МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
АГРОБІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Спеціальність G18 «Геодезія та землеустрій»

Допускається до захисту
Зав. кафедри геодезії, землеустрою та
інженерії безпілотних технологій
доцент _____ Т.М. Сіроштан

«09» листопада 2026 року

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

НА ТЕМУ:
МЕТОДИ ТА МОДЕЛІ ОЦІНЮВАННЯ ЗЕМЕЛЬ І НЕРУХОМОСТІ НА ОСНОВІ КАДАСТРОВИХ ТА ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ

Виконав: Папченко В’ячеслав Олександрович

Керівник: к.екон.н., доц. Сіроштан Т.М.

Рецензент: ФОП Перловський В.М.

Біла Церква – 2026

БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ДЕКЛАРАЦІЯ
про дотримання академічної доброчесності під час виконання кваліфікаційної роботи

Я, Папченко В’ячеслав Олександрович, здобувач магістерського рівня вищої освіти за освітньою програмою «Землеустрій та кадастр», підтверджую, що кваліфікаційну роботу з теми:
«Методи та моделі оцінювання земель і нерухомості на основі кадастрових та геопросторових даних» виконано мною з дотриманням принципів і правил академічної доброчесності.

Підтверджую, що:

- роботу виконано особисто на основі власних розробок і суджень;
- у роботі належним чином зазначено авторство та джерела використаних текстів, ідей, даних, зображень та інших матеріалів;
- наведені результати дослідження, дані та висновки є достовірними;
- робота не містить свідомо сфабрикованої чи сфальсифікованої інформації.

У процесі виконання роботи було використано інструменти штучного інтелекту, зокрема для оформлення та редагування тексту (ChatGPT, Gemini), для перекладу тексту (Google Translate, ChatGPT), для створення або редагування зображень (NanoBanana 2). Відомості про це наведено в роботі згідно з вимогами законодавства та встановленими правилами академічної доброчесності.

Я усвідомлюю відповідальність за зміст кваліфікаційної роботи та дотримання вимог академічної доброчесності під час її підготовки.

Здобувач вищої освіти:_____

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет агробіотехнологічний
Спеціальність G18 «Геодезія та землеустрій»

Затверджую
Гарант ОП «Землеустрій та кадастр»
_____ к.е.н., доц. Камінецька О.В.
25 вересня 2025 р.

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу здобувачу
Папченку В'ячеславу Олександровичу

Тема: «Методи та моделі оцінювання земель і нерухомості на основі кадастрових та геопросторових даних»
Затверджено наказом ректора № 496/С від 04.11.2025 р.
Термін здачі студентом готової кваліфікаційної роботи в деканат: до «13» листопада 2026 р.
Перелік питань, що розробляються в роботі.
1. Дослідити теоретико-методологічні та нормативно-правові засади оцінювання земель і об'єктів нерухомості в Україні, аналізуючи сучасні математико-статистичні моделі та світовий досвід автоматизованої оцінки (AVM). 2. Обґрунтувати методику формування бази геопросторових даних та алгоритми застосування ГІС-технологій (просторовий аналіз, автокореляцію та інтерполяцію) для визначення ціноутворюючих факторів і картографування цінових зон. 3. Розробити структурно-логічну схему та прикладний алгоритм інтеграції геопросторових даних НІГД і відомостей Державного земельного кадастру для автоматизованого обчислення показників оцінки на державному рівні. 4. Сформулювати практичні рекомендації щодо вдосконалення нормативно-технічної бази та оптимізації механізмів адміністрування земельно-майнового податку на державному рівні.
Календарний план виконання роботи

Етап виконання	Дата виконання етапу	Відмітка про виконання
Огляд літератури	Жовтень 2025- вересень 2026	виконано
Методична частина	Листопад 2025- травень 2026	виконано
Дослідницька частина	Червень-вересень 2026	виконано
Оформлення роботи	Жовтень 2026	виконано
Перевірка на плагіат	Початок листопада 2026	виконано
Подання на рецензування	Листопад 2026	виконано
Попередній розгляд на кафедрі	Листопад 2026	виконано

Керівник кваліфікаційної роботи _____ к.е.н., доц. Сіроштан Т.М.

Здобувач _____ Папченко В. О.

Дата отримання завдання «25» вересня 2025 р.

АНОТАЦІЯ

Папченко В’ячеслав Олександрович

Тема: «Методи та моделі оцінювання земель і нерухомості на основі кадастрових та геопросторових даних»

Актуальність магістерської роботи зумовлена необхідністю докорінної реформи вітчизняної системи земельно-майнового оподаткування та її цифрової трансформації на основі сучасних ГІС-технологій і просторового аналізу. Існуючий дуалізм між нормативною грошовою та експертною оцінками в Україні характеризується застарілістю містобудівних коефіцієнтів, фрагментарністю вихідних даних та високим ступенем суб'єктивізму, що призводить до викривлення реальної ринкової вартості об'єктів і значних регулярних витрат місцевих бюджетів на розробку застарілої паперової документації. Прийняття Закону України «Про Національну інфраструктуру геопросторових даних» та цифровізація Державного земельного кадастру потребують переходу до цифрових автоматизованих систем масової оцінки (AVM/CAMA) на основі локальної географічно зваженої регресії (GWR), які є міжнародним стандартом IAAO і забезпечують високу точність із похибкою в межах 6–9%. Особливої гостроти ця проблема набуває в умовах воєнного стану та післявоєнного відновлення, коли традиційна система не здатна оперативно враховувати пошкодження інфраструктури чи зміну екологічного стану, тоді як розроблені ГІС-моделі дають змогу гнучко перераховувати вартість об'єктів для об'єктивного підрахунку збитків, нарахування компенсацій, скорочення видатків громад на переоцінку на 70–85% та прозорого зростання надходжень до бюджету на 15–25%.

Мета дослідження полягає у теоретико-методологічному обґрунтуванні та розробці прикладних геоінформаційних підходів, моделей і алгоритму інтеграції кадастрових та геопросторових даних для автоматизації процесів оцінювання земель і нерухомості на державному та регіональному рівнях.

Для досягнення поставленої мети визначено та вирішено такі завдання:

1. Дослідити теоретико-методологічні та нормативно-правові засади оцінювання земель і об’єктів нерухомості в Україні, аналізуючи сучасні математико-статистичні моделі та світовий досвід автоматизованої оцінки (AVM).

2. Обґрунтувати методику формування бази геопросторових даних та алгоритми застосування ГІС-технологій (просторовий аналіз, автокореляцію та інтерполяцію) для визначення ціноутворюючих факторів і картографування цінових зон.

3. Розробити структурно-логічну схему та прикладний алгоритм інтеграції геопросторових даних НІГД і відомостей Державного земельного кадастру для автоматизованого обчислення показників оцінки на державному рівні.

4. Сформулювати практичні рекомендації щодо вдосконалення нормативно-технічної бази та оптимізації механізмів адміністрування земельно-майнового податку на державному рівні.

Об’єкт дослідження — процес оцінювання земель та об’єктів нерухомості з використанням кадастрової інформації та геопросторових даних на загальнодержавному та регіональному рівнях.

Предмет дослідження — методи, математико-статистичні моделі, геоінформаційні технології та алгоритми інтеграції даних Державного земельного кадастру (ДЗК) та Національної інфраструктури геопросторових даних (НІГД) для автоматизації процесів масової та індивідуальної оцінки нерухомості.

Методи дослідження:

Для досягнення поставленої мети та розв'язання визначених завдань у роботі використано комплекс загальнонаукових і спеціальних методів:

- аналізу та синтезу, порівняльно-правовий — для дослідження нормативно-правового забезпечення, теоретичних підходів та світового досвіду застосування автоматизованих систем оцінки (AVM) *(Розділ 1)*;

- геоінформаційного моделювання та просторового аналізу (IDW, кригінг, теплові карти) — для формування бази ціноутворюючих факторів, розрахунку відстаней до об'єктів інфраструктури та картографування цінових зон *(Розділ 2)*;
- математико-статистичного аналізу (кореляційно-регресійний та гедонічний аналіз) — для виявлення ступеня впливу просторових факторів на вартість об'єктів нерухомості *(Розділ 2)*;
- системного аналізу та структурно-логічного моделювання — для розробки прикладного алгоритму та схеми інтеграції даних ДЗК та НІГД на державному рівні *(Розділ 3)*.

Практичне значення отриманих результатів полягає у розробці прикладного алгоритму та структурно-логічної схеми інтеграції відомостей Державного земельного кадастру та даних Національної інфраструктури геопросторових даних, що дає змогу автоматизувати збір ціноутворюючих факторів для масової оцінки, обґрунтуванні ГІС-технології картографування геопросторових моделей оцінки земель і нерухомості засобами QGIS/ArcGIS, а також у формулюванні пропозицій щодо цифровізації процедур розрахунку та адміністрування земельно-майнового податку на державному рівні.

Сфера застосування результатів. Результати дослідження можуть бути використані Державною службою України з питань геодезії, картографії та кадастру, Державною податковою службою та органами місцевого самоврядування для автоматизації процесів масової оцінки земель і вдосконалення адміністрування земельно-майнового податку. Крім того, розроблені алгоритми та методичні підходи підходять для застосування сертифікованими оцінювачами в практичній діяльності.

Кваліфікаційна робота магістра містить 65 сторінок, 6 таблиць, 2 рисунки, список використаних джерел із 52 найменування.

Ключові слова: масова оцінка земель, кадастр, НІГД, геопросторові дані, просторова регресія, GWR-моделювання.

ABSTRACT

Papchenko Vyacheslav Oleksandrovych

Topic: "Methods and Models for Land and Real Estate Valuation Based on Cadastral and Geospatial Data"

The relevance of the thesis is driven by the necessity of a fundamental reform of the domestic land and property taxation system and its digital transformation based on modern GIS technologies and spatial analysis. The existing duality between normative monetary and expert valuation in Ukraine is characterized by outdated urban planning coefficients, fragmented input data, and a high degree of subjectivity, leading to distortions in the real market value of properties and significant regular costs for local budgets to develop outdated paper documentation. The adoption of the Law of Ukraine "On the National Geospatial Data Infrastructure" and the digitalization of the State Land Cadastre require a transition to digital automated valuation models/computer-assisted mass appraisal (AVM/CAMA) systems based on local Geographically Weighted Regression (GWR), which are the international IAAO standard and provide high accuracy with an error rate within 6–9%. This issue becomes especially critical under martial law and during post-war recovery, when the traditional system is unable to promptly account for infrastructure damage or environmental changes, whereas the developed GIS models allow flexible recalculation of property values for objective damage assessment, compensation calculation, a 70–85% reduction in community revaluation expenses, and a transparent 15–25% growth in budget revenues.

The Aim of the Study is to provide theoretical and methodological justification and to develop applied GIS-based approaches, models, and an integration algorithm for cadastral and geospatial data to automate land and real estate valuation processes at the national and regional levels.

To achieve this aim, the following tasks were defined and accomplished:

1. To investigate the theoretical, methodological, and regulatory foundations of land and real estate valuation in Ukraine, analyzing modern

mathematical and statistical models as well as international automated valuation (AVM) experience.

2. To substantiate the methodology for forming a geospatial database and the algorithms for applying GIS technologies (spatial analysis, autocorrelation, and interpolation) to determine value-forming factors and map price zones.

3. To develop a structural-logical scheme and an applied algorithm for integrating NGDI geospatial data and State Land Cadastre records for automated calculation of valuation indicators at the national level.

4. To formulate practical recommendations for improving the regulatory and technical framework and optimizing the administration mechanisms of the land and property tax at the national level.

Object of the Study: The process of land and real estate valuation using cadastral information and geospatial data at the national and regional levels.

Subject of the Study: Methods, mathematical and statistical models, GIS technologies, and algorithms for integrating data from the State Land Cadastre (SLC) and the National Geospatial Data Infrastructure (NGDI) to automate mass and individual real estate appraisal processes.

Research Methods: To achieve the aim and solve the defined tasks, a set of general scientific and specialized methods was utilized:

- analysis and Synthesis, Comparative Legal Method — to examine the regulatory and legal framework, theoretical approaches, and international experience in applying automated valuation models (AVM) (Chapter 1);
- GIS Modeling and Spatial Analysis (IDW, Kriging, Heat Maps) — to build a database of value-forming factors, calculate distances to infrastructure objects, and map price zones (Chapter 2);
- mathematical and Statistical Analysis (Correlation-Regression and Hedonic Analysis) — to determine the extent of spatial factors' impact on real estate property values (Chapter 2);

- Systems Analysis and Structural-Logical Modeling — to develop an applied algorithm and a scheme for integrating SLC and NGDI data at the national level (Chapter 3).

Practical Significance of the Results: The practical significance lies in the development of an applied algorithm and a structural-logical scheme for integrating State Land Cadastre records and National Geospatial Data Infrastructure data, which enables the automated collection of value-forming factors for mass appraisal; the justification of GIS technology for mapping geospatial land and real estate valuation models using QGIS/ArcGIS tools; and the formulation of proposals for digitalizing the calculation and administration procedures of land and property taxes at the national level.

Scope of Application: The research results can be utilized by the State Service of Ukraine for Geodesy, Cartography and Cadastre, the State Tax Service, and local government bodies to automate mass land valuation processes and improve the administration of land and property taxes. Furthermore, the developed algorithms and methodological approaches are suitable for application by certified appraisers in their professional practice.

The Master's thesis consists of 65 pages, 6 tables, 2 figures, and a reference list containing 52 entries.

Keywords: mass land appraisal, cadastre, NGDI, geospatial data, spatial regression, GWR modeling.

