

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.631-644

УДК 528.44:347.235(477)

к.е.н., доцент **Удовенко І.О.**,
irinaudovenko8@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5971-8365,
Уманський національний університет садівництва,
доктор філософії, доцент **Молнар Д.С.С.**,
molnar.d.istvan@kmf.org.ua, ORCID: 0000-0003-2959-9136,
Закарпатський угорський інституту ім. Ференца Ракоці ІІ,
к.н. з держ. упр. **Чувпило В.В.**,
vadym.chuvpylo@pdau.edu.ua, ORCID: 0000-0001-9102-7396
Полтавський державний аграрний університет

ВПЛИВ ЦИФРОВИХ ІННОВАЦІЙ У КАДАСТРОВІЙ СФЕРІ НА ПРОСТОРОВУ ТОЧНІСТЬ І ПОВНОТУ ГЕОДЕЗИЧНОГО СУПРОВОДУ ЗЕМЛЕУСТРОЮ В УКРАЇНІ

Зроблено аналізу впливу цифрових інновацій у кадастровій сфері на просторову точність і повноту геодезичного супроводу землеустрою в Україні. Дослідження фокусується на застосуванні сучасних геодезичних технологій для створення тривимірних цифрових моделей урбанізованих територій, що відповідають міжнародним стандартам. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю модернізації кадастрових систем в умовах цифрової трансформації, що сприяє підвищенню точності, достовірності та доступності інформації про земельні ресурси. Впровадження автоматизованих геоінформаційних систем є ключовим для ефективного управління землею та забезпечення прозорості земельних відносин в Україні. У межах дослідження використано комбінацію методів ЛС та аерофотознімання для збору геопросторових даних, що забезпечують створення щільних хмар точок із високим рівнем деталізації. Встановлено, що розмір пікселя на місцевості (GSD) має бути не більшим за половину мінімального розміру об'єкта моделювання для забезпечення точного об'єднання гетерогенних даних. Використовувалися ГІС-платформи, такі як MapInfo, для обробки та інтеграції просторової і табличної інформації, а також аналізу відповідності даних вимогам офіційних кадастрових систем. Отримані результати демонструють, що цифровізація земельного кадастру забезпечує структурну модернізацію даних, підвищуючи їх повноту, точність і наочність. Впровадження тривимірних моделей сприяє точній просторово-правовій фіксації земельних ділянок, що є основою для ефективного управління земельними ресурсами. Застосування ЛС та БПЛА дозволяє створювати деталізовані цифрові моделі, які враховують складну структуру урбанізованих

територій, включаючи багаторівневі та підземні об'єкти. Перспективи подальших досліджень пов'язані з розширенням використання тривимірних кадастрових даних для створення 3D-кадастру, підтримки систем 3DLAS та реалізації концепції «розумного міста». Подальша інтеграція даних у форматі CityGML сприятиме підвищенню сумісності геопросторової інформації та вдосконаленню інструментів просторового планування й управління територіями.

Ключові слова: цифровізація земельного кадастру; геодезичне забезпечення; землеустрій; просторові дані; геоінформаційні технології; автоматизація кадастрових процесів.

Постановка проблеми. У сучасних умовах цифрової трансформації державного управління, що охоплює усі ключові сфери функціонування суспільства, особливого значення набуває модернізація системи ведення земельного кадастру, яка безпосередньо впливає на ефективність геодезичного забезпечення землеустрою, особливо в Україні, де питання точності просторових даних та повноти кадастрової інформації мають стратегічне значення для сталого використання земельних ресурсів. Розширення національних програм цифровізації державних сервісів зумовлюється нагальною потребою в підвищенні прозорості, точності та оперативності функціонування кадастрової системи, особливо в умовах урбанізованих територій з високою концентрацією інфраструктурних об'єктів, де виникає складність просторової організації, правових відносин та управлінських рішень щодо землекористування.

На тлі зростання суспільного запиту на прозоре, інтегроване та орієнтоване на інновації управління земельними ресурсами, впровадження цифрових рішень у сфері кадастрового обліку потребує переосмислення підходів до геодезичного супроводу землеустрою, адже саме точність просторових вимірів, їх тривимірна деталізація, здатність відображати багаторівневі інженерні об'єкти, підземні й надземні споруди та складні правові межі формують основу для комплексного та обґрунтованого управління територіями. Світовий досвід засвідчує, що перехід до тривимірного цифрового кадастру є передумовою для створення повноцінної платформи «розумного міста», де управлінські, екологічні та правові аспекти землекористування отримують новий рівень якості завдяки високоточній, актуальній та інтегрованій просторовій інформації.

