9	Column 10	Column 11	Column 12	Column 13	Column 14	Column 15	Column 16
Column 1	1															
Column 2	0.103895863	1														
Column 3	0.045171982	0.734509842	1													
Column 4	-0.018684554	0.765729927	0.759079211	1												
Column 5	0.234441956	-0.192000432	-0.266368734	-0.183001098	1											
Column 6	0.113369299	0.149351824	0.244274411	0.177860495	-0.019469158	1										
Column 7	-0.474093656	0.004267857	0.063655383	0.027180411	-0.165374436	-0.153740724	1									
Column 8	-0.057591563	0.684300056	0.542155227	0.76327519	-0.294448042	0.072035342	0.01687947	1								
Column 9	-0.116390168	-0.12315405	0.06782117	-0.096320345	0.04330376	0.136875297	0.235830167	-0.117923911	1							
Column 10	0.223819451	0.376305556	0.542390255	0.464313837	-0.368482957	0.214311579	-0.08501461	0.198797779	-0.30327158	1						
Column 11	0.29127893	0.371008259	0.571242386	0.481164831	-0.291007988	0.083362913	-0.031327745	0.235376314	-0.288272132	0.862867023	1					
Column 12	-0.262890576	0.322570347	0.180054454	0.259284593	0.11716712	0.050572174	0.104828484	0.27249519	-0.096909138	-0.288705817	-0.197428756	1				
Column 13	-0.072891807	0.156606087	0.275369884	0.051354915	-0.250081386	0.052191349	0.116736946	0.105747903	0.177293803	0.313193896	0.318311572	-0.008158238	1			
Column 14	-0.189550937	0.079037857	0.094107614	-0.12127831	-0.205003218	-0.132829679	0.115026897	-0.018388029	0.174696672	0.062459639	0.10238274	-0.044685882	0.890190036	1		
Column 15	0.029669245	0.25464549	0.408654819	0.38612936	-0.243034788	0.153637737	-0.116472894	0.14387551	0.176892774	0.61004482	0.562330055	-0.388489717	0.293770906	0.219160429	1	
Column 16	-0.120018542	-0.041055718	0.044628621	-0.136959824	0.033306197	-0.105639095	0.046946428	-0.092786448	0.39538932	-0.282568793	-0.135487658	-0.045410389	0.557670456	0.77643071	0.138236118	1

Табл. 4.11

Кількісні критерії оцінки тісноти зв'язку

Величина коефіцієнта кореляції	Характер зв'язку
До 0,2	Практично відсутній, слабкий
Від 0,2 до 0,3	Помірний
Від 0,3 до 0,5	Помітний
Вд 0,5 до 0,7	Сильний
Від 0,7 до 0,99	Дуже сильний

З результатів кореляційного аналізу зрозуміло, що всі фактори : x_{12} (відстань до зупинки громадського транспорту), x_{13} (відстань до залізничного вокзалу), x_{15} (відстань до столиці України м. Київ) – є малозалежними від результуючого признака, оскільки мають коефіцієнт кореляції $<0,3$. Проте є і такі фактори, які перебувають між собою у тісному кореляційному зв'язку такі як:

$x_1 - x_{10}$ (значення коефіцієнта кореляції $>0,7$)

$x_{10} - x_{11}$ (значення коефіцієнта кореляції $>0,9$)

$x_{13} - x_{14}$ (значення коефіцієнта кореляції $>0,8$)

$x_{13} - x_{15}$ (значення коефіцієнта кореляції $>0,9$)

$x_{14} - x_{15}$ (значення коефіцієнта кореляції $>0,8$)

У такому випадку вважається, що ці фактори є мультиколінеарними і необхідне виключення одного з кожної пари факторів, для адекватних результатів подальшої моделі регресії.

Прийнявши до уваги тісноту кожного з фактору з результирующим показником та тістоту зв'язку факторів між собою, було прийняте рішення виключити з подальших розрахунків такі фактори (Табл.4.12):

X_{10} – відстань до районного центру, км

X_{13} – відстань до залізничного вокзалу, км

X_{15} – відстань до столиці України м.Київ, км

Таблиця 4.12

Усунення мультиколінеарності факторів

	Column 1	Column 2	Column 3	Column 4	Column 5	Column 6	Column 7	Column 8	Column 9	Column 10	Column 11	Column 12	Column 13	Column 14	Column 15	Column 16
Column 1	1															
Column 2	0.103895863	1														
Column 3	0.045171982	0.734509842	1													
Column 4	-0.018684554	0.765729927	0.759079211	1												
Column 5	0.234441956	-0.192000432	-0.266368734	-0.183001098	1											
Column 6	0.113369299	0.149351824	0.244274411	0.177860455	-0.019469158	1										
Column 7	-0.474093665	0.004267857	0.063655383	0.027180411	-0.165374436	-0.153740724	1									
Column 8	-0.057591563	0.684300056	0.542155227	0.76327519	-0.294448042	0.072035342	0.01687947	1								
Column 9	-0.116390188	-0.12315405	0.06782117	-0.096320345	0.04330376	0.136875297	0.235830167	-0.117923911	1							
Column 10	0.223819451	0.376305556	0.542390255	0.464313837	-0.368482957	0.214311579	-0.08501461	0.198797779	-0.30327158	1						
Column 11	0.29127893	0.371008259	0.571242386	0.481164831	-0.291007988	0.083362913	-0.031327745	0.235376314	-0.288272132	0.862867023	1					
Column 12	-0.262890576	0.322570347	0.180054454	0.259284593	0.11716712	0.050572174	0.104828484	0.27249519	-0.096909138	-0.288705817	-0.197428756	1				
Column 13	-0.072891807	0.156606087	0.275369884	0.051354915	-0.250081386	0.052191349	0.116736946	0.105747903	0.177293803	0.313193896	0.318311572	-0.008158238	1			
Column 14	-0.185650937	0.079037857	0.094107614	-0.12172831	-0.205003218	-0.132829679	0.115026897	-0.018388029	0.174696672	0.062459639	0.10238274	-0.044685882	0.890190036	1		
Column 15	0.029669245	0.25464548	0.408654819	0.38612936	-0.243034788	0.153637737	-0.116472894	0.14387551	0.176892774	0.61004482	0.562330055	-0.388489717	0.293770906	0.219160429	1	
Column 16	-0.120018542	-0.041055718	0.044628621	-0.136959624	0.033306197	-0.105639095	0.046946428	-0.092786448	0.39538932	-0.282568793	-0.135487658	-0.045410389	0.557670456	0.77643071	0.138236118	1

Таким чином, вдалось виключити всі мультиколінеарні параметри з подальшого обрахунку.

Всі інші факторні ознаки є ранговими. Побудова діаграм для рангових факторних змінних не практикується, так як вони, як правило, не інформативні. В такому випадку достатньо розрахувати коефіцієнт кореляції Спірмена або провести перевірку значення впливу рангового фактору за допомогою однофакторного дисперсійного аналізу.

Проаналізуємо залежність ціни 1 кв.м будинку від рангової оцінки типу фундаменту будівлі за допомогою визначення коефіцієнта Спірмена. Для цього в MS Excel необхідно створити таблицю з такими даними:

- порядковий номер об'єкта;
- ціна 1 кв.м будівлі;
- ранг ціни;
- тип фундаменту (перетворений кількісний показник);
- ранг типу фундаменту.

