

**Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка**

**Географічний факультет
Кафедра географії України і туризму**

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ЗЕМЕЛЬНІ ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ, ОСОБЛИВОСТІ
ВИКОРИСТАННЯ**

**Спеціальність: 103 Науки про Землю
Освітня програма: Ґрунтознавство, експертна оцінка земель та
територіальне планування**

**Здобувачки першого (бакалаврського)
рівня вищої освіти**

Ольги МУДРИК

НАУКОВИЙ КЕРІВНИК:

кандидат географічних наук, доцент

Наталія ФЛІНТА

РЕЦЕЗЕНТ:

кандидат географічних наук, доцент

кафедри геоекології та гідрології

Надія СТЕЦЬКО

Тернопіль – 2026 р.

АНОТАЦІЯ

Мудрик О. Земельні інформаційні системи, особливості використання. Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» зі спеціальності 103 Науки про Землю. ТНПУ ім. В. Гнатюка. Тернопіль, 2026. 64 с.

У кваліфікаційній роботі обґрунтовано теоретичні та практичні засади функціонування земельно-інформаційних систем (ЗІС) в Україні. Досліджено нормативно-правове поле, технологічну інтеграцію ГІС і ЗІС та інструменти подолання гетерогенності геоданих. На прикладі Байковецької громади доведено високу ефективність хмарних ГІС-рішень для оптимізації бюджету, автоматизації адмінпослуг і сталого просторового планування територій.

Ключові слова: земельно-інформаційні системи, геоінформаційні системи, просторове планування, територіальна громада, Державний земельний кадастр, цифровізація.

ABSTRACT

Mudryk O. Land information systems, features of use. Qualification work for obtaining the degree of «bachelor» in the specialty 103 Earth Sciences. V. Hnatyuk Ternopil National University. Ternopil, 2026. 67 p.

The qualification work substantiates the theoretical and practical principles of the functioning of land information systems (GIS) in Ukraine. The regulatory and legal field, technological integration of GIS and GIS, and tools for overcoming the heterogeneity of geodata are studied. The example of the Baykovets community proves the high efficiency of cloud GIS solutions for budget optimization, automation of administrative services, and sustainable spatial planning of territories.

Keywords: land information systems, geographic information systems, spatial planning, territorial community, State Land Cadastre, digitalization.

ЗМІСТ

	<i>Стор.</i>
ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ЗЕМЕЛЬНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ (ЗІС)	8
1.1 Поняття, сутність та класифікація земельних інформаційних систем	8
1.2 Нормативно-правове регулювання створення та функціонування ЗІС в Україні	12
1.3 Складові елементи, архітектура та джерела даних для ЗІС	15
Висновок до розділу 1	19
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ТА ПРАКТИКИ ВИКОРИСТАННЯ ЗЕМЕЛЬНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ	21
2.1 Технології інтеграції геоінформаційних систем та ЗІС у сфері земельних ресурсів	21
2.2 Особливості застосування ЗІС для ведення Державного земельного кадастру та інвентаризації земель	23
2.3 Роль ЗІС у просторовому плануванні та управлінні територіями територіальних громад	30
2.4 Світовий досвід впровадження та функціонування земельно-інформаційних систем	36
Висновок до розділу 2	39
РОЗДІЛ 3. ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЗІС В УКРАЇНІ	41
3.1 Проблеми інтеграції різнорідних баз даних та захисту інформації в сучасних ЗІС	41
3.2 Напрями модернізації ЗІС в умовах повоєнного відновлення та цифровізації економіки	46
3.3 Обґрунтування ефективності впровадження новітніх ЗІС-рішень на прикладі Байковецької територіальної громади	49
Висновки до розділу 3	54
ВИСНОВКИ	56
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	59

ВСТУП

Актуальність теми. На сучасному етапі розвитку української державності ефективне, раціональне та прозоре управління земельними ресурсами є фундаментальною передумовою сталого економічного, соціального та екологічного розвитку територій. Земля виступає не лише головним засобом виробництва та просторовим базисом для розселення, а й потужним економічним активом, фінансовим фундаментом для формування бюджетів первинних ланок управління - територіальних громад.

Широке впровадження ЗІС та інтегрованих із ними геоінформаційних систем (ГІС) в Україні відбувається в умовах масштабних трансформаційних процесів. З одного боку, це загальнодержавна стратегія цифровізації («держава у смартфоні») та формування Національної інфраструктури геопросторових даних (НІГД). З іншого - логічне завершення реформи децентралізації, яка передала значні повноваження та масиви земель за межами населених пунктів у комунальну власність громад.

Особливої гостроти та стратегічного значення питання практичного використання ЗІС на місцевому рівні набуває в контексті подолання викликів воєнного стану та завдань майбутнього повоєнного відновлення України. Цифрові земельні системи стають незамінним інструментом для фіксації та оцінки збитків, завданих природно-економічним системам, моніторингу порушених земель, оперативного управління евакуйованим чи релокованим бізнесом, а також планування розміщення об'єктів критичної інфраструктури та нового житлового будівництва.

На тлі загальних складнощів у державі, окремі громади демонструють високу ефективність та інноваційність у розгортанні локальних місцевих ЗІС. Яскравим прикладом є Байковецька територіальна громада Тернопільської області, яка активно впроваджує сучасні геоінформаційні технології для інвентаризації земель, аудиту природних ресурсів та просторового планування.

Мета і завдання дослідження. Метою кваліфікаційної роботи є комплексне теоретичне дослідження методологічних засад формування

земельних інформаційних систем, аналіз специфіки та технологічних особливостей їх використання в сучасних реаліях України, а також обґрунтування й розробка практичних рекомендацій щодо підвищення ефективності функціонування ЗІС на місцевому рівні на прикладі Байковецької територіальної громади.

Для реалізації поставленої мети визначено такі завдання:

- Розкрити сутнісні характеристики, понятійно-категоріальний апарат та класифікаційні ознаки земельних інформаційних систем у структурі сучасного наукового знання.
- Проаналізувати стан та динаміку нормативно-правового регулювання процесів створення, наповнення та функціонування ЗІС в Україні на сучасному етапі.
- Дослідити архітектуру, базові структурні елементи, функціональні можливості та джерела первинних даних для наповнення сучасних земельно-інформаційних комплексів.
- Розглянути передові технології інтеграції геоінформаційних систем (ГІС) та ЗІС у загальну систему моніторингу та управління земельними ресурсами.
- Оцінити специфіку застосування ЗІС при веденні Державного земельного кадастру, проведенні масової інвентаризації земель та верифікації кадастрових помилок.
- Визначити роль і значення ЗІС у процесах стратегічного просторового планування та сталого розвитку територій сучасних громад.
- Узагальнити прогресивний світовий досвід побудови місцевих та національних ЗІС, виділивши перспективні елементи для адаптації в українську практику.
- Виявити основні технологічні та інституційні проблеми інтеграції різнорідних баз даних, а також обґрунтувати методи захисту інформації в локальних та державних ЗІС.

- Проаналізувати сучасний стан, специфіку та ефективність впровадження ЗІС-технологій у Байковецькій територіальній громаді в умовах цифровізації та повоєнного відновлення економіки.

Об’єкт дослідження – процеси формування, технологічного забезпечення, практичного функціонування та стратегічного розвитку земельних інформаційних систем у загальній структурі управління земельними ресурсами.

Предмет дослідження – організаційно-управлінські, правові, технологічні та просторово-географічні особливості використання земельних інформаційних систем на державному та місцевому рівнях (на прикладі Байковецької територіальної громади).

Методи дослідження. Методологічну основу роботи становить загальнонауковий діалектичний підхід до пізнання складних динамічних систем. Для вирішення окреслених завдань у роботі застосовано комплекс різноманітних методів дослідження: системно-структурний та порівняльно-аналітичний методи - при вивченні теоретичної сутності ЗІС, аналізі архітектури та порівнянні світових моделей кадастрових систем; нормативно-компаративний аналіз - для дослідження динаміки змін у земельному та містобудівному законодавстві України щодо геопросторових даних; метод узагальнення та наукового прогнозування - при формулюванні висновків, виявленні тенденцій та розробці рекомендацій щодо модернізації ЗІС громади.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у поглибленні, систематизації та адаптації теоретико-методологічних засад функціонування ЗІС до сучасних умов децентралізованого управління та воєнного стану; набули подальшого розвитку методичні підходи до вирішення проблеми сумісності та інтеграції різнорідних баз даних (кадастру, реєстру речових прав, лісогосподарських та екологічних реєстрів) на рівні самоврядних територій.

Практичне значення одержаних результатів. Сформульовані в роботі наукові положення, аналітичні висновки та прикладні рекомендації можуть бути використані Департаментами екології, природних ресурсів та землеустрою, а також безпосередньо відділами земельних відносин та архітектури Байковецької

сільської ради для вдосконалення власної ГІС-платформи; у навчальному процесі закладів вищої освіти при викладанні дисциплін землевпорядного, географічного та управлінського профілів.

Структура роботи. Кваліфікаційна робота складається зі вступу, трьох взаємопов'язаних розділів, висновків до кожного розділу, загальних висновків, списку використаних джерел. Загальний обсяг роботи становить 64 сторінок комп'ютерного тексту. Робота ілюстрована 10 рисунками. Список використаних джерел включає 51 найменувань, розміщених в алфавітному порядку.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ЗЕМЕЛЬНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ (ЗІС)

1.1 Поняття, сутність та класифікація земельних інформаційних систем

У сучасних Науках про Землю та практиці просторового моделювання управління земельними ресурсами розглядається як багатоаспектна геопросторова та екологічно-економічна задача. Динамічний розвиток геоінформаційних технологій (ГІС) та діджиталізація управлінських процесів зумовили виокремлення спеціалізованого класу інформаційних систем - земельних інформаційних систем (ЗІС), які виступають головним інструментом збору, моделювання та аналізу кадастрової й геоекологічної інформації.

З погляду системного аналізу, земельна інформаційна система (ЗІС) - це людино-машинна програмно-апаратна система, призначена для збору, накопичення, систематизації, довготривалого зберігання, актуалізації, просторового аналізу, моделювання та відображення геопросторових даних про земельний фонд, його правовий статус, якісні та кількісні характеристики, оціночну вартість, господарське використання, а також інші природні й антропогенні об'єкти, що нерозривно пов'язані із землею [10].

В академічному дискурсі та нормативно-правовому полі сутність ЗІС трактується через призму взаємодії просторових (координатних) та атрибутивних (семантичних) даних. Згідно з науковими підходами дослідників ГІС-технологій в Україні, зокрема А. Ляценка та Ю. Карпінського [18, 19], ЗІС розглядається як просторово-орієнтована база даних, що базується на інтеграції картографічної основи з юридичними, економічними та екологічними реєстрами.

Міжнародна федерація геодезистів (FIG) визначає ЗІС як інструмент для прийняття правових, адміністративних та економічних рішень, а також як основу для планування та розвитку територій [1]. Сутнісна основа ЗІС полягає у забезпеченні принципу геовізуалізації та тополого-просторової зв'язності: кожен земельний масив, ділянка чи зона обмеження використання мають чітку

математично визначену систему координат (в Україні - державна геодезична референсна система координат УСК-2000), яка інтегрована з унікальним ідентифікатором (кадастровим номером) та базою даних атрибутів [16].

Сутність ЗІС проявляється через її базові функції, які можна згрупувати у чотири блоки:

1. Інформаційно-метрична функція: точне визначення просторових меж, площ, контурів угідь, рельєфних характеристик та координат поворотних точок меж земельних ділянок.

2. Юридично-правова функція: фіксація та відображення прав власності, постійного користування, оренди, суборенди, а також встановлених сервітутів, емфітевзису, суперфіцію та зон обмеження (охоронних, санітарно-захисних тощо).

3. Фіскально-економічна функція: забезпечення даних для проведення нормативної та експертної грошової оцінки земель, розрахунку земельного податку, орендної плати та формування інвестиційних паспортів територій.

4. Екологічно-моніторингова функція: відстеження динаміки якісного стану земельних ресурсів (рівень еродованості, гумусованості, засолювання, підтоплення, антропогенного забруднення), що безпосередньо корелює з завданнями Наук про Землю щодо раціонального природокористування.

Для глибокого розуміння структури та функціональних можливостей ЗІС необхідна їх науково обґрунтована класифікація. У науковій літературі земельні інформаційні системи класифікують за низкою ознак, що відображено у працях вітчизняних фахівців з геодезії та землеустрою, таких як М. Куценко [20] та В. Морозов [24], Г. Шарий [48]

Розглянемо детально основні класифікаційні ознаки земельних інформаційних систем:

1. За просторово-територіальним охопленням (масштабом):

- Глобальні ЗІС - охоплюють інформацію про земельні ресурси континентів або планети в цілому (переважно використовуються міжнародними

організаціями, наприклад, FAO ООН, для моніторингу опустелювання, глобальних кліматичних змін та продовольчої безпеки).

- Національні (державні) ЗІС - функціонують у межах кордонів однієї держави. В Україні яскравим прикладом є автоматизована система Державного земельного кадастру (АС ДЗК), що консолідує дані про всі землі країни.
- Регіональні ЗІС - створюються на рівні адміністративних областей або природно-економічних регіонів (наприклад, ГІС-портал Тернопільської області). Вони орієнтовані на вирішення задач регіонального природокористування та розвитку інфраструктури.
- Місцеві (локальні) ЗІС - розгортаються на рівні окремих територіальних громад (ТГ), міст, селищ або великих сільськогосподарських підприємств (агрохолдингів).

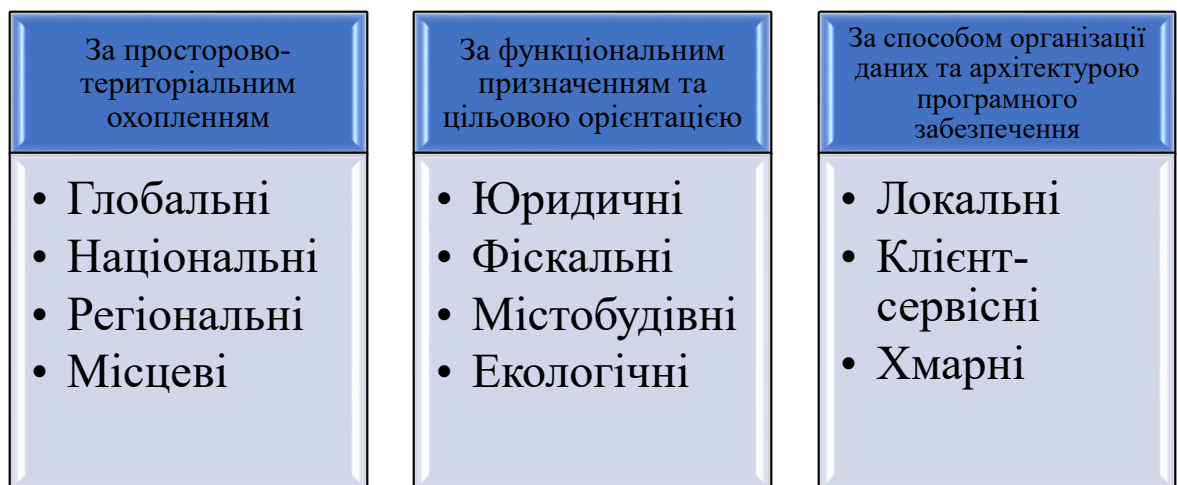


Рис. 1 1 Класифікаційні ознаки земельних інформаційних систем

Джерело: складено автором

2. За функціональним призначенням та цільовою орієнтацією:

- Юридичні (реєстраційні) ЗІС - фокусуються на фіксації прав, правчинів, захисту права власності та веденні поземельних книг.
- Фіскальні (податкові) ЗІС - орієнтовані на збір інформації про вартість об'єктів нерухомості та землі з метою оптимізації оподаткування та контролю фінансових надходжень до бюджетів.