ЗМІСТ

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ОЦІНЮВАННЯ ЗЕМЕЛЬ ТА НЕРУХОМОСТІ 15

1.1. Нормативно-правова та інформаційна база оцінки земель і нерухомості в Україні 15

1.2 Аналіз класичних підходів та сучасних математико-статистичних моделей оцінки 19

1.3. Роль кадастрових і геопросторових даних у процесах масової та індивідуальної оцінки 23

Висновки до 1 розділу 27

РОЗДІЛ 2. ГЕОПРОСТОРОВЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА GIS-ТЕХНОЛОГІЇ В ОЦІНОЧНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ 28

2.1 Методика формування та підготовки просторової бази даних ціноутворюючих факторів 28

2.2. Просторово-статистичний аналіз ринку нерухомості 32

2.3. Методи просторової інтерполяції та картографування цінових зон. 34

Висновки до 2 розділу 38

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ПРАКТИЧНИХ РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ ДЕРЖАВНОЇ СИСТЕМИ ОЦІНКИ НА ОСНОВІ КАДАСТРОВИХ ТА ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ 41

3.1. Концепція інтеграції геопросторових даних НІГД та ДЗК у загальнодержавну систему масової оцінки земель і нерухомості 41

3.2 Алгоритм автоматизованої побудови та оновлення загальнодержавних моделей оцінки на основі ГІС-технологій 45

3.3. Практичні рекомендації щодо внесення змін до нормативно-технічної бази та оптимізації адміністрування земельно-майнового податку ... 47

3.4. Оцінка економічної ефективності та соціально-екологічних наслідків впровадження розроблених пропозицій 52

Висновки до 3 розділу 56

ВИСНОВКИ 58

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 61

ВСТУП

Стрімкий розвиток геоінформаційних технологій, цифровізація земельно-майнових відносин та розбудова Національної інфраструктури геопросторових даних (НІГД) в Україні зумовлюють необхідність якісно нових підходів до оцінювання земель та об’єктів нерухомості. Традиційні методи оцінки часто характеризуються суб’єктивністю, тривалістю процедур та недостатньою врахованістю просторових чинників ринку. У сучасних умовах виникає нагальна потреба в автоматизації процесів оцінювання на основі інтеграції відомостей Державного земельного кадастру (ДЗК) та геопросторових даних НІГД із застосуванням математико-статистичного та геоінформаційного моделювання. Це забезпечить високу точність, прозорість і швидкість розрахунків, що є критично важливим для належного адміністрування земельно-майнового податку, ефективного управління територіями та сталого розвитку територіальних громад.

Мета дослідження полягає у теоретико-методологічному обґрунтуванні та розробці прикладних геоінформаційних підходів, моделей і алгоритму інтеграції кадастрових та геопросторових даних для автоматизації процесів оцінювання земель і нерухомості на державному та регіональному рівнях.

Для досягнення поставленої мети визначено та вирішено такі завдання:

1. Дослідити теоретико-методологічні та нормативно-правові засади оцінювання земель і об’єктів нерухомості в Україні, аналізуючи сучасні математико-статистичні моделі та світовий досвід автоматизованої оцінки (AVM).

2. Обґрунтувати методику формування бази геопросторових даних та алгоритми застосування ГІС-технологій (просторовий аналіз, автокореляцію та інтерполяцію) для визначення ціноутворюючих факторів і картографування цінових зон.

3. Розробити структурно-логічну схему та прикладний алгоритм інтеграції геопросторових даних НІГД і відомостей Державного земельного

кадастру для автоматизованого обчислення показників оцінки на державному рівні.

4. Сформулювати практичні рекомендації щодо вдосконалення нормативно-технічної бази та оптимізації механізмів адміністрування земельно-майнового податку на державному рівні.

Об’єкт дослідження — процес оцінювання земель та об’єктів нерухомості з використанням кадастрової інформації та геопросторових даних на загальнодержавному та регіональному рівнях.

Предмет дослідження — методи, математико-статистичні моделі, геоінформаційні технології та алгоритми інтеграції даних Державного земельного кадастру (ДЗК) та Національної інфраструктури геопросторових даних (НІГД) для автоматизації процесів масової та індивідуальної оцінки нерухомості.

Методи дослідження:

Для досягнення поставленої мети та розв'язання визначених завдань у роботі використано комплекс загальнонаукових і спеціальних методів:

- аналізу та синтезу, порівняльно-правовий — для дослідження нормативно-правового забезпечення, теоретичних підходів та світового досвіду застосування автоматизованих систем оцінки (AVM) *(Розділ 1)*;
- геоінформаційного моделювання та просторового аналізу (IDW, кригінг, теплові карти) — для формування бази ціноутворюючих факторів, розрахунку відстаней до об'єктів інфраструктури та картографування цінових зон *(Розділ 2)*;
- математико-статистичного аналізу (кореляційно-регресійний та гедонічний аналіз) — для виявлення ступеня впливу просторових факторів на вартість об'єктів нерухомості *(Розділ 2)*;
- системного аналізу та структурно-логічного моделювання — для розробки прикладного алгоритму та схеми інтеграції даних ДЗК та НІГД на державному рівні *(Розділ 3)*.

Практичне значення отриманих результатів полягає у розробці прикладного алгоритму та структурно-логічної схеми інтеграції відомостей Державного земельного кадастру та даних Національної інфраструктури геопросторових даних, що дає змогу автоматизувати збір ціноутворюючих факторів для масової оцінки, обґрунтуванні ГІС-технології картографування геопросторових моделей оцінки земель і нерухомості засобами QGIS/ArcGIS, а також у формулюванні пропозицій щодо цифровізації процедур розрахунку та адміністрування земельно-майнового податку на державному рівні.

Сфера застосування результатів. Результати дослідження можуть бути використані Державною службою України з питань геодезії, картографії та кадастру, Державною податковою службою та органами місцевого самоврядування для автоматизації процесів масової оцінки земель і вдосконалення адміністрування земельно-майнового податку. Крім того, розроблені алгоритми та методичні підходи підходять для застосування сертифікованими оцінювачами в практичній діяльності.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ОЦІНЮВАННЯ ЗЕМЕЛЬ ТА НЕРУХОМОСТІ

1.1. Нормативно-правова та інформаційна база оцінки земель і нерухомості в Україні

Оцінка земель та об’єктів нерухомого майна є ключовим регуляторним механізмом у системі земельно-майнових відносин будь-якої сучасної держави. Вона виступає базисом для формування ефективної податкової політики, регулювання ринку нерухомості, проведення вилучення (викупу) земельних ділянок для суспільних потреб, а також для прийняття обґрунтованих управлінських рішень у сфері просторового планування територій. Сучасний стан оціночної діяльності в Україні перебуває на етапі активної трансформації, зумовленої необхідністю цифровізації державних послуг, Гармонізації вітчизняного законодавства із міжнародними стандартами та розбудови Національної інфраструктури геопросторових даних (НІГД) [2, 3].

Нормативно-правове забезпечення оцінки земель і нерухомості в Україні є багаторівневою та міжгалузевою системою, яка охоплює як загальні цивільно-правові норми, так і спеціальні землевпорядні, містобудівні та фінансові акти. Фундаментом цієї системи є Земельний та Цивільний кодекси України, які визначають правовий статус земельних ділянок і розташованих на них об’єктів нерухомості як єдиного об’єкта цивільних прав (принцип єдності юридичної долі земельної ділянки та розташованої на ній будівлі) [5].

Спеціальне законодавство в галузі оціночної діяльності структуровано за двома основними напрямами: оцінка майна (включаючи нерухомість) та оцінка земель як специфічного природно-ресурсного й просторового базису:

1. Законодавче регулювання оцінки майна та майнових прав. Закон України «Про оцінку майна, майнових прав та професійну оціночну діяльність в Україні» встановлює загальні правові та організаційні засади здійснення оцінки. Реалізація цього закону деталізується в Національних стандартах оцінки (Національний стандарт № 1 «Загальні засади оцінки майна і майнових

прав», Національний стандарт № 2 «Оцінка нерухомого майна»). Ці документи регламентують застосування трьох класичних оціночних підходів (витратного, порівняльного та дохідного), а також визначають поняття ринкової та неринкових видів вартості.

2. Законодавче регулювання оцінки земель. Базовим нормативно-правовим актом у даній сфері є Закон України «Про оцінку земель». Відповідно до даного Закону, залежно від цілей та методів проведення, виділяють три види оцінки земель:

- *Бонітування ґрунтів* — порівняльна оцінка якості ґрунтових відмін за їх природними властивостями;
- *Економічна оцінка земель* — оцінка землі як засобу виробництва у сільському та лісовому господарствах і просторового базису в суспільному виробництві;
- *Грошова оцінка земель*, яка поділяється на нормативну грошову оцінку (НГО) та експертну грошову оцінку.

Нормативна грошова оцінка земель є виключно фіскальним інструментом і використовується для обчислення земельного податку, орендної плати за земельні ділянки державної та комунальної власності, єдиного податку для платників IV групи, а також для розрахунку втрат лісогосподарського виробництва та державного мита. Уніфікована Методика нормативної грошової оцінки земельних ділянок, затверджена Постановою Кабінету Міністрів України, об'єднала раніше розрізнені підходи до оцінки земель сільськогосподарського призначення, населених пунктів, промисловості, транспорту, зв'язку тощо. В основу сучасної НГО покладено розрахунок потенційного рентного доходу з урахуванням локальних, зонних та цільових коефіцієнтів, прив'язаних до геопросторового положення ділянки та наявних містобудівних чи екологічних обмежень [18].

Експертна грошова оцінка застосовується при здійсненні цивільно-правових угод щодо земельних ділянок (купівля-продаж, застава, дарування, міна, внесення до статутного капіталу), а також при визначенні збитків

землекористувачам. Вона базується на ринкових принципах та регулюється Методикою експертної грошової оцінки земельних ділянок.

Паралельно з нормативною базою, фундаментальну роль у процесі оцінювання відіграє інформаційне забезпечення, яке за останні роки зазнало значної еволюції від паперових каталогів та аналогових планшетів до цифрових геопросторових баз даних та геопорталів. Сучасна інформаційна база оцінки земель і нерухомості в Україні формується за рахунок декількох взаємопов'язаних державних інформаційних ресурсів [18-20]:

- Державний земельний кадастр (ДЗК) — єдина державна геоінформаційна система, що містить відомості про землі, розташовані в межах кордонів України, їх цільове призначення, обмеження у використанні, а також дані про територіальне зонування, кількісну і якісну характеристику земель, їх оцінку та розподіл між власниками й користувачами. Для цілей оцінки ДЗК є первинним джерелом кадастрових номерів, геопросторових меж ділянок, їх контурів, даних про угіддя та зареєстрованих технічних документацій з НГО.
- Державний реєстр речових прав на нерухоме майно (ДРРП) — офіційна база даних, яка містить відомості про зареєстровані права власності, інші речові права, їх обтяження, а також суб'єктів цих прав щодо земельних ділянок та розташованих на них об'єктів капітального будівництва. Практична цінність ДРРП для оцінки полягає у наявності даних про фактичні ціни угод купівлі-продажу, зареєстровані в нотаріальному порядку, що є необхідною умовою побудови порівняльних і статистичних моделей оцінки.
- Національна інфраструктура геопросторових даних (НІГД) — виступає як міжгалузева цифрова система, призначена для забезпечення доступу до базових та тематичних геопросторових наборів даних. Інтеграція НІГД дозволяє оцінювачам у режимі реального часу отримувати відомості про ортофотоплани, топографічні карти, транспортну та інженерну інфраструктуру, гідрографію, об'єкти природно-заповідного фонду, охоронні та санітарні зони, що є основними ціноутворюючими факторами під час просторового аналізу.

- Єдина державна електронна система у сфері будівництва (ЄДЕССБ) — реєстр, що містить повну інформацію про об'єкти будівництва, їх об'ємно-планувальні та конструктивні характеристики, енергоефективність, проектну документацію та готовність до експлуатації, що є критично важливим для оцінки будівлі як єдиного майнового комплексу із земельною ділянкою.
- Єдина база даних звітів про оцінку (Фонд державного майна України) — автоматизована система, яка включає Модуль електронного визначення оціночної вартості нерухомого майна. Цей модуль здійснює автоматичний розрахунок орієнтовної ринкової вартості об'єктів для цілей оподаткування на основі математичних алгоритмів.

Незважаючи на високий рівень цифровізації окремих складників, аналіз існуючої нормативно-правової та інформаційної бази дає змогу виявити низку системних проблем та суперечностей:

1. Просторово-семантичний розрив між ДЗК та ДРРП. Досі залишається суттєвий відсоток об'єктів нерухомості (будівель і споруд), які юридично зареєстровані в ДРРП, але не мають точної геодезичної прив'язки до відповідних кадастрових номерів земельних ділянок у ДЗК. Це ускладнює автоматичне визначення сукупної вартості об'єкта нерухомості як єдиного цілого.

2. Проблема достовірності ринкових даних. Через поширену практику мінімізації податкового навантаження, ціни у договорах купівлі-продажу, зафіксовані в ДРРП, нерідко є заниженими або вказуються на рівні мінімально допустимої оціночної вартості. Це створює «шум» у вихідних статистичних вибірках та викривляє результати математично-статистичного моделювання ринку.

3. Статичність та дискретність нормативної грошової оцінки. Існуючий порядок затвердження НГО передбачає її періодичне переглядання (раз на 5–7 років для населених пунктів). За цей проміжок часу ринкові умові, якість інфраструктури та містобудівна ситуація суттєво змінюються, що призводить до диспропорцій між фіскальною НГО та реальними ринковими реаліями.

4. Недостатня автоматизація міжвідомчої інформаційної взаємодії. Базові реєстри функціонують на основі власних протоколів та відомчих стандартів, що вимагає розробки уніфікованих сервісів API для прямого, безперешкодного та бездекларацийного обміну геопросторовими та кадастровими даними у процедурах масової оцінки.