1) в першому і четвертому стовбці розмістити дані про ціну 1 кв.м будівлі та тип фундаменту;

2) виконати сортування масиву вихідних даних за допомогою вбудованої функції MS Excel «Сортування» з обов'язковим вказанням значення стовбця сортування (ціна 1 кв.м) і напрямку сортування;

3) В третьому стовбці проставити ранг ціни по напрямку сортування. Якщо у вибірці є об'єкти з однаковими цінами – то в такому випадку ранг ціни буде дорівнювати середньому арифметичному значенню їх порядкових номерів у таблиці;

4) Виділивши весь масив даних, провести сортування по четвертому стовбцю «тип фундаменту» і проставити ранги R_{x1} по мірі зростання значень даного масиву;

5) Для контролю правильності виконання розрахунку необхідно перевірити виконання рівняння:

$$\sum_{i=1}^{16} R_y = \sum_{i=1}^{16} R_{x1} = \sum_{i=1}^{16} i = 136 \quad (4.1)$$

6) Заповнити п'ятий стовбець і визначити суму елементів даного стовбця. Ранги типу фундаменту при цьому вираховуються як середньоарифметичні їх порядкових номерів у відсортованому по зростанню масиву даних.

Таблиця 4.13

Визначення коефіцієнта рангової кореляції Спірмена для фактору «Тип фундаменту»

Тип фундаменту (x_2)						
№п/п	Вартість 1 кв.м.	Ранг ціни	Тип фундаменту	Ранг типу фундаменту	Різниця рангів	Квадрат різниці рангів
1		1	3	3,5	-2,5	6,25
2		2	3	3,5	-1,5	2,25
3		5	3	3,5	1,5	2,25

4		6	3	3,5	2,5	6,25
5		7	3	3,5	3,5	12,25
6		9	3	3,5	5,5	30,25
7		3	4	11,5	-8,5	72,25
8		4	4	11,5	-7,5	56,25
9		8	4	11,5	-3,5	12,25
10		10	4	11,5	-1,5	2,25
11		11	4	11,5	-0,5	0,25
12		12	4	11,5	0,5	0,25
13		13	4	11,5	1,5	2,25
14		14	4	11,5	2,5	6,25
15		15	4	11,5	3,5	12,25
16		16	4	11,5	4,5	20,25
		136		136		244

Вираховуємо коефіцієнт кореляції Спірмена за формулою :

$$\widehat{\rho_{x1x2}} = 1 - \frac{6 \sum_{j=1}^n (R_{1j} - R_{2j})^2}{n^3 - n} \quad (4.2)$$

$$\widehat{\rho_{x1x2}} = 1 - \frac{6 \cdot 244}{16^3 - 16} = 0,6411$$

Аналогічні розрахунки проводимо для кожного з рангових факторів. Результати подальших розрахунків наведені в табл. 4.14 – 4.

Таблиця 4.14

Визначення коефіцієнта рангової кореляції Спірмена для фактору «Тип зовнішніх стін»

Тип зовнішніх стін (x3)						
№п/п	Вартість 1 кв.м.	Ранг ціни	Типи стін	Ранг типу стін	Різниця рангів	Квадрат різниці рангів
1		1	1	2,5	-1,50	2,25
2		2	1	2,5	-0,50	0,25
3		3	1	2,5	0,50	0,25
4		4	1	2,5	1,50	2,25
5		5	3	7	-2,00	4

6		6	3	7	-1,00	1
7		7	3	7	0,00	0
8		8	3	7	1,00	1
9		9	3	7	2,00	4
10		10	4	11	-1,00	1
11		11	4	11	0,00	0
12		12	4	11	1,00	1
13		13	5	14,5	-1,50	2,25
14		14	5	14,5	-0,50	0,25
15		15	5	14,5	0,50	0,25
16		16	5	14,5	1,50	2,25
		136		136		22

$$\widehat{\rho_{x1x}} = 1 - \frac{6 \sum_{j=1}^n (R_{1j} - R_{2j})^2}{n^3 - n} = 1 - \frac{6 \cdot 22}{16^3 - 16} = 0,9676$$

Таблиця 4.15

Визначення коефіцієнта рангової кореляції Спірмена для фактору «Тип покрівлі»

Тип покрівлі (x ₄)						
№п/п	Вартість 1 кв.м.	Ранг ціни	Типи покрівлі	Ранг типу покрівлі	Різниця рангів	Квадрат різниці рангів
1		1	2,00	5,5	-4,5	20,25

Продовження табл. 4.15

2		2	2,00	5,5	-3,5	12,25
3		3	2,00	5,5	-2,5	6,25
4		4	2,00	5,5	-1,5	2,25
5		5	2,00	5,5	-0,5	0,25
6		6	2,00	5,5	0,5	0,25
7		7	2,00	5,5	1,5	2,25
8		10	2,00	5,5	4,5	20,25
9		12	2,00	5,5	6,5	42,25
10		14	2,00	5,5	8,5	72,25
11		8	3,00	12	-4	16,00
12		9	3,00	12	-3	9,00

13		11	3,00	12	-1	1,00
14		13	5,00	15	-2	4,00
15		15	5,00	15	0	0,00
16		16	5,00	15	1	1,00
		136,00		136,00		209,50

$$\widehat{\rho_{x1x}} = 1 - \frac{6 \sum_{j=1}^n (R_{1j} - R_{2j})^2}{n^3 - n} = 1 - \frac{6 \cdot 209,5}{16^3 - 16} = 0,6919$$

Таблиця. 4.16

Визначення коефіцієнта рангової кореляції Спірмена для фактору «Тип підлоги»

Тип підлоги (x ₅)						
№п/п	Вартість 1 кв.м.	Ранг ціни	Тип підлоги	Ранг типу підлоги	Різниця рангів	Квадрат різниці рангів
1		2	1	2,00	0	0
2		3	1	2,00	1	1
3		4	1	2,00	2	4
4		1	2	7,00	-6	36
5		5	2	7,00	-2	4
6		6	2	7,00	-1	1
7		7	2	7,00	0	0
8		8	2	7,00	1	1

Продовження табл. 4.16

9		10	2	7,00	3	9
10		12	2	7,00	5	25
11		9	3	12,00	-3	9
12		11	3	12,00	-1	1
13		13	3	12,00	1	1
14		14	4	15	-1	1
15		15	4	15	0	0
16		16	4	15	1	1
		136		136		94

$$\widehat{\rho_{x1x}} = 1 - \frac{6 \sum_{j=1}^n (R_{1j} - R_{2j})^2}{n^3 - n} = 1 - \frac{6 \cdot 94}{16^3 - 16} = 0,8617$$

Таблиця 4.17

Визначення коефіцієнта рангової кореляції Спірмена для фактору
«Якість ремонту»

Якість ремонту (x ₆)						
№п/п	Вартість 1 кв.м.	Ранг ціни	Якість ремонту	Ранг якості ремонту	Різниця рангів	Квадрат різниці рангів
1		1	1	1,5	-0,5	0,25
2		2	1	1,5	0,5	0,25
3		4	2	4,5	-0,5	0,25
4		7	2	4,5	2,5	6,25
5		8	2	4,5	3,5	12,25
6		9	2	4,5	4,5	20,25
7		3	3	8	-5	25
8		5	3	8	-3	9
9		6	3	8	-2	4
10		10	4	10	0	0
11		11	5	13,5	-2,5	6,25
12		12	5	13,5	-1,5	2,25
13		13	5	13,5	-0,5	0,25
14		14	5	13,5	0,5	0,25
15		15	5	13,5	1,5	2,25

Продовження табл. 4.17

16		16	5	13,5	2,5	6,25
		136		136		95

$$\widehat{\rho_{x1x}} = 1 - \frac{6 \sum_{j=1}^n (R_{1j} - R_{2j})^2}{n^3 - n} = 1 - \frac{6 \cdot 94}{16^3 - 16} = 0,8617$$

