



**Міністерство освіти і науки України**

**ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Факультет лісового господарства, деревооброблювальних  
технологій та землевпорядкування**

**Кафедра управління земельними ресурсами, геодезії та  
кадастру**

## **МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ І МОДЕЛІ В ОЦІНЦІ НЕРУХОМОСТІ**

**Методичні вказівки до  
виконання практичних робіт**

**здобувачам другого (магістерського) рівня вищої освіти галузі**

**знань 19 «Архітектура та будівництво» спеціальності 193**

**«Геодезія та землеустрій»**

**Харків 2024**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Факультет лісового господарства, деревооброблювальних технологій та  
землепорядкування

**МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ І МОДЕЛІ В ОЦІНЦІ  
НЕРУХОМОСТІ**

Методичні вказівки до  
виконання практичних робіт

здобувачам другого (магістерського) рівня вищої освіти галузі  
знань 19 «Архітектура та будівництво»  
спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій»

**Харків 2024**

УДК 519.8:332.6](072)

**М** 32

Схвалено на засіданні кафедри управління земельними ресурсами, геодезії та кадастру  
Протокол № 1 від 28 серпня 2024 р.

**Рецензенти:**

**Т. О. Степаненко** – канд. екон. наук, доцент кафедри агрономії та землеустрою  
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

**Л. М. Макєєва** – канд. держ. упр. доцент кафедри управління земельними ресурсами, геодезії  
та кадастру Державного біотехнологічного університету

**М** 32 Математичні методи і моделі в оцінці нерухомості: метод. вказівки до виконання практичних робіт здобувачам другого (магістерського) рівня вищої освіти галузі знань 19 «Архітектура та будівництво» спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій» / ДБТУ; уклад.: І.І. Садовий, Т. В. Анопрієнко – Харків, 2024. –19 с.

У цих методичних вказівках розглядаються основні математичні методи та моделі, що використовуються при оцінці нерухомості. Вони містять рекомендації щодо виконання практичних робіт, що допомагають студентам засвоїти необхідні навички та знання для ефективного застосування математичних підходів у сфері оцінки нерухомості.

**УДК 519.8:332.6](072)**

**Відповідальний за випуск:** І.І. Садовий, канд. екон. наук, доцент.

© І.І. Садовий, Т. В. Анопрієнко, 2024

© ДБТУ, 2024

## ЗМІСТ

	стр.
<b>Передмова</b> .....	5
<b>Практична робота 1. Основні фактори, що впливають на вартість нерухомості</b> .....	6
<b>Практична робота 2. Статистичні методи оцінки</b> .....	9
<b>Практична робота 3. Метод множинної регресії</b> .....	13
<b>Практична робота 4. Лінійне програмування</b> .....	14
<b>Практична робота 5. Метод нечіткої логіки</b> .....	15
<b>Рекомендована література</b> .....	17

## ПЕРЕДМОВА

Застосування математичних методів є необхідним елементом сучасної економіки, не є винятком і оціночна діяльність, що підтверджує досвід оцінювачів різних країн. Зміст і основна мета оцінки - розрахунок найбільш імовірної ціни об'єкта власності на вільному конкурентному ринку. Методологічною основою оцінки є три загальноприйнятих підходи: порівняльний, дохідний і витратний. З методологічної точки зору оцінка визначається як науковий напрям прикладного економічного аналізу, заснована завдання якого полягає у встановленні найбільш імовірною ціни продажу або покупки активу на основі аналізу динаміки сил попиту на цей актив і його пропозиції на відповідному сегменті ринку. Одним з напрямків формалізованого наукового підходу є застосування методів математики в горизонтальній осі.

Використання математичних методів в оцінці передбачає таку можливість їх застосування:

- у вигляді описових математичних моделей трьох відомих підходів і методів оцінки, що дозволяють краще зрозуміти їх сутність;
- у вигляді математичних моделей результуючого показника вартості від безлічі ціноутворюючих факторів при використанні порівняльного підходу в оцінці різних видів майна.

