ISSN 2306-1677 (Print) ISSN 2518-7325 (On-line)
Отримано: 01.10.2026; Прийнято: 15.10.2026; Опубліковано: 30.12.2026;
УДК 528.4:004.9 http://dx.doi.org/10.31548/zemleustriy2026.04.12

ФУНКЦІОНАЛЬНА СИСТЕМАТИЗАЦІЯ ТА КОНЦЕПТУАЛЬНА ПОСЛІДОВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ПРОСТОРОВО-ПЛАНУВАЛЬНИХ ЗАВДАНЬ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД

І.З. КОЛБ,
кандидат технічних наук
E-mail: i_z_kolb@ukr.net
ORCID: 0000-0002-1370-6235
Ю.З. ТКАЧИК,
аспірант
E-mail: yra_t@ukr.net
ORCID: 0009-0009-7874-1427
Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Ґжицького, Україна

Анотація. *У статті здійснено функціональну систематизацію сучасних геоінформаційних методів, що застосовуються для вирішення просторово-планувальних завдань територіальних громад. Метою дослідження є визначення функціонального призначення геоінформаційних методів та формування концептуальної послідовності їх вибору і поєднання залежно від характеру просторово-планувального завдання, складу вихідних геопросторових даних та очікуваного просторового результату. Методичну основу дослідження становили порівняльний аналіз, методи класифікації та узагальнення, а також концептуальне моделювання.*

За результатами дослідження виділено вісім функціональних груп геоінформаційних методів: просторова інтеграція та оверлейний аналіз; аналіз близькості та зон впливу; мережевий аналіз і оцінювання просторової доступності; просторова статистика та геостатистичне моделювання; дистанційне спостереження та моніторинг змін; багатокритеріальне оцінювання територіальної придатності; сценарне просторове моделювання; GeoAI (геопросторовий штучний інтелект) та методи машинного навчання. Встановлено відповідність між просторово-планувальними завданнями, вихідними геопросторовими даними, методами їх опрацювання та одержуваними просторовими результатами. Обґрунтовано доцільність послідовного або комплексного поєднання декількох функціональних груп методів залежно від характеру поставленого завдання.

Сформовано концептуальну послідовність «просторово-планувальне завдання → вихідні геопросторові дані → метод аналізу або моделювання → просторовий

Copyright © The Author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

результат → валідація результату → планувальне рішення». Її застосування проілюстровано на прикладі геоінформаційного опрацювання кадастрових матеріалів земельної ділянки Свірзького замку та концептуального моделювання територіальних обмежень у середовищі QGIS. Показано можливість поєднання операцій відтворення цифрового контуру земельної ділянки, тематичного відображення обмежень і буферного моделювання. Наголошено на необхідності розмежування розрахункових результатів геоінформаційного моделювання та юридично встановлених меж охоронних зон.

Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості використання запропонованої функціональної систематизації та концептуальної послідовності для обґрунтованого вибору й поєднання геоінформаційних методів під час вирішення просторово-планувальних завдань територіальних громад. Отримані результати мають концептуально-методичний характер, а подальші дослідження передбачають практичну апробацію запропонованого підходу, уточнення геометричних параметрів модельних зон та кількісну валідацію результатів.

Ключові слова: *геоінформаційні системи територіальних громад, геоінформаційне моделювання земельних ресурсів, просторове планування, просторовий аналіз землекористувань, дистанційне зондування Землі, багатокритеріальний аналіз, GeoAI (геопросторовий штучний інтелект).*

Постановка проблеми

Сталий просторовий розвиток територіальних громад потребує прийняття обґрунтованих планувальних рішень щодо використання земельних ресурсів з урахуванням природних, соціально-економічних, інфраструктурних, екологічних та містобудівних чинників. Обґрунтування органами місцевого самоврядування такого роду рішень передбачає залучення значних обсягів різнорідної просторової та статистичної інформації, яка, зокрема, описує стан земельних ресурсів, динаміку землекористування та відображає режим територіальних обмежень. Поєднання кадастрових, топографічних, містобудівних, природоохоронних, інфраструктурних, статистичних даних і матеріалів дистанційного зондування Землі дає змогу формувати комплексне інформаційне середовище для дослідження територій громад. Разом з цифровими управлінськими інструментами такі масиви даних створюють передумови для впровадження цифрових моделей землекористувань територіальної громади. Під такими слід розуміти аналітичні моделі, що на основі геоінформаційних технологій здатні реалізувати інтеграцію різнорідних масивів даних в єдиному інформаційному середовищі, здійснити побудову цифрової картографічної моделі територій, здійснити аналіз умов використання земель різного призначення та автоматизовано виконувати інші аналітичні операції щодо геопросторових даних заради забезпечення інформаційної обізнаності органів місцевого самоврядування і підтримки прийняття ними управлінських рішень.

Сучасні геоінформаційні системи виконують не лише притаманні їм за визначенням функції накопичення, систематизації та картографічного представлення даних, а й забезпе-

чують просторовий аналіз, моделювання територіальних процесів, оцінювання альтернатив розвитку та інформаційну підтримку прийняття планувальних рішень щодо земель громади.

Розширення функціональних можливостей існуючих геоінформаційних технологій сприяло формуванню значної кількості методів просторового аналізу та моделювання. Вони можуть застосовуватися для дослідження структури землекористування, визначення просторових взаємозв'язків, встановлення зон впливу й територіальних обмежень, оцінювання доступності, виявлення просторових конфліктів, аналізу змін територій та формування сценаріїв їх подальшого розвитку. Поряд із традиційними методами просторового аналізу дедалі ширше використовуються багатокритеріальне оцінювання, прогнозне моделювання та технології геопросторового штучного інтелекту.

Водночас розширення набору геоінформаційних методів, що залучаються для вирішення означених вище задач робить актуальною проблему їх обґрунтованого вибору. Один і той самий просторово-планувальний результат може формуватися із застосуванням різних наборів даних і аналітичних процедур. Ефективність кожного конкретного методу залежить від характеру завдання, територіального охоплення дослідження, повноти та актуальності вихідної інформації, вимог до точності й способу представлення результатів. Тому актуальним є не лише застосування окремих аналітичних ГІС-інструментів, а й їх систематизація відповідно до завдань просторового розвитку територіальних громад.

.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Сучасний етап розвитку геоінформаційних технологій характеризується переходом від переважно картографічного відображення просторових даних до комплексного аналізу територій, моделювання просторових процесів і підтримки планувальних рішень. У дослідженнях останніх років геоінформаційні системи розглядаються як інтеграційне середовище, у якому поєднуються кадастрові, топографічні, містобудівні, природоохоронні, інфраструктурні та дистанційні дані [1–3].