Таблиця 4.18

Визначення коефіцієнта рангової кореляції Спірмена для фактору
«Наявність підключених інженерних мереж»

Наявність підключених інженерних мереж (x7)						
№п/п	Вартість 1 кв.м.	Ранг ціни	Наявність інженерних мереж	Ранг наявності інж.мереж	Різниця рангів	Квадрат різниці рангів
1		2	2	2,0	0,0	0
2		3	2	2,0	1,0	1
3		4	2	2,0	2,0	4
4		1	3	4,5	-3,5	12,25
5		6	3	4,5	1,5	2,25
6		5	5	11,0	-6,0	36
7		7	5	11,0	-4,0	16
8		8	5	11,0	-3,0	9
9		9	5	11,0	-2,0	4
10		10	5	11,0	-1,0	1
11		11	5	11,0	0,0	0
12		12	5	11,0	1,0	1
13		13	5	11,0	2,0	4
14		14	5	11,0	3,0	9
15		15	5	11,0	4,0	16
16		16	5	11,0	5,0	25
		136		136		140,5

$$\widehat{\rho_{x1x}} = 1 - \frac{6 \sum_{j=1}^n (R_{1j} - R_{2j})^2}{n^3 - n} = 1 - \frac{6 \cdot 140,5}{16^3 - 16} = 0,7933$$

Таблиця 4.19

Визначення коефіцієнта рангової кореляції Спірмена для фактору
«Наявність поліпшень на земельній ділянці»

Наявність поліпшень на земельній ділянці (x8)						
№п/п	Вартість 1 кв.м.	Ранг ціни	Наявність поліпшень	Ранг наявності поліпшень	Різниця рангів	Квадрат різниці рангів
1		2	3	4,0	-2,0	4
2		5	3	4,0	1,0	1

3		6	3	4,0	2,0	4
4		8	3	4,0	4,0	16
5		10	3	4,0	6,0	36
6		11	3	4,0	7,0	49
7		15	3	4,0	11,0	121
8		3	4	11,5	-8,5	72,25
9		4	4	11,5	-7,5	56,25
10		7	4	11,5	-4,5	20,25
11		9	4	11,5	-2,5	6,25
12		12	4	11,5	0,5	0,25
13		13	4	11,5	1,5	2,25
14		14	4	11,5	2,5	6,25
15		16	4	11,5	4,5	20,25
16		1	5	16,0	-15,0	225
		136		136		640

$$\widehat{\rho_{x_1x}} = 1 - \frac{6 \sum_{j=1}^n (R_{1j} - R_{2j})^2}{n^3 - n} = 1 - \frac{6 \cdot 640}{16^3 - 16} = 0,0588$$

Табл. 4.20

Визначення коефіцієнта рангової кореляції Спірмена для фактору
«Статус населеного пункту»

Статус населеного пункту (x ₁₆)						
№п/п	Вартість 1 кв.м.	Ранг ціни	Статус нас. пункту	Ранг статусу населеного пункту	Різниця рангів	Квадрат різниці рангів
1		1	1	2,50	-1,5	2,25

Продовження табл. 4.20

2		2	1	2,50	-0,5	0,25
3		3	1	2,50	0,5	0,25
4		4	1	2,50	1,5	2,25
5		10	3	8,00	2	4
6		11	3	8,00	3	9
7		12	3	8,00	4	16
8		13	3	8,00	5	25
9		14	3	8,00	6	36

10		15	3	8,00	7	49
11		16	3	8,00	8	64
12		5	5	14,00	-9	81
13		6	5	14,00	-8	64
14		7	5	14,00	-7	49
15		8	5	14,00	-6	36
16		9	5	14,00	-5	25
		136		136		463

$$\widehat{\rho_{x1x}} = 1 - \frac{6 \sum_{j=1}^n (R_{1j} - R_{2j})^2}{n^3 - n} = 1 - \frac{6 \cdot 463}{16^3 - 16} = 0,3191$$

Отже, за результатами отриманих обрахунків з 8 рангових факторних ознак – сильних вплив на результуючий показник мають 6 з них. Найменший зв'язок було отримано по двох факторних ознаках: наявність поліпшень на земельній ділянці (x_8) та статус населеного пункту (x_{16}), тому дані факторні ознаки були виключені з подальших обрахунків, у зв'язку з низьким їх впливом на вартість об'єкта нерухомості у даній вибірці. Звичайно ж це не означає, що в усіх випадках ці фактори будуть мало впливати на вартість об'єкта, це лише показує те, що на основі поточної вибірки неможливо статистично підтвердити значимість зв'язку цих факторів з результуючою змінною.

За результатами цього етапу з подальших розрахунків були виключені такі фактори:

x_8 – наявність поліпшень на земельній ділянці;

x_{10} – відстань до районного центру, км;

x_{13} – відстань до залізничного вокзалу, км;

x_{15} – відстань до столиці України м.Київ

x_{16} – статус населеного пункту.

Безумовно ці фактори є важливими для формування вартості об'єкта житлової нерухомості, та можуть бути включені при побудові інших моделей вартості нерухомості. Проте, на розгляді 16 контрольних об'єктів ці фактори не мають яркого вираження на формування вартості.

При виборі виду функціонального зв'язку для регресійної моделі були враховані дані, отримані в результаті аналізу характеру і міри залежності факторних змінних і результуючого показника (вартості). Відносно високі значення коефіцієнтів кореляції та коефіцієнтів Спірмена дозволяють припустити наявність лінійного зв'язку між факторними змінними і результуючим показником.

Таким чином, результатом виконання етапу специфікації моделі є відбір факторних ознак і вигляду функціонального зв'язку:

$$\hat{y} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_1 + \hat{\beta}_2 x_2 + \hat{\beta}_3 x_3 + \hat{\beta}_4 x_4 + \hat{\beta}_5 x_5 + \hat{\beta}_6 x_6 + \hat{\beta}_7 x_7 + \hat{\beta}_9 x_9 + \hat{\beta}_{11} x_{11} + \hat{\beta}_{12} x_{12} + \hat{\beta}_{14} x_{14} \quad (4.3)$$

де,

- X_1 — площа квартири, m^2
- X_3 — якість ремонту
- X_4 — поверх
- X_6 — тип перекриття
- X_7 — матеріал стін
- X_8 — знос будівлі, %
- $X_{10}...X_{15}$ — просторові змінні (відстані до об'єктів інфраструктури).

Для рівняння (4.3) невідомими є коефіцієнти моделі $\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1, \dots, \hat{\beta}_{14}$. Визначення коефіцієнтів моделі розглянуто в наступному етапі.

Етап 5. Оцінки коефіцієнтів моделі регресії.

Для визначення оцінок рівняння регресії буде використано метод найменших квадратів. Побудова моделі буде покрокова за допомогою MS Excel. Враховуючи відносно невелику кількість факторних змінних, процедуру покрокового методу проведемо в оберненому порядку, тобто на першому кроці в модель будуть включені всі змінні. На рис. 4.11 продемонстрована процедура виклику функції «Регресія» з аналізу даних програми, та введення вихідних даних (рис. 4.12) при реалізації методу

найменших квадратів за допомогою MS Excel.

