

Білявський Максим Олегович,
Аспірант кафедри інженерної геодезії,
Національний університет «Львівська
політехніка»

Biliavskiy Maksim, Postgraduate student of the
department of Engineering Geodesy, Lviv Polytechnic
National University,
<https://orcid.org/0009-0008-9270-5142>

**РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ЦИФРОВОГО МОДЕЛЮВАННЯ ЗЕМЛЕКОРИСТУВАНЬ ТА
ЗЕМЛЕВОЛОДІНЬ ГРОМАДИ
DEVELOPMENT OF A METHODOLOGY FOR DIGITAL MODELING OF COMMUNITY LAND USE
AND LAND TENURE**

Білявський М. О. Розробка методики цифрового
моделювання землекористувань та землеволіднь
громади. *Український журнал прикладної економіки
та техніки*.
2025. Том 10. № 1. С. 133 – 139.

Biliavskiy M. Development of a methodology for
digital modeling of community land use and land
tenure. *Ukrainian journal of applied economics and
technology*.
2025. Volume 10. № 1, pp. 133 – 139.

Робота присвячена розробці комплексної методики цифрового моделювання землекористувань та землеволіднь територіальної громади із використанням геоінформаційних технологій (ГІС) та дистанційного зондування Землі (ДЗЗ). Розглянуто основні підходи до цифрового моделювання земель громади, включаючи інтеграцію кадастрових даних, аналіз топографічних та екологічних характеристик території, застосування цифрових моделей рельєфу, моніторинг антропогенних впливів і природних процесів. Запропонована методика базується на поєднанні ГІС-аналізу з інструментами обробки супутникових знімків для виявлення змін у структурі землекористування, прогнозування потенційних ризиків та оцінки ефективності використання земельних ресурсів. Особлива увага приділена просторовому аналізу, зонуванню території, автоматизації моніторингу змін та розробці геопорталу громади для забезпечення відкритого доступу до інформації. Застосування алгоритмів машинного навчання сприяє покращенню точності прогнозування змін землекористування. Робота спрямована на підвищення ефективності управління земельними ресурсами громад шляхом цифрової трансформації кадастрових даних та просторового планування.

Ключові слова: ГІС, геоінформаційне картографування, територіальні громади, земельні ресурси, аерофотознімання, цифрове моделювання, кадастр, просторовий аналіз.

The work is devoted to developing a methodology for digital modeling of a territorial community's land use and land tenure using geographic information systems (GIS) and remote sensing technologies (RS). Effective management of community land resources requires modern tools for collecting, processing, analyzing, and visualizing spatial data, which provide a comprehensive approach to monitoring and forecasting changes in land use. The main approaches to digital modeling of community lands are considered, including integrating cadastral data, analyzing topographic and ecological characteristics of the territory, using digital relief models, and monitoring anthropogenic impacts and natural processes. The proposed methodology is based on a combination of GIS analysis with satellite image processing tools to identify changes in land use structure, predict potential risks, and assess the efficiency of land resource use. Special attention is paid to the issues of spatial planning and zoning of community territories. The work proposes an algorithm for creating a geoinformation model of a community that reflects legal restrictions, protection zones, and environmental and socio-economic factors. Modern machine learning methods allow for automated analysis of large amounts of data, identification of trends, and assessment of possible scenarios for the development of the territory. The developed methodology involves the creation of an open geoinformation portal for the community, which provides access to spatial data, promotes transparency of the land cadastre, automates information updates, and integrates analysis results into decision-making processes. The geoportal will become a tool for interaction between citizens, local governments, and specialists in land management, which will contribute to increasing the efficiency of territorial resource management. The proposed methodology aims not only to improve the digital modeling of land use processes but also to form the basis for strategic planning of community development, preservation of the ecological balance, and optimization of land resource use. The use of GIS and remote sensing, combined with analytical methods, allows for the creation of a comprehensive monitoring system that increases the accuracy and reliability of the assessment of land use changes. The study results can be used to develop state and regional land management strategies, improve cadastral procedures, and introduce new approaches to spatial analysis in territorial planning.