- Містобудівні та планувальні ЗІС - використовуються для розробки генеральних планів, схем планування територій та комплексних планів просторового розвитку громад [48]. Вони містять детальні шари функціонального зонування територій.

- Екологічні (моніторингові) ЗІС - призначені для ведення моніторингу земель, оцінки їх деградації, моделювання процесів ерозії ґрунтів та планування контурно-меліоративної організації території [16].

3. За способом організації даних та архітектурою програмного забезпечення:

- Локальні (десктопні) ЗІС - функціонують на окремих робочих станціях без постійного доступу до мережі (використовують десктопний софт: ArcGIS Pro, QGIS, пакунки Панорама/ГІС Карта).

- Клієнт-серверні ЗІС - передбачають збереження просторових баз даних (наприклад, під управлінням СУБД PostgreSQL/PostGIS, Oracle Spatial) на центральному сервері з доступом користувачів через локальну мережу чи захищені канали зв'язку.

- Хмарні та Веб-ЗІС (Web-LIS) - сучасні системи, що функціонують на основі хмарних технологій (Cloud Computing). Користувачі отримують доступ до геопросторових шарів через стандартні веб-браузери або мобільні додатки за допомогою інфраструктури геопорталів [42] (наприклад, ArcGIS Online, специфікації WMS/WFS геопорталів громад).

Сучасний етап розвитку Наук про Землю вимагає переходу від статичних інформаційних систем до динамічних багатовимірних моделей. У цьому контексті ЗІС еволюціонують від двовимірних планів (2D) до тривимірного моделювання рельєфу та підземних комунікацій (3D ЗІС) і часового аналізу змін меж та стану угідь (4D ЗІС - кадастр у часовому вимірі).

Методологічною основою моделювання об'єктів у ЗІС є концепція пошарової організації геопросторової інформації (шари/лейєри). Вся інформація про територію громади чи держави розділяється на тематичні площини: шар рельєфу, шар гідрографічної сітки, шар адміністративних меж, шар земельних

ділянок, шар інженерних мереж, шар рослинного покриву тощо [23]. Шляхом просторового накладання (оверлею) цих шарів оператор системи або дослідник може здійснювати багатофакторний аналіз територіальних систем, виявляти накладання ділянок, геоекологічні ризики та розраховувати оптимальні сценарії землекористування.

Таким чином, земельні інформаційні системи є складними, ієрархічно побудованими структурами, які поєднують у собі передові досягнення геодезії, картографії, інформаційних технологій та економіко-екологічного менеджменту. Системна класифікація ЗІС та чітке розуміння їхньої сутності дозволяють ефективно проектувати локальні геоінформаційні рішення для місцевого рівня, що є базисом для сталого розвитку територіальних громад в Україні.

1.2 Нормативно-правове регулювання створення та функціонування ЗІС в Україні

Ефективне розгортання, інтеграція та практичне функціонування земельних інформаційних систем (ЗІС) на будь-якому рівні управління - від загальнодержавного до місцевого (рівня територіальних громад) - критично залежить від сформованості та прозорості нормативно-правової бази. Правове регулювання у цій сфері покликане вирішити низку фундаментальних задач: стандартизувати геометричні та атрибутивні параметри геопросторових об'єктів, встановити регламенти міжреєстрової взаємодії, визначити правовий статус цифрових моделей територій та чітко розмежувати повноваження держателів, адміністраторів і користувачів геопросторової інформації.

Архітектура нормативно-правового регулювання ЗІС в Україні має дворівневу структуру, яка складається із законів України (загальне та спеціальне законодавство) та підзаконних нормативно-правових актів (постанови Кабінету Міністрів України, накази профільних міністерств, державні стандарти й технічні регламенти).

Базисом для правового регулювання земельних відносин, що цифровізуються за допомогою ЗІС, є Конституція України та Земельний кодекс

України [17]. Кодекс визначає засади права власності та користування землею, а також закладає правову основу для моніторингу, охорони та інвентаризації земель, які виступають первинними об'єктами моделювання в інформаційних системах.

Центральне місце у спеціальному законодавстві посідає Закон України «Про Державний земельний кадастр» [33]. Цей нормативно-правовий акт визначає правові, економічні та організаційні засади ведення кадастру як єдиної державної геоінформаційної системи. Закон чітко регламентує структуру даних АС ДЗК (Автоматизованої системи Державного земельного кадастру), склад поземельних книг, порядок присвоєння унікальних кадастрових номерів, а також вимоги до геодезичної та картографічної основи, яка повинна формуватися виключно в державній геодезичній референсній системі координат УСК-2000.

Новою віхою у розвитку цифрового моделювання територій та функціонування локальних ЗІС став Закон України «Про національну інфраструктуру геопросторових даних» (НІГД) [37]. Цей документ інтегрував правове поле України у європейський простір відповідно до вимог Директиви Європейського Парламенту та Ради INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe). Закон про НІГД визначив правові умови для створення єдиного національного геопорталу, встановив принципи відкритості та інтероперабельності (технологічної сумісності) геопросторових даних, отриманих із різних джерел. Відповідно до положень цього закону, відомості про земельні ділянки, державний кордон та межі територіальних громад належать до *базових геопросторових даних*, створення та актуалізація яких є обов'язковими для органів виконавчої влади та місцевого самоврядування.

Процеси просторового планування на місцевому рівні, які безпосередньо реалізуються за допомогою локальних ЗІС-рішень, регулюються Законом України «Про регулювання містобудівної діяльності» з урахуванням положень Закону № 711-IX щодо планування використання земель. Зазначені норми запровадили поняття Комплексного плану просторового розвитку території територіальної громади. Цей документ одночасно є містобудівною та

землевпорядною документацією, яка розробляється виключно у векторному цифровому форматі як набір геопросторових даних для завантаження в інтегровані інформаційні системи.

На підзаконному рівні функціонування ЗІС деталізується низкою урядових рішень. Зокрема, Порядок ведення Державного земельного кадастру [30], затверджений Постановою КМУ № 1051, містить вичерпні технічні вимоги до структури електронних документів (файлів у форматі XML/JSON), що описують геометрію та атрибути земельних ділянок і обмежень. Порядок функціонування НІГД врегульовано Постановою КМУ № 532, яка встановлює правила створення метаданих, специфікації геопросторових даних та вимоги до забезпечення мережесервісів (WMS, WFS) для обміну інформацією в режимі реального часу [30].

Технічна та технологічна стандартизація ЗІС в Україні спирається на систему національних стандартів, гармонізованих із міжнародними стандартами ISO серії 19100. Серед них ключову роль відіграють:

- ДСТУ ISO 19115 (Географічна інформація. Метадані) [15], який визначає принципи опису та ідентифікації наборів просторових даних;
- ДСТУ ISO 19136 (Географічна інформація. Мова географічної розмітки - GML) [16], що стандартизує XML-схеми для обміну геопросторовими даними через інтернет;
- Серія стандартів ДСТУ щодо топографічного та кадастрового картографування, які задають класифікатори об'єктів і правила їх цифрового кодування.

Окремим важливим аспектом правового регулювання ЗІС у сучасних реаліях є забезпечення інформаційної безпеки та функціонування систем в умовах дії правового режиму воєнного стану. Закони України «Про захист інформації в інформаційно-комунікаційних системах» [35] та «Про основні засади забезпечення кібербезпеки України» [38] вимагають від держателів ЗІС (зокрема органів місцевого самоврядування) створення Комплексних систем захисту інформації (КСЗІ) з підтвердженою сертифікацією Державної служби

спеціального зв'язку та захисту інформації України. Це питання є критично актуальним, оскільки геопросторові дані про критичну інфраструктуру, точні координати меж та детальні ортофотоплани територій мають обмежений режим доступу задля недопущення їх використання країною-агресором.

Водночас нормативне поле адаптується до завдань повоєнного відновлення. Прийняті урядові акти щодо створення Державного реєстру пошкодженого та знищеного майна, а також нормативні вимоги до розробки Програм комплексного відновлення областей та територіальних громад, передбачають обов'язкове використання геоінформаційних платформ. Це дозволяє інтегрувати дані про руйнування земельного фонду та екологічні збитки безпосередньо у структуру місцевих ЗІС.

Таким чином, сучасна нормативно-правова база України у сфері формування та використання земельних інформаційних систем перебуває на етапі активної євроінтеграційної модернізації. Створення чітких законодавчих імперативів щодо обов'язковості цифрового просторового планування та ведення кадастрових систем на базі стандартів НІГД відкриває широкі можливості для впровадження новітніх ГІС/ЗІС рішень на рівні територіальних громад, забезпечуючи легітимність, точність та захищеність геопросторової інформації.

1.3. Складові елементи, архітектура та джерела даних для ЗІС

Земельні інформаційні системи (ЗІС) як спеціалізоване відгалуження геоінформаційних технологій є складними структурованими комплексами. Ефективність функціонування ЗІС, їхня здатність оперативно вирішувати прикладні завдання землевпорядкування, геоекологічного моніторингу та просторового планування залежать від збалансованості всіх компонентів системи, раціонального вибору архітектури та верифікації джерел вхідної геопросторової інформації.

У системному аналізі та геоматиці прийнято виділяти п'ять фундаментальних складових елементів ЗІС, які забезпечують безперервний життєвий цикл просторових даних.

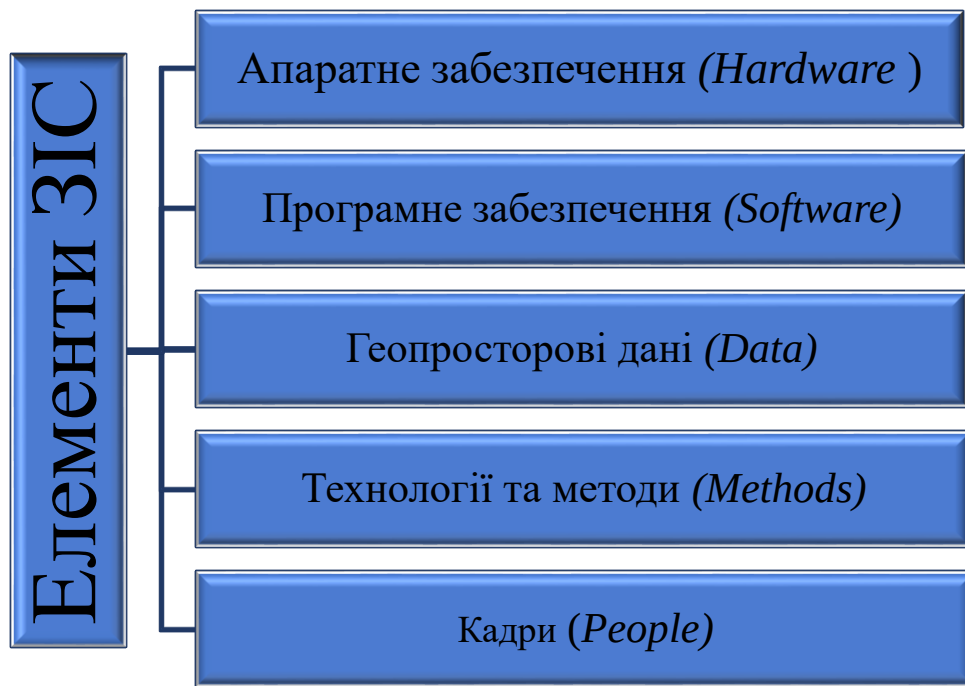


Рис. 1.2 Фундаментальні складові елементи ЗІС

Джерело: складено автором

1. Апаратне забезпечення (Hardware): обчислювальні потужності (робочі станції, сервери), пристрої введення (цифровізатори, сканери, GNSS-приймачі) та виведення інформації (плотери, принтери, монітори високої роздільної здатності).

2. Програмне забезпечення (Software): базові геоінформаційні платформи (як комерційні - ArcGIS Pro, так і з відкритим кодом - QGIS), спеціалізовані модулі для обробки геодезичних даних, а також системи управління базами даних (СУБД).

3. Геопросторові дані (Data): центральне ядро системи, що містить математично скоординовану просторову та описову (атрибутивну) інформацію про об'єкти.

4. Технології та методи (Methods): алгоритми, аналітичні процедури, математичні моделі та регламенти обробки даних, розроблені відповідно до нормативних стандартів.

5. Кадри (People): фахівці з ГІС, інженери-землевпорядники, геодезисти, адміністратори баз даних та кінцеві користувачі (наприклад,

спеціалісти архітектурних чи земельних відділів громад), які приймають управлінські рішення [4].

Архітектура ЗІС визначає спосіб взаємодії між цими компонентами, структуру баз даних та логіку обробки запитів. У сучасній практиці проектування місцевих та регіональних ЗІС домінує трьохрівнева клієнт-серверна архітектура (або Веб-архітектура), яка забезпечує максимальну гнучкість та інтероперабельність даних.

Перший рівень - рівень збереження даних (серверний). Він реалізується на базі реляційних та об'єктно-орієнтованих СУБД (наприклад, PostgreSQL із просторовим розширенням PostGIS або Oracle Spatial). Тут геопросторова інформація зберігається у вигляді таблиць, де геометрія об'єктів (точки, лінії, полігони) записана у спеціальних двійкових або текстових форматах (WKB/WKT) зі збереженням топологічних зв'язків [7].

Другий рівень - рівень апікацій (сервер додатків / геосервер). Такі програмні продукти, як GeoServer, MapServer або ArcGIS Enterprise, виступають посередниками. Вони трансформують сирі дані із СУБД у картографічні веб-сервіси за міжнародними стандартами Open Geospatial Consortium (OGC), зокрема WMS (Web Map Service) для растрових зображень та WFS (Web Feature Service) для векторних об'єктів [7].