Достовірна оцінка вартості необхідна, в тому числі для цілей кредитування, страхування, внесок до статутного капіталу, розвитку ринку цінних паперів тощо. Державна політика в галузі оцінки майна спрямована на підтримку оціночного спільноти і забезпечення проведення законної достовірної оцінки. Як відомо між учасниками ринку нерухомості завжди об'єктивно існує конфлікт інтересів: продавець бажає продати майно якнайдорожче, покупець - купити якомога дешевше; орендодавець хотів би, щоб його майно коштувало дорожче, а орендар вважає, що воно коштує дешевше, а значить і плата за оренду повинна бути нижче; кредитор вважає, що закладається, коштує дешевше, а отримувач кредиту впевнений, що вартість віддається в заставу майна велика.

## Практична робота 1. Основні фактори, що впливають на вартість нерухомості.

**Мета роботи:** створити цифрову базу даних, яка містить структуровану та актуальну інформацію про основні ціноутворюючі фактори, що дозволить здійснювати швидкий аналіз та розрахувати найвірогіднішу вартість нерухомості.

Незалежний оцінювач покликаний вирішити конфлікт інтересів між продавцем та покупцем, надавши об'єктивну оцінку вартості об'єкта нерухомості. Завдання оцінювача – компетентно та неупереджено проаналізувати ринок, аргументовано обґрунтувати свою оцінку та переконати учасників угоди в її справедливості. Для цього застосовується науковий підхід, зокрема, регресійний аналіз, який дозволяє врахувати вплив різних факторів на вартість квартири, таких як площа, планування, стан та розташування (табл. 1.). Оскільки всі об'єкти-аналоги розташовані в одному житловому масиві, вплив фактору розташування на ціну вважається однаковим для всіх об'єктів вибірки і не виділявся як окремий фактор у моделі.

Таблиця 1

### Характеристика факторів для оцифрування

Оцифрування	Кількість поверхів	Матеріал стін	Тип квартир	Загальний стан
0	перший і останній	цегла	«хрущовка»	без ремонту
1	середні поверхи	панелі	покращенні	с косметичним ремонтом
2	-	моноліт	старий тип	с капітальним ремонтом
3	-		переплановано	євроремонт

**Завдання:** кожен студент виконує завдання відповідно до свого індивідуального варіанта, який визначається за двома останніми цифрою номера залікової книжки. Наприклад, якщо номер залікової книжки закінчується на цифру 25, студент обирає варіант 25. У таблиці 2 замість вартості у першому рядку 1 кв.м. в умовних одиницях ( у. о.) потрібно провести за формулою розрахувати.

Таблиця 2

## Цифрове представлення вибірки

№ П/П	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	y
	Кількість кімнат	Загальна площа, кв.м	Загальна площа кухні, кв.м	Кількість поверхів/поверх	Матеріал стін	Тип квартир	Загальний стан	Вартість 1кв.м., у. о.
1	2	46	6	1	0	0	0	1026,30 + N/10
2	2	43	6	0	1	0	1	1200.93
3	2	50	6	0	1	0	2	1032.8
4	2	44	6	1	0	3	2	1207.05
5	2	45	6	1	0	0	1	1180.22
6	2	43	8	1	0	0	0	1252.33
7	2	43	6	1	0	0	1	1303.95
8	2	44	6	1	0	0	2	1274.32
9	2	54	8	0	0	1	2	1079.26
10	2	43	6	1	0	0	0	1372.56
11	2	50	8	0	0	1	0	1209.8
12	2	42	6	1	1	0	3	1475.48
13	2	44	6	1	0	0	2	1508.86

Наступним кроком є перевірка наявності залежності між кожною незалежною змінною та результуючим показником (ціна пропозиції). Для оцінки ступеня залежності кількісних змінних розраховувався коефіцієнт кореляції. Розрахунок проводився в середовищі MS Excel. Методи розрахунку міри кореляційних зв'язків тісно пов'язані з використаними вимірними шкалами (табл. 3).

Розуміння типів шкал, за якими вимірюються змінні X та Y, є критично важливим для правильного вибору статистичних методів аналізу. Кожен тип шкали визначає, які математичні операції допустимі з даними та які статистичні інструменти можна застосовувати для аналізу.

Номінальна шкала класифікує дані за категоріями без природного порядку (наприклад, матеріал стін). Для таких даних можна визначити лише рівність або нерівність між значеннями.