Важливим напрямом застосування геоінформаційних методів є виявлення та моделювання територіальних обмежень і конфліктів землекористування. Новаковський та ін. [1] обґрунтували застосування методів геоінформаційного аналізу для формування обмежень у використанні земель у процесі просторового планування, акцентуючи увагу на поєднанні геопросторового аналізу та даних дистанційного зондування Землі. Mansourihanis та ін. [4] запропонували кількісний геопросторовий підхід до оцінювання сумісності видів землекористування, який дає змогу виявляти просторові конфлікти та локалізувати території з різним рівнем сумісності функцій. Такі дослідження демонструють поступовий перехід від простого накладання тематичних шарів до формалізованого моделювання просторових взаємозв'язків.

Окрему групу становлять дослідження, пов'язані з оцінюванням придатності територій та багатокритеріальним просторовим аналізом. Sahin та ін. [5] поєднали дані дистанційного зондування, ГІС, метод аналізу ієрархій та моделювання розвитку землекористування для визначення територій, при-

датних для перспективного міського розвитку. Результати таких досліджень підтверджують доцільність інтеграції просторових критеріїв природного, інфраструктурного та соціально-економічного характеру в єдиному геоінформаційному середовищі. Водночас багатокритеріальні методи доцільно розглядати не як універсальний інструмент, а як одну з груп методів, вибір якої залежить від характеру просторово-планувального завдання.

Значного поширення набуло інтегроване використання ГІС і даних дистанційного зондування Землі. Воно забезпечує виявлення змін земного покриву та землекористування, оцінювання стану природних і антропогенних компонентів території, визначення тенденцій трансформації територіальних систем та актуалізацію геопросторової інформації [5–7]. Куліковська та ін. [6] продемонстрували можливості інтеграції БПЛА-фотограмметрії та ГІС для побудови цифрової моделі рельєфу й вирішення завдань планування міського землекористування. Такий підхід розширює традиційний набір вихідних даних для просторового аналізу за рахунок високодетальних та актуальних за часом отримання матеріалів аерознімання.

Практичне значення геоінформаційних технологій особливо проявляється на рівні територіального та містобудівного управління. У роботі Куліковської, Ступеня та Колодія [7] розглянуто формування геоінформаційної електронної містобудівної кадастрової системи Кривого Рогу як складової міської програми містобудівної діяльності. Це засвідчує перехід від використання окремих ГІС-інструментів до формування інтегрованих інформаційних систем, призначених для накопичення, актуалізації та просторового аналізу даних, необхідних для прийняття управлінських і планувальних рішень. Подібний напрям простежується в сучасних дослідженнях геоінформаційного забезпечення містобудівного моніторингу територіальних громад [8] та застосування ГІС у містобудівних рішеннях [9].

Перспективним напрямом є використання геопросторового штучного інтелекту (GeoAI), що поєднує методи геоінформатики, машинного навчання та просторового моделювання. Концептуальні засади GeoAI та його роль у виявленні географічних закономірностей систематизовано Janowicz та ін. [10]. Aidaoui та ін. [11] розглядають GeoAI у взаємозв'язку з аналізом змін землекористування та оптимізацією міського планування. У сучасних дослідженнях GeoAI також пов'язують з автоматизацією оброблення великих масивів геопросторових даних, прогнозним моделюванням і розвитком інфраструктур геопросторових даних [12]. Водночас застосування таких методів потребує контролю якості вихідних даних, інтерпретованості результатів та їх незалежної валідації.

Окремий напрям сучасних досліджень становить застосування просторової статистики та геостатистичного моделювання. При цьому зазначені групи методів доцільно розмежовувати за їх функціональним призначенням. Методи просторової статистики орієнтовані передусім на виявлення закономірностей просторового розподілу явищ і включають оцінювання глобальної та локальної просторової автокореляції, кластерний аналіз та аналіз гарячих і холодних точок. Геостатистичні методи спрямовані на дослідження просторової структури кількісних змінних, моделювання неперервних просторових поверхонь та оцінювання невизначеності

прогнозу із застосуванням напівваріограмного аналізу, кригінгу і кокригінгу. Якість отриманих геостатистичних моделей оцінюють за результатами крос-валідації та показниками похибок просторової інтерполяції.

Значний інтерес у цьому контексті становлять дослідження українських авторів [16, 17], у яких геоінформаційний аналіз і моделювання застосовано для вирішення просторово-планувальних завдань. Зокрема, у роботі [16] буферний і морфометричний аналіз поєднано з оцінюванням просторової автокореляції, напівваріограмним моделюванням, ординарним кригінгом і кокригінгом, а якість отриманих результатів оцінено за показником RMSE. Такий підхід демонструє можливість використання геостатистичного моделювання не лише як допоміжного інструменту, а як складової обґрунтування просторово-планувальних рішень. У дослідженні [17] геоінформаційний аналіз застосовано для підтримки рішень щодо обміну та консолідації земель у межах територіального планування.

У зв'язку з цим доцільним є формування підходу, за якого сучасні геоінформаційні методи розглядаються не ізольовано, а як взаємопов'язані складові послідовності: просторово-планувальне завдання → вихідні геопросторові дані → метод аналізу або моделювання → просторовий результат → валідація результату → планувальне рішення. Така послідовність визначає логіку подальшого дослідження та може бути використана для структурованого вибору і поєднання геоінформаційних методів відповідно до характеру просторово-планувальних завдань територіальних громад.

Метою дослідження є функціональна систематизація геоінформаційних методів для вирішення просторово-планувальних завдань територіальних громад та розроблення концептуальної послідовності їх вибору й поєднання з урахуванням характеру завдання, складу вихідних геопросторових даних, очікуваних результатів та необхідності їх валідації.

Для досягнення поставленої мети передбачено проаналізувати сучасні напрями застосування геоінформаційних технологій у просторовому плануванні; систематизувати геоінформаційні методи за їх функціональним призначенням; визначити відповідність між типами просторово-планувальних завдань, вихідними даними та методами їх опрацювання; сформувати концептуальну послідовність вибору й поєднання геоінформаційних методів.

Матеріали і методи дослідження

Дослідження має методичний характер і спрямоване на систематизацію сучасних геоінформаційних методів відповідно до завдань просторового планування територіальних громад. Інформаційну основу дослідження становили сучасні наукові публікації, присвячені застосуванню ГІС, просторового аналізу, дистанційного зондування Землі, багатокритеріального оцінювання, сценарного моделювання та GeoAI у просторовому й територіальному плануванні [1–17]. Добір публікацій здійснювали з урахуванням їх тематичної відповідності основним напрямам геоінформаційного забезпечення просторового планування: аналізу територіальних обмежень, доступності, змін землекористування, територіальної придатності, сценарного моделювання та застосування GeoAI.

Як основні види геопросторової інформації розглядалися топографічні та кадастрові дані, відомості про землекористування і земний покрив, цифрові моделі рельєфу, матеріали дистанційного зондування Землі та БПЛА-знімання, дані про транспортну, інженерну й соціальну інфраструктуру, природоохоронні та інші територіальні обмеження, а також статистична, соціально-економічна й містобудівна інформація.