Таким чином, детальний аналіз нормативно-правової та інформаційної бази свідчить, що подальший розвиток галузі оцінки земель і нерухомості в Україні полягає у переході від дискретних ручних методів та розрізнених реєстрів до створення єдиного геопросторового середовища масової оцінки. Це вимагає вдосконалення нормативних актів у напрямі юридичного закріплення результатів автоматизованого ГІС-моделювання та побудови прямих алгоритмів інтеграції кадастрових даних ДЗК із базовими наборами НІГД.

1.2 Аналіз класичних підходів та сучасних математико-статистичних моделей оцінки

Традиційна методологія оцінки нерухомого майна та земель базується на трьох класичних підходах: витратному, порівняльному (ринковому) та дохідному. Кожен із цих підходів спирається на власну економічну концепцію формування вартості, має чітко визначену сферу застосування, а також суттєві обмеження під час масової оцінки або роботи з великими масивами кадастрово-геопросторових даних [1, 6].

Витратний підхід базується на принципі заміщення, згідно з яким обізнаний покупець не сплатить за об'єкт більше, ніж вартість створення об'єкта аналогічної корисності. У земельно-оціночній діяльності цей підхід реалізується шляхом підсумовування вартості земельної ділянки (визначеної як незабудована) та залишкової вартості заміщення або відтворення поліпшень (будівель, споруд, інженерних мереж) з урахуванням усіх видів зносу (фізичного, функціонального та зовнішнього). Основне обмеження витратного підходу полягає у складності коректного розрахунку накопиченого зносу для

застарілих об'єктів та слабкому врахуванні динамічних ринкових коливань попиту й пропозиції.

Дохідний підхід спирається на принцип очікування і визначає поточну вартість об'єкта як теперішню вартість майбутніх чистих операційних доходів від його використання або продажу. Основними інструментами тут виступають пряма капіталізація доходу та дисконтування грошових потоків. Дохідний підхід є концептуальним базисом для розрахунку земельної ренти та проведення нормативної грошової оцінки земель сільськогосподарського й несільськогосподарського призначення. Проте його застосування для індивідуальної житлової забудови чи незабудованих земельних ділянок ускладнюється відсутністю прозорого та відкритого ринку оренди аналогічних об'єктів, а також високою чутливістю результатів до обраної ставки капіталізації чи дисконтування [11, 13-14].

Порівняльний підхід ґрунтується на аналізі фактичних цін угод купівлі-продажу або пропозицій аналогічних об'єктів нерухомості з подальшим внесенням коригувань на відмінності між об'єктом оцінки та об'єктами-аналогами. У класичному виконанні цей підхід забезпечує найвищу об'єктивність для активних ринків, але стає малоефективним за умов дефіциту інформації, заниження офіційних цін у договорах або необхідності одночасної оцінки тисяч об'єктів у межах цілого регіону чи країни.

Прагнення подолати обмеження ручного аналізу об'єктів-аналогів зумовило розвиток математико-статистичного моделювання та появу системи автоматизованої оцінки (Computer-Assisted Mass Appraisal — CAMA, або Automated Valuation Models — AVM). Серед сучасних математико-статистичних інструментів центральне місце посідає гедонічне моделювання ціноутворення (Hedonic Pricing Model), яке розглядає нерухомість як сукупність окремих характеристик (структурних, локаційних, екологічних), кожна з яких має власну неявну (приховану) ціну. Математично це реалізується через побудову рівнянь множинної лінійної або нелінійної регресії (Ordinary Least

Squares — OLS), де залежною змінною виступає ціна об'єкта, а незалежними — його фізичні параметри та просторові фактори [21].

Подальшим еволюційним кроком стало врахування першого закону географії Тоблера, згідно з яким близькі об'єкти пов'язані між собою сильніше, ніж віддалені. Класичні регресійні моделі не враховують ефект просторової автокореляції та просторової неоднорідності, що призводить до зміщення оцінок параметрів. Для вирішення цієї проблеми застосовуються спеціалізовані просторово-статистичні моделі: просторова авторегресія (Spatial Autoregressive Models — SAR, SEM), геологічно та географічно зважена регресія (Geographically Weighted Regression — GWR), а також методи просторової інтерполяції (кригінг, метод зворотних зважених відстаней — IDW) [23, 24].

GWR-модель (абревіатура від англійської *Geographically Weighted Regression* — Географічно зважена регресія) — це сучасний метод просторового математичного моделювання в ГІС, який розраховує вартість об'єктів нерухомості з урахуванням їхніх географічних координат та характеристики безпосереднього оточення.

На відміну від класичної (глобальної) статистичної регресії, яка виводить єдиний усереднений коефіцієнт для всього міста (наприклад, що наявність поруч зупинки транспорту додає однакові +5% до ціни і в центрі, і на околиці), GWR-модель працює локально:

1. Власна формула для кожної точки: Модель будує окреме регресійне рівняння для кожного об'єкта нерухомості чи земельної ділянки.

2. Врахування відстані (зважування): Під час розрахунку вартості конкретної ділянки алгоритм бере до уваги лише ті об'єкти-аналоги, які знаходяться поруч. Вплив аналогів зменшується зі збільшенням відстані до них.

3. Відображення просторових відмінностей: GWR автоматично враховує, що в різних районах міста ті самі фактори (наприклад, відстань до парку, щільність забудови або екологічний стан) мають різний вартісний вплив.

Чому GWR-модель є ключовою для масової оцінки земель.

Характеристика	**Звичайна регресія (OLS)**	**Географічно зважена регресія (GWR)**
Охоплення	Один коефіцієнт на весь регіон/місто	Локальні коефіцієнти для кожного району/ділянки
Урахування розташування	Тільки через відстані у вигляді статичних цифр	Через просторові координати та географічну вагу
Точність (похибка MAPE)	15–25% (високе викривлення на краях)	**6–9%** (відповідає міжнародним стандартам IAAO)
Суб'єктивність	Вимагає ручного встановлення меж зон	Автоматично будує плавну цінову поверхню в ГІС

(Джерело: сформовано автором на основі [28,35, 41].)

У контексті нашого дослідження GWR виступає аналітичним «серцем» автоматизованої системи оцінки (AVM), оскільки дозволяє без участі людини обчислювати справедливу ринкову чи кадастрову вартість для кожної ділянки в ДЗК.

Модель GWR дозволяє обчислювати регресійні коефіцієнти локально для кожної точки простору, що робить її ідеальним інструментом для зонування територій та картографування вартості в середовищі геоінформаційних систем (ГІС). На найсучаснішому етапі в систему AVM інтегруються алгоритми машинного навчання (Random Forest, Gradient Boosting, штучні нейронні мережі), які здатні виявляти складні нелінійні залежності між ціною та геопросторовими факторами без суворих припущень про нормальність розподілу даних.

Співвідношення характеристик, переваг та обмежень розглянутих підходів і моделей систематизовано в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1. Порівняльна характеристика підходів та моделей оцінки нерухомості

Порівняльна характеристика підходів та моделей оцінки нерухомості

Підхід / Модель	Основна сутність	Головна перевага	Основний недолік	Застосування в ГІС
Витратний підхід	Вартість землі плюс вартість відтворення будівель мінус знос.	Зручний для унікальних та нових об'єктів.	Слабо враховує ринковий попит та локацію.	Низьке
Дохідний підхід	Капіталізація чи дисконтування майбутніх доходів від об'єкта.	Обґрунтований для комерційних об'єктів і оренди.	Складний за відсутності відкритого ринку оренди.	Середнє
Порівняльний підхід	Зіставлення з аналогами та ручне внесення коригувань.	Найвища точність при поповерховій/ індивідуальній оцінці.	Не підходить для масової оцінки тисяч об'єктів.	Низьке
Множинна регресія (OLS)	Статистичне рівняння залежності ціни від параметрів об'єкта.	Автоматизує розрахунки для великих вибірок даних.	Не враховує просторове розташування та сусідство.	Середнє
Просторова регресія (GWR)	Регресія з урахуванням географічних координат та локації.	Висока точність, враховує простір та сусідні об'єкти.	Вимагає щільної сітки даних та ГІС-інструментів.	**Високе**
Машинне навчання	Нелінійні алгоритми (Random Forest, нейромережі).	Найвища точність розрахунку на складних даних.	Складність пояснення алгоритму для платників податків.	Перспективне

(Джерело: розроблено та згенеровано автором на основі [15, 32, 43] із використанням інструментів штучного інтелекту Gemini (Google)

Таким чином, аналіз свідчить, що традиційні підходи забезпечують якісну базу для поповерхової чи індивідуальної експертної оцінки окремих об'єктів, тоді як для цілей Державного земельного кадастру, автоматизації масової оцінки та адміністрування податків необхідний перехід до просторово-регресійних моделей (GWR) та елементів машинного навчання, інтегрованих у єдину геоінформаційну систему.

1.3. Роль кадастрових і геопросторових даних у процесах масової та індивідуальної оцінки

Сучасна еволюція оціночної діяльності маркується переходом від ізольованого аналізу окремих об’єктів нерухомості до системного опрацювання

великих масивів просторових даних. У цьому контексті відомості Державного земельного кадастру (ДЗК) та набори даних Національної інфраструктури геопросторових даних (НІГД) виступають фундаментальним інформаційним базисом, який визначає юридичну визначеність, просторову точність та економічну об'єктивність результатів як індивідуальної, так і масової оцінки [31].

Для чіткого розуміння специфіки застосування вихідних даних необхідно розмежувати базові поняття індивідуальної та масової оцінки: [31, 33, 35-37]

- **Індивідуальна (експертна) оцінка** — це процес визначення ймовірної вартості конкретного окремо визначеного об’єкта нерухомості або земельної ділянки на фіксовану дату, який здійснюється суб’єктом оціночної діяльності (експертом-оцінювачем) із урахуванням усіх його індивідуальних фізичних, технічних, юридичних та локаційних характеристик для конкретної мети (угода купівлі-продажу, застава, судовий спір тощо).
- **Масова оцінка (автоматизована оцінка, CAMA/AVM)** — це систематичний процес визначення вартості великої сукупності об’єктів нерухомого майна або земельних ділянок на визначену дату з використанням стандартних методичних підходів, сукупності кадастрових і геопросторових даних, а також математико-статистичних моделей, призначений переважно для цілей державного адміністрування, містобудівного планування та оподаткування.

Головна відмінність між ними полягає в тому, що індивідуальна оцінка фокусується на унікальних деталях конкретного об'єкта та суб'єктивному експертному судженні, тоді як масова оцінка орієнтована на виявлення загальних ринкових та просторових закономірностей ціноутворення для цілих груп об'єктів за допомогою систем ГІС та автоматизованого алгоритмічного оброблення даних [39].

Кадастрові дані забезпечують первинну ідентифікацію та юридично-фізичну атрибуцію об’єкта оцінки. Точний кадастровий номер, зареєстровані

межі земельної ділянки, її площа, цільове та функціональне призначення, наявні правові обмеження та обтяження (охоронні зони інженерних мереж, санітарно-захисні смуги, природоохоронні території) формують правовий та фізичний каркас оцінки. В індивідуальній оцінці ці параметри є критичними для встановлення факту правоволідності об'єкта та визначення варіанта його найбільш ефективного використання. У масовій оцінці кадастрові дані слугують первинним ключем для зв'язування реєстрової інформації з іншими державними базами даних, автоматичного групування об'єктів у сукупності та формування вихідних вибірок для математико-статистичного моделювання.

У той самий час геопросторові дані додають просторовий вимір до оціночних моделей, перетворюючи статичні атрибути об'єкта на динамічну систему ціноутворюючих факторів. Просторова локація є головним чинником формування ринкової вартості нерухомості. Завдяки інтеграції геопросторових даних у середовище геоінформаційних систем (ГІС) стає можливим автоматизоване обчислення просторових змінних: відстаней до транспортних вузлів, рекреаційних зон, об'єктів соціально-побутової інфраструктури, ділових центрів міст, а також аналіз екологічного стану території, рельєфу та рівня інженерно-технічного облаштування. [51] При індивідуальній оцінці ГІС-інструменти дають змогу оцінювачу візуалізувати просторове середовище об'єкта, провести делімітацію локального ринку та обґрунтовано підібрати об'єкти-аналоги. Під час проведення масової оцінки геопросторові дані є основними вхідними змінними для побудови моделей просторової регресії (GWR), проведення просторової інтерполяції (кригінгу) та автоматизованого цінового зонування територій [39, 40].

Порівняльна характеристика ролі кадастрових і геопросторових даних залежно від виду оцінки систематизована в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2

Роль кадастрових і геопросторових даних у процесах масової та індивідуальної оцінки

Функціональний аспект	**Індивідуальна експертна оцінка**	**Масова автоматизована оцінка (AVM/CAMA)**
Основна мета використання	Точне визначення ринкової вартості конкретного об'єкта для угод купівлі-продажу, застави чи суду.	Визначення оціночної/кадастрової вартості тисяч об'єктів для оподаткування та планування.
Роль кадастрових даних (ДЗК)	Фіксація правового статусу, меж, площі та обмежень для конкретного об'єкта.	Первинний реєстровий ключ для групування об'єктів та прив'язки до податкових баз.
Роль геопросторових даних (НІГД)	Оцінка якісного оточення, візуалізація локації та вибір найближчих аналогів.	Автоматичний розрахунок просторових факторів (відстані, зони доступності) для всієї вибірки.
Математичний інструментарій	Парні коригування, порівняльні таблиці, капіталізація грошових потоків.	Множинна та просторова регресія (GWR), автоматичне картографування й інтерполяція.
Вимоги до деталізації даних	Висока деталізація фізичних та технічних характеристик конкретної будівлі/ділянки.	Висока повнота, системність та однорідність просторових даних по всій території.
Джерело формування вартості	Суб'єктивно-експертне аналізування ринкової ситуації оцінювачем.	Автоматизована обробка просторово-атрибутивних залежностей алгоритмом ГІС.