Третій рівень - рівень представлення (клієнтський). Це безпосередній інтерфейс, з яким працює користувач. Внутрішні спеціалісти використовують повнофункціональні десктопні ГІС-додати, тоді як керівництво громад та громадськість взаємодіють із системою через тонкий клієнт - веб-браузер або інтерактивний геопортал громади [8].

Критично важливим аспектом проектування ЗІС є формування та верифікація джерел даних, оскільки саме вони визначають точність та наукову легітимність створюваних цифрових моделей територій. Вхідні дані для ЗІС за своєю природою та методами отримання поділяються на кілька базових категорій:

1. Топографо-геодезичні дані та матеріали зйомок

Це найбільш точне джерело інформації, що забезпечує геометричну основу системи. Сюди відносяться результати польових вимірювань за допомогою електронних тахеометрів та супутникових GNSS-приймачів у режимі RTK (Real Time Kinematic) [14]. Особливе місце посідають матеріали дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) - цифрова аерозйомка, безпілотні літальні апарати (БПЛА) та космічні знімки надвисокої роздільної здатності. На їх основі створюються цифрові ортофотоплани, що слугують безпосереднім візуальним базисом ЗІС.

2. Картографічні джерела

До цієї групи належать наявні паперові та цифрові топографічні карти і плани різних масштабів (1:500, 1:2000, 1:10000, 1:25000), плани внутрішньогосподарського устрою, карти ґрунтових обстежень, лісовпорядні плани та схеми адміністративно-територіального устрою. Аналогові (паперові) карти проходять обов'язкові процеси сканування, географічної прив'язки до референсної системи координат УСК-2000 та векторизації (оцифрування) [49].

3. Кадастрово-реєстраційні дані

Відомості, що імпортуються з існуючих державних реєстрів та автоматизованих систем. Базовим джерелом є Державний земельний кадастр (переважно у форматі обмінних файлів XML або через API-інтеграцію), Державний реєстр речових прав на нерухоме майно, Державний картографо-геодезичний фонд, а також галузеві кадастри (містобудівний, лісовий, водний, родовищ корисних копалин) [49].

4. Текстово-атрибутивні та статистичні дані

Описова інформація, яка зв'язується із просторовими об'єктами за допомогою унікальних ключів (наприклад, кадастрового номера чи коду КОАТУУ/КАТОТТГ). Це книги реєстрації, статистичні звіти про наявність земель та розподіл їх за угіддями, власниками й користувачами, матеріали нормативної та експертної грошової оцінки, а також демографічні дані. [14]

Сучасний підхід до організації джерел даних вимагає обов'язкового створення метаданих - «даних про дані», що описують походження, точність,

масштаб, дату актуалізації та систему координат конкретного інформаційного шару відповідно до ДСТУ ISO 19115 [15].

Процес наповнення ЗІС базується на пошаровому моделюванні, де кожен тип джерела інформації формує окремий тематичний шар (наприклад, растровий ортофотоплан є нижньою підкладкою, над якою розгортаються векторні шари меж земельних ділянок, гідрографії, доріг та зон обмежень). Така архітектурна побудова та диверсифікація джерел інформації дозволяє створити цілісну цифрову модель території, що є незамінним інструментом для просторового аналізу, моделювання геоecологічних процесів та прийняття виважених управлінських рішень органами місцевого самоврядування.

Висновок до розділу 1

Узагальнено теоретико-методологічні засади становлення, функціонування та структурної побудови земельних інформаційних систем (ЗІС) в умовах цифровізації управління територіями. Дослідження понятійного апарату дозволило визначити ЗІС як людино-машинний програмно-апаратний комплекс для всебічного моделювання земельного фонду за допомогою пошарової організації геопросторових і атрибутивних даних. З'ясовано специфіку базових функцій систем та деталізовано їх класифікацію за територіальним масштабом, архітектурою програмного забезпечення та цільовим призначенням.

Встановлено, що розгортання ЗІС в Україні спирається на розгалужену нормативно-правову базу, яка динамічно модернізується відповідно до вимог європейської Директиви INSPIRE та стандартів ISO серії 19100. Провідну роль у легітимізації цифрового просторового моделювання відіграють Закони України про Державний земельний кадастр, інфраструктуру геопросторових даних та просторове планування територій громад, які впроваджують обов'язковість створення комплексних планів у єдиній системі координат УСК-2000. Правове поле також адаптується до умов воєнного стану та завдань відновлення, жорстко регламентуючи кібербезпеку і захист інформації.

Доведено, що найбільш ефективною для місцевого рівня є трьохрівнева клієнт-серверна веб-архітектура ЗІС, яка інтегрує просторові бази даних (PostgreSQL/PostGIS) із мережевими сервісами картографування. Оцінено ключові джерела інформаційного наповнення систем, де базовий геометричний каркас формують результати топографо-геодезичних зйомок, БПЛА та матеріали ДЗЗ, а семантичне ядро - кадастрово-реєстраційні та текстово-статистичні відомості. Інтеграція цих різномірних джерел забезпечує створення верифікованої цифрової моделі громади для прийняття обґрунтованих еколого-економічних рішень.

РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ТА ПРАКТИКИ ВИКОРИСТАННЯ ЗІС

2.1. Технології інтеграції ГІС та ЗІС у сфері земельних ресурсів

Сучасний етап управління земельними ресурсами вимагає консолідації різнорідних даних у єдиному інформаційному просторі. Історично земельні інформаційні системи (ЗІС) розвивалися як інструменти правового, фіскального та реєстраційного обліку, орієнтовані на роботу з текстово-атрибутивними реєстрами, тоді як геоінформаційні системи (ГІС) слугували для високоточного просторового аналізу, обробки картографічних матеріалів та даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) [8]. Сьогодні ефективне землевпорядкування неможливе без повної технологічної інтеграції ГІС та ЗІС, що дозволяє поєднати юридичний статус земельної ділянки з її точними просторовими координатами, рельєфом та геоекологічними характеристиками.

Інтеграція ГІС та ЗІС базується на концепції побудови інтероперабельних геопросторових баз даних. Головна технологічна складна задача полягає в синхронізації просторової складової (векторних контурів ділянок, обмежень, угідь) із семантичним ядром (відомостями про власників, цільове призначення, нормативну вартість тощо) [49].

У міжнародній та вітчизняній практиці виділяють три основні рівні технологічної інтеграції ГІС та ЗІС:

1. СУБД-орієнтована інтеграція (на рівні баз даних). Просторові та атрибутивні дані зберігаються спільно в межах єдиної об'єктно-реляційної системи управління базами даних (СУБД), наприклад, PostgreSQL із розширенням PostGIS або Oracle Spatial. Завдяки цьому забезпечується висока швидкість виконання SQL-запитів, що одночасно аналізують як геометрію об'єкта, так і його юридичні параметри [16].

2. Сервіс-орієнтована інтеграція (SOA / Web-сервіси). Обмін даними між спеціалізованою кадастровою ЗІС та універсальною ГІС-платформою (наприклад, QGIS чи ArcGIS Pro) реалізується через стандартизовані веб-сервіси

Open Geospatial Consortium (OGC) - Web Map Service (WMS) для передачі растрових шарів-підкладок та Web Feature Service (WFS) для динамічного редагування векторних об'єктів [4].

3. Прикладна інтеграція (на рівні користувацького інтерфейсу). Створення веб-геопорталів та тонких клієнтів, які дозволяють кінцевому користувачу (наприклад, землевпоряднику територіальної громади) здійснювати пошук ділянки за кадастровим номером або за допомогою кліку на інтерактивній карті, миттєво отримуючи повну виписку з поземельної книги [14].

Однією з провідних технологій інтеграції є концепція пошарового оверлею (просторового накладання). У межах інтегрованої системи базові кадастрові дані ЗІС виступають опорним шаром, на який накладаються тематичні ГІС-шари:

- Матеріали дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) та БПЛА - ортофотоплани високої роздільної здатності для виявлення самовільного захоплення земель чи нецільового використання;
- Цифрові моделі рельєфу (ЦМР) - для розрахунку стрімкості схилів, експозиції та моделювання ерозійних процесів;
- Агрохімічні та ґрунтові шари - для моніторингу родючості, оцінки гумусованості та бонітування ґрунтів [4].

Важливим технологічним драйвером інтеграції в Україні стало впровадження мови географічної розмітки - GML (Geography Markup Language) та уніфікація обмінних файлів земельно-кадастрової інформації у форматі XML (згідно з Постановою КМУ № 1051). Це дозволило автоматизувати імпорту-експорт геодезичних даних із польових GNSS-приймачів та тахеометрів безпосередньо в АС ДЗК.

Сучасний тренд розвитку інтегрованих технологій пов'язаний із переходом до архітектури Cloud GIS (хмарних геоінформаційних систем) та концепції «цифрових двійників» (Digital Twins) територій. Хмарна інтеграція дозволяє об'єднувати дані Державного земельного кадастру із Державним реєстром речових прав на нерухоме майно та локальними містобудівними кадастрами міст і громад у режимі реального часу через захищені канали API. Це мінімізує ризики

виникнення просторових помилок (накладань меж ділянок) та значно прискорює процедури надання адміністративних послуг у сфері земельних відносин.

Таким чином, технології інтеграції ГІС та ЗІС забезпечують перехід від простого накопичення відомостей до інтелектуального просторового аналізу земельного фонду. Впровадження клієнт-серверних рішень, хмарних технологій та дотримання стандартів OGC створює надійну технологічну основу для функціонування місцевих систем, оптимізуючи процеси інвентаризації, оподаткування та екологічно безпечного землекористування на рівні територіальних громад.

2.2 Особливості застосування ЗІС для ведення Державного земельного кадастру та інвентаризації земель

У межах реалізації концепції сталого розвитку особлива роль відведена комплексному оцінюванню природно-ресурсного потенціалу, а також систематизації та безперервному моніторингу відомостей про лікувальні ресурси нашої держави. Головним інструментом упорядкування інформації, накопичення знань та верифікації даних про земельний фонд країни виступає Державний земельний кадастр. Відповідно до сучасних міжнародних вимог, архітектура та організація просторових кадастрових даних мають базуватися на принципах концептуального моделювання із обов'язковим формуванням детального каталогу класів геопросторових об'єктів [39].

Глобальний розвиток геоінформаційних технологій зумовив трансформацію кадастрових баз даних, які почали інтегрувати значні обсяги суміжної географічної інформації. Складні питання формування та структурування таких баз аналізувалися багатьма вітчизняними та закордонними авторами. Зокрема, дослідник Williamson І констатував, що більшість європейських країн (включаючи Україну) стикаються із серйозними труднощами під час спроб закріплення та верифікації кадастрових відомостей за конкретними земельними ділянками [8]. Вагомий внесок у дослідження теоретичних та прикладних аспектів застосування ГІС для ведення кадастрових

систем зробили такі українські вчені, як Ю. Карпінський, А. Ляшенко [18; 19] та В. Шипулін [49].

Сучасні (ГІС) використовують багатоцільову кадастрову базу даних як основу для проектування та генерації кадастрових планів і карт. Проте безпосередньому процесу цифрового картографування обов'язково має передувати ретельний аудит і перевірка всієї інформації про земельні ділянки на предмет точності межових ліній, наявності зареєстрованих речових прав, а також наявних юридичних чи екологічних обмежень.

Ефективним і комплексним підходом до збору, обробки, багатофакторного аналізу та візуалізації просторової інформації (зокрема, даних про землеволодіння) є використання ГІС-технологій, інтегрованих із об'єктно-реляційними базами даних на платформі програмного забезпечення з відкритим кодом (Open Source) [4]. Оскільки функціональні можливості таких СУБД і ГІС спираються на відкриті стандарти, їх доцільно застосовувати для ведення, статистичного опрацювання та оперативного відображення великих масивів геопросторових даних. Загалом в Україні чинна система кадастрів розбудовується з метою упорядкування даних, вартісної оцінки та безперервного моніторингу кількісних і якісних параметрів природно-ресурсного потенціалу.

Завдяки прийняттю Закону України «Про національну інфраструктуру геопросторових даних» [37] та затвердженню відповідного урядового Порядку її створення і функціонування, в державі було закладено жорсткі стандарти організації національної бази геопросторових даних. Ці нормативні стандарти визначають єдині методологічні принципи просторового моделювання, що створює сприятливі умови для ефективного територіального управління та збалансованого розвитку.

Головними орієнтирами Національної інфраструктури геопросторових даних (НІГД) визначено повне задоволення потреб суспільства і держави в актуальній географічній інформації, а також масштабне розширення сфери використання просторових даних та ГІС-технологій задля забезпечення сталого розвитку [37]. Розбудова НІГД є не лише інструментом оптимізації державного

управління, а й обов'язковою вимогою у контексті євроінтеграційних процесів України.

ОСНОВОЮ ГІС Є БАЗА ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ



Не залежність від інструментальних ГІС

Підтримка 1000+ інструментів ГІС, ВІ і т.д.

Цілісність даних

Безшовність

Версійність

Пісочниця і перевірка якості валідація

Реляційні та семантичні зв'язки

Побудова топологічних моделей для топографічних об'єктів, в тому числі для мережних моделей

Це все стосується повноцінних БД з описаними моделями даних та сервісами, а не обмінах файлових форматів

Рис. 2.1 Основні властивості єдиної геопросторової бази даних [26]



Рис. 2.2 Схема інтеграції даних [26]

Відповідно до положень Закону України «Про національну інфраструктуру геопросторових даних» [37], архітектура НІГД розглядається як комплексне середовище, що об'єднує організаційну структуру, програмно-технічні комплекси, стандарти, метадані, профільні сервіси та технічні регламенти. Цей інтегрований інструментарій, разом із базовими та тематичними наборами цифрових даних, забезпечує повний життєвий цикл геопросторової інформації -

від її первинного збору й систематизації до довготривалого зберігання, актуалізації, публікації та практичного використання в управлінській діяльності [37].

Організаційна реструктуризація передбачає створення спеціалізованих структурних підрозділів і профільних департаментів, орієнтованих на проектування та розробку окремих компонентів баз даних. Функціонування кожного осередку базуватиметься на чітко регламентованих цілях, завданнях та часових графіках виконання робіт, узгоджених із загальною стратегією головного відділу прийняття рішень. Важливою умовою є обов'язковий контроль якості на кожному етапі моделювання баз даних: залучення висококваліфікованих фахівців широкого профілю гарантує відповідність створюваного геоінформаційного продукту чинним процедурам, технічним регламентам та стандартам.