Попри досягнення окремих країн у впровадженні 3D-картографування та автоматизації кадастрових процесів, в Україні залишається невирішеною низка проблем, пов'язаних із відсутністю науково обґрунтованих методик

геодезичних вимірювань, недостатнім рівнем технічного оснащення, неузгодженістю нормативної бази та відсутністю єдиних стандартів цифрового кадастру. Саме тому дослідження, спрямоване на оцінювання впливу цифровізації земельного кадастру на якість геодезичного забезпечення землеустрою, є вкрай актуальним як з точки зору наукової новизни, так і з погляду практичної доцільності для забезпечення раціонального використання земель та ефективного територіального управління в умовах цифрової трансформації держави.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Протягом останніх десятиліть значно активізувались наукові дослідження, присвячені різноманітним аспектам функціонування та розвитку системи державного земельного кадастру в Україні. У науковому дискурсі чітко окреслились кілька тематичних напрямів досліджень. Один із них стосується вдосконалення нормативно-правового регулювання у сфері ведення земельного кадастру, що знайшло відображення у працях таких дослідників, як Ямелинець Т. [1], Кочеригін Л. Ю., Кімейчук І. В. [2]. Їхні роботи аналізують правові підвалини функціонування кадастрової системи та пропонують шляхи удосконалення законодавчої бази у відповідь на виклики сучасного землекористування.

Інший важливий вектор досліджень охоплює технічні засади функціонування кадастру, зокрема питання автоматизації кадастрових процесів, розробки програмного забезпечення та технічної підтримки геоінформаційних систем. Вагомий внесок у цьому напрямі зробили Білятинський А., Сорокіна К., Мамонов К., Коваленко Л. [3] які акцентували увагу на практичних аспектах автоматизації земельно-кадастрових робіт і впровадження новітніх технологій збору просторової інформації. Окрема група дослідників, серед яких Чабанюк В., Поливач К. [4], зосередила увагу на методологічних основах земельно-оцінної діяльності, формуванні підходів до оцінювання земельних ресурсів та обґрунтуванні геодезичних вимірювань як складової комплексного землеустрою. Варто також звернути увагу на праці Ліу С. [5], Македон В. В., Байлова О. О. [6], які висвітлюють питання порівняльного аналізу моделей ведення земельного кадастру в зарубіжних країнах, а також особливості організації та доступності земельно-кадастрової інформації в Україні. Їхні дослідження спрямовані на виявлення потенціалу для імплементації кращих міжнародних практик у вітчизняну практику.

Попри наявність значної кількості фундаментальних і прикладних досліджень, розвиток земельного кадастру в Україні залишається динамічним і водночас проблемним процесом, що постійно стикається з викликами, пов'язаними із частими змінами законодавства, нестабільністю інституційного середовища та недостатнім рівнем інформаційного забезпечення. Зокрема,

низка сучасних проблем виникає через розбалансованість у сфері взаємодії між Державною службою з питань геодезії, картографії та кадастру України та іншими реєстраційними органами.

Мета і задачі дослідження. Мета статті – дослідити процес розгортання цифровізації земельного кадастру та визначити його вплив якості геодезичного забезпечення землеустрою в Україні шляхом аналізу сучасних геоінформаційних технологій, оцінювання ефективності впровадження автоматизованих систем кадастрового обліку.

Задачі дослідження:

– дослідити сучасні тенденції цифровізації земельного кадастру в Україні та визначити їхній вплив на якість геодезичного забезпечення землеустрою.

– оцінити ефективність використання новітніх геодезичних технологій, зокрема лазерного сканування та аерофотознімання з БПЛА, у контексті автоматизації кадастрових процесів.

– обґрунтувати доцільність переходу до інтегрованої моделі цифрового кадастру з урахуванням тривимірного відображення об'єктів та правових меж.

– сформулювати методичний підхід до забезпечення високої точності, узгодженості та актуальності кадастрових даних у межах геодезичного супроводу землеустрою.