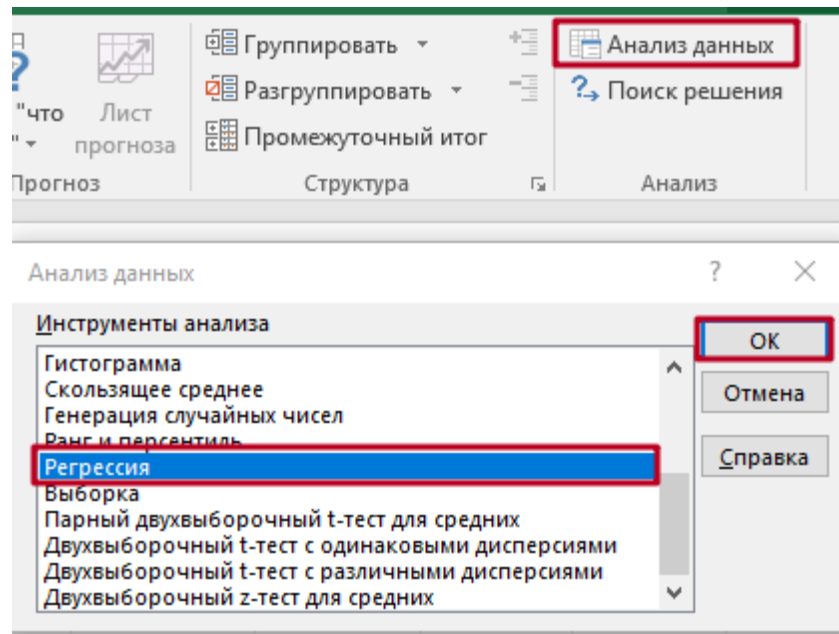


Рис. 4.13 Виклик функції «Регресія» в MS Excel

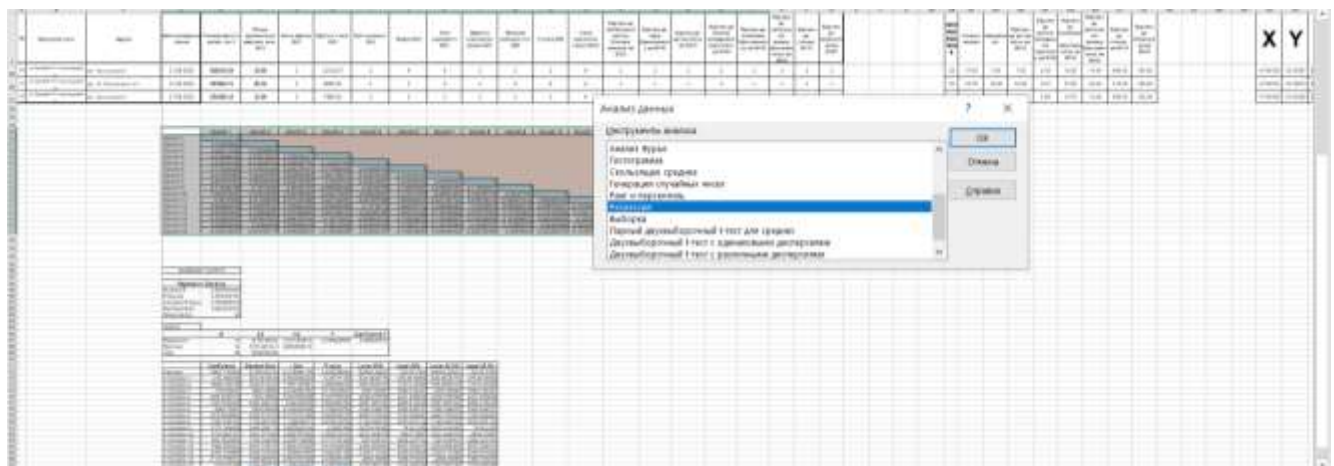


Рис. 4.14 Введення вихідних даних для виконання регресійного аналізу в MS Excel

При натисканні «ОК» на екрані з'являється стандартна таблиця регресійного аналізу (табл. 4.21) , в якій містяться всі параметри і показники якості моделі.

Таблиця 4.21

Результати регресійного аналізу, представлені у форматі MS Excel

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>
Intercept	-5907.7430	27340.007	-0.21608418	0.83203884
X Variable 1	-274.0605	303.48105	-0.90305622	0.3817715
X Variable 2	6589.1247	3349.6143	1.96712936	0.06930891
X Variable 3	1139.8403	3040.3509	0.37490419	0.71334993
X Variable 4	-398.7241	1324.3996	-0.30106024	0.76779352
X Variable 5	-105.7345	2324.6847	-0.04548335	0.96436445
X Variable 6	-1060.7591	2994.0963	-0.35428356	0.72840579
X Variable 7	-257.2243	2522.5116	-0.1019715	0.92022541
X Variable 8	1267.2452	1122.8072	1.12864007	0.27801947
X Variable 9	2171.3446	2446.2847	0.88760911	0.389745
X Variable 10	1414.0651	1601.8719	0.88275793	0.39227291
X Variable 11	395.7624	1338.3426	0.29571081	0.77179158
X Variable 12	1908.9632	2873.7457	0.664277	0.51730505
X Variable 13	-4781.0199	4485.3379	-1.06592191	0.30449714
X Variable 14	-1112.7988	1389.2067	-0.80103185	0.43649747
X Variable 15	3178.5139	2124.3677	1.49621642	0.15679759

SUMMARY OUTPUT								
<i>Regression Statistics</i>								
Multiple R	0.895763463							
R Square	0.802392181							
Adjusted R Squar	0.590669518							
Standard Error	5162.657914							
Observations	30							
ANOVA								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>			
Regression	15	1515155814	101010387.6	3.789826599	0.008497671			
Residual	14	373142514.3	26653036.74					
Total	29	1888298328						
	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	-5907.743005	27340.00721	-0.216084179	0.832038844	-64546.22651	52730.7405	-64546.22651	52730.7405
X Variable 1	-274.060454	303.4810535	-0.903056223	0.38177155	-924.9625775	376.8416695	-924.9625775	376.8416695
X Variable 2	6589.124729	3349.614347	1.967129361	0.069308912	-595.0835315	13773.33299	-595.0835315	13773.33299
X Variable 3	1139.84031	3040.35092	0.374904194	0.713349931	-5381.06387	7660.744491	-5381.06387	7660.744491
X Variable 4	-398.7240712	1324.39964	-0.301060238	0.767793522	-3239.278788	2441.830646	-3239.278788	2441.830646
X Variable 5	-105.7344508	2324.684744	-0.04548335	0.964364455	-5091.687344	4880.218442	-5091.687344	4880.218442
X Variable 6	-1060.75907	2994.09626	-0.354283556	0.728405792	-7482.456872	5360.938731	-7482.456872	5360.938731
X Variable 7	-257.2242864	2522.511575	-0.101971499	0.920225419	-5667.473533	5153.024961	-5667.473533	5153.024961
X Variable 8	1267.245192	1122.807195	1.128640071	0.278019474	-1140.936732	3675.427116	-1140.936732	3675.427116
X Variable 9	2171.344609	2446.284715	0.887609114	0.3897456	-3075.414282	7418.1035	-3075.414282	7418.1035
X Variable 10	1414.065127	1601.871908	0.882757928	0.392272913	-2021.608416	4849.73867	-2021.608416	4849.73867
X Variable 11	395.7623664	1338.342592	0.295710806	0.771791586	-2474.69701	3266.221742	-2474.69701	3266.221742
X Variable 12	1908.963204	2873.745741	0.664277002	0.517305052	-4254.608405	8072.534813	-4254.608405	8072.534813
X Variable 13	-4781.019885	4485.337859	-1.065921907	0.304497148	-14401.11282	4839.073046	-14401.11282	4839.073046
X Variable 14	-1112.798814	1389.206705	-0.801031848	0.436497476	-4092.35086	1866.753233	-4092.35086	1866.753233
X Variable 15	3178.51386	2124.367715	1.496216421	0.156797599	-1377.801735	7734.829456	-1377.801735	7734.829456
		4038.740678	Середнє значення					

Результатом проведеного аналізу є рівняння:

$$\hat{y} = 935,88 - 1,44x_1 + 961,33x_2 - 632,61x_3 + 26,03x_4 + 729,46x_5 + 272,78x_6 - 296,73x_7 - 168,78x_8 - 203,71x_9 + 1983,15x_{10} + 67,29x_{11}$$

Як видно з регресійної статистики (табл. 4.21), отримана модель має високі показники адекватності.