Рис. 2.3 Процес розподілу функціонування даних на етапі формування [18]

Згідно з приписами статті 36 Закону України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність» [41], встановлено чіткі регуляторні вимоги щодо оприлюднення відомостей Державного земельного кадастру. Обов'язковому відкритому розміщенню підлягають картографічна основа, індексні кадастрові карти (плани), а також інші регламентовані законодавством відомості. Водночас

нормативно закріплено імператив щодо забезпечення безкоштовного та загальнодоступного доступу до цієї інформації з можливістю її анонімного перегляду, копіювання чи роздруку без додаткових обмежень [41].

У цьому контексті Державний земельний кадастр доцільно розглядати як фінальний геоінформаційний продукт, тоді як Національна інфраструктура геопросторових даних (НІГД) виступає його фундаментальним технологічним базисом [37]. НІГД функціонує як скоординована система інтегрованих регіональних, галузевих та міжвідомчих інформаційних комплексів, розгорнутих на базі ГІС-технологій. Зазначені системи забезпечують оперування спільними геоінформаційними ресурсами завдяки використанню єдиної цифрової топографо-геодезичної основи, а також уніфікованих технічних регламентів, стандартів, класифікаторів і правил кодування об'єктів [37].

Центральним ядром таких геоінформаційних ресурсів є базові набори геопросторових даних, які гарантують просторову та змістовну інтеграцію будь-якої іншої тематичної, профільної чи негеопросторової (атрибутивної) інформації. З огляду на це, регулювання земельних відносин та ведення безпосередньо поземельного кадастру є лише одним із прикладних напрямів багатоцільового практичного застосування потенціалу Національної інфраструктури геопросторових даних.

Додатково на місцевому рівні діють регламенти щодо цифровізації містобудівної документації, які визначають логічну структуру баз геоданих для таких документів, як комплексний план просторового розвитку ТГ, генеральний план та детальний план території. Специфікації цих цифрових моделей територій містять вичерпні вимоги до атрибутивного наповнення кожного класу просторових об'єктів. Зокрема, для об'єктів класу «земельні ділянки» передбачено обов'язкову фіксацію набору спеціалізованих правових, фіскальних та геоекологічних параметрів.

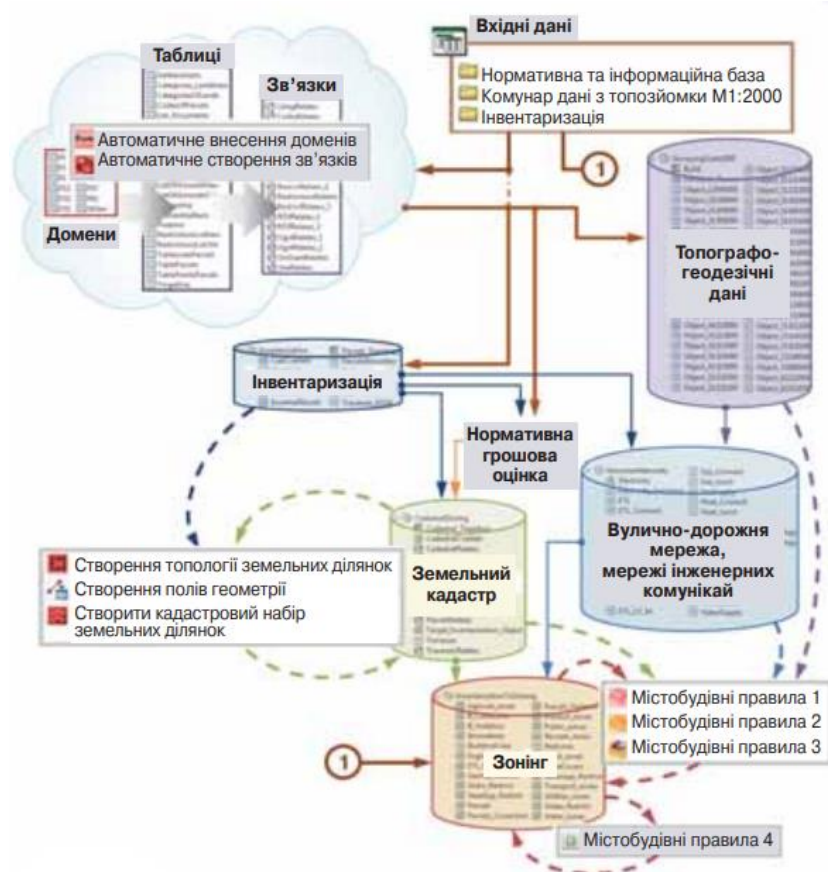


Рис. 2.4 Інформаційно-логічна модель просторової бази даних проєкту [43]

Перспективи практичного застосування розроблюваних рішень передбачають обов'язкову інтеграцію сформованої бази даних у структуру єдиної кадастрової системи з дотриманням базових принципів розбудови НІГД. Системний процес розгортання національної інфраструктури просторових даних зазвичай реалізується у два послідовні етапи. На початковій стадії здійснюється проектування та наповнення регіонального сегмента геопросторових даних, який акумулює базову просторову інформацію, а також відомості про локалізовані об'єкти обліку профільних кадастрів, що мають чітку географічну прив'язку.

Відповідно до нормативно-технічних регламентів, структуру базових геопросторових даних формують такі обов'язкові компоненти:

- інформаційний банк даних державної геодезичної мережі;
- сховище цифрових топографічних карт і планів різних масштабів;
- цифрові матеріали та мозаїки дистанційного зондування Землі (аерозйомка, космічні знімки);

- геопросторові набори даних Державного земельного кадастру;
- просторова інформація суміжних відомчих, галузевих та регіональних кадастрових систем [37].

Своєю чергою, геопросторова складова Державного земельного кадастру (ДЗК) містить такі базові елементи:

- цифрові індексні кадастрові плани, що відображають межі адміністративно-територіальних одиниць та межі кадастрових зон;
- цифрові чергові кадастрові плани, які містять актуальні просторові контури кадастрових кварталів, окремих земельних ділянок та зареєстрованих об'єктів нерухомого майна;
- цифрові тематичні карти земельного кадастру, що візуалізують межі агровиробничих груп ґрунтового покриття, а також зони обмежень (екологічні, охоронні, санітарно-захисні, економіко-планувальні тощо)[17].

На другому, узагальнюючому етапі відбувається безпосереднє формування цілісної національної системи геопросторових даних шляхом технологічного об'єднання та синхронізації всіх регіональних інформаційних сегментів. Цей інтеграційний процес має базуватися виключно на нормативно-правових актах, технічних регламентах та стандартах, затверджених на державному рівні.

Загальну цінність і практичну значущість створеної системи слід оцінювати комплексно - як з позиції розробників архітектури, так і з погляду кінцевих користувачів. Ключовими критеріями ефективності в цьому контексті виступають висока якість, актуальність, геометрична точність інформації, простота мережевого доступу та високий рівень інтероперабельності. Забезпечення цих параметрів дозволить ефективно використовувати вхідні масиви для генерації похідних даних за допомогою методів просторового аналізу, що стимулюватиме прийняття виважених управлінських рішень та поглибить наукові знання про досліджувану територію. У такій архітектурі земельний кадастр стає надійним інформаційним фундаментом, здатним гнучко реагувати на виклики майбутнього. Сучасні, верифіковані кадастрові відомості,

інтегровані з різногалузевими даними, сформують потужну цифрову платформу для залучення інвестицій та ефективного просторового планування територій.

2.3 Роль ЗІС у просторовому плануванні та управлінні територіями територіальних громад

Реформа децентралізації влади обґрунтовано визнається однією з найбільш масштабних та пріоритетних трансформацій у сучасній Україні. Головний вектор цих перетворень спрямований на наділення місцевих громад достатніми повноваженнями, фінансовими та матеріальними інструментами для самостійного й ефективного керування власним просторовим та економічним розвитком [34]. Початкова стадія реформи концентрувалася на бюджетній децентралізації, яка була реалізована оперативно й продемонструвала високу результативність, забезпечивши суттєве зростання фінансових надходжень до місцевих бюджетів. Проте довгострокове моделювання та практична реалізація стратегічних програм просторового розвитку громад стають можливими лише за умови набуття ними реального контролю над базовим національним ресурсом - земельним фондом [34].

Одним із фундаментальних завдань децентралізації є кардинальне посилення ролі територіальних громад шляхом делегування їм повноправних повноважень щодо розпорядження та управління земельними масивами як у межах ліній населених пунктів, так і за їхніми фактичними кордонами [39]. Разом з тим, у практичній площині реалізації владних трансформацій все ще спостерігається недостатнє врахування реального якісного й кількісного стану земель державної та комунальної власності, а також наявних тенденцій у сфері природокористування. Донедавна об'єднані територіальні громади (ОТГ) залишалися фактично ізольованими від процесів регулювання та розподілу державних земель поза межами поселень, позбавленими можливості юридичного впливу на рішення щодо зміни їхнього правового статусу, передачі у власність чи оренду [39]. Водночас не повною мірою виправдано звужувати

земельний аспект децентралізації виключно до проблематики менеджменту державними землями за межами юрисдикції ОТГ.

Таким чином, перспективи соціоекономічного піднесення територіальних громад на пряму корелюють із раціональністю та ефективністю залучення всього наявного земельно-ресурсного потенціалу. Останній відіграє стратегічну роль у життєдіяльності території завдяки трьом базовим функціям: екологічній (як першооснова біосфери та життєзабезпечення), господарській (як незамінний виробничий фактор в агропромисловому комплексі, лісівництві, будівництві й добувній індустрії) та економіко-правовій (як об'єкт земельно-майнових відносин і цивільного обігу). Окреслені обставини актуалізують потребу в застосуванні системного підходу до дослідження земельного фонду. Необхідно чітко диференціювати сутність землі як природного й капітального ресурсу, проаналізувати її сучасний функціональний стан та структуру використання, а також напрацювати дієві інструменти, здатні перетворити земельні ресурси на надійний матеріально-фінансовий базис для сталого розвитку територіальних громад.

На сучасному етапі розвитку місцевого управління критично важливим є практичне застосування модернізованих і новітніх методик збору, довготривалого зберігання, автоматизованої обробки та моделювання стану об'єктів довкілля й природно-ресурсного потенціалу, насамперед земельного фонду. Реалізація цих завдань безпосередньо пов'язана із впровадженням інноваційних підходів на базі земельних інформаційних систем (ЗІС). Саме ЗІС мають сформувати технологічний фундамент для розбудови єдиної загальнодержавної інформатизованої системи земельних ресурсів. Такий комплекс виступає найбільш ефективним інструментом для оперування значними масивами просторово-координованих відомостей про функціональне використання та семантичні атрибути земель, забезпечення безперервного геоекологічного нагляду, а також прогнозування та оптимізації природокористування.

Широкий функціональний інструментарій сучасних геоінформаційних систем дозволяє виконувати різнопланові операції з наявними масивами просторово-часової інформації, гарантуючи їхню геометричну точність та оперативну доступність для користувачів. До таких базових процедур належать [49; 9]:



Рис. 2.5 Типи можливостей, які забезпечують ЗІС

Джерело: складено автором

1. *Введення та конвертація:* трансляція різнорідних первинних даних у стандартизовані цифрові формати, придатні для подальшого опрацювання в середовищі ГІС.

2. *Маніпулювання та трансформація:* адаптація, масштабування, зміна систем координат та модифікація геоданих відповідно до специфіки конкретного наукового чи прикладного завдання.

3. *Управління та структурування*: організація та адміністрування великих масивів інформації за допомогою систем управління базами даних (СУБД), що мають реляційну або об'єктно-реляційну архітектуру.

4. *Формування запитів*: оперативний пошук, фільтрація та вибірка необхідних просторових або атрибутивних відомостей за заданими критеріями.

5. *Просторовий аналіз*: інтеграція, накладання (оверлей) та комплексне оцінювання різнорідних інформаційних шарів для виявлення прихованих закономірностей і моделювання геоекологічних процесів.

6. *Геовізуалізація та презентація*: представлення вихідних результатів аналізу в наочному та репрезентативному вигляді - у формі цифрових карт, тривимірних моделей, інтерактивних таблиць, аналітичних графіків, діаграм або мультимедійних звітів.

Однією з фундаментальних переваг впровадження сучасних земельних інформаційних систем є можливість розробки, моделювання та багатофакторного аналізу варіативних проєктних рішень. Це дозволяє оптимізувати просторову організацію територій, забезпечити умови для сталого землекористування, здійснювати ренатуралізацію природних ландшафтів, охороняти земельний фонд, а також ефективно прогнозувати й контролювати стан земельних ресурсів.

Разом з тим, у поточній практиці менеджменту земельних ресурсів управлінські рішення все ще часто демонструють недостатню ефективність. Така ситуація зумовлена превалюванням суб'єктивних оцінок та застосуванням морально застарілих моделей, які не відповідають сучасним динамічним вимогам територіального управління. Вказані чинники гальмують процеси автоматизації управлінських алгоритмів, формуючи суттєвий розрив між обмеженими можливостями наявного науково-методичного інструментарію та реальними потребами щодо оперативності й результативності сучасного землевпорядкування.

До найбільш гострих проблем у сфері земельних відносин сьогодні належать: нівелювання просторових диспропорцій у використанні земель,

проведення суцільної інвентизації територій, а також модернізація інструментів моніторингу їхнього фактичного стану. Конструктивне вирішення цих проблем покладено на функціональні завдання ЗІС, серед яких ключовими є: налаштування безперешкодного інформаційного обміну між профільними структурами, суворе дотримання єдиних стандартів передачі цифрових даних, а також розробка надійних класифікаторів захисту та забезпечення кібербезпеки геопросторових відомостей [16].

Широкий інструментарій геоінформаційних платформ дозволяє детально аналізувати стан земельних угідь, оперативно виявляти геодезичні й кадастрові помилки, а також з високою швидкістю формувати бази геоданих і реєстри земельних ділянок. У царині вартісної оцінки земель ЗІС виконують важливі функції накопичення, структурування та регулярного оновлення інформації, автоматизації розрахунків, а також побудови аналітичних моделей оцінки із застосуванням методів регресійного та факторного аналізу, що гарантує миттєве отримання відомостей про ринкову чи нормативну вартість об'єктів.

Варто зауважити, що раніше процедура отримання вихідних даних для формування відповідних заявок вимагала безпосереднього звернення до державних чи місцевих органів влади, що суттєво ускладнювало і затягувало цей процес у часі.

На сучасному етапі цифровізації більшість верифікованої інформації є доступною на вебсайтах відкритих публічних геопорталів. В Україні спостерігається стійка тенденція до щорічного кількісного та якісного зростання таких інформаційних ресурсів. Зокрема, у квітні 2019 року за ініціативи Управління містобудування та архітектури Тернопільської ОДА було успішно реалізовано та впроваджено проєкт «Геопортал містобудівного кадастру Тернопільської області» [11].