Keywords: GIS, geoinformation mapping, territorial communities, land resources, aerial photography, digital modeling, cadastre, spatial analysis.

Вступ

Управління земельними ресурсами територіальних громад потребує сучасних підходів до збору, обробки та аналізу просторових даних. У цьому контексті важливим інструментом є геоінформаційні системи (ГІС), які дозволяють комплексно підходити до управління земельними ресурсами та землекористуванням. ГІС-технології забезпечують інтеграцію кадастрових даних, інформацію про топографічні особливості, екологічний стан, інфраструктурні елементи та економічні характеристики територій, що сприяє прийняттю обґрунтованих управлінських рішень [8].

Цифрове моделювання земель громади є важливим інструментом у просторовому аналізі та прогнозуванні розвитку територій [11–14]. Воно дозволяє не лише створювати актуальні кадастрові карти, а й проводити динамічний аналіз змін у землекористуванні та інтегрувати новітні технології дистанційного зондування Землі (ДЗЗ). У зв'язку з цим розробка нової методики цифрового моделювання землекористувань та землеволодінь є актуальним завданням для підвищення ефективності управління земельними ресурсами громад.

У дослідженні А.В. Рудомахи [11] представлено комплекс інструментів геоінформаційного аналізу для візуалізації геопросторової інформації та створення моніторингової основи з метою покращення використання земель об'єднаних ТГ. Автор пропонує алгоритм геоінформаційного аналізу, що включає моделювання узагальнюючих показників, створення бази геоданих та візуалізацію даних аналізу. Автори [6] досліджують вплив структури земного покриву на податкові надходження місцевих бюджетів територіальних громад, використовуючи ГІС-технології. Вони підкреслюють, що геопросторовий моніторинг дозволяє оцінити зміни у використанні земель та їх вплив на фінансові показники громад.

У роботі [6] розглядаються переваги впровадження ГІС на рівні територіальних громад, а праці [8] пропонують геоінформаційно-картографічний підхід до зонування земель, що дозволяє створити план існуючого використання земель для життєдіяльності населення. Дослідження [9; 10] окреслюють питання інтеграції кадастрових даних та інформації про землекористування в єдину ГІС.

Аналіз наукових публікацій свідчить, що ГІС-технології є ефективним інструментом для управління земельними ресурсами в територіальних громадах та їх інвентаризації. Основні проблеми, що залишаються актуальними:

- актуалізація геопросторових даних, що є критично важливим для ефективного землекористування;
- недостатня інтеграція ГІС з кадастровими базами даних, що ускладнює моніторинг використання земельних ресурсів.

Формулювання цілей статті

Основною метою дослідження є розробка комплексної методики цифрового моделювання землекористувань та землеволодінь громади, яка б враховувала сучасні ГІС-інструменти, технології ДЗЗ та принципи інтегрованого підходу до управління земельними ресурсами. Запропонована методика має забезпечити:

- систематизацію підходів до цифрового моделювання земель ТГ;
- використання геоінформаційних технологій для створення актуальних та інтегрованих цифрових моделей землекористування;
- підвищення точності та оперативності прийняття рішень щодо управління земельними ресурсами за рахунок комплексного аналізу просторових даних;
- формування відкритих геопорталів для забезпечення доступності даних про землекористування для громадськості та органів місцевого самоврядування.