Методичну основу дослідження становили порівняльний аналіз, методи класифікації та узагальнення, а також концептуальне моделювання. Для встановлення взаємозв'язків між типами просторово-планувальних завдань, складом вихідних геопросторових даних, методами їх опрацювання та формами одержуваних результатів застосовано функціональне зіставлення. Порівняльний аналіз використано для визначення можливостей і обмежень різних груп геоінформаційних методів, а класифікацію та узагальнення – для їх групування за характером вирішуваних просторово-планувальних завдань.

Систематизацію здійснювали послідовно за п'ятьма ознаками: тип просторово-планувального завдання; склад вихідних геопросторових даних; метод аналізу або моделювання; форма одержуваного просторового результату; обмеження застосування. На основі цієї систематизації сформовано концептуальну послідовність, що передбачає також валідацію результатів і прийняття планувальних рішень. На першому етапі для кожного напряму застосування ГІС визначали характер просторово-планувального завдання та необхідний склад геопросторових даних. На другому етапі встановлювали методи аналізу або моделювання, функціонально придатні для його вирішення. На третьому етапі методи групували за домінуючим типом аналітичної операції та характером сформованого просторового результату. На четвертому етапі зіставляли функціональні можливості та основні обмеження виділених груп. На завершальному етапі встановлювали відповідність між елементами послідовності «просторово-планувальне завдання → вихідні геопросторові дані → метод аналізу або моделювання → просторовий результат → валідація результату → планувальне рішення».

Такий підхід дав змогу сформувати функціональну класифікацію геоінформаційних методів та представити взаємозв'язки між просторово-планувальними завданнями, вихідними геопросторовими даними, методами їх опрацювання, просторовими результатами та їх валідацією у вигляді узагальнювальних матриць і концептуальної схеми.

Результати дослідження

За результатами проведеного аналізу встановлено, що сучасні геоінформаційні методи доцільно систематизувати не за програмними засобами їх реалізації, а за функціональним призначенням у вирішенні просторово-планувальних завдань територіальних громад. Такий підхід дає змогу пов'язати конкретне завдання з необхідними вихідними геопросторовими даними, відповідним методом їх опрацювання та очікуваним просторовим результатом.

Запропоновано виділити вісім основних функціональних груп геоінформаційних методів: просторова інтеграція та оверлейний аналіз; аналіз

близькості та зон впливу; мережевий аналіз і оцінювання просторової доступності; просторова статистика та геостатистичне моделювання; дистанційний моніторинг та аналіз змін; оцінювання територіальної придатності й багатокритеріальний просторовий аналіз; сценарне моделювання; GeoAI та методи машинного навчання.

Методи просторової інтеграції та оверлейного аналізу були й залишаються дотепер базовими для комплексного дослідження території. Вони забезпечують поєднання кадастрових, топографічних, містобудівних, природоохоронних, інфраструктурних та інших тематичних шарів і дають змогу встановлювати просторові відповідності між об'єктами, виявляти територіальні конфлікти та визначати ділянки, для яких характерне одночасне накладання декількох умов або обмежень.

Аналіз близькості та зон впливу застосовується для визначення просторової взаємодії об'єктів залежно від відстані між ними. Буферне моделювання дає змогу формувати охоронні, санітарно-захисні, прибережні та інші зони, а також оцінювати території, що перебувають у межах певного просторового впливу. У просторовому плануванні громад ця група методів має особливе значення для врахування територіальних обмежень і встановлення потенційних конфліктів використання земель.

Мережевий аналіз та оцінювання просторової доступності орієнтовані на дослідження транспортних та інших мережевих зв'язків. Їх застосування дає змогу визначати маршрути, зони обслуговування, часову або відстаневу доступність об'єктів соціальної, транспортної та інженерної інфраструктури. Просторовим результатом такого аналізу можуть бути зони різного рівня доступності та території з недостатнім забезпеченням відповідними послугами.

Методи просторової статистики та геостатистичного моделювання забезпечують кількісне оцінювання територіальних закономірностей і просторових взаємозв'язків. Методи просторової статистики дають змогу визначати просторову концентрацію явищ, виявляти кластери, локальні аномалії та просторову автокореляцію. Геостатистичне моделювання застосовують для дослідження просторової мінливості кількісних показників, побудови неперервних просторових поверхонь та оцінювання результатів просторової інтерполяції.

Окрему функціональну групу становлять методи дистанційного моніторингу та аналізу змін, що базуються на використанні різночасових матеріалів супутникового та аерознімання. Вони дають змогу актуалізувати інформацію про земний покрив і землекористування, виявляти й локалізувати зміни в ландшафті, трансформацію сільськогосподарських та природних територій, зміни стану рослинності та інші територіальні процеси. Інтеграція матеріалів дистанційного зондування, БПЛА-знімання та ГІС підвищує деталізацію просторового аналізу та забезпечує можливість регулярного оновлення даних.

Методи оцінювання територіальної придатності та багатокритеріального просторового аналізу використовуються у випадках, коли планувальне рішення залежить від одночасного врахування декількох просторових критеріїв. Вихідні показники нормалізуються та інтегруються в узагальнену оцінку, на основі якої територія може бути диферен-

ційована за рівнем придатності для певного виду використання. Визначення ваг критеріїв може здійснюватися різними способами, зокрема із застосуванням методу аналізу ієрархій (AHP). При цьому AHP розглядається як один із можливих інструментів багатокритеріального аналізу, а не як обов'язкова складова геоінформаційного моделювання.

Сценарне моделювання розширює можливості просторового аналізу від оцінювання сучасного стану до дослідження можливих варіантів розвитку території. Формування альтернативних сценаріїв дає змогу порівнювати

1. Функції геоінформаційного аналізу та моделювання для потреб просторового планування територіальних громад

Функціональний напрям	Основні вихідні дані	Просторово-планувальне завдання	Основний аналітичний результат	Основні обмеження
Картографічна інтеграція різнорідних даних та оверлейний аналіз	Кадастрові, топографічні, містобудівні, природоохоронні шари	Виявлення просторових взаємозв'язків і конфліктів	Зони перетину меж, виявлення конфліктів та контроль режиму територіальних обмежень	Залежність від точності й узгодженості шарів вхідних даних
Аналіз близькості та зон впливу	Об'єкти та межі територій, нормативні відстані	Визначення зон впливу та обмежень	Буферні й захисні зони	Залежність від коректності вибору нормативних параметрів
Мережевий аналіз і транспортна доступність	Транспортна мережа, об'єкти інфраструктури, населення	Оцінювання доступності послуг та інфраструктури	Маршрути, ізохрони, зони обслуговування	Якість і повнота мережевих даних
Просторова статистика та геостатистичне моделювання	Просторово локалізовані кількісні показники	Виявлення територіальних закономірностей і моделювання просторової мінливості показників	Кластери, концентрації, просторові аномалії, неперервні просторові поверхні та прогнозні значення	Залежність від масштабу і рівня просторової агрегації, структури та якості вихідних даних; необхідність валідації результатів
Дистанційний моніторинг та аналіз змін	Супутникові та аерознімки, ортофотоплани	Моніторинг землекористування і територіальних змін	Карти змін та динаміки території	Просторова й часова роздільна здатність даних
Оцінювання придатності та багато-критеральний аналіз	Природні, екологічні, інфраструктурні, містобудівні критерії	Визначення придатності територій	Зони різного рівня придатності	Вибір критеріїв, нормування та призначення ваг
Сценарне моделювання	Поточний стан території, обмеження, тенденції розвитку	Порівняння альтернатив розвитку	Просторові сценарії	Залежність від вихідних припущень
GeoAI та машинне навчання	Масиви дистанційних даних	Класифікація територій, виявлення змін, прогнозування	Автоматизовані класифікації та прогнозні моделі	Потреба в навчальних даних, інтерпретації та валідації

Джерело: сформовано авторами на основі узагальнення та систематизації сучасних геоінформаційних методів [1–17].