Головні цільові орієнтири даного регіонального проєкту охоплюють:

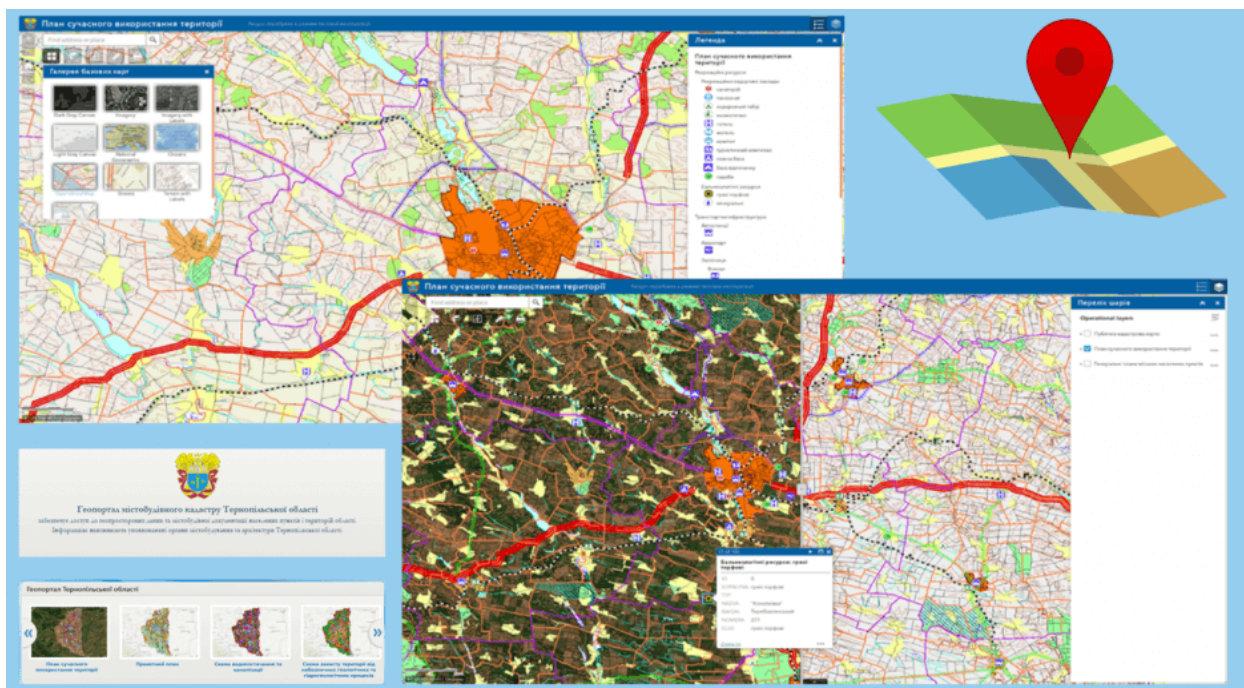
1. Забезпечення високого рівня відкритості, публічності та прозорості у сфері містобудівної діяльності, а також консолідація зусиль для спільного вирішення актуальних проблем регіону.

2. Надання населенню вільного доступу до актуальних та достовірних геоінформаційних послуг і відомостей про екологічний стан довкілля, природно-ресурсний потенціал області, а також архітектуру транспортної та інженерно-технічної інфраструктури.

3. Повну автоматизацію процесів ведення адресного плану, реєстрації географічних адрес, формування реєстрів вулиць та об'єктів нерухомості за допомогою спеціалізованої підсистеми.

4. Централізоване адміністрування та структурування даних про об'єкти містобудування, згруповані за відповідними типами й класами у базі геопросторових даних містобудівного кадастру.

5. Забезпечення швидкого доступу, оперативного оновлення та захищеного зберігання планово-картографічних матеріалів, високоточних ортофотопланів, а також електронних і цифрових карт.



**Рис. 2.6 Фрагмент із геопорталу містобудівного кадастру
Тернопільської області [11]**

Геопортал містобудівного кадастру Тернопільської області функціонує як інтерактивний картографічний інтернет-ресурс, що гарантує інтегрований доступ до диверсифікованих джерел інформації та надає користувачам зручний інструментарій для пошуку, просторового аналізу, візуалізації, скачування та

поширення геоданих [11]. Головна перевага цього геопорталу полягає у здатності оперативно опрацьовувати значні масиви просторово-координованих даних для генерації прикладних галузевих рішень у сфері містобудівного та земельного кадастру. Це створює надійне підґрунтя для збалансованого просторового розвитку територій, точного визначення перспективних інвестиційних майданчиків, а також прозорого моніторингу діяльності органів місцевого самоврядування та виконавчої влади.

2.4 Світовий досвід впровадження та функціонування земельно-інформаційних систем

Світовий досвід розбудови земельно-інформаційних систем (ЗІС) свідчить, що ефективне управління земельними ресурсами є фундаментальною умовою забезпечення національного суверенітету, верховенства права та сталого розвитку територій. Сучасне розуміння концепції ЗІС та кадастру, затверджене ООН спільно з Міжнародною федерацією геодезистів (FIG) у Богорській та Батерстській деклараціях, визначає ці системи як багатоцільові інструменти. Вони поєднують геометричний (просторовий) опис земельних ділянок із реєстрацією прав власності, фіскальною оцінкою та екологічним моніторингом задля збалансованого просторового планування. На світовому ринку провідні технологічні платформи (такі як ESRI, Autodesk, Bentley та MapInfo) сформували єдине інформаційне середовище, яке дозволяє автоматизувати облік нерухомості, спростити процедури транзакцій та мінімізувати просторові помилки [27].

Аналіз світової практики дозволяє виділити чотири базові європейські моделі розвитку кадастрових та реєстраційних систем, кожна з яких базується на специфічних архітектурних рішеннях ЗІС:

1. Німецька модель (Німеччина, Австрія, Швейцарія). Характеризується високим ступенем точності та суворим поділом функцій між судовими органами (земельні книги *Grundbuch*) та геодезичними відомствами (кадастр). Еталоном технологічної інтеграції є німецька автоматизована система

ALKIS (Офіційна інформаційна система кадастру нерухомості), яка об'єднує цифрові кадастрові карти із правовими реєстрами на базі інтероперабельних геопросторових баз даних, взаємодіючи із геодезичною (AFIS) та топографічною (ATKIS) системами. Будь-яка земельна ділянка в ALKIS є унікальним просторовим об'єктом зі своїми топологічними та семантичними атрибутами [6]. Якщо змінюються межі ділянки (наприклад, відбувається поділ), ліцензований геодезист виконує високоточну зйомку. Дані автоматично валідуються та імпортуються до бази ALKIS, яка через єдиний XML-інтерфейс (NAS) оновлює відомості у судовому реєстрі *Grundbuch*. Система працює на базі стандартів ISO та Open Geospatial Consortium (OGC), що виключає неузгодженість правових та геометричних даних [6].

2. Скандинавська модель (Швеція, Данія, Норвегія). Базується на принципі багатоцільового («багатомовного») кадастру. Скандинавські ЗІС інтегрують інформацію про земельні ділянки, будівлі, соціодемографічні реєстри населення та податкові бази даних у межах єдиної загальнонаціональної інформаційної системи, що адмініструється централізовано і забезпечує миттєвий онлайн-доступ для всіх суб'єктів. Система побудована на взаємодії унікальних ідентифікаторів. Кожна особа має свій персональний податковий номер, кожне підприємство - код реєстрації, а кожна земельна ділянка та будівля - кадастровий номер [7]. У базі геоданих *Lantmäteriet* ці реєстри повністю синхронізовані. Коли громадянин купує будинок, муніципалітет автоматично бачить зміну власника для нарахування податку на майно, комунальні служби автоматично переоформлюють договори на водо- та електропостачання, а статистичні відомства оновлюють демографічну карту міграції населення. Увесь обмін даними відбувається онлайн через захищені сервіси API.

3. Наполеонівська (романська) модель (Франція, Іспанія, Італія). Історично формувалася під сильним впливом фіскальної (податкової) функції. Сучасна французька ЗІС орієнтована на попарцельний облік даних (*Parcell data*) під егідою податкових органів Генерального директорату фінансів. Графічна частина базується на точних цифрових векторних планах, а у випадку

виникнення межових суперечок застосовується жорстка процедура делімітації. Територія країни розбита на кадастрові комуни, секції та парцелі (земельні ділянки). Графічна база даних містить детальні попарцельні плани. Проте, на відміну від німецької моделі, межі ділянок у французькому кадастрі тривалий час мали переважно оціночний та податковий характер, а не суворо юридичний. Щоб встановити офіційну юридичну межу між сусідами, обов'язково проводиться додаткова приватна процедура «делімітації» (*bornage*) із залученням сертифікованого експерта-геодезиста (*géomètre-expert*), результати якої заносяться до бази даних окремо [6].

4. Англосаксонська модель (Велика Британія, Ірландія). На відміну від континентальної Європи, тривалий час не мала класичного геометричного кадастру, фокусуючись виключно на реєстрації актів та прав власності (система Land Registry). Проте впровадження новітніх ГІС-технологій змусило ці країни трансформувати свої системи, здійснюючи просторову прив'язку прав до цифрових картографічних баз національних топографічних служб (наприклад, Ordnance Survey). База даних HM Land Registry працює в синергії з Ordnance Survey (Національним картографічним агентством Великої Британії). Картографічна основа Ordnance Survey є однією з найточніших у світі (цифрова топографічна модель OS MasterMap) [3]. Коли реєструється право власності, межі ділянки накладаються як векторний шар поверх високоточної топографічної карти OS MasterMap. Якщо на місцевості фізична межа (наприклад, паркан) зміщується, Ordnance Survey оновлює топографічну основу за допомогою лазерного сканування та аерозйомки, що автоматично відображається у ГІС-середовищі Реєстру нерухомості.

Сучасний Державний земельний кадастр України є змішаним (гібридним): він перейняв юридичну точність та координатний принцип відображення меж у Німецької моделі, але за своєю архітектурою та прагненням об'єднати просторові дані різних відомств у межах НІГД активно рухається у бік Скандинавської моделі багатоцільового кадастру.

Важливим вектором розвитку ЗІС у країнах Європейського Союзу стало впровадження Директиви INSPIRE (2007/2/ЄС), яка зобов'язала держави-члени уніфікувати просторові дані та забезпечити інтероперабельність кадастрових інформаційних ресурсів [2]. Це зумовило перехід від ізольованих відомчих реєстрів до створення транскордонних хмарних геопорталів, де інформація про земельні ресурси безперешкодно інтегрується з даними про водні об'єкти, транспортні мережі та екологічні зони.

Для України адаптація світового досвіду та європейських стандартів (включаючи використання відкритих ГІС-технологій, СУБД PostgreSQL/PostGIS та вебсервісів OGC) є критично важливою на етапі модернізації Державного земельного кадастру та розбудови Національної інфраструктури геопросторових даних. Світова практика доводить, що перехід до «цифрових двійників» територій та автоматизованих систем управління земельними ресурсами є єдиним механізмом забезпечення прозорості ринку землі, залучення інвестицій та ефективного просторового планування на рівні територіальних громад.

Висновок до розділу 2

Досліджено теоретико-методологічні та практичні засади функціонування земельно-інформаційних систем (ЗІС) в умовах цифровізації та децентралізації влади в Україні. Доведено, що ефективне землевпорядкування на сучасному етапі неможливе без повної технологічної інтеграції ГІС та ЗІС. Це поєднання реалізується на рівнях СУБД-орієнтованої, сервіс-орієнтованої та прикладної інтеграції на базі стандартів OGC та об'єктно-реляційних платформ, зокрема PostgreSQL/PostGIS. Подібний підхід забезпечує наскрізний життєвий цикл геопросторових даних від первинного збору (включаючи ДЗЗ та БПЛА) до просторового аналізу й геовізуалізації.

Встановлено, що Державний земельний кадастр виступає фінальним геоінформаційним продуктом, тоді як Національна інфраструктура геопросторових даних (НІГД) слугує його фундаментальним інтероперабельним

базисом. Розбудова НІГД дозволяє об'єднати відомчі й регіональні кадастри, створюючи умови для переходу до «цифрових двійників» територій.

У контексті реформи децентралізації обґрунтовано роль ЗІС як ключового інструменту просторового планування громад. Системи дозволяють автоматизувати процеси ведення містобудівного кадастру, інвентаризації, вартісної оцінки земель та моделювання сталого землекористування, що підтверджено успішним досвідом функціонування Геопорталу Тернопільської області.

Аналіз світових моделей (німецької, скандинавської, наполеонівської та англосаксонської) продемонстрував глобальний тренд на створення багатоцільових інтегрованих кадастрів згідно з Директивою INSPIRE. Для України адаптація цього досвіду через гібридну модель розвитку є критично важливою для забезпечення прозорості ринку землі, залучення інвестицій та ефективного просторового менеджменту територіальних громад.

РОЗДІЛ 3. ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЗІС В УКРАЇНІ

3.1 Проблеми інтеграції різнорідних баз даних та захисту інформації в сучасних ЗІС

Сучасний етап розвитку земельно-інформаційних систем в Україні, що розгортається на тлі активного впровадження Національної інфраструктури геопросторових даних (НІГД) та цифровізації містобудівного кадастру територіальних громад, висуває жорсткі вимоги до архітектури збереження, обробки та обміну інформацією. Трансформація землевпорядного проектування від роботи з ізольованими паперовими чи цифровими планшетами до створення комплексних планів просторового розвитку громад зумовила необхідність одночасного оперування колосальними масивами даних. Проте на шляху побудови цілісного геоінформаційного простору постає низка фундаментальних технологічних, методологічних та безпекових бар'єрів, які можна розділити на два ключові блоки: проблеми інтеграції різнорідних (гетерогенних) баз даних та виклики у сфері захисту критичної геопросторової інформації.

Головна архітектурна складність інтеграційних процесів у сучасних ЗІС полягає в історично сформованій різнорідності даних, що зберігаються та верифікуються різними відомствами. Просторова інформація, яка має складати єдине ядро системи місцевих громад, надходить із диверсифікованих джерел:

- Державний земельний кадастр (ДЗК) оперує обмінними файлами у форматі XML, орієнтованими на попарцельний облік ділянок;
- Містобудівний кадастр традиційно спирається на векторні моделі шарів у форматах SHP (стандарт Esri), DXF/DWG (Autodesk) або внутрішні структури геопорталів;
- Органи лісового, водного господарства та охорони культурної спадщини часто володіють інформацією у застарілих локальних базах даних або у вигляді растрових планшетів без чіткої координатної прив'язки.

Це породжує проблему геометричної та топологічної несумісності. При спробі пошарового оверлею (накладання) виникають просторові помилки:

зміщення ліній меж, перетини (накладання) сусідніх земельних ділянок, «дірки» у суцільному кадастровому покритті та розриви лінійних інженерних мереж. Причиною цього є використання у минулому різних картографічних проєкцій (наприклад, СК-63, місцеві системи координат міст) та низька якість вихідної геодезичної зйомки, що тепер потребує тотального перерахунку в єдину державну геодезичну систему координат УСК-2000.