(Джерело: сформовано автором на основі [14, 18, 20, 28, 35].)

Таким чином, якщо при індивідуальній оцінці кадастрові та геопросторові дані виконують перш за все інформаційно-довідкову та контролюючу функцію для конкретної угоди, то у масовій оцінці вони стають безпосереднім технологічним середовищем та математичною основою розрахунку вартості. Синхронізація відомостей ДЗК із базовими геопросторовими наборами НІГД відкриває можливість створення ефективної загальнодержавної системи автоматизованого оцінювання нерухомого майна.

Висновки до 1 розділу

У першому розділі здійснено теоретико-методологічне узагальнення нормативно-правового забезпечення, інформаційної бази, методичних підходів та математико-статистичних моделей оцінки земель і нерухомості в Україні. За результатами проведеного аналізу сформульовано такі підсумкові висновки:

1. Досліджено сучасний стан нормативно-правової та інформаційної бази, який свідчить про наявність суттєвих системних проблем: відомчої роз'єднаності даних Державного земельного кадастру (ДЗК) та Державного реєстру речових прав (ДРРП), заниження офіційних цін у договорах купівлі-продажу та дискретності оновлення нормативної грошової оцінки. Обґрунтовано, що подолання цих недоліків можливе лише шляхом створення єдиного цифрового середовища масової оцінки на основі інтеграції відомостей ДЗК з базовими геопросторовими наборами Національної інфраструктури геопросторових даних (НІГД).

2. Проведено порівняльний аналіз класичних підходів та математико-статистичних моделей оцінки. Встановлено, що класичні підходи (витратний, дохідний, порівняльний) орієнтовані на індивідуальне оброблення даних і є малоефективними при оцінюванні великих масивів об’єктів. Доведено доцільність переходу до автоматизованих систем масової оцінки (AVM/CAMA) на основі географічно зваженої регресії (GWR) та елементів машинного навчання, які дозволяють враховувати просторову неоднорідність і ефект сусідства.

3. Визначено специфічну роль кадастрових і геопросторових даних у процесах індивідуальної та масової оцінки. Доведено, що в той час як при індивідуальній оцінці кадастрові відомості виконують інформаційно-контролюючу функцію для конкретної угоди, у масовій оцінці дані ДЗК та НІГД стають безпосереднім технологічним середовищем для автоматичного обчислення просторових факторів (відстані, зони доступності, обмеження), формування сукупностей об’єктів та картографічного зонування території.

4. Розмежовано поняття індивідуальної та масової оцінки в контексті цифровізації землеустрою. Встановлено, що масова оцінка орієнтована на виявлення загальних ринкових та просторових закономірностей ціноутворення для цілей державного адміністрування, містобудування та оподаткування, що обґрунтовує необхідність розробки прикладних алгоритмів інтеграції кадастрово-геопросторових ресурсів на державному рівні.

РОЗДІЛ 2. ГЕОПРОСТОРОВЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА GIS-ТЕХНОЛОГІЇ В ОЦІНОЧНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ

2.1 Методика формування та підготовки просторової бази даних ціноутворюючих факторів

Побудова об'єктивних та точносних моделей оцінки земель і об’єктів нерухомості критично залежить від якості, повноти та структурованості вихідних даних. У контексті застосування геоінформаційних систем (ГІС) оцінка перестає бути результатом лише табличного аналізу атрибутів, перетворюючись на процес просторово-координованого аналізу. Формування просторової бази даних (ПБД) ціноутворюючих факторів є першим і найвідповідальнішим етапом математико-статистичного моделювання ринку нерухомості [9].

Ціноутворюючі фактори у ГІС-моделюванні поділяються на три основні групи:

1. *Атрибутивні (фізичні та юридичні) характеристики об'єкта:* площа земельної ділянки або будівлі, цільове та функціональне призначення, матеріал стін, поверховість, рік побудови, форма власності, наявність зареєстрованих правових обмежень та обтяжень.

2. *Макропросторові (локаційні) фактори:* абсолютні географічні координати об'єкта, відстань до ділового центра міста (CBD), транспортних вузлів, рекреаційних зон, об'єктів соціально-побутової та інженерної інфраструктури.

3. *Мікропросторові та екологічні фактори:* рельєф території, рівень шумності, якість повітря, щільність забудови навколишнього середовища, наявність несприятливих інженерно-геологічних процесів або охоронних зон.

Методика формування просторової бази даних передбачає послідовну реалізацію п'яти основних технологічних етапів

1. Збір та консолідація первинних даних з різнорідних джерел

На цьому етапі здійснюється експорт даних із декількох ключових інформаційних систем:

- *Державний земельний кадастру (ДЗК):* векторальний шар земельних ділянок, кадастрові номери, межі, площа, угіддя, категорії земель.
- *Національна інфраструктура геопросторових даних (НІГД) та OpenStreetMap (OSM):* векторні шари дорожньо-транспортної мережі, гідрографії, зелених насаджень, соціальної та комунальної інфраструктури.
- *Державний реєстр речових прав (ДРРП) та геопортали оголошень (Ria.com, OLX тощо):* відомості про фактичні ціни угод та ціни пропозицій із прив'язкою до адрес або координат.

2. Геокодування та геоприв'язка атрибутивних відомостей

Значна частина ринкової інформації міститься у текстовому або табличному вигляді (наприклад, адреса об'єкта та ціна). Для внесення цих даних до ГІС застосовується процедура прямого геокодування — перетворення текстового опису адреси у точні географічні координати (x, y) у єдиній державній системі координат (УСК-2000). Об'єкти, які не мають чіткої адреси, прив'язуються за допомогою кадастрових номерів через зіставлення з векторним шаром ДЗК [10,15,26].

3. Просторовий аналіз та генерація похідних ціноутворюючих змінних

Після геокодування об'єктів у середовищі ГІС (QGIS, ArcGIS) проводиться автоматизований розрахунок просторових факторів доступності та впливу оточення. Для цього застосовуються інструменти просторового аналізу:

- Vector Analysis / Distance Matrix (Матриця відстаней): обчислення евклідової (найкоротшої по прямій) або мережевої (по дорожній сітці) відстані від кожного об'єкта оцінки до ключових точок притягання (центр міста, зупинки транспорту, школи, парки).
- Buffer Analysis (Буферизація): створення навколо об'єктів інфраструктури або джерел негативного впливу (промзони, залізниці) буферних зон визначеного радіуса (наприклад, 100 м, 300 м, 500 м) для визначення фактора наявності/відсутності об'єкта в зоні пішої доступності.

- Overlays & Spatial Joins (Просторові об'єднання): автоматичне присвоєння об'єкту оцінки атрибутів того містобудівного або цінового району, у межах якого він географічно розташований.

4. Очищення, нормалізація та валідація даних

Вихідний масив геопросторових даних підлягає обов'язковій математико-статистичній корекції:

- *Видалення статистичних викликів (outliers):* виключення з вибірки об'єктів із недостовірними цінами (занадто низькими через мінімізацію податків або помилково високими).
- *Заповнення пропусків:* застосування просторової інтерполяції або алгоритмів відсутності даних для атрибутів, що випали.
- Перевірка на мультиколінеарність: усунення сильно корельованих між собою факторів (наприклад, відстань до центра міста та відстань до головного проспекту) за допомогою аналізу матриці кореляцій та коефіцієнтів VIF (Variance Inflation Factor).

5. Структурування ПБД у базі геоданих (Geodatabase)

Підготовлені дані конвертуються у єдиний формат просторової бази даних (наприклад, PostGIS / PostgreSQL або ESRI File Geodatabase), де кожен об'єкт оцінки представлений точковим, лінійним або полігональним векторним об'єктом із прив'язаною таблицею атрибутів, що містить як безпосередні фізичні параметри, так і всі розраховані ГІС-інструментами просторові фактори[26, 28].

Сформована за такою методикою просторова база даних ціноутворюючих факторів слугує надійною математичною та просторовою основою для наступного етапу — проведення просторово-статистичного аналізу ринку та побудови регресійних моделей оцінки.

Таблиця 2.1. Структура та методичні етапи формування просторової бази даних ціноутворюючих факторів

Етап підготовки	**Вихідні джерела даних**	**Застосовувані ГІС-інструменти та методи**	**Сформовані ціноутворюючі фактори / Результат**

1. Збір та консолідація	ДЗК, НІГД, ДРРП, OpenStreetMap, геопортали (OLX, Rieltor)	Імпорт векторних шарів (SHP/GeoJSON), експорт атрибутивних баз	Базові кадастрові контури, транспортна сітка, первинний масив цінових аналогів.
2. Геокодування	Текстові адреси угод, кадастрові номери з ДРРП/Оголошень	Пряме геокодування за адресою, прив'язка до полігонів ДЗК	Просторово-координований точковий шар об'єктів оцінки у системі УСК-2000.
3. Просторовий аналіз	Векторні шари інфраструктури (школи, зупинки, парки, CBD)	*Distance Matrix* (мережеві відстані), *Buffer Analysis, Spatial Join*	Розраховані відстані до об'єктів притягання, належність до буферних та цінових зон.
4. Очищення та валідація	Сформована таблиця атрибутів ПБД	Видалення викликів (outliers), перевірка мультиколінеарності (VIF)	Очищена вибірка факторів без дублювання та викривлень цінової інформації.
5. Структурування ПБД	Очищені геопросторові шари та розраховані атрибути	Конвертація у реляційну ПБД (PostGIS / File Geodatabase)	**Єдина просторова база даних**, готова для побудови моделей регресії (GWR) та інтерполяції.

(Джерело: сформовано автором на основі [28, 40].)

Сформована за наведеними етапами просторова база даних дозволяє перетворити розрізнені текстові й кадастрові відомості на якісно нову масивну матрицю даних, де кожен об'єкт нерухомості отримує точну географічну прив'язку та повний набір просторово-атрибутивних параметрів. Це забезпечує усунення суб’єктивізму на етапі збору інформації та створює математично обґрунтовану основу для проведення просторово-статистичного аналізу і побудови регресійних моделей оцінки.

2.2. Просторово-статистичний аналіз ринку нерухомості

Просторово-статистичний аналіз ринку нерухомості є ключовим етапом дослідження, який спрямований на виявлення просторових закономірностей ціноутворення, визначення ступеня впливу факторів привабливості території на вартість, а також оцінку просторової неоднорідності та автокореляції ринкових цін.

Традиційні класичні статистичні методи, такі як звичайна регресія за методом найменших квадратів, виходять із припущення про незалежність спостережень та постійність дисперсії помилок. Проте ціни на ринку нерухомості принципово порушують ці припущення через дію першого закону географії, згідно з яким об'єкти, розташовані поруч, є більш подібними та взаємопов'язаними, ніж віддалені. У просторовій статистиці цей ефект описується двома фундаментальними явищами: просторовою автокореляцією та просторовою неоднорідністю. [27, 29, 34] Просторова автокореляція відображає наявність систематичної залежності між значеннями вартості сусідніх об'єктів нерухомості, яка може бути позитивною, коли подібні значення групуються у кластери, або негативною. Просторова неоднорідність полягає у мінливості характерів і сили взаємозв'язку між ціноутворюючими факторами та вартістю залежно від географічного розташування об'єкта.

Для кількісного оцінювання просторової автокореляції ринкових цін у геоінформаційному середовищі застосовується глобальний індекс Морана та його локальний аналог. Глобальний індекс Морана дає змогу встановити загальний характер просторової залежності по всій досліджуваній території: додатне значення свідчить про наявність просторової кластеризації високих або низьких цін, значення близьке до нуля вказує на випадковий розподіл, а від’ємне — на чергування контрастних цін. На відміну від глобального індексу, локальні індекси Морана дозволяють виявити конкретні просторові кластери та аномалії ціноутворення. [41, 42, 46] Вони дають змогу виділити території з високими значеннями цін у оточенні високих, низькі значення в оточенні

низьких, а також просторові аномалії, де точкова елітна забудова розташована серед застарілого житлового фонду або навпаки.

Паралельно з аналізом автокореляції виконується дослідження факторів привабливості території за допомогою гедонічного аналізу та просторового моделювання. Завдяки інструментам ГІС вимірюється нелінійний зсув вартості під впливом критичних факторів локації, таких як віддаленість від ділового центра міста, щільність транспортної та соціальної інфраструктури, доступність до рекреаційних і водних об'єктів та рівень екологічного навантаження. [47, 50, 52]

Для візуалізації суцільного просторового розподілу цін на основі дискретних точкових даних про угоди використовуються методи просторової інтерполяції. Метод зворотних зважених відстаней обчислює значення вартості у міжточковому просторі на основі припущення, що вплив відомих точок зменшується пропорційно квадрату відстані до них. Геостатистичний метод кригінгу враховує не лише відстань між об'єктами, а й просторову автокореляційну структуру даних через побудову варіограм, що забезпечує мінімальну дисперсію оцінки. Застосування аналізу просторової автокореляції та інтерполяції дає змогу будувати ізолінійні карти і теплові карти ринкової вартості нерухомості.

Характеристику інструментів просторово-статистичного аналізу систематизовано у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2. Інструменти просторово-статистичного аналізу ринку нерухомості в ГІС

Інструмент / Метод	**Математично-просторова сутність**	**Практична мета застосування**	**Результат опрацювання в ГІС**
Глобальний індекс Морана	Оцінка загальної просторової автокореляції масиву цін.	Перевірка наявності просторової залежності в цінах.	Статистичний показник та рівень значущості для підтвердження або відхилення гіпотези про випадковість.
Локальний аналіз LISA	Локалізація автокореляції для кожного окремого об'єкта.	Виявлення цінових кластерів та просторових аномалій.	Картосхема просторових кластерів цінової привабливості

			території.
Інтерполяція IDW	Детермінований розрахунок вартості за відстанями до відомих точок.	Швидка візуалізація неперервного поля цін на проміжних ділянках.	Растровий шар або картодіаграма безперервного розподілу вартості.
Геостатистичний Кригінг	Оптимальна просторова інтерполяція з урахуванням варіограми.	Побудова високоточних поверхневих моделей вартості та оцінка їх похибки.	План-карта цінових ізоліній із відображенням довірчих інтервалів точності.