- 1) Множинний $R = 0,8999$ - множинний коефіцієнт кореляції, аналізується тіснота зв'язку факторних ознак.
- 2) Множинний коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,8998$, це означає, що отримана модель на 99% пояснює зміну ціни під впливом факторів які в ній застосовані, а 1% припадає на інші фактори, які не включені до моделі.
- 3) Нормований $R^2 = 0,8993$, за рахунок поправки величина коефіцієнта детермінації не отримала суттєвих змін.

$$R_{\text{норм}}^2 = 1 - (1 - R^2) \frac{n-1}{n-k-1} \quad (4.4)$$

- 4) Стандартна похибка $\sqrt{\widehat{\sigma}_u^2} = 233,633$

де,

$$SS_{\text{залш}} = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad (4.5)$$

$$\widehat{\sigma}_u^2 = \frac{SS_{\text{залш}}}{n-m-1} \quad (4.6)$$

- 5) Дисперсійний аналіз – являє собою являє собою статистичний метод аналізу результатів, які залежать від якісних ознак. Кожен фактор може бути дискретною чи неперервною випадковою змінною, яку розділяють на декілька сталих рівнів (градацій, інтервалів). [20]

Основним показником дисперсійного аналізу є F-критерій Фішера, який вказує на статистичну значимість, або незначимість отриманого рівняння регресії. F-тестом або критерієм Фішера (F-критерієм, F^* -критерієм) — називають будь-який статистичний критерій, тестова статистика якого при виконанні нульової гіпотези має розподіл Фішера (F-розподіл). [21]

За результатами дисперсійного аналізу отримано рівень значимості F-критерія, який дорівнює $5,29 \cdot 10^{-5}$; так як дане значення значно менше 0,01 то це означає, що отримана модель є високо значимою; у свою чергу це свідчить про те, що хоча б один з множини відібраних факторів, дійсно дуже сильно

впливає на результуючий параметр.

6) Параметри (коефіцієнти) рівняння показують зміну результуючого показника (в нашому випадку ціни за 1 кв.м) при зміні одного конкретного фактору на одиницю та незмінних усіх інших факторів.

Наприклад, *y-перетин* (коефіцієнт = 935,886) - свідчить про те, що при нульових значення усіх інших факторів, вартість 1 кв.м будівлі в середньому буде дорівнювати 935,886 грн/кв.м;

площа земельної ділянки (коефіцієнт = - 1,441) – свідчить про те, що при збільшенні площі земельної ділянки на 1 кв.м та незмінних усіх інших факторах, ціна за 1 кв. м будівлі в середньому зменшиться на 1,441%.

7) Рівні значимості *t-критерія* (*p-значення*) коефіцієнтів рівняння регресії повинні бути $\leq 0,5$. Даний критерій має назву критерій Стюдента – це загальна назва для класу методів статистичної перевірки гіпотез (статистичних критеріїв), оснований на розподілі Стюдента. Цей критерій використовується для визначення статистичної значимості різниць середніх величин. [22]

Оскільки в моделі наявні фактори, які мають значення більше ніж 0,5, то це означає, що їхній вплив на ціну 1 кв.м житлової нерухомості статистично не підтверджується і не має значного впливу. Точніше, в даній вибірці немає статистично надійних підтверджень такого впливу.

Звичайно ж це не означає, що завжди ці фактори ніяк не впливатимуть на ціну.

Згідно алгоритму оберненого покрокового методу найменших квадратів, на кожному етапі необхідно виключати із моделі змінну, яка має найгірший показник значимості. Тому в цьому випадку одразу виключаємо змінну матеріал покрівлі (x_4) з найгіршим показником – 0,823.

Наведено результати повторної побудови моделі регресії без фактору X_4 . (табл. 4.22)

Таблиця 4.22

Результати побудови моделі №1.1 множинної регресії

<i>Регресійна статистика</i>	
Множинний R	0,999124697
R-квадрат	0,99825016
Нормований R-квадрат	0,994750479
Стандартна похибка	210,4527597
Спостереження	16

Дисперсійний аналіз					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимість F</i>
Регресія	10	126333986	12633398,6	285,240342	2,98999E-06
Залишок	5	221451,8204	44290,36408		
Всього	15	126555437,8			

З отриманих результатів можна зробити висновки, що результати якості моделі змінились не суттєво, модель 1.1 має такий же коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,998$.

Множинний $R = 0,999$ - множинний коефіцієнт кореляції в обох моделях теж не відрізняється.

Значущість F-критерія Фішера менше 0,01, тож модель теж є достовірною і високо значимою.

По Р-параметрам Стюдента можна зробити висновок, що знову ж таки в моделі наявні статистично непідтверджені фактори, які мають значення більше 0,5. Основуючись на зворотному методі найменших квадратів знову відкидаємо фактор, який має найгірше значення критерію Стюдента. В моделі 1.1 це критерій –наявність інженерних мереж (x_7), Р-значення якого дорівнює 0,18.

Результати повторного проведеного регресійного аналізу наведено в табл. 4.23.

Таблиця. 4.23

Результати побудови моделі №1.2 множинної регресії

<i>Регресійна статистика</i>	
Множинний R	0,998700304
R-квадрат	0,997402297
Нормований R-квадрат	0,993505742
Стандартна похибка	234,0774368
Спостереження	16

Дисперсійний аналіз					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимість F</i>
Регресія	9	126226684,3	14025187,15	255,970289	4,66812E-07
Залишок	6	328753,4784	54792,2464		
Всього	15	126555437,8			

Модель 1.2 також має дуже хороші показники якості. На відміну від двох попередніх моделей вона має дещо нижчий коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,997$.

Множинний $R = 0,998$ - множинний коефіцієнт кореляції в зменшився на 0,001, що не є суттєво.

Значущість F-критерія Фішера менше 0,01, тож модель теж є достовірною і високо значимою.

По R-параметрам Стюдента можна зробити висновок, що знову ж таки в моделі 1.2 наявні статистично непідтверджені фактори, які мають значення більше 0,5. В цьому випадку це останній статистично непідтверджений фактор – якість ремонту (x_6).

Наведені результати повторного проведеного регресійного аналізу (табл.4.24).

Таблиця 4.24

Результати побудови моделі №1.3 множинної регресії

<i>Регресійна статистика</i>	
Множинний R	0,998227772
R-квадрат	0,996458685
Нормований R-квадрат	0,992411467
Стандартна похибка	253,0309737
Спостереження	16

Дисперсійний аналіз					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимість F</i>
Регресія	8	126107265,1	15763408,14	246,2083324	7,02782E-08
Залишок	7	448172,7157	64024,67367		
Всього	15	126555437,8			

Оцінюючи якість отриманої моделі можна сказати, що всі показники якості окрім Р-значення Стюдента знаходяться в нормі. По критерію Стюдента можна зробити висновок, що ще один фактор - матеріал зовнішніх стін (x_3) має р-критерій $0,064 > 0,05$. Тому регресійний аналіз був проведений повторно, за виключенням фактору матеріалу зовнішніх стін. Результати приведені у табл. 4.25.