Виклад основного матеріалу дослідження

Геоінформаційні системи (ГІС) відіграють ключову роль у процесі цифрового моделювання землекористування. Вони дозволяють інтегрувати різноманітні джерела даних, такі як кадастрова інформація, супутникові знімки, топографічні матеріали та екологічні показники. Використання ГІС у плануванні територій сприяє створенню динамічних моделей землекористування, що враховують зміни в структурі земельного покриву та тенденції розвитку територій громади. Однак для повноцінного моніторингу змін необхідні додаткові джерела інформації, зокрема дистанційне зондування Землі (ДЗЗ), яке доповнює ГІС, дозволяючи аналізувати зміни землекористування на основі супутникових знімків та аерофотозйомки, оцінювати природні процеси, виявляти антропогенні впливи та прогнозувати майбутні трансформації земельних ресурсів.

Дослідження в Ізяславському районі Хмельницької області показало ефективність використання супутникових знімків Landsat для аналізу змін площ поверхневих вод у 1975–2018 роках, виявивши тенденцію до їх зменшення під впливом природних і антропогенних факторів [4]. У Поліському регіоні України ДЗЗ та ГІС застосовувалися для оцінки трансформацій озер, що вказало на їх скорочення через неконтрольований видобуток підземних вод та інші антропогенні впливи [3]. ГІС і ДЗЗ-технології широко використовуються для аналізу землекористування, дозволяючи класифікувати угіддя, моніторити зміни та планувати раціональне використання територій [7]. Також ДЗЗ застосовується для моніторингу лісових екосистем, виявлення вирубок, оцінки стану та відновлення лісів [4; 7], а також для контролю стану сільськогосподарських угідь, оцінки врожайності та виявлення посух або затоплень, що сприяє ефективному управлінню земельними ресурсами [1; 5; 7]. На основі літературних джерел [3–5; 7; 14] систематизовано основні напрями використання ДЗЗ для аналізу змін землекористування (рис. 1).

Аналізуючи основні теги рис. 1, визначення змін у землекористуванні є необхідним та об'єктивним завдяки його здатності оперативно й регулярно надавати актуальні дані, забезпечуючи моніторинг великих територій без значних фінансових і часових затрат. Трансформація даних землеустрою та кадастру потребує комплексного підходу, що включає юридичні, економічні та екологічні аспекти. Наприклад,

дослідження [2; 14] аналізує економічний потенціал громад, прогножуючи напрями розвитку землекористування. Автор А.М. Третяк та ін. [9; 10] розглядають сучасні методики територіально-просторового планування в Україні та за кордоном, акцентуючи увагу на європейських практиках. Використання геостатистичних моделей і алгоритмів машинного навчання дозволяє прогнозувати сценарії розвитку громад, що є ключовим для інфраструктурного планування та збалансованого використання земельних ресурсів.

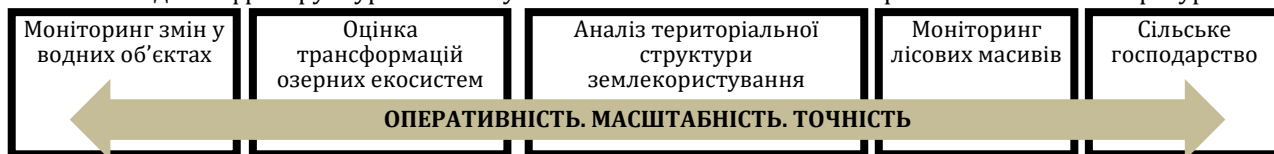


Рис. 1. Основні напрями використання ДЗЗ для аналізу змін землекористування у територіальних громадах. Джерело: складено на основі [3-5, 7, 13]

На основі аналізу наукових джерел можна виділити ключові відмінності між потребами в новій методиці та вже існуючими підходами [8; 9; 12; 13]. Основні відмінності представлені у табл. 1.