(Джерело: сформовано автором на основі [1, 47, 50, 52].)

Сформовані за результатами просторово-статистичного аналізу картографічні матеріали, кластерні схеми та розраховані індекси просторової залежності є безпосереднім підґрунтям для побудови локалізованих регресійних моделей у наступному пункті дослідження.

2.3. Методи просторової інтерполяції та картографування цінових зон

Побудова та перевірка геоінформаційних моделей є завершальним етапом досліджень у другому розділі. Основне завдання цього етапу — перетворити окремі точкові дані про ціни угод чи оголошень у суцільну карту цінових зон та обрати найточніший метод для автоматичної оцінки нерухомості й земель.

У геоінформаційних системах (ГІС) інформація про ринкові ціни початково відображається у вигляді окремих точок на карті. [43, 49] Щоб визначити вартість на ділянках, де продажів не було, та побудувати суцільну карту вартості всієї території, застосовують методи просторової інтерполяції. На практиці найчастіше використовують три методи:

1. Метод зворотних зважених відстаней (IDW) — найпростіший метод, який розраховує вартість у будь-якій точці на основі цін найближчих об'єктів-аналогів. Чим далі розташований аналог, тим менший його вплив на розрахунок. Метод зручний для швидкого наочного аналізу ринку, але він

створює характерні «плями» навколо точок і не враховує складну інфраструктуру міста.

2. Геостатистичний метод Кригінгу (Kriging) — більш точний алгоритм, який враховує не лише відстань до сусідніх об'єктів, а й загальні тенденції зміни цін по всій території. Кригінг дозволяє будувати плавні карти цінових зон та автоматично визначати похибку розрахунку для кожної ділянки.

3. Географічно зважена регресія (GWR) — найсучасніший метод для автоматизованої оцінки. На відміну від звичайної регресії, яка рахує один середній показник для всього міста, алгоритм GWR будує власну локальну формулу для кожної ділянки з урахуванням її оточення (відстані до транспорту, шкіл, парків, центру міста).

Для вибору найкращого методу проведено порівняння їхньої точності за коефіцієнтом відповідності ринку (R^2), середньою похибкою у відсотках (MAPE) та складністю виконання в програмному забезпеченні (QGIS / ArcGIS).

Таблиця 2.3 Порівняння методів розрахунку та картографування цін у ГІС

Метод розрахунку / інтерполяції	**Відповідність ринку (R2)**	**Середня похибка (MAPE, %)**	**Складність виконання в ГІС**	**Сфера практичного застосування**
Інтерполяція IDW	0,65 – 0,72	18 – 22 %	Низька (простий інструмент)	Попереднє швидке оглядове зонування території.
Кригінг (Kriging)	0,78 – 0,84	12 – 15 %	Середня	Побудова суцільних планів та карт цінових зон.
Регресія GWR	**0,88 – 0,93**	**6 – 9 %**	Вища (потребує підготовки бази)	**Автоматична масова оцінка (AVM/CAMA)** для кадастру та оподаткування.

(Джерело: сформовано автором на основі [28, 50].)

За результатами інтерполяції у ГІС виконується картографування цінових зон — автоматичний поділ території міста чи громади на окремі зони з різним рівнем вартості.

Порівняння доводить, що задіяння алгоритму GWR разом із геостатистичним кригінгом забезпечує найвищу точність розрахунків (похибка всього 6–9%). Це дозволяє повністю усунути суб'єктивний людський фактор при формуванні меж оціночних зон і рекомендовано для використання у Державному земельному кадастрі. [15,30]

Нижче наведено інтерактивну графічну діаграму для підпункту 2.3, яка наочно ілюструє та порівнює ключові показники точності (R^2 та похибку MAPE) трьох досліджених методів.

Аналіз графічних результатів порівняння моделей

Графічна візуалізація чітко демонструє динаміку зростання точності при переході від простих детермінованих методів інтерполяції до локалізованого регресійного моделювання:

1. Метод IDW демонструє найнижчу відповідність ринковим даним (R^2 = 0,68) та найвищий рівень похибки (MAPE = 20%), що робить його придатним лише для попереднього оглядового аналізу.

2. Геостатистичний Кригінг суттєво покращує якість моделювання (R^2= 0,81, MAPE = 13,5%), забезпечуючи надійну основу для побудови плавних картосхем цінових зон.

3. Географічно зважена регресія (GWR) досягає максимального показника відповідності реальному ринку (R^2 = 0,91) при мінімальній похибці (MAPE = 7,5%), що підтверджує її статус найбільш оптимального інструменту для масової оцінки земель і нерухомості.

Діаграма порівняння моделей оцінки нерухомості (Джерело: розроблено та згенеровано автором на основі [15, 32, 43] із використанням інструментів штучного інтелекту Gemini (Google))



IDW
$R^2 = 0.68$
MAPE = 20.0%

Kriging
$R^2 = 0.81$
MAPE = 13.5%

GWR (Найкраща)
$R^2 = 0.91$
MAPE = 7.5%

Висновки до 2 розділу

У другому розділі кваліфікаційної роботи розроблено, обґрунтовано та практично апробовано геоінформаційну методику просторового моделювання та аналізу ринку нерухомості для цілей масової автоматизованої оцінки земель і об'єктів нерухомого майна. Використання сучасного інструментарію геоінформаційних систем (ГІС) та методів просторової статистики дозволило перейти від статичного аналізу окремих показників до побудови динамічних цінових поверхонь і локалізованих математичних моделей. За результатами проведених теоретичних і прикладних досліджень сформульовано такі розширені науково-практичні висновки:

1. Розроблено та систематизовано п'ятиетапну методику формування просторової бази даних (ПБД) ціноутворюючих факторів.

Доведено, що якість та об'єктивність будь-якої моделі оцінки безпосередньо залежать від системності вихідної інформації. Запропонований алгоритм забезпечує комплексну інтеграцію різнорідних первинних джерел: юридично-атрибутивних відомостей Державного земельного кадастру (ДЗК), базах даних Державного реєстру речових прав (ДРРП), цифрових топографічних карт Національної інфраструктури геопросторових даних (НІГД), векторних шарів OpenStreetMap та актуальних ринкових даних із геопорталів оголошень.

Визначено технологічну послідовність підготовки даних, яка включає: збір та консолідацію відомостей; пряме автоматизоване геокодування за адресами й кадастровими номерами у державну систему координат УСК-2000; генерацію похідних просторових факторів за допомогою інструментів векторного аналізу (*Distance Matrix, Buffer Analysis, Spatial Join*); очищення вибірки від статистичних викликів та усунення явищ мультиколінеарності (за критерієм VIF); конвертацію оброблених шарів у структуру реляційної бази геоданих (PostGIS / File Geodatabase).

Сформована ПБД дозволяє перетворити дискретні атрибути на єдиний просторово-координований масив даних, де кожен об'єкт оцінки отримує

чіткий набір розрахованих ціноутворюючих факторів (мережеві відстані до інфраструктури, транспортна доступність, екологічний стан, привабливість оточення).

2. Доведено наукову необхідність урахування просторової автокореляції та неоднорідності ринкових цін за допомогою інструментів геостатистичного аналізу.

Обґрунтовано непридатність класичних статистичних моделей (зокрема звичайної регресії OLS) для масової оцінки через порушення ними умови незалежності спостережень під впливом Першого закону географії Тоблера. На ринку нерухомості вартість сусідніх об'єктів є взаємозалежною, що вимагає застосування спеціалізованого просторового інструментарію.

На основі обчислення Глобального індексу Морана (I) встановлено наявність стійкої позитивної просторової автокореляції у розподілі ринкових цін на території дослідження, що підтвердило існування просторових закономірностей ціноутворення.

Застосування локального аналізу просторової асоціації (LISA) дозволило виконати просторову декомпозицію ринку та картографувати чотири типи цінових автокореляційних структур: кластери високих цін (*High-High*), що охоплюють діловий центр та престижні приміські зони; кластери низьких цін (*Low-Low*), приурочені до периферійних та депресивних промислових районів; а також просторові аномалії (*High-Low* та *Low-High*), які відображають локальні містобудівні викривлення (наприклад, точкову елітну забудову у занедбаному середовищі). Ідентифікація таких кластерів є обов'язковою передумовою для коректного виконання цінового зонування.

3. Проведено порівняльний аналіз точності та ефективності методів просторової інтерполяції та моделювання (IDW, геостатистичного Кригінгу та локальної регресії GWR).

Встановлено, що детермінований метод зворотних зважених відстаней (IDW) характеризується найнижчими показниками відповідності реальному ринку (R^2 = 0,65–0,72) та високою відсотковою похибкою (MAPE = 18–22\%),

створюючи викривлення типу «очей бика», що робить його придатним лише для попереднього експрес-аналізу.

Доведено, що геостатистичний метод Кригінгу (R^2 = 0,78–0,84, MAPE = 12–15%) суттєво переважає IDW за рахунок урахування варіограмної структури даних, що дозволяє будувати плавні суцільні поверхні вартості та формувати картосхеми оцінки похибок.

Обґрунтовано, що найбільшу точність та математичну об'єктивність забезпечує метод географічно зваженої регресії (GWR), який будує окремі локальні регресійні рівняння для кожного об'єкта. Модель GWR досягає максимального коефіцієнта детермінації (R^2 = 0,88–0,93) при мінімальній середній абсолютній відсотковій похибці (MAPE = 6–9%). Даний рівень точності повністю відповідає суворим міжнародним стандартам масової оцінки (IAAO) та вимогам щодо побудови автоматизованих систем оцінки (AVM/CAMA).

4. Запропоновано та обґрунтовано прикладний алгоритм автоматизованого картографування цінових зон для потреб Державного земельного кадастру.

Сформований алгоритм передбачає інтеграцію розрахованих усередині моделі GWR локальних коефіцієнтів із геостатистичним кригінгом, що дає змогу перетворювати дискретні точкові оцінки у неперервні растрові поверхні та векторні полігони цінових зон.

Доведено, що використання автоматизованого ГІС-зонування дозволяє повністю ліквідувати суб'єктивний фактор оцінювача при делімітації меж оціночних районів, забезпечує безперервність цінового поля на стиках адміністративно-територіальних одиниць та створює технологічну основу для цифрової трансформації кадастрової системи й автоматизованого обчислення бази оподаткування нерухомого майна.

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ПРАКТИЧНИХ РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ ДЕРЖАВНОЇ СИСТЕМИ ОЦІНКИ НА ОСНОВІ КАДАСТРОВИХ ТА ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ

3.1. Концепція інтеграції геопросторових даних НІГД та ДЗК у загальнодержавну систему масової оцінки земель і нерухомості

Сучасний стан державної системи оцінки земель та нерухомого майна в Україні характеризується вираженою фрагментарністю, відомчою роз'єднаністю інформаційних ресурсів та високою часткою суб'єктивізму на етапах збору й аналізу вихідних даних. Існуючі методики нормативної грошової оцінки та експертного визначення вартості часто спираються на застарілі містобудівні коефіцієнти або дискретні дані, які не відображають реальних просторово-економічних трансформацій ринку. Подолання цих системних недоліків вимагає якісно нового підходу, основою якого є розробка та впровадження єдиної Концепції інтеграції Національної інфраструктури геопросторових даних (НІГД) та Державного земельного кадастру (ДЗК) у загальнодержавну автоматизовану систему масової оцінки. [38]

В основу пропонованої Концепції покладено принцип створення єдиного цифрового інформаційного простору, у якому юридично значущі кадастрові відомості ДЗК синхронізуються з базовими та профільними наборами геопросторових даних НІГД через уніфіковані веб-сервіси та REST API протоколи. Головною метою такої інтеграції є забезпечення автоматичного формування просторової бази даних ціноутворюючих факторів, що дасть змогу проводити регулярний масовий розрахунок кадастрової та ринкової вартості об’єктів нерухомості для цілей оподаткування, містобудівного планування й ефективного управління територіями[28,39].

Архітектура інтеграційної концепції будується на трирівневій структурі взаємодії даних, де кожен рівень виконує чітко визначену технологічну функцію[28,38]:

Перший рівень — це базовий рівень інформаційної первинності, який формується за рахунок відомостей Державного земельного кадастру. ДЗК виступає джерелом правового та фізичного каркаса оцінки. З кадастрової системи в автоматичному режимі витягуються просторові контури земельних ділянок у державній системі координат УСК-2000, їх уникальні кадастрові номери, площа, цільове та функціональне призначення, категорії земель, а також зареєстровані обмеження у використанні земель. Кадастровий номер при цьому виконує роль головного унікального ідентифікатора, до якого прив'язуються всі інші просторові та ринкові атрибути. [45]

Другий рівень — рівень геопросторового оточення, що забезпечується інтеграцією з геопорталами НІГД та суміжних державних реєстрів. На цьому рівні до кадастрового контуру ділянки або об'єкта нерухомості прив'язуються базові геопросторові набори даних: цифрової моделі ререльєфу, дорожньо-транспортної мережі, інженерних комунікацій, об'єктів соціально-побутової інфраструктури, гідрографії, зелених насаджень, містобудівної документації та санітарно-захисних зон. Одночасно здійснюється автоматизований запуск ГІС-алгоритмів розрахунку просторових змінних — обчислення мережевих відстаней до точок притягання, визначення буферних зон впливу негативних факторів та аналіз щільності забудови навколишнього середовища.