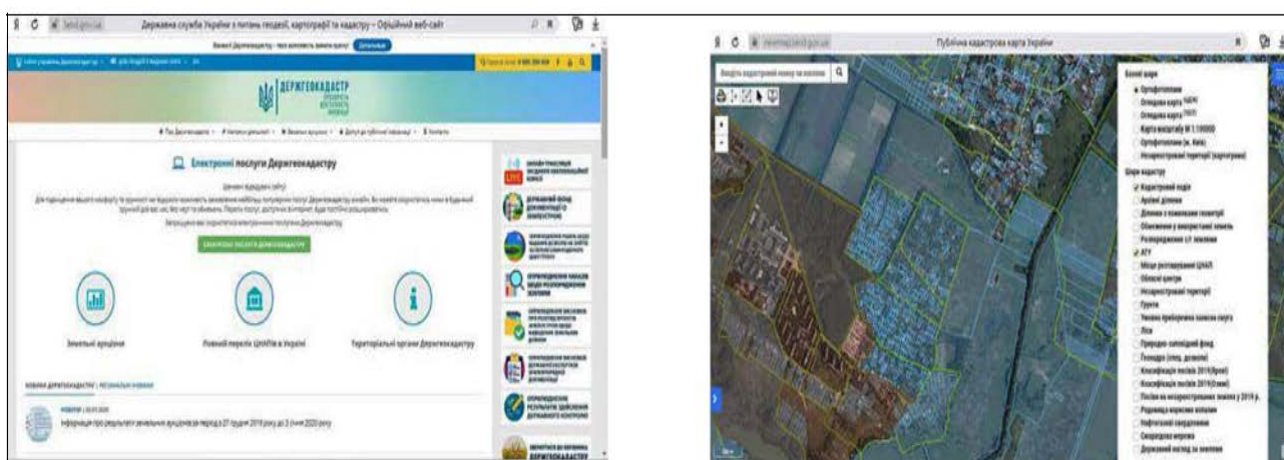
Матеріали та методи. У межах дослідження, присвяченого аналізу впливу цифровізації земельного кадастру на якість геодезичного забезпечення землеустрою в Україні, було здійснено комплексне вивчення сучасних геодезичних технологій збору просторових даних, орієнтованих на формування тривимірних цифрових моделей урбанізованих територій, які відповідають міжнародним форматам просторового представлення, зокрема IFC (Industry Foundation Classes) та CityGML (City Geography Markup Language). При цьому враховувалися вимоги до точності, встановлені для реєстраційних даних в офіційних кадастрових системах, а також рівні деталізації моделей, що відповідають стандартам LoD3 та LoD4.

Для збору високоточної геопросторової інформації було обрано дві найбільш ефективні та технічно доступні технології: наземне лазерне сканування (ЛС) та аерофотознімання за допомогою безпілотних літальних апаратів (БПЛА). Комбінація цих методів дозволяє отримувати щільні хмари точок з високим рівнем просторової деталізації, що є необхідною умовою для моделювання складної кадастрової структури об'єктів нерухомості, зокрема у щільно забудованих міських середовищах, де наявні багаторівневі, підземні та інженерні споруди. У ході дослідження було встановлено, що для забезпечення

високої точності об'єднання даних ЛС і БПЛА, розмір пікселя на місцевості (GSD) повинен бути не більшим ніж половина мінімального розміру об'єкта моделювання, що допомагає досягнути надійного злиття гетерогенних даних та забезпечити узгодженість кадастрової інформації в межах єдиного цифрового простору.

Результати та їх обґрунтування. У процесі трансформації земельного кадастру важливим завданням постає не лише оцифрування існуючих кадастрових даних, але і їх структурна модернізація для забезпечення повноти, точності та наочності інформації про земельні ділянки, що використовуються у системі землеустрою. ключовим завданням державного земельного кадастру виступає точна просторово-правова фіксація земельних ділянок різного функціонального призначення та форми власності, що слугує базою для ефективного управління землею як на місцевому, так і на загальнодержавному рівнях. У цьому контексті особливої ваги набуває удосконалення геодезичного забезпечення землеустрою, зокрема шляхом впровадження автоматизованих систем на базі геоінформаційних технологій, які дозволяють суттєво підвищити оперативність, достовірність і повноту кадастрової інформації [7].

Історично склалося так, що в Україні, як і в багатьох інших країнах пострадянського простору, цифровізація кадастрових процесів починалася зі впровадження західних програмних продуктів для створення й редагування картографічних матеріалів, зокрема таких, як ArcInfo, MapInfo, Intergraph та AutoCAD. При цьому вибір конкретного програмного забезпечення здебільшого залежав від внутрішніх організаційних рішень, наявних фінансових ресурсів, а також рівня професійної підготовки операторів, які здійснювали введення та обробку кадастрових даних (рис. 1.) [8].



а)

б)

Рис. 1. Оприлюднення інформації в системі Державного земельного кадастру України: а) офіційний вебсайт Держгеокадастру; б) публічна кадастрова карта України [9]

Після запуску державних програм, орієнтованих на створення автоматизованих систем ведення кадастру, почалася розробка спеціалізованого національного програмного забезпечення, яке дозволило адаптувати процес обліку земель до нормативно-правових реалій і специфіки територіального устрою. Серед широко використовуваних ГІС-платформ можна виокремити такі як MapInfo, яка забезпечує картографування, просторовий і статистичний аналіз, створення звітів і друк карт, та орієнтована на інтеграцію просторової і табличної інформації для забезпечення комплексного підходу до кадастрової діяльності.

Зважаючи на складність кадастрових процедур та різноманітність джерел даних, що потребують інтеграції, надзвичайно актуальним є забезпечення ефективної взаємодії користувача з системою, що передбачає інтерфейсну зручність, розвинене лінгвістичне середовище і можливості автоматичного навчання персоналу роботі з геоінформаційними системами. Такий підхід дозволяє мінімізувати людські помилки при введенні інформації, забезпечити єдність даних і створити основу для їх багаторазового використання у межах інтегрованих реєстрів.