Окремим викликом є семантична гетерогенність. Один і той самий об'єкт (наприклад, охоронна зона лінії електропередач або межа водоохоронної смуги) у базі даних ДЗК та в базі даних містобудівного кадастру може мати різні назви атрибутів, типи даних (текстовий, числовий) та кодування. Без впровадження єдиних онтологій та детальних каталогів класів геопросторових об'єктів автоматизована синхронізація через класичні реляційні SQL-запити стає неможливою, що змушує розробників проєктувати складні посередники - ETL-інструменти (Extract, Transform, Load) для трансформації даних [16].

Для подолання проблеми різноманітності баз даних сучасні ЗІС переходять від файлового обміну (який призводить до дублювання та старіння інформації) до сервіс-орієнтованої архітектури (SOA) та хмарних технологій (Cloud GIS). Інтеграція має відбуватися на рівні динамічних вебсервісів, регламентованих Консорціумом відкритого геопростору (OGC) та вимогами європейської Директиви INSPIRE [49].

Використання протоколів WMS (Web Map Service) та WMTS (Web Map Tile Service) дозволяє відображати растрові шари-підкладки (наприклад, ортофотоплани високої роздільної здатності або цифрові моделі рельєфу) безпосередньо з серверів розробника чи урядових установ без їхнього фізичного скачування на локальні машини. Натомість протоколи WFS (Web Feature Service) та WCS (Web Coverage Service) забезпечують прямий доступ до векторної геометрії та атрибутивного ядра об'єктів, дозволяючи землевпорядникам громад здійснювати аналіз, фільтрацію та редагування шарів у режимі реального часу через захищені канали API [7].

Уніфікація обміну досягається завдяки використанню мови розмітки GML (Geography Markup Language) та JSON/GeoJSON, що дозволяє інтегрувати ядро бази даних (наприклад, на платформі PostgreSQL із просторовим розширенням PostGIS) із зовнішніми державними реєстрами - ДРПП, ЄДЕССБ та шиною електронної взаємодії «Трембіта» [18].

Збільшення кількості інтегрованих систем, відкритість публічних геопорталів та перехід до хмарних рішень автоматично розширюють коло потенційних загроз для безпеки інформації. В умовах воєнного стану та підвищеного ризику кібератак на об'єкти критичної інфраструктури захист геопросторових баз даних набуває стратегічного значення.

Ключовими загрозами для безпеки ЗІС є:

1. Несанкціонований доступ до конфіденційних та службових даних. Просторові бази даних містять не лише відкриту інформацію про межі ділянок, а й точні координати об'єктів критичної інфраструктури, магістральних трубопроводів, ліній зв'язку, військових об'єктів та персональні дані власників. Витік такої інформації становить пряму загрозу національній безпеці.

2. Порушення цілісності та підміна даних. Навмисне або випадкове внесення змін до геопросторової бази даних (наприклад, коригування координат меж територіальної зони, зміна цільового призначення ділянки в атрибутах або модифікація меж лісового фонду) може призвести до нелегітимного виділення земель, судових спорів та фінансових збитків громади [42].

3. DDoS-атаки на публічні геопортали. Масовані атаки на вебсервери спроможні повністю заблокувати роботу комунальних служб, позбавивши інженерів та архітекторів доступу до робочих шарів ЗІС [47].

Для мінімізації безпекових ризиків архітектура сучасної ЗІС має базуватися на створенні Комплексної системи захисту інформації (КСЗІ) із обов'язковим отриманням атестата відповідності від Держспецзв'язку. Технічна реалізація захисту інформації в об'єктно-реляційних СУБД (PostgreSQL/Oracle) передбачає впровадження таких інструментів:

- Рольове розмежування доступу (RBAC): кінцеві користувачі (землевпорядники, архітектори, аудитори, громадяни) мають чітко диференційовані права. Наприклад, спеціаліст громади має право редагувати лише локальні містобудівні шари, право перегляду ДЗК реалізується через read-only сервіси, а звичайний користувач через геопортал бачить лише узагальнені шари без точних координат поворотних точок меж [7].

- Наскрізне шифрування даних: передача просторових даних між клієнтськими ГІС-додатками (QGIS, ArcGIS) та хмарним сервером бази даних повинна здійснюватися виключно через захищені протоколи шифрування TLS/SSL та використання технологій VPN [7].

- Аудит та логування дій: система повинна автоматично фіксувати кожну дію користувача (хто, коли і які саме зміни вніс у геометрію чи атрибути просторового об'єкта), що дозволяє оперативно виявляти внутрішні загрози та несанкціоновані маніпуляції.

- Регулярне резервне копіювання (Backup) та реплікація: створення ізольованих копій баз геоданих на географічно розподілених хмарних серверах гарантує швидке відновлення працездатності системи у випадку фізичного знищення або пошкодження серверної інфраструктури [3].

З міркувань безпеки, кіберзахисту та захисту критичних геопросторових даних від ворожої розвідки, уряд обмежив загальнодоступний режим роботи Державного земельного кадастру (ДЗК) на початку повномасштабного вторгнення, і відкривати карту у вільному форматі до кінця війни не планується [33,38].

Проте функціонування системи повністю не зупинено. Залежно від статусу та мети пошуку, інформацію з кадастру можна отримати кількома способами:

1. Авторизований доступ через Електронний кабінет (для професійної спільноти). Офіційний доступ до відомостей ДЗК та модулів Національної кадастрової системи (НКС) збережено для уповноважених осіб, яким це необхідно для професійної діяльності. До них належать:

- Сертифіковані інженери-землевпорядники та інженери-геодезисти;

- Нотаріуси та судді;
- Органи місцевого самоврядування (землевпорядники територіальних громад) та державні органи влади.

Доступ надається виключно після суворої електронної ідентифікації через КЕП/ЕЦП або BankID на порталі e.land.gov.ua. Обов'язковою умовою для багатьох фахівців є налаштування спеціального захищеного з'єднання (встановлення програмного забезпечення шифрування, такого як «ІТ Захист з'єднань», що відповідає вимогам КСЗІ).

Перевірити дані про свою земельну ділянку можна такими офіційними шляхами:

- Через Електронний кабінет ДЗК (e.land.gov.ua): пройшовши авторизацію за допомогою BankID або КЕП, власник або уповноважена особа може замовити Витяг про земельну ділянку чи Довідку про право власності за кадастровим номером.
- Звернення до ЦНАПу: особисто або через представника подати заяву до Центру надання адміністративних послуг для отримання необхідних документів чи довідок із кадастру.
- Звернення до нотаріуса чи землевпорядника: Якщо планується цивільно-правова угода (купівля-продаж, спадщина, оренда), перевірку меж та форми власності здійснює нотаріус або залучений землевпорядник через свій робочий кабінет із повним доступом.

Навіть для осіб із професійним доступом діють жорсткі територіальні фільтри. Доступ до кадастрової інформації повністю заблоковано на тимчасово окупованих територіях та у зонах активних бойових дій відповідно до офіційних переліків Мінреінтеграції для запобігання витоку інформації.

У мережі існують сторонні платні комерційні сервіси чи ГІС-портали, які пропонують перегляд кадастрових шарів, проте вони використовують або заархівовані дані станом на початок 2022 року, або дзеркала, які не мають статусу офіційного державного джерела і не можуть використовуватись для юридичних операцій).

3.2 Напрями модернізації ЗІС в умовах повоєнного відновлення та цифровізації економіки

Сучасна парадигма відновлення національної економіки та інфраструктури України після руйнівних наслідків військових дій диктує радикально нові вимоги до архітектури, оперативності та точності управління земельними ресурсами. Земельні інформаційні системи (ЗІС) остаточно трансформуються із фіскально-облікових інструментів у багатоцільові стратегічні платформи просторового планування та моделювання. Основні напрями модернізації ЗІС підпорядковані концепції побудови Національної інфраструктури геопросторових даних (НІГД) [7] та європейським стандартам Директиви INSPIRE [2], що передбачає безперешкодну інтеграцію різногалузевих геоданих у режимі реального часу.

1. Створення єдиної хмарної екосистеми та інтеграція МБКД із АС ДЗК

Одним із головних векторів модернізації є перехід від ізольованих локальних СУБД до хмарної архітектури (Cloud GIS) та функціонування інтегрованого інформаційного простору. Протягом 2025–2026 років ключовим досягненням у сфері цифровізації стало активне розгортання Державного містобудівного кадастру на державному рівні (МБКД), що перебуває в управлінні Міністерства розвитку громад та інфраструктури України. Модернізація ЗІС у цьому контексті передбачає:

- Глибоку інтеграцію АС ДЗК та МБКД через промислові API: Це забезпечує автоматичну валідацію та синхронізацію просторових контурів земельних ділянок із містобудівною документацією, проектними рішеннями ЄДЕССБ та відомостями Державного реєстру речових прав (ДРРП) [24].
- Використання об'єктно-реляційних баз даних з відкритим кодом (PostgreSQL/PostGIS): ЗІС-рішення на місцевому та державному рівнях відмовляються від застарілих обмінних файлів на користь єдиних сховищ геопросторових даних, які підтримують топологічну цілісність, безшовність та версійність моделей територій [42].

- Реалізацію концепції «цифрових двійників» (Digital Twins) територіальних громад: Це дозволяє моделювати сценарії відбудови зруйнованих об'єктів з урахуванням екологічних, інженерно-технічних та логістичних факторів ще до початку фізичних будівельних робіт [7].

2. Моніторинг воєнних руйнувань, мінного забруднення та геоекологічний аудит

Повоєнна модернізація ЗІС критично залежить від інтеграції технологій дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) та безпілотних літальних апаратів (БПЛА). Побудова специфічних тематичних ГІС-шарів у структурі земельно-кадастрових систем дозволяє [51]:

- Картографувати зони руйнувань та пошкоджень інфраструктури шляхом автоматизованого оверлейного аналізу космічних знімків високої роздільної здатності з існуючими реєстрами об'єктів нерухомості.
- Ведення геопросторового обліку мінного забруднення та потенційно небезпечних територій, а саме створення динамічних карт обмежень у землекористуванні, що є критично важливим для відновлення агропромислового сектору та безпечного ведення лісового й водного господарства [51].
- Моніторинг деградації ґрунтового покриву: фіксація хімічного забруднення ґрунтів внаслідок бойових дій, розрахунок ерозійних процесів на базі цифрових моделей рельєфу (ЦМР) та бонітування ґрунтів з метою коригування ставок земельного податку.

3. Спрощення процедур та дерегуляція просторового планування

Нормативно-законодавче забезпечення (зокрема, Закон України № 4321-ІХ) заклало правове підґрунтя для прискореного формування цифрової інфраструктури в умовах воєнного стану та періоду відновлення. Модернізовані ЗІС адаптуються до таких особливостей:

- Реєстрація ділянок без проведення натурних робіт. На територіях ведення бойових дій та тимчасово окупованих територіях формування меж здійснюється дистанційно, на основі картографічних матеріалів та

ортофотопланів, із обов'язковим подальшим уточненням відомостей ДЗК у повоєнний період [37].

- Скорочення термінів відведення земель під критичну цифрову та телеком-інфраструктуру/ Зменшення строків погодження документації з 6 до 3 місяців для розгортання базових станцій мобільного зв'язку, що реалізується через автоматизовані інструменти перевірки обмежень у ЗІС [24].

- Впровадження земельних сервітутів в електронній формі. Автоматичне відображення сервітутів для лінійних об'єктів електронних комунікацій у базах геоданих громад, що прискорює релокацію та розгортання стратегічно важливих підприємств.

4. Цифровізація комплексного планування просторового розвитку громад.

Починаючи з 2025–2026 років, наявність Комплексного плану просторового розвитку території ТГ стала обов'язковою умовою для легітимного управління земельним фондом, зміни цільового призначення ділянок та початку будь-якого нового будівництва [43]. Модернізація ЗІС на рівні громад у цьому напрямі передбачає трансформацію логічних моделей просторових баз геоданих:

- Синхронізація містобудівного та землевпорядного проектування. Усі складові плану (функціональне зонування, обмеження, генеральні плани населених пунктів) розробляються як єдина інтегрована база геоданих, що виключає виникнення геометричних накладань та юридичних суперечностей [43].

- Оцифрування «старих» архівів/ Масштабне переведення паперових архівів землевпорядної документації, оформленої до 2013 року, у векторний цифровий формат та інтеграція відомостей про нормативну грошову оцінку (НГО) населених пунктів [43]. Системне наповнення ДЗК цими відомостями підвищує прогнозованість фіскальних надходжень до територіальних громад.

5. Економічна прозорість та інвестиційні інструменти ЗІС

Модернізована ЗІС виступає головним драйвером залучення інвестицій у повоєнну економіку завдяки забезпеченню прозорості та відкритості даних:

- Публічні інвестиційні портали громад. Функціонування відкритих веб-геопорталів на базі стандартів OGC дозволяє потенційним інвесторам у режимі онлайн аналізувати вільні земельні ділянки, логістичні мережі, містобудівні умови та обмеження.
- Автоматизація розрахунків податків та вартості активів. Використання методів просторового, факторного та регресійного аналізу в середовищі ЗІС дозволяє миттєво оцінювати ринкову та нормативну вартість об'єктів, мінімізуючи корупційні ризики та людський фактор у сфері адміністрування земельних відносин.

Модернізація земельно-інформаційних систем в умовах повоєнного відновлення є безальтернативним шляхом до побудови прозорої, високотехнологічної та інвестиційно привабливої моделі економіки України. Перехід на хмарні ГІС-платформи, інтеграція АС ДЗК із МБКД та ЄДЕССБ за допомогою промислових API, а також широке впровадження методів дистанційного моніторингу територій створюють надійну цифрову платформу для ефективного менеджменту просторового розвитку територіальних громад та сталого природокористування.

3.3 Обґрунтування ефективності впровадження новітніх ЗІС-рішень на прикладі Байковецької територіальної громади

Перехід до сталого територіального менеджменту в умовах децентралізації вимагає від органів місцевого самоврядування принципово нових підходів до обліку, аналізу та планування використання земельно-ресурсного потенціалу. Трансформаційні процеси, закладені Законом України «Про національну інфраструктуру геопросторових даних» [37], передбачають відмову від застарілих паперових і розрізнених текстових реєстрів на користь єдиних геопросторових баз даних. Одним із найуспішніших прикладів практичної реалізації, апробації та обґрунтування високої соціоекономічної ефективності новітніх земельно-інформаційних рішень (ЗІС) в Україні є Байковецька сільська територіальна громада Тернопільської області.