наслідки різних планувальних рішень, оцінювати потенційні зміни структури землекористування та визначати території, найбільш чутливі до відповідних трансформацій.

На основі аналізу сучасних наукових публікацій та функціоналу спеціалізованих інтернет-сервісів перспективною функціональною групою опрацювання геоданих визначено GeoAI та методи машинного навчання. Їх використання може забезпечувати автоматизовану класифікацію земного покриву, розпізнавання просторових об'єктів, виявлення змін, пошук прихованих просторових закономірностей і прогнозування територіальних процесів. Водночас застосування GeoAI не замінює традиційні методи геоінформаційного аналізу, а розширює їх можливості за умови належної якості вихідних даних, інтерпретованості отриманих результатів та їх просторової валідації.

Узагальнену відповідність між функціональними напрямами геоінформаційного аналізу та моделювання, вихідними геопросторовими даними, просторово-планувальними завданнями та одержуваними просторовими результатами наведено в табл. 1.

Результати систематизації показують, що вибір геоінформаційного методу визначається насамперед характером просторово-планувального завдання, а його вирішення, як правило, потребує послідовного або комплексного застосування декількох груп методів. Тому наступним етапом дослідження стало встановлення відповідності між основними завданнями просторового розвитку територіальних громад і доцільними комбінаціями геоінформаційних методів (табл. 2).

2. Відповідність просторово-планувальних завдань територіальних громад комбінаціям геоінформаційних методів

Просторово-планувальне завдання	Основні геоінформаційні методи	Додаткові методи	Очікуваний просторовий результат
Виявлення територіальних обмежень	Оверлейний аналіз; буферний аналіз	Просторові запити; аналіз близькості	Зони обмежень та території з різним режимом використання
Виявлення конфліктів землекористування	Оверлейний аналіз	Просторова статистика; аналіз сумісності	Території накладання несумісних або потенційно конфліктних видів використання
Оцінювання транспортної доступності	Мережевий аналіз	Аналіз близькості; просторова статистика	Маршрути, ізохрони та зони транспортної доступності
Оцінювання доступності соціальної інфраструктури	Мережевий аналіз; аналіз зон обслуговування	Просторова статистика	Зони забезпеченості та території з недостатньою доступністю послуг
Моніторинг змін землекористування та земного покриву	Дистанційне зондування; аналіз різночасових даних	Оверлейний аналіз; класифікація зображень	Карти змін, напрями й інтенсивність трансформації території
Оцінювання територіальної придатності	Аналіз придатності; багатокритеріальний просторовий аналіз	Оверлейний аналіз; AHP або інші способи визначення ваг	Зонування території за рівнем придатності для визначеного виду використання

Просторово-планувальне завдання	Основні геоінформаційні методи	Додаткові методи	Очікуваний просторовий результат
Визначення територій перспективного розвитку	Аналіз обмежень; оцінювання придатності	Аналіз доступності; MCDA; сценарне моделювання	Території, потенційно придатні для пріоритетних напрямів розвитку
Аналіз просторової концентрації явищ	Просторова статистика	Оверлейний аналіз	Кластери, зони концентрації та просторові аномалії
Моделювання просторового розподілу кількісних показників	Геостатистичне моделювання; кригінг	Напівваріограмний аналіз; кокригінг; крос-валідація	Неперервні просторові поверхні, прогнозні значення та оцінка точності моделювання
Формування альтернатив просторового розвитку	Сценарне моделювання	MCDA; аналіз придатності; мережевий та оверлейний аналіз	Альтернативні просторові сценарії розвитку території
Автоматизоване виявлення об'єктів, змін і закономірностей	Geo AI; машинне навчання	Дистанційне зондування; просторова статистика	Класифіковані об'єкти, виявлені зміни, просторові закономірності та прогнозні результати

Джерело: розроблено авторами на основі систематизації сучасних геоінформаційних методів та результатів аналізу наукових праць [1–17].

Результати, наведені в табл. 2, свідчать, що окремі геоінформаційні методи можуть використовуватися для вирішення різних просторово-планувальних завдань, змінюючи своє функціональне значення залежно від поставленої мети. Водночас складні завдання просторового розвитку потребують комбінування методів, за якого результат одного етапу аналізу може виступати вихідною інформацією для наступного.

Отже, геоінформаційне забезпечення просторового планування доцільно розглядати як послідовність взаємопов'язаних аналітичних процедур. На цій основі сформовано концептуальну послідовність застосування геоінформаційних методів, наведену на рис. 1.

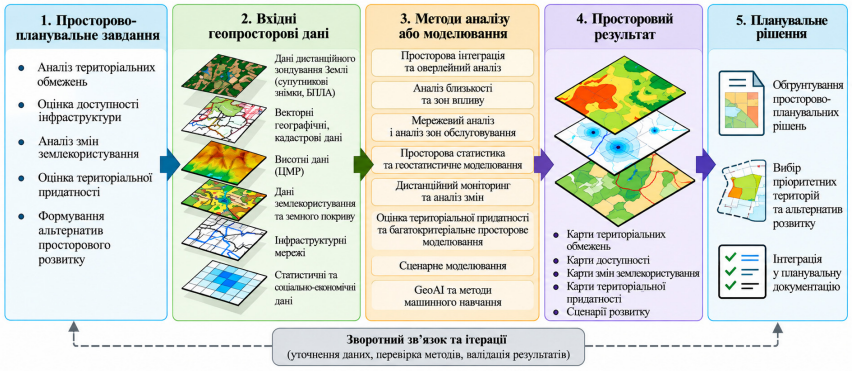


Рис. 1. Концептуальна послідовність застосування геоінформаційних методів для вирішення просторово-планувальних завдань у територіальних громадах

Джерело: розроблено авторами за результатами проведеного дослідження.