Основною метою цих змін є забезпечення користувачів – від державних органів до власників земельних ділянок – своєчасною та достовірною інформацією про просторову організацію об'єктів, що можуть бути пов'язані з відповідними правами користування землею, обтяженнями або інженерною інфраструктурою, яка перетинає межі окремих ділянок (рис. 2.).

Назва колонки (name)	Заголовок колонки (title)	Опис значень (description)	Тип даних (datatype)	Вимога заповнення (required)
identifier	Ідентифікатор	Реєстраційний номер або будь-який інший ідентифікатор адреси. 2019-345/п.	Текст (string)	Істина (true)
authorityName	Назва органу	Назва уповноваженого органу. Наприклад: Департамент містобудування та архітектури Дніпровської міської ради.	Текст (string)	Істина (true)
authorityIdentifier	Ідентифікатор органу	Код ЄДРПОУ уповноваженого органу. Наприклад: 01234567.	Текст (string)	Істина (true)
applicantName	Ім'я або назва заявника	Прізвище, ім'я, по батькові або назва юридичної особи заявника. Наприклад: Супрун Олександр Іванович.	Текст (string)	Істина (true)
applicantIdentifier	Ідентифікатор заявника	Код ЄДРПОУ заявника. Наприклад: 01234567. У випадку ФОП дані про РНОКПП знеособлюються.	Текст (string)	Істина (true)
decisionTitle	Назва рішення	Повна назва рішення про присвоєння адреси. Наприклад: Про присвоєння адрес.	Текст (string)	Хибність (false)
decisionNumber	Номер рішення	Номер рішення про присвоєння адреси (без знака №). Наприклад: 410.	Текст (string)	Істина (true)
decisionIssued	Дата рішення	Дата рішення у форматі ISO 8601 (pppp-мм-дд). Наприклад: 2014-05-30.	Дата (date)	Хибність (false)
decisionURL	Посилання	Посилання на рішення, оприлюднене в мережі Інтернет. Посилання має починатися з http:// або https://. Наприклад: https://www.example.gov.ua/example.doc .	Текст (string)	Істина (true)
parcelNumber	Кадастровий номер	Кадастровий номер земельної ділянки, на якій розміщується об'єкт будівництва. Наприклад: 01234567890.01:012:0123.	Текст (string)	Істина (true)

Рис. 2. Вікно цифрового реєстру кадастру об'єктів земельної власності [9]

Цифровізація земельного кадастру не обмежується лише переходом на електронний облік — вона передбачає впровадження інноваційних інструментів, таких як автоматизоване заповнення супровідної документації, генерація таблиць, звітів та інших супутніх файлів, які синхронізуються між собою та дозволяють уникнути дублювання введення інформації. Крім того, електронний документообіг, можливість віддаленої перевірки та підпису даних, інтеграція з іншими державними реєстрами (зокрема з системами Мін'юсту, Держгеокадастру, ДІА тощо) значно спрощують взаємодію суб'єктів земельних відносин з державними органами (рис. 3.) [10].



Рис. 3. Візуалізація геопорталу кадастру при проведенні земельної інвентаризації [11]

Цифровізація кадастрової системи дозволяє значно підвищити рівень деталізації та функціональності кадастрових записів, розширивши можливості правової і технічної фіксації об'єктів у межах єдиної геоінформаційної платформи. Удосконалення обліку земельних ресурсів передбачає створення умов для повноцінного відображення всіх зареєстрованих прав і пов'язаних з ними територіальних обмежень, а також забезпечення взаємозв'язку між просторовими і семантичними даними в цифровому середовищі кадастру. Одним із головних напрямів розвитку кадастрових технологій є розширення інструментарію реєстрації даних про об'єкти нерухомості з урахуванням їх фактичного розміщення, конфігурації та функціонального використання, особливо у випадках, коли декілька об'єктів інфраструктури чи будівель розміщуються на обмеженій території (рис. 4.).

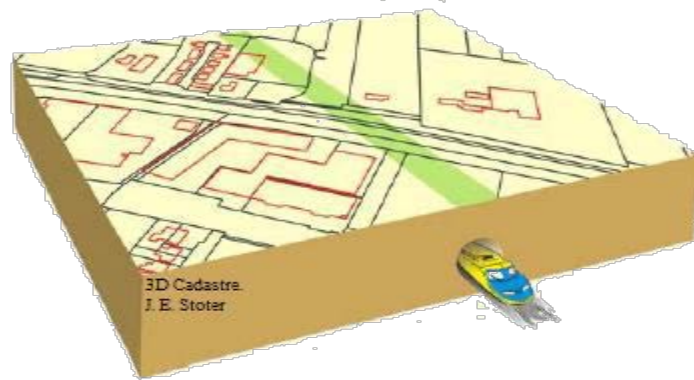


Рис. 4. Схематичне відображення взаємозв'язку інженерної інфраструктури та поверхневого землекористування в умовах цифровізації земельного кадастру [12]