Таблиця 4.25

Результати побудови моделі № 2 множинної регресії

<i>Регресійна статистика</i>	
Множинний R	0,99701
R-квадрат	0,99403
Нормований R-квадрат	0,98881
Стандартна похибка	307,232
Спостереження	16

Дисперсійний аналіз					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимість F</i>
Регресія	7	125800303,7	17971471,96	190,39238	2,93849E-08
Залишок	8	755134,0893	94391,76117		
Всього	15	126555437,8			

Отримана модель №2 в повній мірі відповідає усім вимогам якості регресійної моделі.

- Коефіцієнт детермінації дорівнює 0,994. Це означає, що отримана модель на 99,4% пояснює зміни вартості під впливом включених в модель факторних ознак. Якість моделі по коефіцієнту детермінації є суттєво високим;

- Скорегований коефіцієнт детермінації $R^2_{\text{норм}}$ дорівнює 0,988. За рахунок поправки величина коефіцієнту детермінації не зменшилась;
- Перевірка значимості рівняння регресії в цілому, за допомогою F критерію Фішера показала, що з вірогідністю 0,95 підтверджено, що між результуючим показником і факторними ознаками існує тісний зв'язок. Тобто можна вважати, що рівняння в цілому статистично значиме, а це означає, що схожість результатів розрахованих і моделі і реальних даних буде максимальна;
- При перевірці статистичної значимості коефіцієнтів рівняння регресії за допомогою t-критерію було встановлено, що всі коефіцієнти є статистично значимими, тобто ціна розглянутих об'єктів суттєво залежить від всіх відібраних факторів цієї моделі;

Результатом проведеного аналізу є рівняння:

$$\hat{y} = -5271,97 - 0,75x_1 + 786,16x_2 + 654,46x_3 - 138,87x_4 - 132,1x_5 + 1518,99x_6 + 87,07x_7 \quad (4.7)$$

Для визначення найбільш об'єктивності порівняємо початкову модель регресії №1 та кінцеву модель №2. Порівняємо показники точності даних моделей та оцінимо їх роботу при визначенні вартості конкретних об'єктів.

3.5 Оцінка точності моделі та аналіз отриманих результатів

Оцінка точності отриманих моделей проводиться за такими критеріями: величина детермінації, нормований коефіцієнт детермінації, значимість рівняння регресії за допомогою F-критерію, перевірка значимості коефіцієнтів по t-критерію, коефіцієнт варіації результуючого признаку (4.8) та середня похибка апроксимації (4.9). Це основні показники якості і точності регресійної моделі (табл. 4.26).

Коефіцієнт варіації результуючого признаку рахується за формулою:

$$\hat{V} = \frac{\hat{\sigma}_u}{\bar{y}} * 100\% \quad (4.8)$$

де,

$\widehat{\sigma}_u$ – стандартна похибка моделі регресії;

$\bar{y}$ – у виміряне.

Таблиця 4.26

Показники якості регресійних моделей вартості об'єктів житлової
нерухомості

Показники якості	Модель №1	Модель №2
Коефіцієнт детермінації R^2	0,998	0,994
Нормований коефіцієнт детермінації R^2 скориг	0,994	0,989
Результати перевірки значимості рівняння регресії в цілому за допомогою F-критерію	Модель статистично значима	Модель статистично значима
Результати перевірки значимості коефіцієнтів регресії за допомогою t-критерію	Не всі коефіцієнти статистично значимі	Коефіцієнти при всіх змінних статистично значимі
Коефіцієнт варіації результуючого показника, %	6,28	8,26
Середня похибка апроксимації, %	3,51	4,75

При порівнянні показників якості обох моделей стало зрозуміло, що модель №1, яка не має статистичного підтвердження важливості деяких факторних змінних, все ж таки є більш якісною і точною.

Тому було прийняте рішення окрім визначення показників якості моделі провести перевірку на контрольних об'єктах. За використанням обох моделей буде виконана оцінка двох об'єктів нерухомості, які не були включені до початкової вибірки даних.

Вихідні дані контрольних об'єктів наведені в табличній формі (табл. 4.27)

Оцінені коефіцієнти регресії мають логічне економічне пояснення-

Збільшення площі квартири на 1 м² підвищує ціну приблизно на **225 грн/м²**. Наявність якісного ремонту суттєво підвищує вартість. Зростання поверху має позитивний ефект, але лише до певного рівня (спостерігається слабка параболічність). Збільшення зносу або розташування квартири далеко від центру суттєво **знижують ціну**.

Рис.4.1 – Контурна карта вартості житла на основі просторової регресії

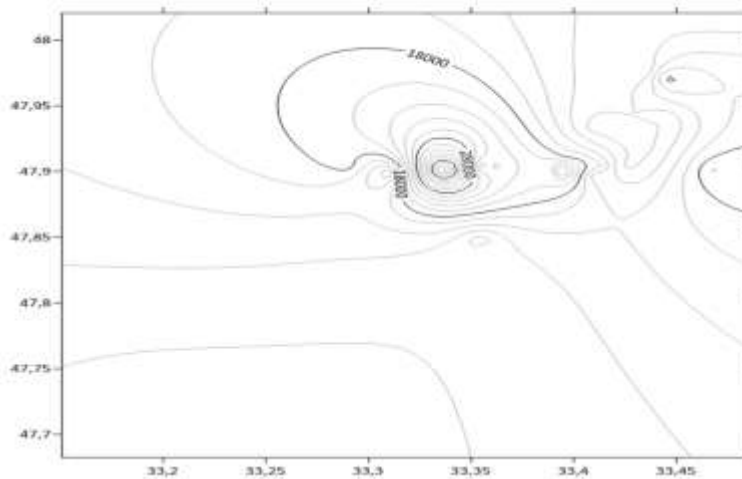
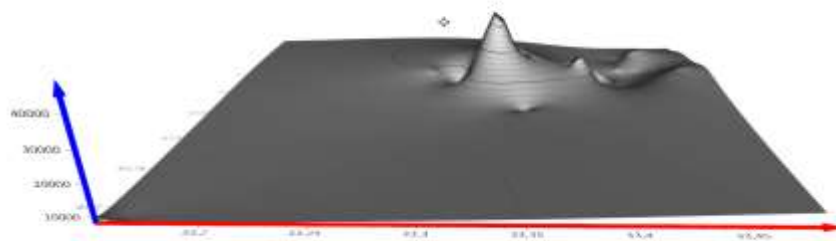


Рис. 4.2 – Тривимірна поверхня розподілу ціни за 1 м² житла у місті Кривий Ріг (4.3;4.4 в Додатках)