3. Склад вихідних даних для концептуального моделювання територіальних обмежень

Компонент вихідної інформації	Призначення у моделюванні
Кадастровий план земельної ділянки	Візуальна перевірка конфігурації та зіставлення з цифровим контуром
Кадастровий XML (СК-63)	Відтворення геометрії ділянки; отримання атрибутів і геометрії зареєстрованих обмежень
Відомості про пам'ятку культурної спадщини	Ідентифікація об'єкта та обґрунтування необхідності перевірки охоронних режимів
Цифровий контур будівлі замку (CASTLE_BUILDING)	Вхідна геометрія для демонстраційної моделі буферних зон
Нормативні та проєктні документи про режими зон	Необхідні для правової інтерпретації й підтвердження меж; повнота таких даних потребує перевірки

Джерело: розроблено авторами.

Для ілюстрації запропонованої концептуальної послідовності вибору та поєднання геоінформаційних методів розглянуто земельну ділянку Свірзького замку (кадастровий номер 4623386400:12:001:0263). Метою прикладу є не комплексне встановлення всіх територіальних обмежень, а демонстрація переходу від вихідних даних до вибору операцій, формування модельного просторового результату та його перевірки.

Інформаційною основою є кадастровий план, кадастровий обмінний XML-файл, відомості про об'єкт культурної спадщини та цифрове представлення геометрії будівлі замку. XML-файл містить координати поворотних точок у системі СК-63, опис меж земельної ділянки й відомості про зареєстровані обмеження, зокрема коди 01.05.1 та 05.01. Дані про статус пам'ятки використовуються для постановки модельного завдання, проте самі по собі не визначають геометрію юридично встановленої охоронної зони.

На першому етапі здійснено зіставлення графічного кадастрового плану з контуром, відтвореним за координатами XML. Це дозволяє перевірити форму земельної ділянки та перейти від документа до геометрично визначеного просторового об'єкта (рис. 2). Зареєстровані обмеження використано лише як приклад тематичних шарів; їх повний правовий аналіз не є завданням цієї статті.

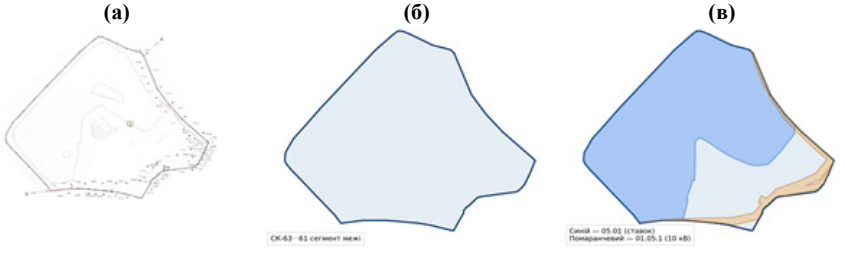


Рис. 2. Вихідний кадастровий план (а), відтворений цифровий контур земельної ділянки (б) та результати геоінформаційного відображення територіальних обмежень (в)

Джерело: сформовано авторами за результатами опрацювання кадастрових матеріалів

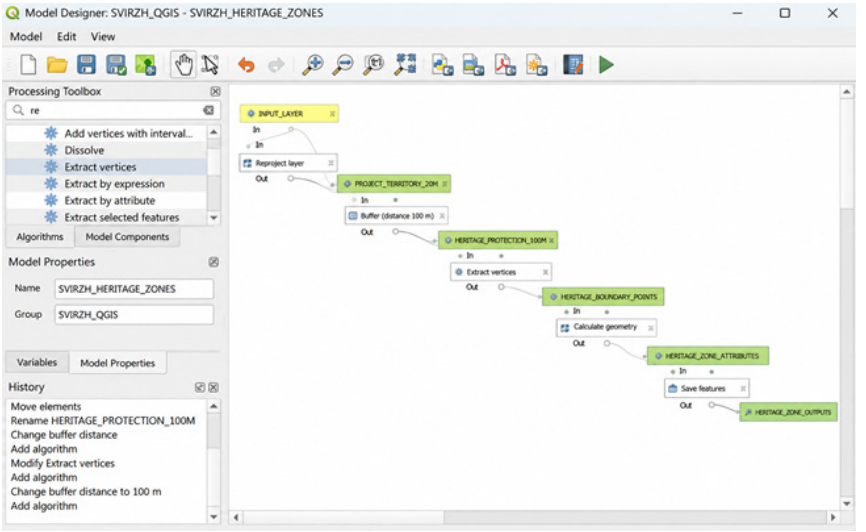


Рис. 3. Концептуальна модель послідовного застосування геоінформаційних операцій у середовищі QGIS на прикладі Свірзького замку

Джерело: розроблено авторами.

Для ілюстрації вибору та поєднання геоінформаційних методів у середовищі QGIS розроблено алгоритм опрацювання геометрії будівлі Свірзького замку (рис. 3). У моделі передбачено формування двох умовних буферних зон на відстанях 20 і 100 м. Параметр 20 м обрано для демонстрації аналізу безпосереднього оточення будівлі, а 100 м — для розгляду ширшого просторового охоплення. Ці відстані є дослідними параметрами, а не нормативно встановленими межами охоронних зон Свірзького замку. Правові засади визначення зон охорони пам'яток і режимів використання відповідних територій встановлено, зокрема, статтею 32 Закону України «Про охорону культурної спадщини» [18].

Запропонована концептуальна послідовність передбачає можливість автоматизації окремих етапів геоінформаційного моделювання територіальних обмежень, зокрема формування зон із заданими параметрами, визначення координат поворотних точок їхніх меж, обчислення площ та створення відповідних наборів геопросторових даних. Реалізація зазначених операцій можлива в середовищі геоінформаційних програмних комплексів із використанням інструментів буферизації, вилучення вершин, обчислення геометричних атрибутів та просторового аналізу.

Важливою перевагою такого підходу є можливість зміни вихідних параметрів відповідно до нормативних вимог, повторного виконання геоінформаційних операцій та оновлення результатів моделювання. Це забезпечує відтворюваність результатів моделювання, створює умови для їх просторової валідації та подальшої інтеграції до геоінформаційних систем просторового планування територіальних громад.

Наведений приклад ілюструє мож-

ливість структурованого вибору та послідовного поєднання геоінформаційних методів відповідно до наявних даних і характеру просторово-планувального завдання. Водночас межі зон, сформованих у процесі геоінформаційного моделювання на прикладі Свірзького замку, мають розрахунковий характер і не можуть ототожнюватися з юридично встановленими межами охоронних зон пам'ятки. У подальших дослідженнях передбачається уточнення геометричних параметрів і визначення координат поворотних точок меж відповідних зон з урахуванням затвердженої науково-проєктної документації та вимог Закону України «Про охорону культурної спадщини» [18].

Обговорення результатів

Запропонована систематизація розширює традиційне трактування геоінформаційного забезпечення просторового планування, оскільки поєднує окремі методи в межах єдиної функціональної послідовності та орієнтує їх вибір на характер конкретного просторово-планувального завдання. Це відповідає сучасній тенденції переходу від картографічного представлення просторової інформації до комплексного геоінформаційного моделювання територіальних процесів [1–5].