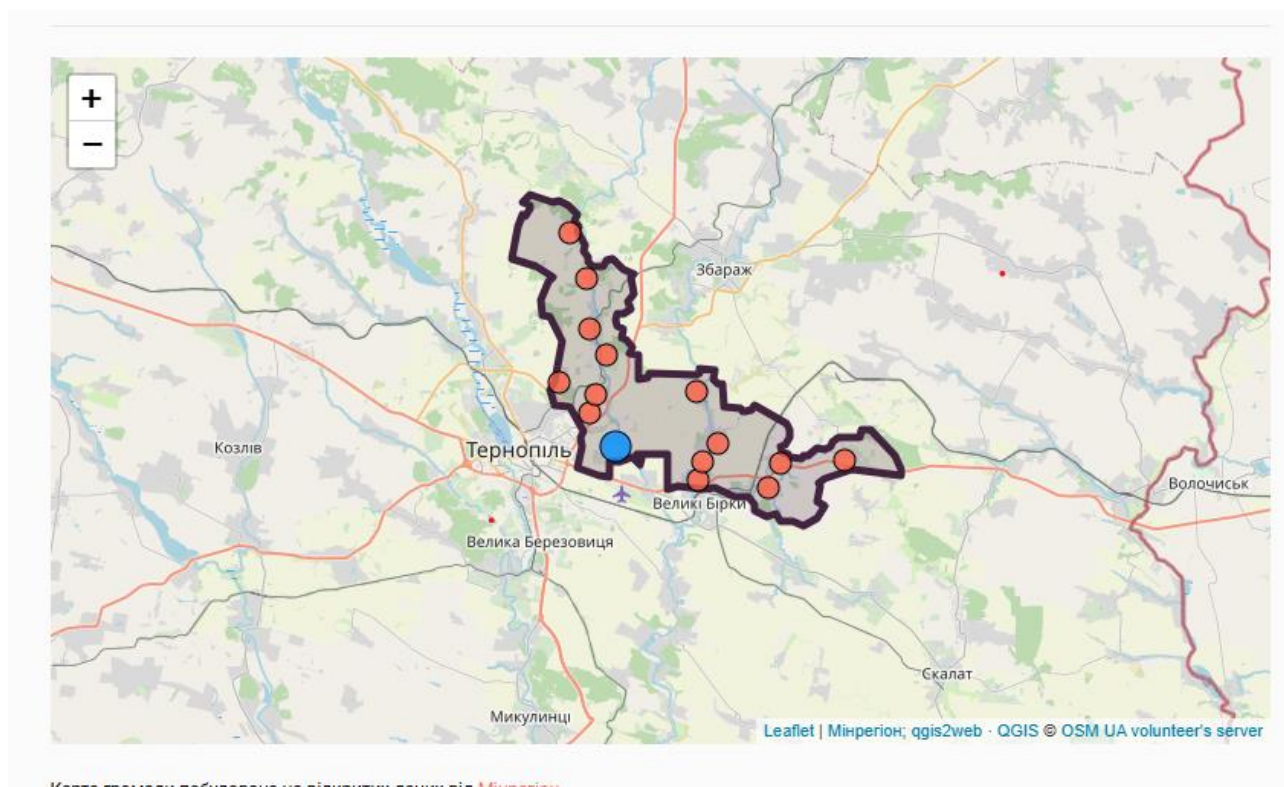


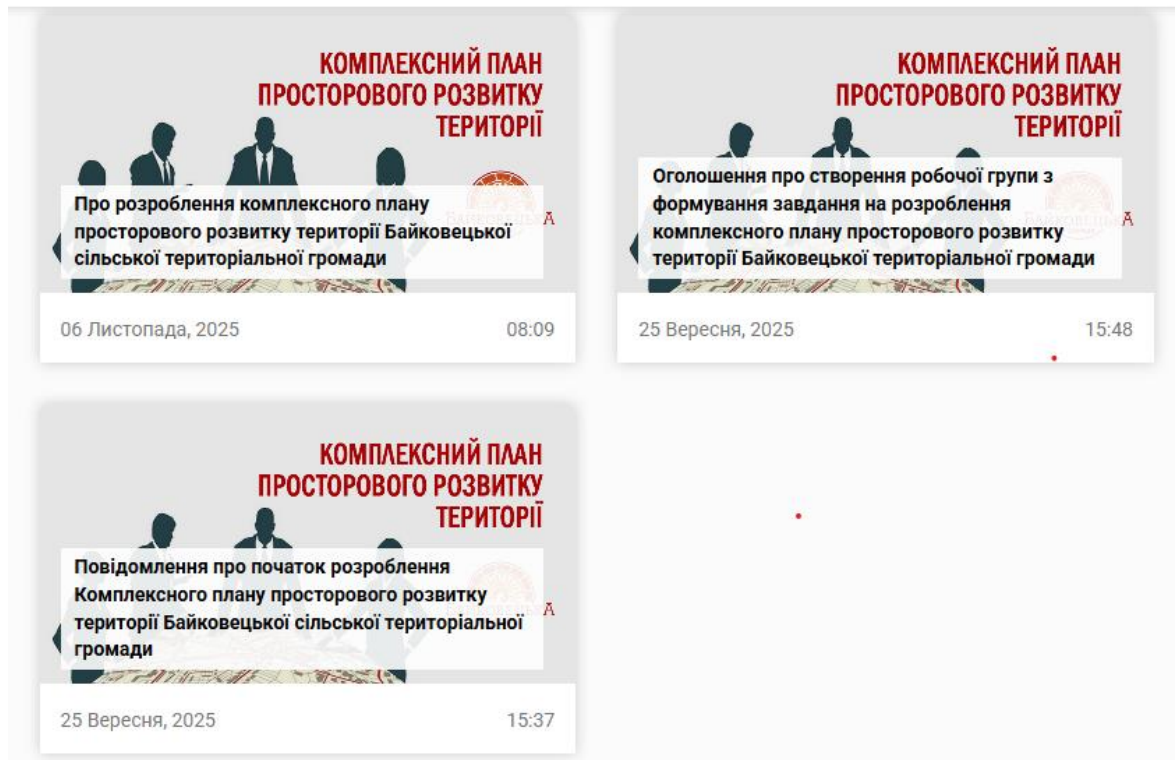
Рис. 3. 1 Картосхема Байковецька ОТГ []

Будучи однією з провідних громад регіону, Байковецька ТГ активно інтегрує сучасні ГІС-технології у процеси стратегічного управління, що дозволяє детально проаналізувати ефективність таких рішень на місцевому рівні.

Необхідність розгортання повнофункціонального ЗІС-рішення у Байковецькій громаді була зумовлена об'єктивними викликами просторового розвитку. Маючи високу інвестиційну привабливість через наближеність до обласного центру, громада стикнулася із гострою потребою у суцільній інвентаризації земель, виявленні резервів для економічного зростання та ліквідації просторових диспропорцій і помилок у Державному земельному кадастрі (ДЗК).

Фундаментальним кроком на шляху цифровізації просторового планування стало рішення Байковецької сільської ради від 11 вересня 2025 року № 8/70/25 «Про розроблення комплексного плану просторового розвитку території Байковецької сільської територіальної громади» [25]. Створення такої документації, згідно з чинним законодавством України, неможливе у паперовому вигляді - воно вимагає побудови комплексної, пошарової та

уніфікованої бази геоданих на платформі сучасних СУБД (наприклад, PostgreSQL/PostGIS).



**Рис. 3.2 Комплексний план просторового розвитку території
Байковецької ОТГ [25]**

Технологічний базис ЗІС-рішення Байковецької громади спирається на інтеграцію з «Геопорталом містобудівного кадастру Тернопільської області» [11], що функціонує за безпосередньої підтримки провідних розробників геоінформаційних систем в Україні (зокрема, компанії SoftPro). Це дозволило громаді не створювати ізольовану локальну програму, а розгорнути хмарну клієнт-серверну архітектуру Cloud GIS, що повністю відповідає принципам інтероперабельності НІГД та стандартам Open Geospatial Consortium (OGC).

Ефективність ЗІС-рішення у Байковецькій громаді базується на концепції багатоцільового оверлею (просторового накладання), де базові кадастрові відомості ДЗК виступають опорним шаром, на який накладаються профільні тематичні ГІС-шари території. Практичне застосування системи охоплює такі напрями:

1. Інвентаризація та моніторинг земельних ресурсів. Завдяки інтеграції високоточних цифрових ортофотопланів, отриманих за допомогою безпілотних

літальних апаратів (БПЛА), та матеріалів дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), землевпорядна служба громади отримала інструмент для верифікації реального стану землекористування. Це дозволяє автоматично виявляти факти самовільного захоплення земель комунальної власності, нецільового використання ділянок, а також недекларованих об'єктів нерухомого майна.

2. Просторове планування та зонування (Зонінг). У базі геоданих комплексного плану чітко розмежовано межі перспективних зон: житлової, громадської, рекреаційної та промислової забудови. Важливим елементом є накладання шарів екологічних та інженерно-юридичних обмежень (санітарно-захисні зони підприємств, водоохоронні смуги річок, охоронні зони ЛЕП та газопроводів). Це нівелює ризики надання ділянок під будівництво у межах заборонених чи небезпечних територій.

3. Моделювання природно-ресурсного потенціалу. Використання цифрових моделей рельєфу (ЦМР) у поєднанні з агрохімічними та ґрунтовими шарами дозволяє проводити багатофакторний аналіз схилових земель громади, прогнозувати ерозійні процеси та оптимізувати структуру агровиробництва, що є критично важливим для забезпечення екологічної безпеки та сталого розвитку.

4. Управління інженерно-транспортною інфраструктурою. До єдиної бази геоданих внесено цифрові лінійні моделі вулично-дорожньої мережі, підземних та наземних інженерних комунікацій (водопроводи, газові мережі, лінії зв'язку), що мінімізує аварійні ризики при проведенні будь-яких будівельних чи ремонтних робіт на території ТГ.

Впровадження новітнього ЗІС-рішення у Байковецькій територіальній громаді демонструватиме високі показники ефективності, які можна розділити на три основні блоки: економічний, управлінський та соціальний.

1. Економічний ефект та фіскальна оптимізація

- Зростання надходжень до місцевого бюджету. Завдяки суцільній верифікації даних та виявленню «тіньового» землекористування (ділянок, що використовуються без правовстановлюючих документів або з ухиленням від

сплати орендної плати), громада отримала можливість суттєво збільшити надходження від плати за землю та податку на нерухоме майно.

- Автоматизація нормативної грошової оцінки (НГО). Інтеграція оціночних зон у ГІС-середовище дозволяє проводити розрахунки вартості ділянок в автоматизованому режимі з використанням методів факторного та регресійного аналізу, що прискорює процедури формування фіскальних документів і виключає людський фактор.

- Залучення інвестицій. Наявність відкритого цифрового паспорта громади у вигляді інтерактивного геопорталу дозволить потенційним інвесторам онлайн бачити вільні земельні масиви, виробничі площі, наявні обмеження та логістичні зв'язки. Це значно знижує інвестиційні ризики та підвищує конкурентоспроможність території.

2. Управлінська ефективність та швидкість прийняття рішень

- Ліквідація просторових помилок. Технологічне об'єднання баз даних дозволяє виявити та виправити накладання меж ділянок, геодезичні неузгодженості та помилки, допущені при формуванні чергових кадастрових планів у минулі роки.

- Автоматизація адмінпослуг. Землевпорядники громади отримали миттєвий доступ до повної семантичної та просторової інформації про будь-який об'єкт за його кадастровим номером, що скоротило час розгляду заяв громадян та бізнесу про надання дозволів на розробку землевпорядної документації в кілька разів.

3. Соціальний ефект та прозорість влади

Впровадження ЗІС забезпечує високий рівень публічності та відкритості діяльності органів місцевого самоврядування. Громадяни матимуть вільний анонімний доступ до публічних шарів карти через геопортал, що мінімізує корупційні ризики у сфері розподілу земельного фонду. Окрім цього, процес розробки комплексного плану просторового розвитку у Байковецькій громаді передбачає обов'язкове залучення громадськості: мешканці та підприємці проходять анонімні опитування та беруть участь у стратегічних сесіях для

формування завдання на проектування, що балансує державні, приватні та суспільні інтереси.

Досвід Байковецької територіальної громади доводить, що новітні ЗІС-рішення є не просто інструментом візуалізації карт, а фундаментальною цифровою платформою для прийняття виважених управлінських рішень, залучення інвестицій та забезпечення екологічно безпечного землекористування. Побудова інтероперабельної бази геопросторових даних у межах комплексного планування території виступає надійним капітальним ресурсом громади, здатним гнучко та ефективно реагувати на соціоекономічні виклики майбутнього.

Висновок до розділу 3

Досліджено практичні аспекти, виклики та магістральні напрями розвитку земельно-інформаційних систем (ЗІС) в Україні в умовах цифровізації та повоєнного відновлення.

Встановлено, що ключовими технологічними бар'єрами на шляху розбудови цілісного геоінформаційного простору є геометрична, топологічна та семантична гетерогенність баз даних, зумовлена диверсифікацією відомчих форматів і систем координат. Обґрунтовано, що подолання цих розбіжностей та захист критичної інформації від кібератак вимагає переходу до сервіс-орієнтованої архітектури (SOA), впровадження Комплексних систем захисту інформації (КСЗІ) та оптимізації регламентів авторизованого доступу до Державного земельного кадастру (ДЗК) під час дії воєнного стану.

Визначено, що модернізація ЗІС у період відбудови має базуватися на інтеграції ДЗК із Державним містобудівним кадастром (МБКД) через промислові API, побудові «цифрових двійників» громад та застосуванні даних ДЗЗ і БПЛА для моніторингу мінного забруднення чи руйнувань інфраструктури. На нормативному рівні цифровізація підтримується законодавчим спрощенням процедур просторового планування.

На прикладі Байковецької сільської територіальної громади доведено соціоекономічну ефективність впровадження новітніх хмарних ЗІС-рішень у межах розробки Комплексного плану просторового розвитку. Практична реалізація моделі багатоцільового оверлею забезпечить фіскальну оптимізацію бюджету, автоматизацію адмінпослуг, ліквідацію просторових помилок ДЗК та високу інвестиційну відкритість громади. Побудовані інтегровані бази геоданих виступатимуть фундаментальною платформою для прийняття обґрунтованих управлінських рішень та сталого просторового менеджменту територій.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі здійснено комплексне теоретико-методологічне узагальнення та розв'язано важливе практичне завдання щодо обґрунтування засад становлення, модернізації та підвищення ефективності функціонування земельно-інформаційних систем (ЗІС) в умовах децентралізації влади, цифровізації економіки та повоєнного відновлення України. Результати проведеного дослідження дозволяють сформулювати такі основні висновки:

1. Визначено, що сучасна земельно-інформаційна система є складним людино-машинним програмно-апаратним комплексом, який забезпечує всебічне просторово-атрибутивне моделювання земельного фонду на основі пошарової організації геоданих. Для місцевого рівня територіальних громад найбільш ефективною обґрунтовано трьохрівневу клієнт-серверну веб-архітектуру, що поєднує об'єктно-реляційні бази даних (PostgreSQL/PostGIS) із мережевими сервісами геовізуалізації та просторового аналізу. Базовий геометричний каркас таких систем формується за рахунок інтеграції результатів топографо-геодезичних зйомок, матеріалів ДЗЗ і БПЛА, а семантичне ядро складають верифіковані кадастрово-реєстраційні відомості.