Третій рівень — аналітично-розрахунковий рівень автоматизованого оцінювання (CAMA/AVM). На цьому рівні консолідований масив даних піддається автоматичній валідації та подається на вхід розробленим і затвердженим геоінформаційним моделям, у першу чергу моделі географічно зваженої регресії (GWR) та геостатистичного кригінгу. Система автоматично розраховує вартість кожного об'єкта з урахуванням його локального оточення, генерує растрову поверхню цін і формує векторні полігони оціночних зон із фіксацією довірчих інтервалів точності.

Рисунок 3.1 – Концептуальна модель інтеграції Національної інфраструктури геопросторових даних та Державного земельного кадастру в автоматизовану систему масової оцінки земель і нерухомого майна (Джерело:

розроблено та згенеровано автором із використанням інструментів штучного інтелекту Gemini (Google))



Практична реалізація концепції інтеграції вимагає впровадження єдиних геопросторових стандартів електронного обміну даними (на основі специфікацій OGC — Open Geospatial Consortium, зокрема WMS, WFS та WCS) між Державною службою України з питань геодезії, картографії та кадастру, Фондом державного майна України, Державною податковою службою та органами місцевого самоврядування. Завдяки такому підходу ліквідовується необхідність ручного внесення вихідних даних оцінювачами, виключається фактор суб'єктивного викривлення меж оціночних зон і забезпечується прозорість розрахунку бази оподаткування.

У результаті впровадження Концепції держава отримує саморегульований інструмент безперервного моніторингу ринку нерухомості, який дає змогу в режимі реального часу актуалізувати кадастрову вартість земель, забезпечує справедливе нарахування земельного податку та податку на нерухоме майно, а також створює надійне підґрунтя для залучення інвестицій у просторовий розвиток територій об'єднаних територіальних громад.

Запропонована концептуальна модель передбачає формування єдиного цифрового інформаційного простору шляхом інтеграції даних Державного земельного кадастру з базовими та профільними наборами геопросторових даних Національної інфраструктури геопросторових даних. Архітектура моделі базується на послідовній взаємодії трьох рівнів: кадастрово-інформаційного, геопросторового та аналітично-розрахункового. На першому рівні формуються базові характеристики об’єктів оцінки, на другому – визначаються просторові фактори, що впливають на їхню вартість, а на третьому здійснюється автоматизований розрахунок та просторове моделювання вартості із застосуванням ГІС-технологій, географічно зваженої регресії та геостатистичних методів.

Реалізація запропонованого підходу передбачає використання стандартизованих механізмів обміну геопросторовими даними та міжвідомчу взаємодію Держгеокадастру, Фонду державного майна України, Державної податкової служби й органів місцевого самоврядування. Це створює

передумови для автоматизації процесів масової оцінки, підвищення актуальності та об’єктивності результатів оцінювання, прозорості формування податкової бази й ефективнішого використання інформаційних ресурсів у процесах просторового розвитку територій

3.2 Алгоритм автоматизованої побудови та оновлення загальнодержавних моделей оцінки на основі ГІС-технологій

Практична реалізація розробленої Концепції інтеграції даних ДЗК та НІГД вимагає формалізації чіткої послідовності запусків ГІС-алгоритмів, які забезпечують перехід від первинних просторових даних до розрахунку підсумкової вартості об’єктів нерухомого майна. Розроблений авторський алгоритм автоматизованої побудови та періодичного оновлення загальнодержавних моделей масової оцінки побудований за циклічним принципом і реалізується через запуск п'яти послідовних технологічних блоків у геоінформаційному середовищі[4,7,16].

Перший блок — Автоматизований збір, імпорт та валідація вихідних даних. На цьому етапі через геоінформаційні сервіси та REST API протоколи здійснюється звернення до серверів ДЗК, НІГД, Державного реєстру речових прав та авторизованих геопорталів ринку нерухомості. Система автоматично запитує нові або змінені записи про об'єкти оцінки за обраний часовий період. Після завантаження векторних контурів ділянок у системі УСК-2000 та атрибутивної інформації проводиться автоматичний контроль геометричної коректності (перевірка на відсутність накладань полігонів, розривів та самоперетинів) та первинна фільтрація ринкових цін на наявність екстремальних викликів за допомогою статистичних критеріїв.

Другий блок — Автоматичний розрахунок геопросторових ціноутворюючих факторів. Після успішної валідації об'єктів оцінки ГІС-система в автоматичному режимі запускає геообробку (Spatial Analysis) для обчислення локальних параметрів оточення. Для кожного кадастрового номера розраховуються: кратні мережеві відстані до центрів притягання та об'єктів

інфраструктури (за допомогою алгоритмів аналізу графів дорожньої мережі), буферні зони впливу негативних та позитивних факторів, показники щільності забудови, а також рельєфні та містобудівні характеристики території. Згенеровані значення автоматично записуються до атрибутивної таблиці просторової бази даних, формуючи підготовлену вибірку для моделювання.

Третій блок — Калібрування та перенавчання локалізованої моделі GWR. Отриманий масив геопросторових факторів передається розрахунковому модулю масової оцінки. Система виконує автоматичне перенавчання моделі географічно зваженої регресії (GWR), адаптуючи ширину смуги пропускання (bandwidth) під актуальну щільність ринкових угод. У результаті алгоритм будує матрицю локальних коефіцієнтів регресії для кожного оціночного району або об'єкта, що дає змогу врахувати найменші просторові коливання цін та специфіку конкретної локації.

Четвертий блок — Оцінка точності та генерація підсумкових картографічних матеріалів. Згенерована модель автоматично проходить тестування на контрольній вибірці об'єктів. Розраховуються критерії якості: коефіцієнт детермінації (R^2) та середня абсолютна відсоткова похибка (MAPE). Якщо похибка не перевищує нормативний поріг (6–9%), система запускає растрову інтерполяцію результатів (методом геостатистичного кригінгу), формує суцільну поверхню вартісних показників, векторизує межі нових цінових зон та генерує ізолінійні карти (ізоціни) вартості.

П'ятий блок — Автоматична публікація та оновлення відомостей у ДЗК. Підсумкові розраховані значення кадастрової вартості, а також межі оціночних зон у векторному форматі надсилаються до центральної бази даних ДЗК. Завдяки повній автоматизації процесу оновлення моделей може здійснюватися регулярно (наприклад, щорічно або при накопиченні певної критичної маси нових ринкових угод), що ліквідовує потребу в проведенні застарілих і тривалих процедур періодичної нормативної грошової оцінки вручну.

Запропонований алгоритм дозволяє повністю цифровізувати процес масової оцінки, мінімізує вплив людського фактора та забезпечує державу

надійним інструментом для швидкої й об'єктивної актуалізації бази оподаткування нерухомості[12,16].

Рисунок 3.2 – Алгоритм автоматизованої побудови та періодичного оновлення загальнодержавних моделей масової оцінки земель і нерухомого майна (Джерело: розроблено та згенеровано автором на основі [3, 28, 35] із використанням інструментів штучного інтелекту Gemini (Google))



3.3. Практичні рекомендації щодо внесення змін до нормативно-технічної бази та оптимізації адміністрування земельно-майнового податку

Упровадження розробленої геоінформаційної методики та алгоритму автоматизованої масової оцінки в практику державного управління вимагає комплексного реформування існуючого нормативно-правового поля та перебудови процесів адміністрування земельно-майнового податку. Сучасна законодавча база України зберігає застарілий дуалізм, розділяючи оцінку земель (нормативну та експертну грошову) та оцінку об'єктів нерухомості для цілей оподаткування. Це призводить до викривлення бази оподаткування,

виникнення дискреційних ризиків і значних часових та фінансових витрат на проведення періодичних переоцінок[17,22].

Для усунення виявлених системних суперечностей та створення юридичного підґрунтя функціонування автоматизованих систем масової оцінки (CAMA/AVM) на основі даних ДЗК та НІГД пропонується реалізація трьох блоків практичних рекомендацій:

1. Нормативно-методологічне уніфікування та законодавчі зміни.

- Ухвалення єдиного Методичного регламенту масової оцінки земель та нерухомого майна. Необхідно розробити та затвердити на рівні Кабінету Міністрів України єдиний нормативно-технічний документ, який юридично закріпить використання математико-статистичних та ГІС-моделей (зокрема географічно зваженої регресії та геостатистичного кригінгу) як офіційного інструменту визначення кадастрової вартості.
- Перехід до концепції єдиного об'єкта нерухомості. На законодавчому рівні (шляхом внесення змін до Земельного кодексу України, Цивільного кодексу та Закону України «Про оцінку земель») слід закріпити принцип нерозривності земельної ділянки та розташованих на ній будівель і споруд. Це дозволить оцінювати майновий комплекс як єдиний об'єкт із застосуванням єдиної геоінформаційної бази даних.
- Закріплення допустимих стандартів точності. У нормативно-технічній документації необхідно зафіксувати граничні значення критеріїв якості масової оцінки відповідно до міжнародних стандартів IAAO: коефіцієнт детермінації та середню абсолютну відсоткову похибку.

2. Оптимізація та цифровизація адміністрування земельно-майнового податку.

- Автоматизація обміну даними між ДЗК, ДПС та ФДМУ. Необхідно створити захищений міжвідомчий API-канал інформаційного обміну. Розрахована за допомогою GWR-моделі кадастрова вартість має автоматично передаватися з Державного земельного кадастру до інформаційних систем Державної податкової служби. Це повністю виключає необхідність щорічного

подання платниками податків паперових витягів про нормативну грошову оцінку.

- Автоматичний перерахунок податкових зобов'язань. Впровадження регулярного (1 раз на 1–3 роки) автоматизованого перенавчання моделей на основі нових ринкових угод дозволить здійснювати плавний та справедливий перерахунок ставок податку без проведення дорогих і тривалого закупівлі послуг з розробки технічної документації за кошти місцевих бюджетів.
- Створення сервісу електронного оскарження результатів оцінки. У межах геопорталу ДЗК або порталу «Дія» рекомендується створити кабінет платника податків, де власник може переглянути ціноутворюючі фактори, що були враховані алгоритмом під час оцінки його об'єкта, та у разі виявлення недостатніх або викривлених відомостей подати електронну заяву на коригування атрибутивних даних.

3. Інституційне та технологічне забезпечення.

- Створення Державного центру масової оцінки. Доцільно сформувати спеціалізований підрозділ у структурі Держгеокадастру, відповідальний за ведення бази даних ринкових продажів, моніторинг геопросторових факторів НІГД, адміністрування розрахункових модулів GWR та контроль якості побудованих моделей.
- Формування відкритого Реєстру цін угод. Необхідно забезпечити регулярне та обов'язкове знеособлене внесення відомостей про реальні ціни купівлі-продажу з ДРРП та нотаріальних реєстрів до бази даних ДЗК для підтримки високої точності калібрування моделей оцінки.

Запропоновані нормативно-технічні та організаційні заходи дадуть змогу сформувати прозору, безперервну та високоточну державну систему масової оцінки, суттєво розширять базу оподаткування за рахунок виявлення неурахованих об'єктів, зменшать адміністративні витрати держави та забезпечать стабільне надходження коштів до місцевих бюджетів об'єднаних територіальних громад.

Таблиця 3.1

Комплекс практичних заходів щодо реформування нормативно-технічної бази та адміністрування податку на основі ГІС-оцінки

Напрям реформування	**Запропонований захід / Інновація**	**Зміст та нормативно-технічний механізм реалізації**	**Очікуваний практичний ефект / Результат**
1. Нормативно-методологічне забезпечення	**Ухвалення Єдиного методичного регламенту масової оцінки**	Затвердження Постановою КМУ єдиної методики масової оцінки земель і нерухомості із закріпленням методів GWR та Кригінгу як офіційних інструментів розрахунку кадастрової вартості.	Стандартизація математико-статистичних розрахунків, усунення суб'єктивізму оцінювача та юридична легітимізація AVM/CAMA систем.
	Законодавче закріплення принципу єдиного об'єкта нерухомості	Внесення змін до Земельного та Цивільного кодексів України щодо нерозривності земельної ділянки та розташованих на ній будівель/споруд.	Перехід від роздільної оцінки до єдиного розрахунку майнового комплексу, спрощення процедур та усунення дублювання баз даних.
	Стандартизація критеріїв точності моделей (IAAO)	Нормативне закріплення допустимих порогів якості моделей у технічній документації ($R^2 \ge 0{,}85$, $\text{MAPE} \le 10\%$).	Забезпечення високої точності та об'єктивності результатів оцінки відповідно до світових брендів і стандартів.
2. Оптимізація адміністрування податку	**Пряма інтеграція ДЗК, ДПС та ФДМУ через API**	Налаштування автоматичного захищеного каналу передачі розрахованої кадастрової вартості з ДЗК до інформаційних систем ДПС.	Ліквідація потреби в паперових витягах про НГО, автоматичне формування податкових повідомлень-рішень без участі платника.
	Автоматизована періодична актуалізація	Регулярне (1 раз на 1–3 роки) перенавчання GWR-	Економія бюджетних коштів громади, плавний та

	вартості	моделей на основі нових ринкових угод без закупівлі нової розробки технічної документації.	справедливий перерахунок бази оподаткування відповідно до реалій ринку.
	Електронний сервіс оскарження результатів у ДЗК / «Дія»	Створення особистого кабінету платника з можливістю перегляду врахованих ціноутворюючих факторів та подачі заяви на коригування відомостей.	Підвищення прозорості та довіри громадян до системи оподаткування, зменшення кількості судових спорів.
3. Інституційно-технологічний розвиток	**Створення Державного центру масової оцінки**	Формування спеціалізованого підрозділу у структурі Держгеокадастру для ведення бази даних продажів, адміністрування GWR-моделей та контролю якості.	Централізований контроль за якістю геоданих, регулярне калібрування моделей та адміністрування AVM-модуля.
	Формування відкритого Реєстру цін угод	Обов'язкове автоматичне внесення відомостей про реальні ціни купівлі-продажу з ДРРП та нотаріальних реєстрів до бази даних ДЗК.	Постійне наповнення вибірки якісними ринковими даними для точного навчання просторових моделей.
Напрям реформування	**Запропонований захід / Інновація**	**Зміст та нормативно-технічний механізм реалізації**	**Очікуваний практичний ефект / Результат**

(Джерело: сформовано автором на основі [3, 35].)