Одержані результати доповнюють підходи до геоінформаційного аналізу територіальних обмежень, представлені в роботі Новаковського та ін. [1], оскільки запропонована систематизація охоплює не лише встановлення обмежень у використанні земель, а й аналіз доступності, територіальної придатності, змін землекористування та можливих сценаріїв розвитку. Водночас результати узгоджуються з підходом Mansourihanis та ін. [4] щодо необхідності врахування просторової сумісності видів землекористування та підтверджують значення оверлейного аналізу для виявлення потенційних територіальних конфліктів. Поєднання дистанційних і геоінформаційних методів розширює можливості актуалізації вихідних даних та моніторингу територіальних змін. Застосування супутникових даних, матеріалів БПЛА-знімання та цифрових моделей рельєфу дає змогу доповнювати традиційні кадастрові й топографічні джерела актуальною інформацією про фактичний стан території. Це узгоджується з результатами досліджень щодо інтегрованого використання дистанційного зондування та ГІС [5, 6]. Водночас використання таких даних потребує врахування їх просторової та часової роздільної здатності, точності й відповідності масштабу поставленого завдання.

Результати систематизації також показують, що багатокритеріальний просторовий аналіз доцільно застосовувати насамперед для завдань, у яких необхідно одночасно врахувати декілька груп просторових критеріїв. У цьому випадку АНР може використовуватися як один зі способів визначення ваг критеріїв [5], проте вибір конкретного способу їх зважування повинен залежати від характеру дослідження та наявності достатнього обґрунтування. Це дає змогу уникнути необґрунтованого перенесення одного методу на всі типи просторово-планувальних завдань. Важливою особливістю запропонованого підходу є орієнтація не на окремий програмний продукт або аналітичний інструмент, а на послідовність

«завдання – дані – метод – результат – валідація – рішення». Така структура дає змогу використовувати різні програмні середовища та джерела геопросторових даних без зміни загальної логіки аналізу. Вона також створює можливість комбінувати методи залежно від складності конкретного завдання, що особливо важливо для територіальних громад із різною площею, структурою землекористування, рівнем урбанізації та забезпеченістю геопросторовими даними.

Практична реалізація такого підходу значною мірою залежить від інформаційного забезпечення просторового планування. Формування інтегрованих геоінформаційних і містобудівних кадастрових систем [7–9] створює передумови для систематичного накопичення та актуалізації просторової інформації, необхідної для аналізу територій. При цьому ключового значення набуває узгодженість кадастрових, топографічних, містобудівних, інфраструктурних та дистанційних даних за системами координат, часовою актуальністю, просторовою деталізацією та семантикою.

Окремої уваги потребують можливості GeoAI. На відміну від традиційних ГІС-операцій, методи GeoAI здатні автоматизувати класифікацію великих масивів геопросторових даних, виявлення змін і складних просторових закономірностей [10–12]. Проте їх застосування у просторовому плануванні доцільно розглядати як розвиток і доповнення традиційного геоінформаційного аналізу, а не його заміну. Особливо важливими залишаються якість навчальних даних, інтерпретованість моделей та незалежна перевірка отриманих просторових результатів.

Таким чином, результати дослідження обґрунтовують доцільність функціонально орієнтованого вибору та послідовного поєднання геоінформаційних методів відповідно до характеру просторово-планувальних завдань територіальних громад. Розроблена концептуальна послідовність відображає взаємозв'язки між типом завдання, складом вихідних геопросторових даних, методами їх опрацювання, очікуваними просторовими результатами та процедурами їх валідації, створюючи методичну основу для обґрунтованого вибору геоінформаційних методів.

Водночас сформована концептуальна послідовність має узагальнений методичний характер і не визначає універсального набору геоінформаційних методів для всіх територіальних громад. Їх вибір і поєднання залежать від характеру просторово-планувального завдання, територіального охоплення, доступності та якості вихідних даних, а також особливостей досліджуваної території. Розглянутий приклад Свірзького замку демонструє окремі етапи застосування геоінформаційних операцій, однак не є завершеною експериментальною апробацією розробленої концептуальної послідовності.

Висновки та напрями подальших досліджень

У результаті дослідження здійснено функціональну систематизацію сучасних геоінформаційних методів, які застосовуються для вирішення просторово-планувальних завдань територіальних громад. Виокремлено вісім функціональних груп методів, що охоплюють просторову інтеграцію та оверлейний аналіз, аналіз близькості й зон впливу, мережевий аналіз, про-

сторову статистику та геостатистичне моделювання, дистанційне спостереження й моніторинг змін, багатокритеріальне оцінювання, сценарне моделювання, а також GeoAI та методи машинного навчання.

Визначено функціональну відповідність між основними типами просторово-планувальних завдань, складом вихідних геопросторових даних, методами їх опрацювання та очікуваними результатами. Показано, що вирішення комплексних завдань просторового планування потребує не лише застосування окремих геоінформаційних методів, а й їх послідовного поєднання з урахуванням інформаційних передумов, особливостей території та вимог до достовірності результатів.

Запропоновано концептуальну послідовність «просторово-планувальне завдання → вихідні геопросторові дані → метод аналізу або моделювання → просторовий результат → валідація результату → планувальне рішення». Її особливістю є узгодження вибору геоінформаційних методів із характером завдання та передбачення перевірки отриманих результатів до їх використання для обґрунтування планувальних рішень.

На прикладі опрацювання кадастрових матеріалів земельної ділянки Свірзького замку розглянуто можливості застосування окремих геоінформаційних операцій для відображення територіальних обмежень і концептуального моделювання зон впливу. Встановлено необхідність розмежування розрахункових меж, сформованих засобами геоінформаційного моделювання, та юридично встановлених меж охоронних зон. Наведений приклад має ілюстративний характер і не становить завершеної експериментальної валідації запропонованого підходу.

Практичне значення отриманих результатів полягає у формуванні методичної основи для структурованого вибору та поєднання геоінформаційних методів у процесі просторового планування територіальних громад. Подальші дослідження доцільно спрямувати на практичну апробацію запропонованої послідовності з використанням реальних геопросторових даних, кількісне оцінювання результатів моделювання та перевірку їх відповідності нормативним і планувальним вимогам.

Список використаної літератури

1. Novakovskyi L. Ya., Martyn A., Novakovska I., Slavin I., Skrypnyk L. Formation of land use restrictions by geoinformation analysis methods in spatial planning (on the example of territory around the airfields). *Ukrainian Geographical Journal.* 2021. No. 1. P. 44–53. DOI: https://doi.org/10.15407/UGZ2021.01.044.
2. Koshel A., Denysiuk B., Poltavets A. Algorithm for the Use of Geoinformation Technologies for the Purpose of Geoecological Monitoring of Territorial Communities. *Land Management, Cadastre and Land Monitoring*. 2025. No. 4. DOI: https://doi.org/10.31548/zemleustriy2025.04.08.
3. Bourbonnais M. L. Applications of geographic information systems, spatial analysis, and remote sensing in environmental impact assessment. Routledge Handbook of Environmental Impact Assessment. 1st ed. Routledge, 2022. Chapter 12. P. 201–220. DOI: https://doi.org/10.4324/9780429282492-13.
4. Mansourihanis O., Maghsoodi Tilaki M. J., Yousefian S., Zaroujtaghi A. A Computational Geospatial Approach to Assessing Land-Use Compatibility in Urban

Planning. *Land.* 2023. Vol. 12, No. 11. Art. 2083. DOI: https://doi.org/10.3390/land12112083.