2. З'ясовано, що нормативно-правове поле розгортання ЗІС в Україні динамічно модернізується відповідно до вимог європейської Директиви INSPIRE та міжнародних стандартів ISO серії 19100. Провідну роль у легітимізації цифрового просторового моделювання відіграють Закони України про Державний земельний кадастр (ДЗК), Національну інфраструктуру геопросторових даних (НІГД) та просторове планування, які впроваджують обов'язковість ведення профільних баз даних у єдиній системі координат УСК-2000. Законодавство також адаптується до умов воєнного стану, жорстко регламентуючи кібербезпеку і захист інформації.

3. Доведено, що ефективне землевпорядкування на сучасному етапі потребує повної технологічної інтеграції ГІС та ЗІС на рівнях СУБД-орієнтованої, сервіс-орієнтованої та прикладної взаємодії. У цій архітектурі ДЗК виступає фінальним геоінформаційним продуктом, тоді як НІГД слугує його

фундаментальним інтероперабельним базисом. Розбудова інфраструктури геопросторових даних дозволяє об'єднати розрізнені відомчі й регіональні кадастри, створюючи передумови для переходу до «цифрових двійників» територій. Аналіз світового досвіду підтвердив глобальний тренд на створення багатоцільових інтегрованих кадастрів, адаптація якого через гібридну модель є критично важливою для України.

4. Виявлено, що ключовими технологічними бар'єрами на шляху розбудови цілісного геоінформаційного простору є геометрична, топологічна та семантична гетерогенність відомчих баз даних, зумовлена диверсифікацією форматів та застарілих систем координат. Подолання цих розбіжностей та захист критичної інформації від кібератак вимагає переходу до сервіс-орієнтованої архітектури (SOA) на базі стандартів OGC, обов'язкового розгортання Комплексних систем захисту інформації (КСЗІ) та оптимізації регламентів авторизованого електронного доступу до модулів Національної кадастрової системи під час дії воєнного стану.

5. Обґрунтовано магістральні напрями модернізації ЗІС у період відбудови, які мають базуватися на глибокій інтеграції ДЗК із Державним містобудівним кадастром (МБКД) через промислові API. Необхідно розширювати використання технологій ДЗЗ і БПЛА для ведення геопросторового обліку мінного забруднення, картографування інфраструктурних руйнувань та моніторингу деградації ґрунтів. На нормативно-управлінському рівні ці процеси супроводжуються законодавчим спрощенням і дерегуляцією процедур просторового планування.

6. На прикладі Байковецької територіальної громади Тернопільської області практично доведено високу соціоекономічну та управлінську ефективність впровадження новітніх хмарних ЗІС-рішень у межах розробки Комплексного плану просторового розвитку. Реалізація моделі багатоцільового оверлею тематичних ГІС-шарів дозволить громаді забезпечити фіскальну оптимізацію місцевого бюджету через ліквідацію «тіньового» землекористування та автоматизацію нормативної грошової оцінки. Окрім

цього, впровадження системи забезпечить ліквідацію застарілих просторових помилок у реєстрах, істотне прискорення й автоматизацію надання адміністративних послуг, а також високу інвестиційну відкритість та прозорість діяльності органів місцевого самоврядування. Побудована інтероперабельна база геоданих виступатиме фундаментальною цифровою платформою для прийняття обґрунтованих рішень і забезпечення сталого територіального менеджменту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Enemark S. Land Administration Systems in support of Sustainable Land Governance. *International Federation of Surveyors (FIG) Publications*. 2009. URL: <https://scispace.com/pdf/land-administration-and-cadastral-systems-in-support-4ey8jgn5s4.pdf> (дата звернення 23.04.2026).
2. Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council of 14 March 2007 establishing an Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE). URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2007/2/oj/eng> (дата звернення 2.04.2026)
3. Hanich O. The concept of cadastral systems. The significance of geospatial data in effective land resource management. *Modern engineering and innovative technologies*. 2024. No. 32. P. 55–61. URL: <https://www.moderntechno.de/> (дата звернення 23.04.2026).
4. Open Geospatial Consortium (OGC) Standards and Specifications. *Official OGC Website*. URL: <https://www.ogc.org/standards> (дата звернення 12.03.2026).
5. Seifert M. ALKIS - The Integration of GIS and Cadastre in Germany. *Official Liegenschaftskataster Information System documentation*. 2007. URL: <https://www.e3s-conferences.org/> (дата звернення 2.04.2026).
6. Tutorial: Get started with parcel fabric editing ESRI. 2021. URL: <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/manage-data/editing-parcels/tutorial-gettingstarted.htm>
7. Vynohradenko S.O. Land resources information system: lecture notes. For applicants in the field of knowledge 19 «Architecture and Construction» specialty 193 "Geodesy and Land Management". Kharkiv: SBTU, 2023. 190 p.
8. Williamson I., Ting L. The evolution of modern cadastres. *Computers, Environment and Urban Systems*. 2001. Vol. 25. No. 4. P. 319–324. URL: <https://gdmc.nl/oosterom/ceus1.pdf> (дата звернення 23.04.2026).
9. Бабенко О. А. Застосування геоінформаційних систем в управлінні земельними ресурсами. Київ: Вид-во: Часопис картографії, 2018. 17–24 с.

10. Геоінформаційні системи в агросфері: навчальний посібник/ В.В. Морозов, Н.М. Шапоринська, О.В.Морозов, В.І. Пічура.- Київ: Аграрна освіта, 2010.- 269 с.
11. Геопортал містобудівного кадастру Тернопільської області. URL: <https://mbk.te.gov.ua/> (дата звернення 02.02.2026).
12. Губар Ю. Застосування проблемно-орієнтованих ГІС-технологій для цілей кадастрової оцінки нерухомості. Геодезія, картографія і аерофотознімання. Вип. №78. Львів. 2013.192 –200 с.
13. Деякі питання ведення та функціонування Державного земельного кадастру в умовах воєнного стану: Постанова Кабінету Міністрів України від 07.12.2022 р. №564. Дата оновлення: 25.12.2022 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/564-2022-%D0%BF#Text>. (дата звернення: 10.04.2023).
14. Довгий С. О., Лялько В. І., Бабійчук С. М., Кучма Т. Л., Томченко О. В., Юрків Л. Я. Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування : навч. посіб. Київ. Вид-во: Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2019. 316 с.
15. ДСТУ ISO 19115:2009 Географічна інформація. Метадані (ISO 19115:2003, IDT). *Каталог національних стандартів ДП «УкрНДНЦ»*. URL: <https://uas.gov.ua/> (дата звернення 23.04.2026).
16. Еколого-економічні засади збалансованого аграрного виробництва та використання природних ресурсів агросфери: монографія / за науковою редакцією академіка НААН О.І. Фурдичка. Київ: ДІА, 2022. 408 с.
17. Земельний кодекс України : Закон України від 31.03.2023 р. № 2768-III. Дата оновлення: 31.03.2023 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2768-14#Text> (дата звернення: 10.04.2023).
18. Карпінський Ю., Лященко А., Горковчук М. Концептуальні засади оцінювання та забезпечення якості геопросторових даних,. *Вісник геодезії та картографії*. 2012. № 4. С. 33-42. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vgtk_2012_4_11 (дата звернення 14.04.2026).

19. Карпінський Ю., Ляшенко А., Квартич Т. Концептуальні засади створення системи державного топографічного моніторингу місцевості Вісник геодезії та картографії. 2011. № 3. С. 27-31. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vgtk_2011_3_8 (дата звернення 14.04.2026).
20. Куценко М.В. Вступ до географічних інформаційних систем та моделювання стану довкілля: Навчюпос.- Харків: Екограф, 2008.- 204 с.
21. Лаврук В. В., Покотильська Н. В. Лаврук О. С. Завдання сучасного землеустрою в системі управління земельними ресурсами та землекористуванням. Кам'янець-Подільський: _Вид-во: Агросвіт. 2019. с. 73.
22. Лук'яненко С., Гайдаржи В., Дацюк О. Побудова навчального процесу в галузі геоінформаційних систем. Моделювання та інформаційні технології : збірник наукових праць. Київ: _Вид-во: ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України,. Вип. №57. 2010. 13–21 с.
23. Майстренко С. Я. Система «ГІС-ліспроєкт» як прототип геоінформаційної складової кадастрової системи. Математичні машини і системи. Вип. № 3. 2015. 93-99 с.
24. Міністерство розвитку громад та інфраструктури України. ULR: <https://mindev.gov.ua/diialnist/napriamy> (дата звернення 03.05.2026).
25. Офіційний сайт Байковецької сільської територіальної громади. Повідомлення про розроблення комплексного плану просторового розвитку території громади та проведення стратегічних сесій від 2025-2026 рр. ULR: <https://bsr1653.gov.ua/news/1762495860> (дата звернення 29.04.2026).
26. Офіційний сайт компанії SoftPro. ULR: <https://softpro.ua/uk/services/rozrobka-geoportaliv> (дата звернення 23.04.2026).
27. Перович Л. М., Лудчак О. Я. Кадастрова система України в контексті світового досвіду. *Геодезія, картографія і аерофотознімання*. 2015. Вип. 81. С. 85–92. URL: <https://ena.lpnu.ua/items> (дата звернення 23.04.2026).
28. Петренко О. Я. Побудова електронної карти засобами ArcGIS: Навчальний посібник. Київ: ІПДО НУХТ, 2015. 96 с.

29. Помаранцева О. Є. Проектування баз геоданих. Посібник для практичних занять : навч. посіб. Харків: _Вид-во: Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2022. 159 с.

30. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку ведення Державного земельного кадастру» від 17.10.2012 № 1051.. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1051-2012-%D0%BF> (дата звернення 02.04.2026).

31. Постанова Кабінету Міністрів України «Деякі питання національної інфраструктури геопросторових даних» від 26.05.2021 № 532. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/532-2021-%D0%BF> (дата звернення 02.04.2026) .

32. Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо планування використання земель: Закон України від 17.06.2020 № 711-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/711-20#Text> (дата звернення 02.04.2026).

33. Про Державний земельний кадастр: Закон України від 19.11.2022 р. № 2698-IX. Дата оновлення: 19.11.2022. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3613_17#Text (дата звернення: 10.04.2026).

34. Про добровільне об'єднання територіальних громад : Закон України від 05.02.2015 р. № 157-VIII. Дата оновлення: 14.05.2020. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/157-19/0514#Text> (дата звернення 10.04.2026).

35. Про захист інформації в інформаційно-комунікаційних системах: Закон України від 05.07.1994 № 80/94-ВР. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/law/80/94-%D0%B2%D1%80> (дата звернення 02.04.2026).

36. Про землеустрій: Закон України від 31.03.2023 р. № 2849-IX. Дата оновлення: 31.03.2023. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/858-15#Text> (дата звернення: 10.04.2023).

37. Про національну інфраструктуру геопросторових даних: Закон України від 01.03.2023 р. № 2807-IX. Дата оновлення: 01.03.2023. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/554-20#Text> (дата звернення: 10.04.2026).

38. Про основні засади забезпечення кібербезпеки України: Закон України від 05.10.2017 № 2163-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/2163-19> (дата звернення 02.04.2026).

39. Про схвалення Концепції Загальнодержавної цільової програми використання та охорони земель: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 19.01.2022 р. №70-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/70-2022-%D1%80#Text> (дата звернення: 10.04.2026).

40. Про схвалення Концепції реформування місцевого самоврядування та територіальної організації влади в Україні: Кабінет Міністрів України / Розпорядження від 01.04.2014 р. № 333-2014-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/333-2014-%D1%80#Text> (дата звернення: 10.04.2023).

41. Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність: Закон України зі змінами [№ 4017-IX від 10.10.2024](#) р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/353-14#Text> (дата звернення 14.04.2026).

42. Протокол інформаційної взаємодії інформаційних систем Державного земельного кадастру та Пілотного проекту Національної інфраструктури геопросторових даних: опубліковано 07.04.2023 р. URL: <https://www.kmu.gov.ua/news/> (дата звернення 14.04.2026).

43. Розробка комплексних планів. Посібник для громад. URL: <https://decentralization.ua/uploads/library/file/> (дата звернення 23.04.2026).

44. Рудакевич І., Р. Фалінський [Проблеми землекористування приміської територіальної громади \(на прикладі Байковецької громади Тернопільської області\)](#) Генеза, географія та екологія ґрунтів : збірник наукових праць Всеукраїнської наукової конференції «Українське ґрунтознавство: традиції, виклики та перспективи», присвяченої світлій пам'яті професора Степана Позняка (м. Львів, 3-4 жовтня 2025 року). Львів: Львівський національний університет імені Івана Франка, 2025. Вип. 7. С. 218-223.

45. Сторчоус М. Д. Сучасний стан, проблеми та перспективи застосування інформаційних технологій у використанні земель населених

пунктів. Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія . Вип. № 1. 2015. 10–16 с.

46. Третяк А. М., Дорош О.С. Управління земельними ресурсами. Вінниця: Вид-во Нова Книга, 2006. 360 с.

47. Українське товариство геодезії та картографії. URL: <http://utgk.org.ua> (дата звернення 12.03.2026).

48. Шарий Г. І., Тимошевський Г. І. Щепак В. В. ГІС в кадастрових системах: навч. посіб. Полтава: Вид-во: ПолтНТУ, 2017. 230 с.

49. Шипулін В. Д. Основні принципи геоінформаційних систем: навч. посібник. Харків: Вид-во: ХНАМГ, 2010. 313 с.

50. Цифровізація будівництва та містобудування: підсумки 2025 року та плани на 2026 рік. URL: <https://mindev.gov.ua/news/tsyfrovizatsiia-budivnytstva-ta-mistobuduvannia-pidsumky-2025-roku-ta-plany-na-2026-rik> (дата звернення 30.04.2026).

51. Цифровізація українських земель: як оновився Державний кадастр. Аналітичний звіт у сфері земельних ресурсів та ГІС. URL: <https://uland.ua/cifrovizaciya-ukrayinskix-zemel-yak-onovivsya-derzavnii-kadastr-za-2025-rik> (дата звернення 30.04.2026).