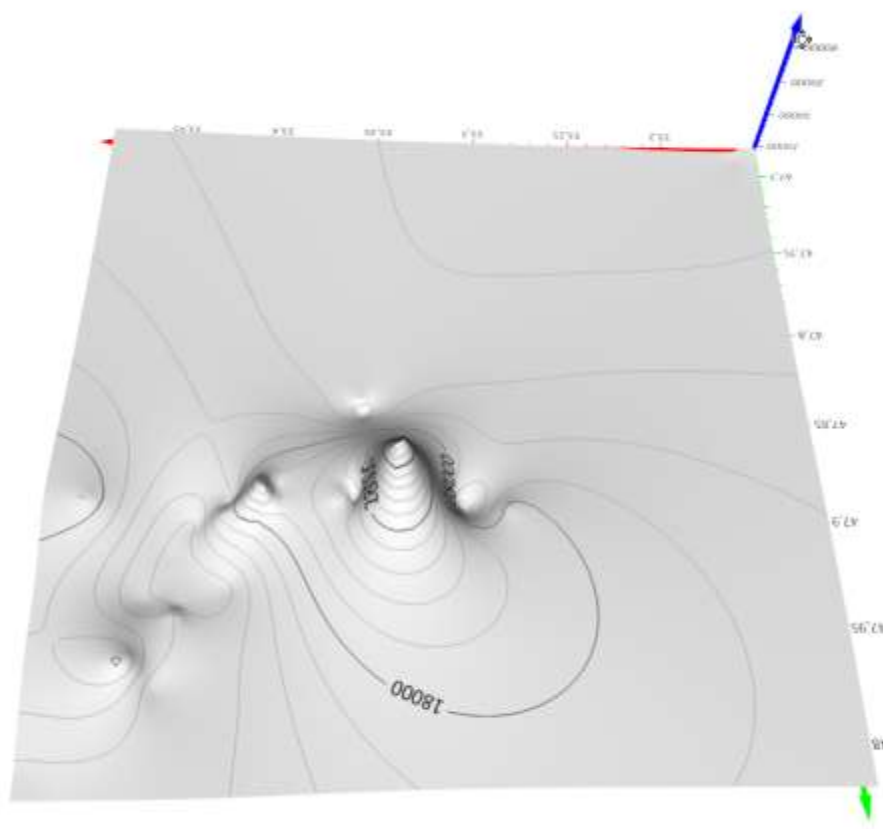


Рис. 4.3

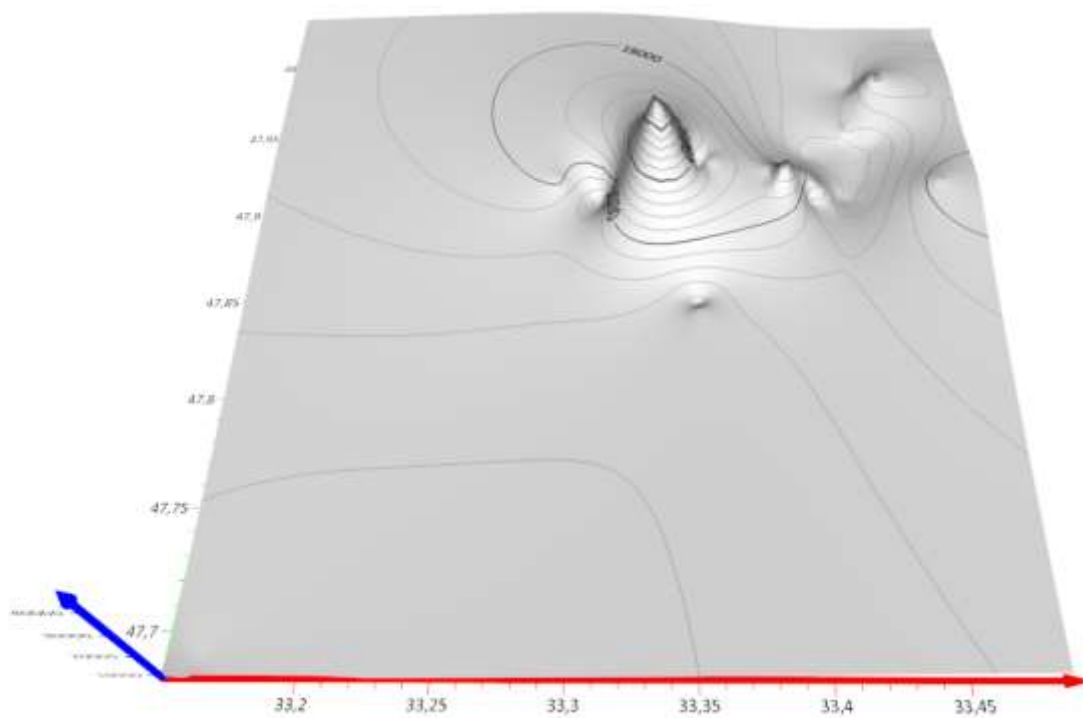


Рис. 4.4

Вихідна інформація контрольних об'єктів оцінки

	Об'єкт 1	Об'єкт 2
<i>Модель №1</i>	7957,085	189,445
Модель №2	8018,587	1342,845
Експертна оцінка	8000	1290

Модель № 1 призвела до великої похибки у 85% при вирахуванні вартості контрольно об'єкта. При цьому за розрахунком моделі регресії №2 були отримані похибки в межах 3,87%. Тому можна зробити висновок, що модель №2 повністю відповідає необхідним вимогам, та дає можливість об'єктивно, швидко, якісно і саме головне, з високою точністю, визначити вартість об'єкта житлової нерухомості, знаючи при цьому лише його характеристики.

ВИСНОВОК ДО ТРЕТЬОГО РОЗДІЛУ

У результаті проведеного дослідження було побудовано та проаналізовано регресійну модель визначення вартості об'єктів житлової нерухомості із застосуванням інструментів програмного середовища MS Office Excel.

На основі реальних даних щодо 16 об'єктів житлової нерухомості, розташованих у межах Черкаської області, виконано систематизацію вихідної інформації, виокремлено основні кількісні та якісні фактори, що впливають на ринкову вартість житла. Для якісних ознак проведено процедуру формалізації шляхом ранжування за порядковою шкалою, що забезпечило можливість подальшого математичного аналізу.

За допомогою вбудованого інструменту «Регресія» пакету аналізу MS Excel виконано побудову багатофакторної регресійної моделі. В процесі роботи було проведено кореляційний аналіз, визначено взаємозв'язки між змінними, усунуто мультиколінеарність і відібрано найбільш значущі фактори.

Кінцева модель відзначається високим коефіцієнтом детермінації ($R^2 = 0,994$), що свідчить про її високу адекватність та точність відображення залежності між ринковою вартістю житла та обраними характеристиками. Отримані коефіцієнти є статистично значущими, а побудована модель може бути використана для практичної оцінки вартості аналогічних об'єктів житлової нерухомості у межах досліджуваного регіону.

Таким чином, розроблена методика підтвердила ефективність використання MS Excel як інструменту для побудови економіко-математичних моделей у сфері оціночної діяльності.

Результати дослідження можуть бути застосовані у практиці оцінювачів, ріелторських компаній та аналітичних служб при визначенні ринкової вартості житла, а також у навчальному процесі при підготовці фахівців з оцінки майна.

ВИСНОВОК

У результаті виконання дипломної роботи було проведено комплексне дослідження процесу визначення вартості житлової нерухомості із застосуванням методів математичного моделювання, зокрема засобів **багатофакторного регресійного аналізу** в середовищі **MS Office Excel**.

Під час дослідження було здійснено збір, систематизацію та попередню обробку фактичних даних щодо реальних об'єктів житлової нерухомості. Для формування моделі використано 16 об'єктів, розташованих у межах Черкаської області. Відібрані фактори поділено на **кількісні** та **якісні**, що відображають основні технічні, фізичні та економічні характеристики житла. Якісні показники були **формалізовані шляхом ранжування** за порядковою шкалою, що дало змогу представити їх у кількісному вигляді та застосувати математичні методи аналізу.