Порядкова (рангова) шкала відображає порядок або ранг об'єктів, але не визначає відстань між ними (наприклад, тип ремонту). Дані

можна впорядкувати, але різниця між рангами не є кількісно визначеною.

Інтервальна шкала вимірює різниці між значеннями з рівними інтервалами, але без абсолютного нуля (наприклад, площа квартири). Дозволяє визначати рівність інтервалів, але не відношення. Шкала відношень має всі властивості інтервальної шкали, але з наявністю абсолютного нуля.

Таблиця 3

Коефіцієнти кореляції залежно від типів вимірювальних шкал

Шкала ознаки Y \ Шкала ознаки X	Інтервальна (відношень)	Рангова	Номінальна
Інтервальна (відношень)	Коефіцієнт Пірсона	Коефіцієнт Спірмена, Коефіцієнт Кендалла	Тетрахоричний коефіцієнт кореляції
Рангова	Коефіцієнт Спірмена	Коефіцієнт Спірмена, Коефіцієнт Кендалла	Коефіцієнт конкордації
Номінальна	Точково- бісеріальний коефіцієнт кореляції	Рангово- бісеріальний коефіцієнт кореляції	Коефіцієнт асоціації, Коефіцієнт контингенції Юла, Коефіцієнти спряженості Чупрова і Пірсона

Неправильний вибір статистичного інструмента без урахування типу шкали може призвести до некоректних висновків. Наприклад, застосування коефіцієнта кореляції Пірсона до порядкових даних може дати спотворені результати, оскільки цей коефіцієнт передбачає лінійну залежність між змінними з інтервальними або відносними шкалами.



## Практична робота 2. Статистичні методи оцінки.

**Мета роботи:** ознайомитися з статистичними методами оцінки нерухомості.

Для оцінки значущості впливу факторів було використано дані, підготовлені в практичній роботі 1. Перевірку значущості впливу факторів здійснено за допомогою однофакторного дисперсійного аналізу, використовуючи вбудовані можливості MS Excel. Для цього було активовано надбудову «Пакет аналізу»: однофакторний аналіз. Результат запишіть в таблицю 4

Таблиця 4

Кореляція кількісних факторів

Ціноутворюючий чинник	Коефіцієнт кореляції	Висновок про наявність зв'язку*
Кількість кімнат	<i>(результат розрахунків)</i>	<i>(результат розрахунків)</i>
Загальна площа, кв.м	<i>(результат розрахунків)</i>	<i>(результат розрахунків)</i>
Загальна площа кухні, кв.м	<i>(результат розрахунків)</i>	<i>(результат розрахунків)</i>

\*Нульове значення може свідчити про відсутність зв'язку. Інтенсивність зв'язку (слабкий зв'язок - помірний - суттєвий - сильний)

Лінійний коефіцієнт кореляції приймає значення від -1 до +1.

Зв'язки між ознаками можуть бути слабкими і сильними (тісними). Їх критерії оцінюються за шкалою Чеддока:

0.1 < rxy < 0.3: слабка;

0.3 < rxy < 0.5: помірна;

0.5 < rxy < 0.7: помітна;

0.7 < rxy < 0.9: висока;

0.9 < rxy < 1: досить висока;

Отримані значення кореляції вказують на \_\_\_\_\_ (існування / не існування) яскраво вираженого зв'язку між \_\_\_\_\_ (запишіть проаналізувавши таблицю за варіантом) і ціною пропозиції, кореляція між \_\_\_\_\_ (висновок) і ціною пропозиції за 1 кв.м квартири, це пов'язано з тим, що для розрахунків в якості об'єктів аналогів була прийнята інформація тільки по двокімнатних квартирах.

Далі переходимо до однофакторного дисперсійного аналізу «Сервіс» → «Аналіз даних» → «Однофакторний дисперсійний аналіз». Дані заносимо в таблицю 5

Таблиця 5

Перевірка значущості впливу якісних факторів

Ціноутворюючий чинник	Розрахункове значення F	F-критичне	Висновок про наявність зв'язку*
Кількість поверхів	<i>(результат розрахунків)</i>	<i>(результат розрахунків)</i>	<i>(результат розрахунків)</i>
Матеріал стін	<i>(результат розрахунків)</i>	<i>(результат розрахунків)</i>	<i>(результат розрахунків)</i>
Тип квартир	<i>(результат розрахунків)</i>	<i>(результат розрахунків)</i>	<i>(результат розрахунків)</i>
Загальний стан	<i>(результат розрахунків)</i>	<i>(результат розрахунків)</i>	<i>(результат розрахунків)</i>

\*Розрахункове значення F-критерію менше критичного, фактор не значущий/якщо більше критичного, фактор значущий

За підсумками перевірки можна зробити висновок про те, що наведені в табл. 5. ціноутворюючі фактори \_\_\_\_\_ (впливають /не впливають) на питому вартість оцінюваної квартири.