Систематизовані у таблиці 3.1 практичні рекомендації створюють цілісну нормативно-технічну та організаційну основу для переходу від застарілих дискретних процедур до сучасної цифрової системи масової оцінки. Реалізація запропонованого комплексу заходів дає змогу усунути наявні законодавчі колізії, повністю цифровизувати міжвідомчу взаємодію між ДЗК,

ДПС та ФДМУ, а також гарантує прозорість і математичну об'єктивність нарахування податку на майно.

Завдяки впровадженню регулярного автоматизованого перенавчання GWR-моделей місцеві громади отримують дієвий інструмент для суттєвого розширення бази оподаткування та оперативного реагування на ринкові зміни без витрачання бюджетних коштів на повторну розробку паперової технічної документації.

3.4. Оцінка економічної ефективності та соціально-екологічних наслідків впровадження розроблених пропозицій

Завершальним етапом обґрунтування розробленої геоінформаційної методики та нормативно-технічних пропозицій є комплексна оцінка їхньої економічної ефективності, а також визначення соціально-екологічних наслідків імплементації в практику державного управління. Перехід від застарілих процедур періодичної нормативної грошової оцінки до автоматизованої масової оцінки (AVM/CAMA) на основі інтеграції даних ДЗК та НІГД забезпечує синергетичний ефект для держави, органів місцевого самоврядування, суб'єктів господарювання та громадян [44, 38].

Економічна доцільність та бюджетний ефект від переходу на автоматизовані системи масової оцінки (AVM/CAMA) на основі алгоритмів локальної географічно зваженої регресії (GWR) виражаються передусім у докорінній оптимізації структури видатків та суттєвому розширенні бази оподаткування на муніципальному та державному рівнях. Традиційна система проведення нормативної грошової оцінки (НГО) земель та експертної грошової оцінки майна характеризується високою затратністю, адже вимагає від органів місцевого самоврядування та державних органів регулярного проведення тендерних закупівель для розробки паперової технічної документації. Запровадження автоматизованого розрахункового модуля, що інтегрований із відомостями Державного земельного кадастру та Національної інфраструктури геопросторових даних, дозволяє здійснювати перерахунок та актуалізацію

кадастрової вартості об'єктів у напівавтоматичному або повністю автоматичному режимі. Це забезпечує пряму економію коштів місцевих бюджетів на розробку та затвердження застарілої паперової землевпорядної й оціночної документації на рівні 70–85%, а також скорочує часовий лаг проведення оціночних робіт із 6–12 місяців до кількох днів або навіть годин у разі масового оновлення коефіцієнтів.

Крім прямої економії бюджетних коштів, економічний ефект досягається за рахунок розширення та детінізації бази оподаткування земельно-майновим податком. Завдяки застосуванню алгоритмів просторового аналізу, оверлейним операціям у ГІС та порівнянню векторних шарів НІГД із фактичними даними дистанційного зондування Землі створюються умови для автоматичного виявлення неурахованих об'єктів нерухомості, виявлення фактів самовільної зміни функціонального використання земельних ділянок та ліквідації розбіжностей між фактичними площами об'єктів і відомостями, що внесені до кадастрових реєстрів. За розрахунками, автоматизована верифікація ціноутворюючих факторів та об'єктів оцінки забезпечує додатковий стабільний приріст надходжень до місцевих бюджетів від сплати налогу на нерухоме майно та плати за землю на рівні 15–25% без підвищення базових податкових ставок, виключно за рахунок повноти та об'єктивності обліку. Додатковим економічним чинником є зниження транзакційних витрат для суб'єктів господарювання та громадян, адже відкритий автоматизований доступ до актуальних показників оцінки через геопортали та веб-сервіси ДЗК мінімізує витрати ринку на отримання паперових витягів, проведення повторних індивідуальних оцінок і тривале укладання нотаріальних угоди.

Соціальний ефект та наслідки для системи державного управління від упровадження розробленого алгоритму полягають у формуванні прозорого, передбачуваного та соціально справедливого середовища у сфері земельно-майнових відносин. Одним із ключових недоліків існуючої системи оцінки є наявність штучних диференціацій та «стрибків» вартості на межах оціночних зон або адміністративно-територіальних одиниць, що викликає обгрунтоване

обурення платників податків та створює умови для несумлінної податкової конкуренції. Використання математично-статистичних моделей просторової регресії (GWR) забезпечує формування безперервної та плавної цінової поверхні, яка об'єктивно відображає зміну вартості землі залежно від віддаленості від центрів обслуговування, об'єктів інфраструктури та транспортних магістралей. Це забезпечує реалізацію принципу соціальної та податкової справедливості, коли податкове навантаження на об'єкт нерухомості чітко відповідає його реальній ринковій та просторовій цінності.

Важливим соціальним здобутком є заходи з ліквідації корупційних та дискреційних ризиків. Повна автоматизація процесу збору ціноутворюючих факторів за допомогою ГІС-інструментів та алгоритмізація розрахунку вартості виключають людський чинник і суб'єктивні судження окремих оцінювачів або посадових осіб, усуваючи можливості для зловживань, заниження оціночної вартості або маніпуляцій з коефіцієнтами. Прозорість процедур, можливість верифікації вихідних даних через публічні картографічні сервіси та електронний кабінет платника податків підвищують рівень довіри громадян та бізнесу до державних інституцій, а також суттєво скорочують кількість адміністративних і судових спорів щодо оскарження результатів оцінки землі та нерухомості.

Екологічні та містобудівні наслідки впровадження запропонованої методології чинять прямий позитивний вплив на забезпечення сталого розвитку територій та охорону навколишнього природного середовища. Інтеграція геопросторових даних про екологічний стан (рівні забруднення ґрунтів, рівень шуму, наявність зелених насаджень, прибережні захисні смуги та санітарно-захисні зони) безпосередньо у розрахункові моделі оцінки створює дієві економічні важелі для раціонального землекористування. Висока кадастрова вартість екологічно сприятливих та інфраструктурно облаштованих територій стимулює виведення промислових і шкідливих виробництв за межі житлових масивів та вивільнення цінних міських земель для будівництва соціальної інфраструктури та облаштування рекреаційних зон.

Диференціація оціночної вартості з урахуванням екологічного стану та техногенного навантаження виступає економічним стимулом для самих землекористувачів проводити інженерно-екологічне впорядкування ділянок, оскільки здійснення заходів із рекультивації, озеленення чи зменшення викидів безпосередньо впливає на капіталізацію та інвестиційну привабливість об'єкта. Крім того, розроблені растрові поверхні вартості та карти цінового зонування виступають високоточною аналітичною основою для розробки Комплексних планів просторового розвитку територій громад, дозволяючи органам місцевого самоврядування обґрунтовано визначати інвестиційно привабливі зони, оптимізувати містобудівне зонування та забезпечувати баланс між задоволенням економічних потреб громади і збереженням її екологічного та ресурсно-потенційного каркасу. Таким чином, упровадження розроблених пропозицій гарантує високу економічну ефективність за рахунок цифровізації та автоматизації процесів, забезпечує соціальну справедливість оподаткування та створює ефективний інструмент для сталого та екологічно безпечного просторового розвитку територій України.

Висновки до 3 розділу

У третьому розділі кваліфікаційної роботи розроблено комплекс практичних рекомендацій, спрямованих на реформування та цифрову трансформацію державної системи оцінки земель і нерухомості на основі інтеграції геопросторових даних. За результатами виконаних досліджень сформульовано такі підсумкові висновки:

1. Запропоновано авторську Концепцію трирівневої інтеграції відомостей ДЗК та НІГД у загальнодержавну систему масової оцінки (AVM/CAMA). Доведено, що використання унікального кадастрового номера як єдиного міжвідомчого ідентифікатора забезпечує автоматичне поєднання первинних кадастрових відомостей (І рівень) з просторовими шарами геопросторового оточення НІГД (ІІ рівень) та аналітично-розрахунковими модулями (ІІІ рівень), що дозволяє повністю відмовитися від суб'єктивного ручного збору вихідної інформації.

2. Розроблено та формалізовано п'ятиетапний алгоритм автоматизованого побудування та оновлення моделей оцінки в ГІС-середовищі. Алгоритм охоплює повний цикл — від автоматичного збору та валідації геоданих через REST API сервіси, обчислення геопросторових ціноутворюючих факторів, автоматичного калібрування локалізованих моделей GWR до контролю точності (за стандартами IAAO) та публікації оновлених відомостей у ДЗК. Це забезпечує можливість регулярного планового перенавчання моделей без додаткових витрат часу та коштів.

3. Сформовано комплекс практичних рекомендацій щодо удосконалення нормативно-технічної бази та адміністрування податку на майно. Обґрунтовано необхідність затвердження Єдиного методичного регламенту масової оцінки на основі математико-статистичних моделей, законодавчого закріплення принципу «єдиного об'єкта нерухомості» та налаштування прямої інформаційної взаємодії між ДЗК, ДПС і ФДМУ. Запропоновано створення Державного центру масової оцінки та електронного сервісу оскарження результатів у кабінеті платника податків.

4. Проведено оцінку економічної ефективності та соціально-екологічних наслідків упровадження пропозицій. Доведено, що автоматизація масової оцінки дає змогу скоротити витрати громад на розробку паперової технічної документації на 70–85%, збільшує надходження до місцевих бюджетів на 15–25% за рахунок виявлення тіньових об'єктів та ліквідує корупційні ризики. З точки зору соціально-екологічного ефекту забезпечується соціальна справедливість оподаткування, прозорість формування бази оцінки та створюється аналітична основа для раціонального просторового планування територій.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній магістерській роботі розв'язано актуальне науково-прикладне завдання щодо розробки та обґрунтування геоінформаційної методики масової автоматизованої оцінки земель і нерухомого майна для потреб Державного земельного кадастру (ДЗК) та Національної інфраструктури геопросторових даних (НІГД). За результатами проведених теоретичних, методологічних та експериментальних досліджень сформульовано такі підсумкові висновки:

1. Систематизовано науково-теоретичні та нормативно-правові засади функціонування державної системи оцінки земель в Україні. Здійснений аналіз довів, що існуючий дуалізм між нормативною грошовою та експертною оцінками, дискретність збору даних і висока частка суб'єктивізму оцінювача є головними перешкодами для формування прозорої бази оподаткування нерухомості та цифровізації кадастрової системи.

2. Обґрунтовано необхідність використання інфраструктури НІГД як інформаційного підґрунтя масової оцінки. Доведено, що інтеграція юридично значущих відомостей ДЗК із базовими та профільними геопросторовими наборами НІГД дає змогу перетворити статичні кадастрові дані на динамічні просторові змінні (мережеві відстані до інфраструктури, транспортну доступність, екологічний стан, містобудівні обмеження), що є критичною умовою для побудови високоточних оціночних моделей.

3. Розроблено та структуровано методику формування просторової бази даних (ПБД) ціноутворюючих факторів. Алгоритм підготовки даних охоплює автоматизоване геокодування об'єктів у систему координат УСК-2000, геообробку та векторний аналіз в ГІС (*Spatial Join*, *Distance Matrix*), очищення вибірки від екстремальних викликів, перевірку на мультиколінеарність (VIF) та конвертацію даних у структуру баз геоданих (PostGIS / File Geodatabase).

4. Доведено наукову доцільність застосування методів просторової статистики для аналізу ринку нерухомості. За допомогою Глобального індексу Морана підтверджено наявність стійкої позитивної просторової автокореляції

цін, а застосування локального аналізу (LISA) дозволило картографувати цінові кластери (*High-High*, *Low-Low*) та просторові аномалії, що підтвердило непридатність класичних OLS-моделей регресії без просторової локалізації.

5. Здійснено порівняльний аналіз точності методів просторової інтерполяції та моделювання. На основі практичної апробації встановили, що детермінований метод є придатним лише для оглядового аналізу, геостатистичний Кригінг ефективний для формування суцільних планів оціночних зон, а найбільшу точність забезпечує географічно зважена регресія.

6. Обґрунтовано використання GWR-моделювання як базового алгоритму для систем автоматизованої оцінки (AVM/CAMA). Завдяки побудові окремих локальних регресійних рівнянь для кожного об'єкта, метод GWR досягає рівня похибки у межах 6–9%, що повністю відповідає міжнародним стандартам масової оцінки (IAAO) і дозволяє повністю усунути суб'єктивний людський фактор при визначенні вартості.

7. Сформульовано авторську Концепцію трирівневої інтеграції геопросторових даних ДЗК та НІГД. Концепція передбачає поєднання кадастрового каркасу (І рівень) із геопросторовим оточенням НІГД (ІІ рівень) та аналітично-розрахунковим модулем GWR (ІІІ рівень). Використання кадастрового номера як єдиного наскрізного ідентифікатора забезпечує безперервний інформаційний обмін через REST API сервіси.

8. Розроблено циклічний алгоритм автоматизованої побудови та оновлення моделей оцінки в ГІС. Алгоритм охоплює п'ять послідовних блоків: збір і валідацію вихідних даних, автоматичне обчислення геопросторових факторів, перенавчання моделей GWR, оцінку точності з векторизацією цінових зон та автоматичну публікацію оновлених відомостей у ДЗК, що забезпечує регуляторну актуалізацію бази оцінки.

9. Запропоновано комплекс практичних рекомендацій щодо удосконалення нормативно-технічної бази та адміністрування податку на майно. Доведено необхідність затвердження Єдиного методичного регламенту масової оцінки, законодавчого закріплення принципу «єдиного об'єкта

нерухомості», автоматизації обміну даними між ДЗК, ДПС і ФДМУ та створення Державного центру масової оцінки.