З цією метою впроваджується можливість додавання до реєстраційної інформації посилань на цифрові документи, технічні креслення, плани та матеріали обстеження, що містять уточнення параметрів об'єктів, їх координатне положення, глибину або висоту залягання. Запровадження електронного кадастрового обліку, заснованого на сучасних технологіях збору, обробки та аналізу просторових даних, таких як аерофотознімання або лазерне сканування, дозволяє значно покращити точність геодезичного забезпечення землеустрою. Зокрема, дані про місцеперебування об'єктів можна інтегрувати в цифрові кадастрові карти, що забезпечує однозначність тлумачення правових меж та запобігання можливих конфліктів щодо землекористування.

Разом із цим, одним із методів підвищення ефективності кадастрового адміністрування є використання так званих семантичних тегів або цифрових анотацій, які дозволяють зазначити особливі умови, пов'язані з тією чи іншою земельною ділянкою, наприклад, наявність ліній комунікацій, обтяжень або обмежень використання певних зон (рис. 5).



Рис. 5. Фрагмент картограми агровиробничих груп ґрунтів у межах формування земельного кадастру [13]

Водночас, існує потреба у впровадженні єдиного підходу до представлення даних у кадастрі, що дозволить забезпечити узгодженість інформації про різні категорії об'єктів, а також спростити процедуру запитів і пошуку відомостей про об'єкти нерухомості в межах територіальних реєстрів. Важливою перевагою такого підходу є можливість інтеграції кадастрових систем з іншими державними реєстрами й геоінформаційними платформами, що сприятиме прийняттю обґрунтованих управлінських рішень на державному і місцевому рівнях [14].

Отримані в результаті застосування сучасної методики тривимірного геодезичного сканування просторові дані, які були детально розглянуті в попередньому розділі дослідження, відкривають широкі можливості для їх багатофункціонального використання в системі землеустрою, особливо в умовах активної цифровізації земельного кадастру в Україні [16]. З урахуванням світових практик та орієнтації на впровадження інформаційного моделювання у сфері просторового планування й управління територіями, можна виокремити низку перспективних напрямів використання кадастрових даних у форматі тривимірного представлення, зокрема для формування 3D-кадастру, підтримки функціонування систем 3DLAS та створення цифрових основ для реалізації концепції «розумного міста» (рис. 6).

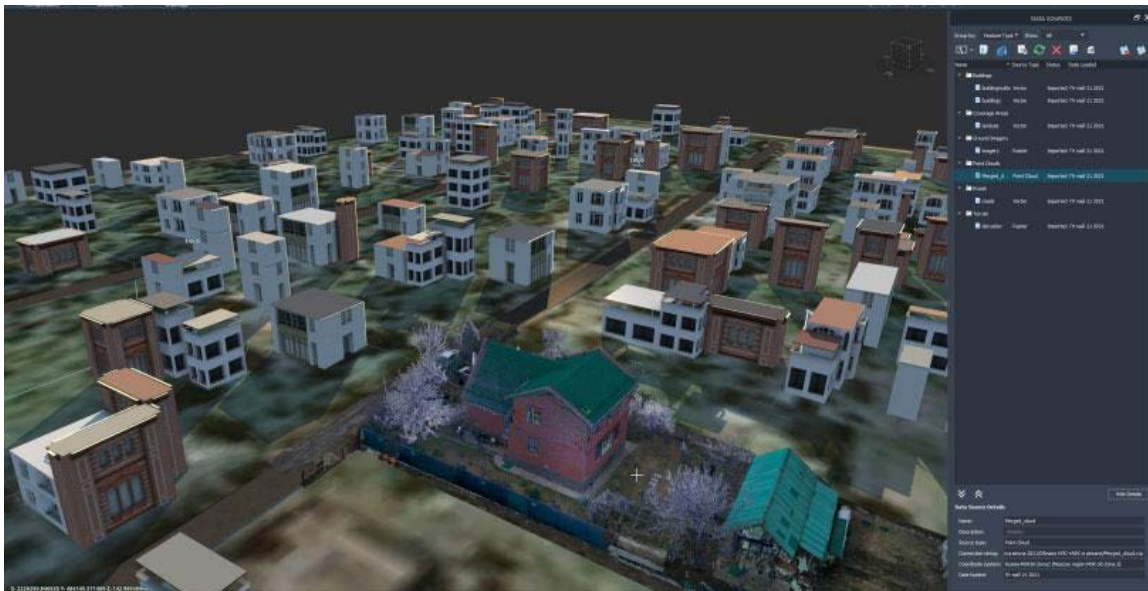


Рис. 6. Візуалізація тривимірної моделі урбанізованої території як елемента цифрового кадастру в межах геодезичного забезпечення землеустрою [16]

У межах парадигми цифрового урбанізму та просторової трансформації земельних відносин, практична апробація побудованої моделі для конкретного об'єкта показала ефективність її інтеграції в земельно-інформаційні системи нового покоління, зокрема на основі формату CityGML, який дозволяє забезпечити сумісність геопросторових даних і максимально точно візуальне

представлення об'єктів нерухомості [17]. Це, своєю чергою, створює якісно нове підґрунтя для реалізації завдань просторового аналізу, територіального планування, управління об'єктами інженерної інфраструктури та правового регулювання землекористування.