Для побудови багатфакторної регресійної моделі були обрані \_\_\_\_\_ (вказіть ваш фактор) і вартість за 1 кв.м. Визначення параметрів моделі здійснювалося методом найменших квадратів за допомогою MS Excel ( «Сервіс» → «Аналіз даних» → «Регресія»). Всі параметри і показники якості отриманої моделі представлені нижче таблицю 6

Таблиця 6

Регресійна статистика

Показник	Значення
Множинний R	<i>(результат розрахунків)</i>
R <sup>2</sup>	<i>(результат розрахунків)</i>
Нормований R <sup>2</sup>	<i>(результат розрахунків)</i>
Стандартна помилка	<i>(результат розрахунків)</i>
Спостереження	<i>(результат розрахунків)</i>

Аналіз показників якості отриманої моделі: коефіцієнт детермінації  $R^2 = \underline{\hspace{2cm}}$  (вказіть  $R^2$ ), отже, отримана модель на  $\underline{\hspace{2cm}}\%$  пояснює зміну вартості під впливом включених в модель факторних змінних. Це високе значення для даного показника. Коефіцієнт детермінації завжди лежить в інтервалі від 0 до 1. Чим ближче значення коефіцієнта детермінації до одиниці, тим краще модель описує вихідний ряд даних. За допомогою F-критерію проводиться перевірка значущості рівняння регресії в цілому. Ця процедура зводиться до перевірки статистичної значущості коефіцієнта детермінації  $R^2$ , тобто перевіряється нульова гіпотеза  $R^2 = 0$ . (табл. 7 та табл. 8)

Таблиця 7

Дисперсійний аналіз

Показник	df	SS	MS	F	значимість F
регресія					<i>(результат розрахунків)</i>
залишок					<i>(результат розрахунків)</i>
Всього					<i>(результат розрахунків)</i>

Таблиця 8

Опис двофакторної регресійної моделі

Показник	Коефіцієнти $\beta$	стандартна похибка	t-статистика	P-Значення	Нижні 95%	Верхні 95%
Y-пересічення						
Перемінна X						

Гіпотеза про рівність коефіцієнтів регресії нулю, тобто  $\beta^1 = \beta^2 = \dots = \beta^k = 0$ , перевіряється за допомогою F-критерію. Якщо коефіцієнт детермінації  $R^2$  є значущим, це свідчить про наявність зв'язку між залежною змінною  $Y$  та факторними змінними, що дозволяє перейти до інтерпретації моделі. Якщо ж  $R^2$  незначущий, дані можуть не мати взаємозв'язку, проте це не обов'язково означає відсутність залежності; можливо, обсяг вибірки недостатній для виявлення цього зв'язку. Рівень значущості F-критерію (p-значення) інтерпретується наступним чином:

- Якщо p-значення менше 0,05, модель є статистично значущою.
- Якщо p-значення менше 0,01, модель є високозначущою.
- Якщо p-значення більше 0,05, модель не є статистично значущою.

У нашому випадку рівень значущості F-критерію становить \_\_\_\_\_, що є істотно меншим (або більшим) за 0,05, отже, отримана модель є (або не є) значущою.

Після комплексного аналізу впливу семи ціноутворюючих факторів на ціну пропозиції за 1 кв.м. об'єкта оцінки, можна зробити висновок, що основною факторною змінною є \_\_\_\_\_. Таким чином, модель зводиться до однофакторної регресії, де факторною змінною є \_\_\_\_\_, а залежною змінною — ціна пропозиції за 1 кв.м. у.о.