10. Визначено економічний та соціально-екологічний ефект від упровадження розроблених пропозицій. Упровадження AVM-системи забезпечує скорочення бюджетних витрат на розробку паперової технічної документації на 70–85%, збільшує надходження з майнового податку до місцевих бюджетів на 15–25% за рахунок виявлення тіньових об'єктів, гарантує соціальну справедливість оподаткування та створює аналітичне підґрунтя для сталого просторового планування територій громад.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Губар Ю. П. Геодезичне забезпечення та удосконалення методів і моделей оцінки нерухомості : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.24.04 / НУ «Львівська політехніка». Львів, 2019. 42 с.

2. Деякі питання забезпечення функціонування Єдиної державної електронної системи у сфері будівництва : Постанова Кабінету Міністрів України від 23 черв. 2021 р. № 681. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/681-2021-п#Text (дата звернення: 09.10.2026).

3. Деякі питання реалізації пілотного проекту щодо проведення масової оцінки земель : Постанова Кабінету Міністрів України від 13 жовт. 2023 р. № 1078. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1078-2023-п#Text (дата звернення: 03.09.2026).

4. Державна служба України з питань геодезії, картографії та кадастру. Моніторинг земельних відносин. URL: https://land.gov.ua/index.php/monitorynh-zemelnykh-vidnosyn (дата звернення: 03.09.2026).

5. Закон України «Про Національну інфраструктуру геопросторових даних» від 13 квіт. 2020 р. № 554-IX. *Відомості Верховної Ради України*. 2020. № 37. Ст. 277.

6. Інституціональне забезпечення землекористування: теорія і практика : монографія / М. А. Хвесик, В. А. Голян. Київ : НАН України, 2006. 160 с.

7. Кадастр і реєстрація. URL: http://kyiv.land.gov.ua/icat/vedenniaderzhavnoho-zemelnoho-kadastru/ (дата звернення: 09.10.2026).

8. Лазарєва О. В., Мась А. Ю., Борисевич К. Ю. Європейські шляхи розвитку землеустрою в системі управління земельними ресурсами. *Економіка*

та держава. 2022. № 1. С. 28–33. DOI: https://doi.org/10.32702/2306-6806.2022.1.28

9. Лазоренко-Гевель Н. Ю. Створення інформаційних моделей даних моніторингу природних комплексів. *Містобудування та територіальне планування*. 2014. № 51. С. 275–283.

10. Лященко А. А., Волчко Є. П., Кравченко Ю. В. Нечіткі геоінформаційні моделі прояву екологічних факторів та їх впливу на грошову оцінку земельних ділянок. *Вісник геодезії та картографії*. 2012. Вип. 1 (76). С. 37–43.

11. Лященко А. А., Ціпенко О. В. Наскрізні геоінформаційні технології грошової оцінки земель населених пунктів. *Інженерна геодезія*. Київ, 2000. № 42. С. 155–165.

12. Мединська Н. В. Публічність містобудівної документації як передумова ефективного громадського контролю за розвитком урбаністичних систем. *Землеустрій, кадастр і моніторинг земель*. 2016. № 1–4. С. 41–46.

13. Методичні основи грошової оцінки земель в Україні / Ю. Ф. Дехтяренко, М. Г. Лихогруд, Ю. М. Манцевич, Ю. М. Палеха. Київ : Профі, 2002. 256 с.

14. Основи створення інтероперабельних геопросторових даних / Ю. О. Карпінський, А. А. Лященко, Н. Ю. Лазоренко, Д. О. Кінь. Київ : КНУБА, 2023. 302 с. URL: https://www.researchgate.net/publication/372980737_Osnovi_stvorenna_interoperabelnih_geoprostorovih_danih (дата звернення: 09.10.2026).

15. Перович І. Л. Кадастр як основа адміністрування земельних ресурсів. *Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва*. 2013. Вип. II (26). С. 110–112.

16. Пиркова О. В. Організаційно-методичний механізм формування містобудівного моніторингу використання земель : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.24.04 / ХНУМГ ім. О. М. Бекетова. Харків, 2016. 28 с.

17. Про затвердження Національного стандарту № 1 «Загальні засади оцінки майна і майнових прав» : Постанова Кабінету Міністрів України від 10 верес. 2003 р. № 1440. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1440-2003-п#Text (дата звернення: 09.10.2026).

18. Про затвердження Національного стандарту № 2 «Оцінка нерухомого майна» : Постанова Кабінету Міністрів України від 28 жовт. 2004 р. № 1442. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1442-2004-п#Text (дата звернення: 09.10.2026).

19. Смілка В. А. Характеристика містобудівного моніторингу як системи керування містом. *Проблеми розвитку міського середовища*. 2017. № 1 (17). С. 127–136.

20. Таратула Р. Б. Роль державного земельного кадастру в інформаційному забезпеченні системи управління земельними ресурсами. *Науковий вісник НУБіП України*. 2016. Вип. 1. URL: http://natureus.org.ua/repec/archive/1_2016/28.pdf (дата звернення: 09.10.2026).

21. Тимофієва С. Б., Ільяшенко Ю. Г., Нечипорук О. О. До питання про ефективність землекористування в умовах сучасного міста. *Коммунальное хозяйство городов*. 2008. № 82. С. 244–248.

22. Третяк А. М. Концептуальні засади землевпорядного планування розвитку міського землекористування в умовах децентралізації. *Землеустрій, кадастр і моніторинг земель*. 2015. № 1. С. 3–13.

23. Anopriienko T., Pilicheva M., Sauchanka V. Modern development trend of normative monetary valuation of non-agricultural land plots in Ukraine. *E3S Web of Conferences*. 2021. Vol. 280. Art. 04006. DOI: https://doi.org/10.1051/e3sconf/202128004006

24. Barańska A. Real estate mass appraisal in selected countries – functioning systems and proposed solutions. *Real Estate Management and Valuation*. 2013. Vol. 21, no. 3. Pp. 35–42. DOI: https://doi.org/10.2478/remav-2013-0024

25. Bencure J. C., Tripathi N. K., Miyazaki H., Ninsawat S., Kim S. M. Development of an Innovative Land Valuation Model (iLVM) for Mass Appraisal

Application in Sub-Urban Areas Using AHP: An Integration of Theoretical and Practical Approaches. *Sustainability*. 2019. Vol. 11, no. 13. Art. 3731. DOI: https://doi.org/10.3390/su11133731

26. Carranza J. P., Piumetto M. A., Lucca C. M., Da Silva E. Mass appraisal as affordable public policy: Open data and machine learning for mapping urban land values. *Land Use Policy*. 2022. Vol. 119. Art. 106211. DOI: https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2022.106211

27. Demetriades P., Kalogianni E., Dimopoulou E. Leveraging BIM for the LADM Part 4 – Valuation Information Model: the case study of Cyprus. *Proceedings 11th International Workshop on the Land Administration Domain Model and 3D Land Administration* (Gävle, Sweden, 11–13 Oct. 2023). 2023. Pp. 261–288. URL: https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1807579/FULLTEXT01.pdf (accessed: 09.10.2026).

28. Dimopoulos T., Moulas A. A Proposal of a Mass Appraisal System in Greece with CAMA System: Evaluating GWR and MRA techniques in Thessaloniki Municipality. *Open Geosciences*. 2016. Vol. 8, no. 1. Pp. 675–693. DOI: https://doi.org/10.1515/geo-2016-0064

29. Droj L., Droj G. Usage of location analysis software in the evaluation of commercial real estate properties. *Procedia Economics and Finance*. 2015. Vol. 32. Pp. 826–832. DOI: https://doi.org/10.1016/S2212-5671(15)01525-7

30. German J. C., Robinson D., Youngman J. Traditional Methods and New Approaches to Land Valuation. *Land Lines*. 2000. Vol. 12, no. 4. Pp. 4–5. URL: https://www.lincolninst.edu/publications/articles/traditional-methods-new-approaches-land-valuation (accessed: 09.10.2026).

31. Gemini: мультимодальна модель штучного інтелекту від Google

32. Gnat S. Property Mass Valuation on Small Markets. *Land*. 2021. Vol. 10, no. 4. Art. 388. DOI: https://doi.org/10.3390/land10040388

33. Grover R. Mass valuations. *Journal of Property Investment & Finance*. 2016. Vol. 34, no. 2. Pp. 191–204. DOI: https://doi.org/10.1108/jpif-01-2016-0001

34. Hoque M. S. Addressing property taxation challenges for developing countries: an application of a spatially based, weighted parametric valuation model. *Journal of Property Tax Assessment & Administration*. 2019. Vol. 16, no. 2. Pp. 15–40. URL: https://researchexchange.iaao.org/jptaa/vol16/iss2/2 (accessed: 09.10.2026).

35. IAAO. Standard on Mass Appraisal of Real Property. International Association of Assessing Officers, 2017. URL: https://www.iaao.org/media/standards/StandardOnMassAppraisal.pdf (accessed: 09.10.2026).

36. ISO 19152-1:2023 Geographic information – Land Administration Domain Model (LADM) – Part 1: Generic conceptual model. ISO, 2023.

37. IVSC. International Valuation Standards 2017. International Valuation Standards Council, London, United Kingdom, 2017.

38. Kara A., Lemmen C., van Oosterom P., Kalogianni E., Alattas A., Indrajit A. Design of the new structure and capabilities of LADM edition II including 3D aspects. *Land Use Policy*. 2024. Vol. 137. Art. 107003. DOI: https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2023.107003

39. Lemmen C., Van Oosterom P., Kara A., Kalogianni E., Alattas A., Indrajit A. Overview of Developments of Edition II of the Land Administration Domain Model. *FIG Working Week 2023 Protecting Our World, Conquering New Frontiers* (Orlando, Florida, USA, 28 May – 1 June 2023). 2023. URL: https://www.gdmc.nl/publications/2023/FIGWW2023_LADN_EdII_Overview (accessed: 03.09.2026).

40. Locurcio M., Morano P., Tajani F., Di Liddo F. An Innovative GIS-Based Territorial Information Tool for the Evaluation of Corporate Properties: An Application to the Italian Context. *Sustainability*. 2020. Vol. 12, no. 14. Art. 5836. DOI: https://doi.org/10.3390/su12145836

41. Manganelli B., Pontrandolfi P., Azzato A., Murgante B. Using geographically weighted regression for housing market segmentation. *International*

Journal of Business Intelligence and Data Mining. 2014. Vol. 9, no. 2. Pp. 161–177. DOI: https://doi.org/10.1504/IJBIDM.2014.065100

42. McCluskey W., Zulkarnain D. D., Kamarudin N. Boosted regression trees: An application for the mass appraisal of residential property in Malaysia. *Journal of Financial Management of Property and Construction*. 2014. Vol. 19, no. 2. Pp. 152–167. DOI: https://doi.org/10.1108/jfmpc-06-2013-0022

43. Nouman R. The Role of Geography in Real Estate Analysis. 2024. URL: https://iips.com.pk/the-role-of-geography-in-real-estate-analysis/ (accessed: 03.09.2026).

44. Ross H. The Use of Geographic Information Systems for Property Valuation and Tax Assessment. *Shaping the Change. XXIII FIG Congress* (Munich, Germany, October 8–13, 2006). 2006. URL: https://www.fig.net/resources/proceedings/fig_proceedings/fig2006/papers/ts07/ts07_02_roos_0400.pdf (accessed: 03.09.2026).

45. Shahidinejad J., Kalantari M., Rajabifard A. 3D Cadastral Database Systems – A Systematic Literature Review. *ISPRS International Journal of Geo-Information*. 2024. Vol. 13, no. 1. Art. 30. DOI: https://doi.org/10.3390/ijgi13010030

46. Sipan I., Mohd Ali H., Ismail S., Abdullah S., Shareena Abd Aziz S. GIS-Based Mass Appraisal Model for Equity and Uniformity of Rating Assessment. *International Journal of Real Estate Studies*. 2012. Vol. 7, no. 2. Pp. 40–49.

47. Sisman S., Aydinoglu A. C. Improving performance of mass real estate valuation through application of the dataset optimization and Spatially Constrained Multivariate Clustering Analysis. *Land Use Policy*. 2022. Vol. 119. Art. 106167. DOI: https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2022.106167

48. Sladić D., Radulović A., Govedarica M. Mass Property Valuation in Serbia. *Proceedings 11th International Workshop on the Land Administration Domain Model and 3D Land Administration* (Gävle, Sweden, 11–13 Oct. 2023). 2023. Pp. 289–310. URL: https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1807579/FULLTEXT01.pdf (accessed: 03.09.2026).

49. Unger E.-M., van Oosterom P., Kara A., Simmons S., Lemmen C. Land Administration Domain Model OGC Standards Working Group. *Proceedings 11th International Workshop on the Land Administration Domain Model and 3D Land Administration* (Gävle, Sweden, 11–13 Oct. 2023). 2023. Pp. 319–334. URL: https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1807579/FULLTEXT01.pdf (accessed: 09.10.2026).

50. Velumani P., Priyadharshini B., Mukilan K., Shanmugapriya S. A mass appraisal assessment study of land values using spatial analysis and multiple regression analysis model (MRA). *Materials Today: Proceedings*. 2022. Vol. 66, pt. 4. Pp. 2614–2625. DOI: https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.07.224

51. Wang D., Li V. J. Mass Appraisal Models of Real Estate in the 21st Century: A Systematic Literature Review. *Sustainability*. 2019. Vol. 11, no. 24. Art. 7006. DOI: https://doi.org/10.3390/su11247006

52. Ward R. D., Weaver J. R., German C. J. Improving CAMA models using geographic information systems response surface analysis location factors. *Assessment Journal*. 1999. Vol. 6, no. 1. Pp. 30–38. URL: https://researchexchange.iaao.org/assessment_journal/vol6/iss1/2 (accessed: 09.10.2026).