Використання вдосконаленого цифрового формату геодезичних вимірювань дозволяє підвищити деталізацію картографічної основи, актуалізувати інформацію про конфігурацію меж земельних ділянок, багаторівневі споруди та підземні об'єкти, що в комплексі сприяє зростанню якості геодезичного забезпечення землеустрою [18].

Висновки та рекомендації. Виявлено, що модернізація кадастрової системи за рахунок інноваційних геоінформаційних технологій та автоматизованих процесів суттєво підвищує точність, повноту та швидкість обробки просторових даних. Це створює основу для ефективного управління земельними ресурсами на рівні окремих територій і держави в цілому. Аналіз сучасних методів, таких як наземне лазерне сканування та аерофотознімання за допомогою БПЛА, показав їхню ефективність у формуванні деталізованих тривимірних моделей об'єктів нерухомості. Ці технології забезпечують високу точність просторових даних, що критично важливо для створення надійної кадастрової інформації в умовах складної забудови міст. Проаналізовано перехід вітчизняної кадастрової системи від імпорتنих програм до власних рішень на основі геоінформаційних платформ (MapInfo, ObjectLand) і самі системи стали основою для цифрового середовища земельного обліку, що відповідає сучасним потребам. Встановлено, що автоматизоване заповнення документації, інтеграція з державними реєстрами та генерація семантичних тегів зменшують кількість помилок і забезпечують логічну узгодженість даних. Це підвищує надійність кадастрової інформації.

Запропоновано стандартизацію формату подання даних, яка забезпечить узгодженість між просторовими, правовими та технічними характеристиками земельних ділянок, що також сприятиме інтеграції кадастру з іншими системами, зокрема платформами «розумних міст» та екологічними геопорталами. Розроблено підходи до об'єднання гетерогенних даних, які базуються на оптимізації параметрів знімання (наприклад, значення GSD) і алгоритмах просторової узгодженості коли підвищується якість геодезичного забезпечення в урбанізованих зонах. Запропоновано модель, яка враховує багаторівневу структуру землекористування, обтяження, підземну інфраструктуру та складні правові межі.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Ямелинець Т. Інформаційне ґрунтознавство: монографія. Львів: ЛНУ ім. Івана Франка, 2022. 352 с.

2. Кочеригін Л.Ю., Кімейчук І.В. Геоінформаційний моніторинг змін вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок Черкаської області за радарними даними. Вісник Малинського фахового коледжу: наукове видання. 2023. Вип. 2. С. 157–174.
3. Bieliatynskyi A., Sorokina K., Mamonov K., Kovalenko L. Geocological monitoring of regional land use: definition and directions of formation. E3S Web of Conferences. 2023. Vol. 452. P. 03002. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202345203002>
4. Chabaniuk V., Polyvach K. Critical properties of modern geographic information systems for territory management. Cybernetics and Computer Engineering. 2020. No. 3(201). pp. 5–32. DOI:10.15407/kvt201.03.005
5. Liu C., Li X., Xue Y., Lu W., & Zhang C. Development and applications of an integrated space-air-ground observation network in natural resource monitoring and supervision. E3S Web of Conferences. 2024. No 520. 04018. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202452004018>
6. Македон В.В., Байлова О.О. Планування і організація впровадження цифрових технологій в діяльність промислових підприємств. Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія «Економічні науки». 2023. Випуск 47. С. 16-26. DOI: 10.32999/ksu2307-8030/2023-47-3
7. Цепенда М., Данілова О., Заблотовська Н. Застосування ГІС-технологій для оцінювання лісорекреаційних площ урбанізованих територій. Науковий вісник Чернівецького університету: Географія. 2024. № 849. С. 154–163. DOI: <https://doi.org/10.31861/geo.2024.849.154-163>
8. Foster A., Rahimzadeh-Bajgirani P., Daigneault A., Weiskittel A. Cost-effectiveness of remote sensing technology for spruce budworm monitoring in Maine, USA. Forests Monitor. 2024. 1(1):66–98. <https://doi.org/10.62320/fm.v1.i1.14>
9. Шевчук С.М., Прокопенко Н.І., Рожі Т.А. Аналіз використання геодезичних даних при плануванні та моніторингу агроландшафтів: оптимізація землекористування та охорони природи. Кадастр, землеустрій та управління земельними ресурсами. 2024. № 7. С. 445–458. DOI: <https://doi.org/10.32347/2786-7269.2024.7.445-458>.
10. Blender 4.1 Reference Manual. URL: <https://docs.blender.org/manual/en/latest/index.html>
11. Ситник О., Безлатня Л. Аналіз сучасних методів і засобів для обстеження та виконання великомасштабного геодезичного знімання меліорованих земель. Природничі науки та природокористування. 2024. Вип. 1. С. 112–113.
12. Landsat-8/LDCM. URL: <https://www.eoportal.org/satellite-missions/landsat-8-ldcm>
13. NASA. Landsat Science. URL: <https://landsat.gsfc.nasa.gov/article/landsat-next-defined/>
14. GIS for Land Administration – Esri. URL: www.esri.com/industries/cadastre/
15. Македон В.В., Валіков В.П., Федьора С.С. Удосконалення управління промисловими підприємствами на основі стратегій інноваційного розвитку. Європейський вектор економічного розвитку. 2019. №1. С. 108–125. DOI: 10.32342/2074-5362-2019-1-26-8.
16. Trysnyuk V., Demydenko O., Trysnyuk T., Horoshkova L., Khlobystov Ie., Holovan Y. GIS technologies for monitoring forest plantations. Geoinformatics. 2021. Volume 2021. pp. 1–6. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.20215521062>
17. Xing J., Sun S., Huang Q., Chen Z., Zhou Z. Application of Geoinformatics in Forest Planning and Management. Forests. 2024. 15(3). pp. 439. <https://doi.org/10.3390/f15030439>
18. Makedon V., Myachin V., Plakhotnik O., Fisunen N., Mykhailenko O. Construction of a model for evaluating the efficiency of technology transfer process based on a fuzzy logic approach. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2024. no 2(13(128)). p. 47-57. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.300796>.