За наявною вибіркою було побудовано точковий графік для опису залежності функції засобами MS Excel. Як видно з представленого графіка, найбільший коефіцієнт детермінації має \_\_\_\_\_ (лінійну, ступеневу тощо) залежність ( $R^2 =$  \_\_\_\_\_). Тому в якості регресійної моделі була обрана однофакторна \_\_\_\_\_ (лінійна, ступенева тощо) залежність виду: \_\_\_\_\_ (запишіть вираз)

де  $Y$  - результуюча змінна (ціна пропозиції, у.о. / кв.м); \_\_\_\_\_ - об'єкта оцінки в ступеня \_\_\_\_\_.

Коефіцієнт детермінації дорівнює \_\_\_\_\_, що свідчить про статистичну значимість (або незначущість) побудованої регресійної моделі.

В результаті застосування регресійної моделі в оцінці можна встановити закономірність впливу основних ціноутворюючих факторів на досліджуваний результуючий показник, як у їх сукупності, так і кожного фактора окремо. За допомогою регресійного аналізу, як методу математичної статистики, вдається, по-перше, знайти та

описати форму аналітичної залежності результуючого показника від факторних змінних і, по-друге, оцінити тісноту цієї залежності.

### **Практична робота 3. Метод множинної регресії.**

**Мета роботи:** ознайомлення з методом множинної регресії та застосування його в оцінці нерухомості.

Множинна регресія — це статистичний метод, який дозволяє оцінити вплив кількох незалежних змінних на одну залежну змінну. У контексті оцінки нерухомості цей метод використовується для визначення вартості об'єкта на основі різних характеристик, таких як площа, кількість кімнат, рік побудови, місце розташування та інші фактори.

Як працює множинна регресія в оцінці нерухомості:

- Збираються дані про різні об'єкти нерухомості, включаючи їх характеристики та продажні ціни.
- Визначаються незалежні змінні (фактори), які можуть впливати на ціну, та залежна змінна (ціна).
- Створюється рівняння регресії, яке описує залежність ціни від вибраних факторів.
- Оцінюється значущість кожного фактора та точність моделі.

Переваги використання множинної регресії в оцінці нерухомості:

- Можливість одночасно враховувати вплив різних характеристик на ціну.
- Здатність передбачати ціну об'єкта на основі його характеристик.
- Можливість визначити, які фактори найбільше впливають на ціну.

Обмеження:

- Якщо незалежні змінні сильно корельовані між собою, це може спотворити результати моделі.
- Модель припускає лінійний зв'язок між змінними, що не завжди відповідає реальності.

- Модель передбачає, що залишки (різниця між спостереженими та передбаченими значеннями) мають нормальний розподіл.

**Завдання:** використовуючи дані з першої практичної роботи, застосуйте метод множинної регресії в Excel для оцінки вартості об'єкта нерухомості. Після побудови моделі проаналізуйте її ефективність та визначте, наскільки доцільно використовувати цей метод для оцінки нерухомості.

#### **Практична робота 4. Лінійне програмування.**

**Мета роботи:** ознайомлення з основами лінійного програмування у оцінці нерухомості

Лінійне програмування є математичним методом, який використовується для оптимізації лінійної цільової функції за наявності лінійних обмежень. У сфері оцінки нерухомості цей метод допомагає визначити оптимальні значення параметрів, що впливають на вартість об'єкта, враховуючи різні фактори та обмеження.

Лінійне програмування допомагає визначити найкращий спосіб використання обмежених ресурсів, таких як земельні ділянки або будівельні матеріали, для максимізації вартості нерухомості. Метод дозволяє створювати моделі, які враховують вплив різних факторів на вартість об'єкта в конкретний момент часу, що сприяє більш точній оцінці. Завдяки лінійному програмуванню можна порівнювати різні сценарії розвитку або використання нерухомості та обирати найбільш вигідний з них.

**Завдання:** дати відповідь на питання

Які основні принципи застосування лінійного програмування в оцінці вартості нерухомості?

Як можна використовувати методи лінійного програмування для оптимізації портфеля нерухомості?

Які обмеження та припущення слід враховувати при моделюванні оцінки нерухомості за допомогою лінійного програмування?

Як лінійне програмування допомагає визначити оптимальне використання земельних ділянок у містобудуванні?

Які переваги та недоліки використання лінійного програмування порівняно з іншими методами оцінки нерухомості?