5. Sahin E., Iban M. C., Bilgilioğlu S. S. Remote Sensing-Enabled Urban Growth Simulation Overlaid with AHP-GIS-Based Urban Land Suitability for Potential Development in Mersin Metropolitan Area, Türkiye. Applied Sciences. 2024. Vol. 14, No. 8. Art. 3484. DOI: https://doi.org/10.3390/app14083484.
6. Kulikovska O., Kolb I., Kovalyshyn O., Kolodiy P., Stupen R., Trzyniec K., Vasyuk V., Hutsol T. Integration of UAV Photogrammetry and GIS for Digital Elevation Modeling in Urban Land Use Planning. *Sustainabilit*y. 2026. Vol. 18, No. 6. Art. 3047. DOI: https://doi.org/10.3390/su18063047.
7. Куліковська О., Ступень Р., Колодій П. Про міську програму містобудівної діяльності та створення геоінформаційної електронної містобудівної кадастрової системи Кривого Рогу: сутність, структура та очікувані результати. *Містобудування та територіальне планування.* 2026. № 91. С. 650–664. DOI: https://doi.org/10.32347/2076-815x.2026.91.650-664.
8. Yevdokimov A., Mamonov K., Radzinska Y., Shterndok E., Nesterenko S. Methodical principles of application of geoinformation systems and technologies in urban planning monitoring of real estate of territorial communities. *Automobile Roads and Road Constructio*n. 2025. Vol. 118, No. 1. P. 114–122. DOI: https://doi.org/10.33744/0365-8171-2025-118.1-114-122.
9. Радзінська Ю. Б., Кузьменко С. Ю., Жегульська А. О. Геоінформаційні системи у плануванні містобудівних рішень. Комунальне господарство міст. 2025. Т. 3, вип. 191. С. 408–412. DOI: https://doi.org/10.33042/2522-1809-2025-3-191-408-412.
10. Janowicz K., Gao S., McKenzie G., Hu Y., Bhaduri B. GeoAI: spatially explicit artificial intelligence techniques for geographic knowledge discovery and beyond. *International Journal of Geographical Information Science.* 2020. Vol. 34, No. 4. P. 625–636. DOI: https://doi.org/10.1080/13658816.2019.1684500.
11. Aidaoui A., Dechaicha A., Alkama D., Menai I., Salah Salah H. Mapping Tomorrow's Cities: GeoAI Strategies for Sustainable Urban Planning and Land Use Optimization. *Journal of Contemporary Urban Affairs.* 2024. Vol. 8, No. 1. P. 158–176. DOI: https://doi.org/10.25034/ijcua.2024.v8n1-9.
12. Petrosyan M., Efendyan P. Geo-AI in Spatial Data Infrastructure: A Comprehensive Review. *Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва*. 2025. Вип. I (49). С. 38–41. DOI: https://doi.org/10.33841/1819-1339-1-49-38-41.
13. Magagnoli B., Romio F. A. P., Lobosco G., Tinti L. Interconnected Landscapes: Multiscale Integration of Earth Observation and GIS for Sustainable Planning. *Journal of Landscape Architecture*. 2025. P. 219–226. DOI: https://doi.org/10.14627/537754020.
14. Neag A.-M., Matei F., Sălăgean T., Pop I., Truță A. L., Mălinaș C. Smart Land Management through GIS–Innovative System of Monitoring Fragmentation and Infrastructure Development. Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. *Forestry and Cadastre.* 2025. Vol. 82, No. 1. P. 1–8. DOI: https://doi.org/10.15835/buasvmcn-fc:2025.0013.
15. Luengo Cartagena Á., Díez-Pisonero R. Strategic Land Assessment, Land Suitability, and Territorial Intelligence for Metropolitan Infrastructure: Rethinking Airport Location in the Madrid Region. *Land.* 2025. Vol. 14, No. 10. Art. 2018. DOI: https://doi.org/10.3390/land14102018.
16. Kasiyanchuk D., Davybida L. Geoinformation modelling for the siting of industrial

solar power plants considering landslide processes in mountainous areas. Geodynamics. 2025. Vol. 2 (39). P. 83–98. DOI: https://doi.org/10.23939/jgd2025.02.083.
17. Касіянчук Д. Геоінформаційне забезпечення ухвалення рішень щодо обміну та консолідації земель у межах територіального планування. Airport Planning, Construction and Maintenance Journal. 2025. № 2. С. 91–99. DOI: https://doi.org/10.32782/apcmj.2025.2.9.
18. Про охорону культурної спадщини : Закон України від 08.06.2000 № 1805-III. Ст. 32. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1805-14#Text (дата звернення: 14.10.2026).

References

1. Novakovskyi L. Ya., Martyn A., Novakovska I., Slavin I., Skrypnyk L. Formation of land use restrictions by geoinformation analysis methods in spatial planning (on the example of territory around the airfields). *Ukrainian Geographical Journal.* 2021. No. 1. P. 44–53. DOI: https://doi.org/10.15407/UGZ2021.01.044.
2. Koshel A., Denysiuk B., Poltavets A. Algorithm for the Use of Geoinformation Technologies for the Purpose of Geoecological Monitoring of Territorial Communities. *Land Management, Cadastre and Land Monitoring*. 2025. No. 4. DOI: https://doi.org/10.31548/zemleustriy2025.04.08.
3. Bourbonnais M. L. Applications of geographic information systems, spatial analysis, and remote sensing in environmental impact assessment. Routledge Handbook of Environmental Impact Assessment. 1st ed. Routledge, 2022. Chapter 12. P. 201–220. DOI: https://doi.org/10.4324/9780429282492-13.
4. Mansourihanis O., Maghsoodi Tilaki M. J., Yousefian S., Zaroujtaghi A. A Computational Geospatial Approach to Assessing Land-Use Compatibility in Urban Planning. *Land.* 2023. Vol. 12, No. 11. Art. 2083. DOI: https://doi.org/10.3390/land12112083.
5. Sahin E., Iban M. C., Bilgilioğlu S. S. Remote Sensing-Enabled Urban Growth Simulation Overlaid with AHP-GIS-Based Urban Land Suitability for Potential Development in Mersin Metropolitan Area, Türkiye. Applied Sciences. 2024. Vol. 14, No. 8. Art. 3484. DOI: https://doi.org/10.3390/app14083484.
6. Kulikovska O., Kolb I., Kovalyshyn O., Kolodiy P., Stupen R., Trzyniec K., Vasyuk V., Hutsol T. Integration of UAV Photogrammetry and GIS for Digital Elevation Modeling in Urban Land Use Planning. *Sustainability.* 2026. Vol. 18, No. 6. Art. 3047. DOI: https://doi.org/10.3390/su18063047.
7. Kulikovska O., Stupen R., Kolodii P. Pro misku prohramu mistobudivnoi diialnosti ta stvorennia heoinformatsiinoi elektronnoi mistobudivnoi kadastrovoi systemy Kryvoho Rohu: sutnist, struktura ta ochikuvani rezultaty [On the urban planning program and the creation of a geoinformation electronic urban cadastral system of Kryvyi Rih: essence, structure and expected results]. *Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia.* 2026. No. 91. P. 650–664. DOI: https://doi.org/10.32347/2076-815x.2026.91.650-664. [in Ukrainian].
8. Yevdokimov A., Mamonov K., Radzinska Y., Shterndok E., Nesterenko S. Methodical principles of application of geoinformation systems and technologies in urban planning monitoring of real estate of territorial communities. *Automobile Roads and Road Construction.* 2025. Vol. 118, No. 1. P. 114–122. DOI: https://doi.org/10.33744/0365-8171-2025-118.1-114-122.
9. Radzinska Yu. B., Kuzmenko S. Yu., Zhehulska A. O. Heoinformatsiini systemy u planuvanni mistobudivnykh rishen [Geoinformation systems in urban planning decisions]. *Komunalne hospodarstvo mist.* 2025. Vol. 3, No. 191. P. 408–412.