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor **Udovenko I.O.**,
man National University of Horticulture,
PhD, Associate Professor **Monar D S.S.**,
Ferenc Rákóczi II Transcarpathian Hungarian College of Higher Education,
Candidate of Science in Public Administration **Chuvpylo V.V.**,
Poltava State Agrarian University

THE IMPACT OF DIGITAL INNOVATIONS IN THE CADASTRAL SPHERE ON THE SPATIAL ACCURACY AND COMPLETENESS OF GEODETIC SUPPORT FOR LAND MANAGEMENT IN UKRAINE

The article analyzes the impact of digital innovations in the cadastral sphere on the spatial accuracy and completeness of geodetic support for land management in Ukraine. The study focuses on the application of modern geodetic technologies to create three-dimensional digital models of urbanized territories that meet international standards. The relevance of the study is due to the need to modernize cadastral systems in the context of digital transformation, which contributes to increasing the accuracy, reliability and accessibility of information about land resources. The implementation of automated geographic information systems is key to effective land management and ensuring transparency of land relations in Ukraine. The study used a combination of LS and aerial photography methods to collect geospatial data, which ensure the creation of dense point clouds with a high level of detail. It was established that the pixel size on the terrain (GSD) should be no more than half of the minimum size of the modeling object to ensure accurate merging of heterogeneous data. GIS platforms such as MapInfo were used to process and integrate spatial and tabular information, as well as analyze the compliance of data with the requirements of official cadastral systems. The results obtained demonstrate that the digitalization of the land cadastre provides structural modernization of data, increasing their completeness, accuracy and visibility. The introduction of three-dimensional models contributes to the accurate spatial and legal fixation of land plots, which is the basis for effective land management. The use of LS and UAVs allows you to create detailed digital models that take into account the complex structure of urbanized areas, including multi-level and underground objects. Prospects for further research are related to the expansion of the use of three-dimensional cadastral data to create a 3D cadastre, support for 3DLAS systems and the implementation of the concept of a "smart city". Further integration of data into CityGML formats will contribute to increasing the compatibility of geospatial information and improving spatial planning and territory management tools.

Keywords: digitalization of land cadastre; geodetic support; land management; spatial data; geoinformation technologies; automation of cadastral processes.