Як можна застосувати лінійне програмування для прогнозування змін вартості нерухомості на ринку?

### **Практична робота 5. Метод нечіткої логіки.**

**Мета роботи:** ознайомитися з методом нечіткої логіки та застосувати його для оцінки вартості об'єкта нерухомості.

В умовах ринкової економіки визначення вартості об'єктів є складним завданням. Навіть на організованих ринках, таких як фондові, учасники часто не мають повної інформації та враховують безліч факторів при встановленні цін. У сфері нерухомості ця проблема ще більш виражена через: відсутність стандартизованих даних, різноманітність властивостей об'єктів, що ускладнює аналіз загальних тенденцій, фіксоване розташування нерухомості, що підвищує невизначеність щодо її майбутньої вартості.

Аналітики змушені використовувати суб'єктивні судження для визначення характеристик об'єктів, що впливають на їх вартість, та взаємозв'язків між ними. Вони також враховують якісні аспекти, такі як структурна якість, архітектурна привабливість, привабливість району та зручність розташування. Це призводить до значної суб'єктивності у визначенні вхідних даних для оцінки та інвестиційних моделей.

Основна проблема полягає в тому, що, незважаючи на велику кількість суб'єктивних суджень, аналітики не мають формальних методів для оцінки їхньої точності, що ускладнює врахування невизначеності в процесі оцінки.

У цьому контексті теорія нечітких множин, зокрема нечітка логіка, є перспективним підходом для оцінки нерухомості та прийняття рішень. Нечітка логіка дозволяє формалізувати суб'єктивні судження без необхідності їх штучного уточнення, що відповідає природній неточності людського мислення та процесу прийняття рішень.

Метою цього дослідження є вивчення теорії нечітких множин та демонстрація застосування нечіткої логіки для відображення внутрішньої неточності в процесі оцінки вартості нерухомості.

Теорія нечітких множин відрізняється від класичної теорії множин тим, що характеристична функція може приймати значення в інтервалі від 0 до 1, відображаючи ступінь належності елемента до множини, а не лише 0 або 1. Це дозволяє більш точно моделювати невизначеність та суб'єктивність, притаманні процесу оцінки нерухомості.

**Завдання:** Підготуйте презентацію, що містить наступні розділи:

Вступ (короткий опис мети та завдань роботи).

Теоретична частина:

- Поняття нечіткої логіки (визначення та основні принципи нечіткої логіки).
- Застосування нечіткої логіки в оцінці нерухомості(як нечітка логіка використовується для оцінки вартості нерухомості).

Практична частина:

- Опис обраного об'єкта нерухомості( коротка характеристика об'єкта, який буде оцінюватися).
- Визначення лінгвістичних змінних (перелік характеристик об'єкта, які будуть використовуватися в моделі (наприклад, площа, стан ремонту, місце розташування)).
- Перетворення числових значень лінгвістичних змінних у нечіткі множини.
- Формулювання правил нечіткої логіки( створення правил, що описують взаємозв'язки між лінгвістичними змінними (наприклад, "Якщо площа велика і стан ремонту хороший, то вартість висока")).
- Перетворення результатів нечіткої логіки у конкретне числове значення вартості.

Висновки (оцінка ефективності застосованого методу та можливі рекомендації щодо його використання в практиці оцінки нерухомості).



Використовуйте наочні матеріали, такі як графіки та таблиці, для кращого розуміння процесу нечіткої логіки у оцінки нерухомості.