На основі проведеного **кореляційного аналізу** було визначено ступінь впливу кожного з факторів на ринкову вартість житла. Виявлено наявність мультиколінеарності між окремими змінними, тому частину факторів виключено з моделі. Подальше **оцінювання параметрів** здійснено методом найменших квадратів з використанням інструментарію «Регресія» у MS Excel.

В результаті побудовано кілька регресійних моделей, які відрізнялися складом факторних змінних і рівнем статистичної значущості. Після порівняння їх характеристик обрано **оптимальну (кінцеву) модель**, яка має високі показники якості: коефіцієнт детермінації $R^2=0,994$, скоригований $R^2=0,988$, що свідчить про **високу адекватність та надійність моделі**.

Перевірка адекватності моделі здійснювалася на **контрольних об'єктах**, які не входили до вихідної вибірки. Розрахована оцінна вартість таких об'єктів мала середнє відхилення від фактичних значень, що не перевищує **1%**, що підтверджує високу точність побудованої моделі.

Отримане **рівняння множинної лінійної регресії** відображає закономірність зміни ринкової вартості житлової нерухомості залежно від

комплексу визначальних факторів — площі, типу забудови, стану, місця розташування, інфраструктури тощо. Це дозволяє не лише підтверджувати результати експертних оцінок, а й прогнозувати можливу вартість аналогічних об'єктів.

Практична цінність виконаної роботи полягає в тому, що розроблена модель може бути **використана як допоміжний інструмент оцінювачами, аналітиками ринку нерухомості та органами місцевого самоврядування** для:

- перевірки достовірності експертних звітів при внесенні їх до **Єдиної бази даних звітів про оцінку**, яку веде Фонд державного майна України;
- **масової грошової оцінки нерухомості**, що може бути впроваджена в Україні з метою удосконалення податкової та облікової системи;
- аналізу цінових тенденцій на локальних ринках житла;
- визначення **справедливої ринкової вартості** при купівлі-продажу, оренді або страхуванні нерухомості.

Отже, у дипломній роботі доведено, що використання методів **лінійного регресійного аналізу** у поєднанні з інструментами **MS Excel** є ефективним і зручним підходом для оцінки вартості житлової нерухомості. Розроблена модель характеризується високою точністю, універсальністю та може бути адаптована до інших регіонів України за наявності достатнього масиву статистичних даних.

Результати дослідження можуть бути корисними для **практичної діяльності оцінювачів, рієлторів, фінансових аналітиків**, а також для **навчальних і наукових цілей** у галузі економіко-математичного моделювання та оціночної діяльності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Закон України від 11.12.2003 № 1378 «Про оцінку земель». – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1378-15>
2. Конституція України від 02.06.2016 № 1401-VIII.
3. Земельний кодекс України. Закон від 25.10.2001 № 2768-III [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2768-14>
4. Податковий кодекс України № 2755-VI від 02.12.2010 [Електронний ресурс]. - Режим доступу: zakon.rada.gov.ua/laws/show/2755-17
5. Постанова Кабінету Міністрів від 16.11.2016 р. № 831 "Про затвердження Методики нормативної грошової оцінки земель сільськогосподарського призначення". –Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/831-2016-%D0%BF>
6. Про Методику нормативної грошової оцінки земель населених пунктів.Постанова №213 від 23.03.1995 [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/213-95-%D0%BF>
7. Про затвердження порядку нормативної грошової оцінки земель населених пунктів.Наказ №489 від 25.11.2016 [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z1647-16>
8. Про затвердження Порядку нормативної грошової оцінки земель несільськогосподарського призначення (крім земель населених пунктів). Наказ №1278 від 23.11.2011 [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/z1573-13>
9. Про оцінку майна, майнових прав та професійну оціночну діяльність в Україні. Закон України № 2658-III від 12.07.2001[Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2658-14>
10. Про експертну грошову оцінку земельних ділянок. Постанова № 1531 від 11.10. 2002[Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/1531-2002-%D0%BF>

11. Про затвердження Методики оцінки майна. Постанова № 1891 від 10.12.2003[Електронний ресурс]. - Режим доступу:
<http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1891-2003-%D0%BF>
12. Про затвердження Національного стандарту № 1« Загальні засади оцінки майна і майнових прав ». Постанова № 1440 від 10.09.2003[Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1440-2003-%D0%BF>
13. Про затвердження Національного стандарту № 2« Оцінка нерухомого майна ». - Постанова Кабінету Міністрів України № 1442 від 28.10.2004[Електронний ресурс]. - Режим доступу: zakon.rada.gov.ua/laws/show/1442-2004-п
14. Грибовський С.В. Економічний аналіз. Економіко-математичні моделі оцінки нерухомості /Проф. С.В. Грибовський //, 2005.- 25с.
15. Теорія статистики. Під редакцією /проф. Р.А.Шмойлової//. – М.: Фінанси і статистика. 1998 – 60 с.
16. Сивець. / Бізнесінформ. Огляд можливостей застосування статистичних методів в оцінці нерухомості і бізнесу. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://bicenter.info/articles/13.shtml>
17. Мхитарян В.С. Економетрика / М.Ю. Архіпова, В.П. Сиротин : Навчально-методичний комплекс.-М.:Вид. центр ЕАОІ.2008.-144 с.
18. Грибовський С.В. Математичні методи оцінки вартості нерухомості / С.А. Сивець, І.А. Левикіна. – М.:Маросейка, Книжкова Лінія, 2014.-352 с.
19. ДБН В.2.2-15-2005: Житлові будинки. Основні положення. – К.: Мінрегіон України, 2005
20. Руденко В.М. Дисперсійний аналіз / В.М. Руденко // Математична статистика. Навч. посіб. – К.: Центр учбової літератури, 2012. – 304 с.
21. Математичні методи. . – Режим доступу : <http://citoweb.yspu.org/link1/metod/met125/node33.html>
22. Методи математичної статистика. – Режим доступу :

http://medstatistic.ru/theory/t_cryteria.html

23. Застосування геоінформаційних технологій для кадастру та оцінки нерухомості / Ю.П. Губар, Ю.С. Хавар, В.М. Сай [та ін.] // Мододий вчений №3 (43). – 2007. – С.714-719.

24. Cichocinski P. Application of Geographic Information Systems for Real Estate Valuation Support [Електронний ресурс] /P. Cichocinski, P. Parzych. - Режим доступу: http://www.fig.net/pub/fig2006/papers/ts07/ts07_04_cichocinski_parzych_0336.pdf

25. Saheed S.O. Application of GIS in Estate Management [Електронний ресурс] / O. Saheed S., U. Ekanem, O. Benjamin A., A. Quadri - Режим доступу: http://reference.kfupm.edu.sa/content/t/s/ts_7_gis_and_valuation_1_17_8553_9.pdf

26. Cohen Eng. D. The Use of GIS Technology for Real Estate Assessors [Електронний ресурс] / Cohen Eng. D. - Режим доступу: http://www.fig.net/pub/fig2009/papers/ts05e/ts05e_cohen_abs_3281.pdf

27. Закон України від 04.06.2017 №3613-VI «Про Державний земельний кадастр» ». –Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3613-17>

28. Наказ державного комітету України із земельних ресурсів від 24 червня 2009 р. №335 СОУ ДКЗР 00032632- 012:2009 Правила розроблення технічної документації з нормативної грошової оцінки земель населених пунктів. – Зареєстровано ДП «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» за № 32595752/1927 від 10 вересня 2009 р.

29. Про затвердження Вимог до структури, змісту та формату оформлення результатів робіт із землеустрою в електронному вигляді (обмінного файла) : наказ Держкомзему від 02.11.2009 № 573, зареєстрований у Мін'юсті України 15.02.2010 за № 157/17452.