REFERENCES

1. Yamelynets, T. (2022). *Informatsiyne gruntoznavstvo: monohrafiya* [Informational soil science: monograph]. Lviv: LNU named after Ivan Franko. {in Ukrainian}.
2. Kocherihin, L.Yu., Kimeichuk, I.V. (2023). *Heoinformatsiyni monitorynh zmin vkrytykh lisovoju roslynistiu lisovykh dilianok Cherkaskoi oblasti za radarnymy danymy* [Geoinformation monitoring of changes in forest-covered areas of Cherkasy region based on radar data]. *Visnyk Malynskoho Fakhovoho Koledzhu: Naukove Vydannia* [Bulletin of Malyn Vocational College: Scientific Journal], 2, 157–174. {in Ukrainian}.
3. Bieliatynskyi, A., Sorokina, K., Mamonov, K., & Kovalenko, L. (2023). Geocological monitoring of regional land use: Definition and directions of formation. *E3S Web of Conferences*, 452, 03002. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202345203002>. {in English}
4. Chabaniuk, V., Polyvach, K. (2020). Critical properties of modern geographic information systems for territory management. *Cybernetics and Computer Engineering*, No. 3(201), 5–32. DOI:10.15407/kvt201.03.005 {in English}
5. Liu, C., Li, X., Xue, Y., Lu, W., & Zhang, C. (2024). Development and applications of an integrated space-air-ground observation network in natural resource monitoring and supervision. *E3S Web of Conferences*, 520, 04018. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202452004018> {in English}
6. Makedon V.V., Bailova O.O. (2023). *Planuvannya i orhanizatsiya vprovadzhennya syfrovyykh tekhnolohiy v diyal'nist' promyslovykh pidpryyemstv* [Planning and organizing the implementation of digital technologies in the activities of industrial enterprises]. *Scientific Bulletin of Kherson State University. Series "Economic Sciences"*, Issue 47, 16-26. DOI: 10.32999/ksu2307-8030/2023-47-3. {in Ukrainian}.
7. Tsependa, M., Danilova, O., Zablotska, N. (2024). *Zastosuvannia HIS-tekhnolohii dlia otsiniuvannia lisorekreatsiinykh ploshch urbanizovanykh terytorii* [Application of GIS technologies for assessing forest recreation areas in urbanized territories]. *Naukovyi Visnyk Chernivetskoho Universytetu: Heohrafiia* [Scientific Bulletin of Chernivtsi University: Geography], 849, 154–163. <https://doi.org/10.31861/geo.2024.849.154-163>. {in Ukrainian}.
8. Foster, A., Rahimzadeh-Bajgirani, P., Daigneault, A., & Weiskittel, A. (2024). Cost-effectiveness of remote sensing technology for spruce budworm monitoring in Maine, USA. *Forests Monitor*, 1(1), 66–98.

<https://doi.org/10.62320/fm.v1.i1.14>. {in English}

9. Shevchuk, S.M., Prokopenko, N.I., & Rozhi, T.A. (2024). Analiz vykorystannia heodezychnykh danykh pry planuvanni ta monitorynhu ahrolandshaftiv: optymizatsiia zemlekorystuvannia ta okhorony pryrody [Analysis of the use of geodetic data in planning and monitoring of agro-landscapes: Optimization of land use and nature conservation]. *Kadastre, zemleustrii ta upravlinnia zemelnymy resursamy - Cadastre, Land Management, and Land Resource Administration*, 7, 445–458. <https://doi.org/10.32347/2786-7269.2024.7.445-458> {in Ukrainian}.

10. Blender 4.1 Reference Manual. Retrieved from: <https://docs.blender.org/manual/en/latest/index.html> {in English}

11. Sytnyk, O., & Bezlatnia, L. (2024). Analiz suchasnykh metodiv i zasobiv dlia obstezhennia ta vykonannia velykomasshtabnoho heodezychnoho zniattia meliorovanykh zemel [Analysis of modern methods and means for surveying and performing large-scale geodetic surveying of reclaimed lands]. *Pryrodnychi nauky ta pryrodokorystuvannia [Natural Sciences and Nature Management]*, (1), 112–113. {in Ukrainian}

12. Landsat-8/LDCM. (2024). Retrieved from: <https://www.eoportal.org/satellite-missions/landsat-8-ldcm> {in English}

13. NASA. Landsat Science. (2024). Retrieved from: <https://landsat.gsfc.nasa.gov/article/landsat-next-defined/> {in English}

14. GIS for Land Administration – Esri. Retrieved from: www.esri.com/industries/cadastre/ {in English}

15. Makedon, V.V., Valikov, V.P., Fedyora, S.S. (2019). Udoskonalennya upravlinnya promyslovymy pidpryyemstvamy na osnovi stratehiy innovatsiynoho rozvytku [Improving the management of industrial enterprises based on innovative development strategies]. *European vector of economic development*, No.1, pp. 108–125. DOI: 10.32342/2074-5362-2019-1-26-8.

16. Trysnyuk, V., Demydenko, O., Trysnyuk, T., Horoshkova, L., Khlobystov, I., & Holovan, Y. (2021). GIS technologies for monitoring forest plantations. *Geoinformatics*, 2021, 1–6. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.20215521062>. {in English}.

17. Xing, J., Sun, S., Huang, Q., Chen, Z., & Zhou, Z. (2024). Application of geoinformatics in forest planning and management. *Forests*, 15(3), 439. <https://doi.org/10.3390/f15030439>. {in English}.

18. Makedon, V., Myachin, V., Plakhotnik, O., Fisunenکو, N., Mykhailenko, O. (2024). Construction of a model for evaluating the efficiency of technology transfer process based on a fuzzy logic approach. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, no 2(13(128)), 47-57. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.300796>. {in English}