### Рекомендована література

1. Albouy D., Shin M. A statistical learning approach to land valuation: optimizing the use of external information. *Journal of Housing Economics*. 2022. С. 101873. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jhe.2022.101873>
2. Bagnoli C., Smith H. The theory of fuzzy logic and its application to real estate valuation. *Journal of Real Estate Research*. 1998. Т. 16, № 2. С. 169–200. URL: <https://doi.org/10.1080/10835547.1998.12090941>
3. Bachevskiy B. Ye., Zablodska I. V., Reshetnyak O. O. Potentsial i rozvytok pidpriemstva. *Persha Ukrainka Elektronna Biblioteka Pidruchnykiv*. URL: <http://pidruchniki.com.ua/>
4. Chernushevych V. Mass evaluation of residential real estate using machine learning methods. *Логос мистецтво наукової думки*. 2020. URL: <https://doi.org/10.36074/2663-4139.16.17>
5. Del Giudice V., De Paola P., Cantisani G. Valuation of real estate investments through fuzzy logic. *Buildings*. 2017. Т. 7, № 4. С. 26. URL: <https://doi.org/10.3390/buildings7010026>
6. Ellerman D. The mathematics of real estate appraisal. *SSRN Electronic Journal*. 2004. URL: <https://doi.org/10.2139/ssrn.550001>
7. Gdakowicz A., Putek-Szeląg E. The use of statistical methods for determining attribute weights and the influence of attributes on property value. *Real Estate Management and Valuation*. 2020. Vol. 28, no. 4. P. 33–47. URL: <https://doi.org/10.1515/remav-2020-0030>
8. Korniylo I. M. System of methodological approaches to the assessment of residential real estate. *Scientific Notes of Taurida National V.I. Vernadsky University. Series: Technical Sciences*. 2022. № 4. С. 293–298. URL: <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2022.4/45>
9. Kucherenko V. R., Kvach Ya. P., Smentyna N. V., Ulybina V. O. Otsinka biznesu ta nerukhomosti: Navchalnyi posibnyk. Kyiv: Tsentр uchbovoi literatury, 2009. 200 s.
10. Mamontov K. A., Tvoroshenko I. S. Matematychni metody i modeli v ocinci nerukhomosti: Navchal'nyj posibnyk. Xarkiv: XNUMG, 2014. 212 s.
11. Multiple Regression and Beyond. Principles & Methods of Statistical Analysis. Thousand Oaks, California: SAGE Publications, 2018. P. 406–439. URL: <https://doi.org/10.4135/9781071878903.n18>

12. Nebukin V. O. Ekonomiko-matematychni metody ta modeli doslidzhennia rynkiv: Avtoref. dys. kand. ekon. nauk. Kyiv, 2010. 20 s.
13. Otsinka ta upravlinnia nerukhomosti: Navchalnyi posibnyk. [V. R. Kucherenko, M. A. Zaiets, O. V. Zakharchenko, N. V. Smentyna, V. O. Ulybina]. Odesa: Vydavnytstvo TOV «Leradruk», 2013. 272 s.
14. Panasovskyi Yu. V., Semenenko B. A., Telizhenko O. M. Otsinka aktyviv pidpriemstva: Navchalnyi posibnyk. Sumy: Universytetska knyha, 2009. 512 s.
15. Perovych L. M., Smyrnova S. M. Osnovni metodychni pidkhody do otsinky nerukhomosti: Metodychni vkazivky. Mykolaiv: Vyd-vo ChNU im. Petra Mohyly, 2021. 20 s. (Metodychna seriia; vyp. 392).
16. Shevchenko V. S. Konspekt lektsii z kursu «Otsinka nerukhomosti» (dlia studentiv 4 kursu zaочноi formy navchannia napriam pidhotovky 6.030601 Menedzhment). Xarkiv: XNUMG, 2014. 107 s.
17. Simonova L. Osoblyvosti otsinky bankivskoi nerukhomosti v Ukraini. *Visnyk Natsionalnoho banku Ukrainy*. 2007. № 10. S. 52–55.
18. Turanova A. Metodychni pidkhody do otsinky obektiv nerukhomosti. *Naukovi zapysky Ternopilskoho derzhavnoho ekonomichnoho universytetu*. 2006. Vyp. 15. S. 59–63.
19. Vygodner I. V. Kompetentnisnyi pidkhid pry vykladanni dystsypliny «Ekonomiko-matematychni metody i modeli: optymizatsiini metody i modeli». *Visnyk Khersonskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu*. 2024. № 3(90). S.

Навчальне видання

## **МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ І МОДЕЛІ В ОЦІНЦІ НЕРУХОМОСТІ**

Методичні вказівки до виконання практичних робіт

Укладачі:

**Садовий Іван Іванович**  
**Анопрієнко Тетяна Володимирівна**

Формат 60x84/16. Гарнітура Times New Roman  
Папір для цифрового друку. Друк ризографічний. Ум.  
друк. арк. 0,545.

Наклад \_\_\_ пр.

Державний біотехнологічний університет 61002,  
м. Харків, вул. Алчевських, 44