DOI: https://doi.org/10.33042/2522-1809-2025-3-191-408-412. [in Ukrainian].
10. Janowicz K., Gao S., McKenzie G., Hu Y., Bhaduri B. GeoAI: spatially explicit artificial intelligence techniques for geographic knowledge discovery and beyond. *International Journal of Geographical Information Science*. 2020. Vol. 34, No. 4. P. 625–636. DOI: https://doi.org/10.1080/13658816.2019.1684500.
11. Aidaoui A., Dechaicha A., Alkama D., Menai I., Salah Salah H. Mapping Tomorrow's Cities: GeoAI Strategies for Sustainable Urban Planning and Land Use Optimization. *Journal of Contemporary Urban Affairs*. 2024. Vol. 8, No. 1. P. 158–176. DOI: https://doi.org/10.25034/ijcua.2024.v8n1-9.
12. Petrosyan M., Efendyan P. Geo-AI in Spatial Data Infrastructure: A Comprehensive Review. Suchasni dosiahnennia heodezychnoi nauky ta vyrobnytstva. 2025. Issue I (49). P. 38–41. DOI: https://doi.org/10.33841/1819-1339-1-49-38-41.
13. Magagnoli B., Romio F. A. P., Lobosco G., Tinti L. Interconnected Landscapes: Multiscale Integration of Earth Observation and GIS for Sustainable Planning. J*ournal of Landscape Architecture.* 2025. P. 219–226. DOI: https://doi.org/10.14627/537754020.
14. Neag A.-M., Matei F., Sălăgean T., Pop I., Truță A. L., Mălinaș C. Smart Land Management through GIS–Innovative System of Monitoring Fragmentation and Infrastructure Development. Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Forestry and Cadastre*. 2025. Vol. 82,* No. 1. P. 1–8. DOI: https://doi.org/10.15835/buasvmcn-fc:2025.0013.
15. Luengo Cartagena Á., Díez-Pisonero R. Strategic Land Assessment, Land Suitability, and Territorial Intelligence for Metropolitan Infrastructure: Rethinking Airport Location in the Madrid Region. Land. 2025. Vol. 14, No. 10. Art. 2018. DOI: https://doi.org/10.3390/land14102018.
16. Kasiyanchuk D., Davybida L. Geoinformation modelling for the siting of industrial solar power plants considering landslide processes in mountainous areas. *Geodynamics.* 2025. Vol. 2(39). P. 83–98. DOI: https://doi.org/10.23939/jgd2025.02.083.
17. Kasiyanchuk D. Heoinformatsiine zabezpechennia ukhvalennia rishen shchodo obminu ta konsolidatsii zemel u mezhakh terytorialnoho planuvannia [Geoinformation support for decision-making on land exchange and consolidation within territorial planning]. Airport Planning, *Construction and Maintenance Journal.* 2025. No. 2. P. 91–99. DOI: https://doi.org/10.32782/apcmj.2025.2.9.
18. Pro okhoronu kulturnoi spadshchyny [On the protection of cultural heritage]. (2000). Law of Ukraine No. 1805-III of June 8, 2000, Article 32. Available at: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1805-14#Text

Kolb I., Tkachyk Y.

FUNCTIONAL SYSTEMATIZATION AND CONCEPTUAL SEQUENCE OF APPLYING GEOINFORMATION METHODS TO SPATIAL PLANNING TASKS IN TERRITORIAL COMMUNITIES

LAND MANAGEMENT, CADASTRE AND LAND MONITORING 4'26: 189-207.
http://dx.doi.org/10.31548/zemleustriy2026.04.12

Abstract. *The article presents a functional systematization of modern geoinformation methods used to address spatial planning tasks in territorial communities. The aim of the study is to determine the functional purposes of geoinformation methods and to develop a conceptual se-*

quence for their selection and combination depending on the nature of the spatial planning task, the composition of the input geospatial data, and the expected spatial outcome. The methodological framework of the study includes comparative analysis, classification and generalization methods, and conceptual modeling.

The study identifies eight functional groups of geoinformation methods: spatial integration and overlay analysis; proximity and impact zone analysis; network analysis and spatial accessibility assessment; spatial statistics and geostatistical modeling; remote sensing and change monitoring; multicriteria land suitability assessment; scenario-based spatial modeling; and GeoAI (geospatial artificial intelligence) and machine learning methods. Relationships between spatial planning tasks, input geospatial data, processing methods, and resulting spatial outputs are established. The feasibility of sequentially or comprehensively combining several functional groups of methods is substantiated according to the nature of the task.

A conceptual sequence is developed: "spatial planning task → input geospatial data → analysis or modeling method → spatial result → result validation → planning decision." Its application is illustrated through the geoinformation processing of cadastral materials for the Svirzh Castle land parcel and the conceptual modeling of territorial restrictions in the QGIS environment. The potential for combining operations involving the reconstruction of the digital boundary of the land parcel, thematic representation of restrictions, and buffer modeling is demonstrated. Particular emphasis is placed on the need to distinguish between calculated results of geoinformation modeling and legally established boundaries of cultural heritage protection zones.

The practical significance of the findings lies in the potential application of the proposed functional systematization and conceptual sequence to support the justified selection and combination of geoinformation methods when addressing spatial planning tasks in territorial communities. The results are conceptual and methodological in nature. Further research will focus on the practical testing of the proposed approach, refinement of the geometric parameters of modeled zones, and quantitative validation of the results.

Keywords: *geographic information systems of territorial communities, geoinformation modelling of land resources, spatial planning, spatial analysis of land use, Earth observation, multicriteria analysis, GeoAI (Geospatial Artificial Intelligence).*