Таблиця 1. Основні відмінності методик цифрового моделювання земель громади

Критерій	Існуючі методики	Побажання в новій методиці
Підхід до моделювання	Окремі аспекти землекористування (кадастр, екологія)	Комплексна модель, що поєднує всі аспекти земельних ресурсів
Прогнозування змін	Аналіз поточного стану	Використання алгоритмів прогнозування
Інтеграція даних	Локальні кадастрові дані	Використання багатоджерельних даних
Відкритість	Доступ для фахівців	Створення відкритих геопорталів
ГІС-інструменти	Статичні карти	Динамічне моделювання та аналіз
Економічні аспекти	Мінімальне врахування економічних факторів	Оцінка вартості земель та їх потенціалу розвитку

Джерело: складено автором.



Рис. 2. Вимоги до ключових аспектів при розробці методики цифрового моделювання земель громади. Джерело: складено на основі [2, 5, 6, 9, 11].

Таким чином, нова методика цифрового моделювання земель громади повинна враховувати сучасні технології, інтегрувати дані з різних джерел, забезпечувати прогнозування змін та бути доступною для широкого кола користувачів. Це дозволить територіальним громадам ефективніше управляти земельними ресурсами, планувати розвиток територій та залучати інвестиції.

Однак на основі проведеного аналізу можна відзначити, що більшість досліджень зосереджуються на окремих аспектах використання ГІС і ДЗЗ, таких як класифікація земного покриття, оцінка придатності земель для певних видів використання або моніторинг змін у землекористуванні. За таких умов недостатньо розробленими є комплексні методики цифрового моделювання земель громади, що поєднують усі етапи – від збору первинних даних до створення інтегрованих геоінформаційних рішень для управління земельними ресурсами.

Сучасні підходи вже демонструють ефективність використання ГІС-технологій, дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) та національних геопросторових інфраструктур, проте вони не завжди враховують специфіку управління земельними ресурсами саме на рівні територіальних громад. Тому необхідно розробити методику, яка буде більш адаптованою до сучасних викликів і потреб громад. На рис. 2 представлено вимоги до ключових аспектів при розробці методики цифрового моделювання земель громади.

Відповідно до вимог, що представлені на рис. 2, ключові аспекти базуються на комплексному підході, який дозволяє враховувати всі аспекти землекористування. Для цього методика передбачає інтеграцію просторових даних, використання сучасних аналітичних методів, залучен-

ня геоінформаційних систем (ГІС) як основного інструменту управління та забезпечення відкритості інформації для громади.

Однією з основних особливостей цифрового моделювання є комплексний підхід до аналізу земель громади. Традиційні методики здебільшого розглядають лише окремі аспекти – кадастровий облік, моніторинг змін у землекористуванні або просторове планування. Натомість новий підхід враховує територію громади як цілісну систему, в якій взаємопов'язані юридичні, економічні, екологічні та соціальні фактори.

Одним із важливих аспектів вдосконаленої методики повинна бути відкритість та доступність даних. Багато сучасних підходів орієнтовані переважно на використання державними установами або спеціалізованими організаціями. Проте у контексті децентралізації управління важливо, щоб громадяни та органи місцевого самоврядування мали доступ до інформації про стан земельних ресурсів. Для цього необхідно створити відкриті геоінформаційні портали, які надаватимуть можливість переглядати, аналізувати та взаємодіяти з інформацією у зручному форматі.

Розробка методики цифрового моделювання землекористувань та землеволодінь передбачає не лише фіксацію наявних даних про територію громади, але й формування комплексної системи управління земельними ресурсами. У цьому процесі важливу роль відіграють алгоритм побудови процесу картографування територіальної громади та інтеграція просторових моделей для управління територіями громад. Ці два процеси взаємопов'язані та мають бути обов'язково враховані при розробці методик цифрового моделювання, оскільки вони забезпечують основу для ефективного управління земельними ресурсами на основі точних просторових даних.

Цифрове моделювання земель громади є основою для ефективного управління територіальними ресурсами, просторового планування та моніторингу землекористування. Методика передбачає інтеграцію геопросторових даних, використання ГІС-технологій, дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) та сучасних аналітичних інструментів для створення детальної цифрової моделі земель громади (рис. 3).

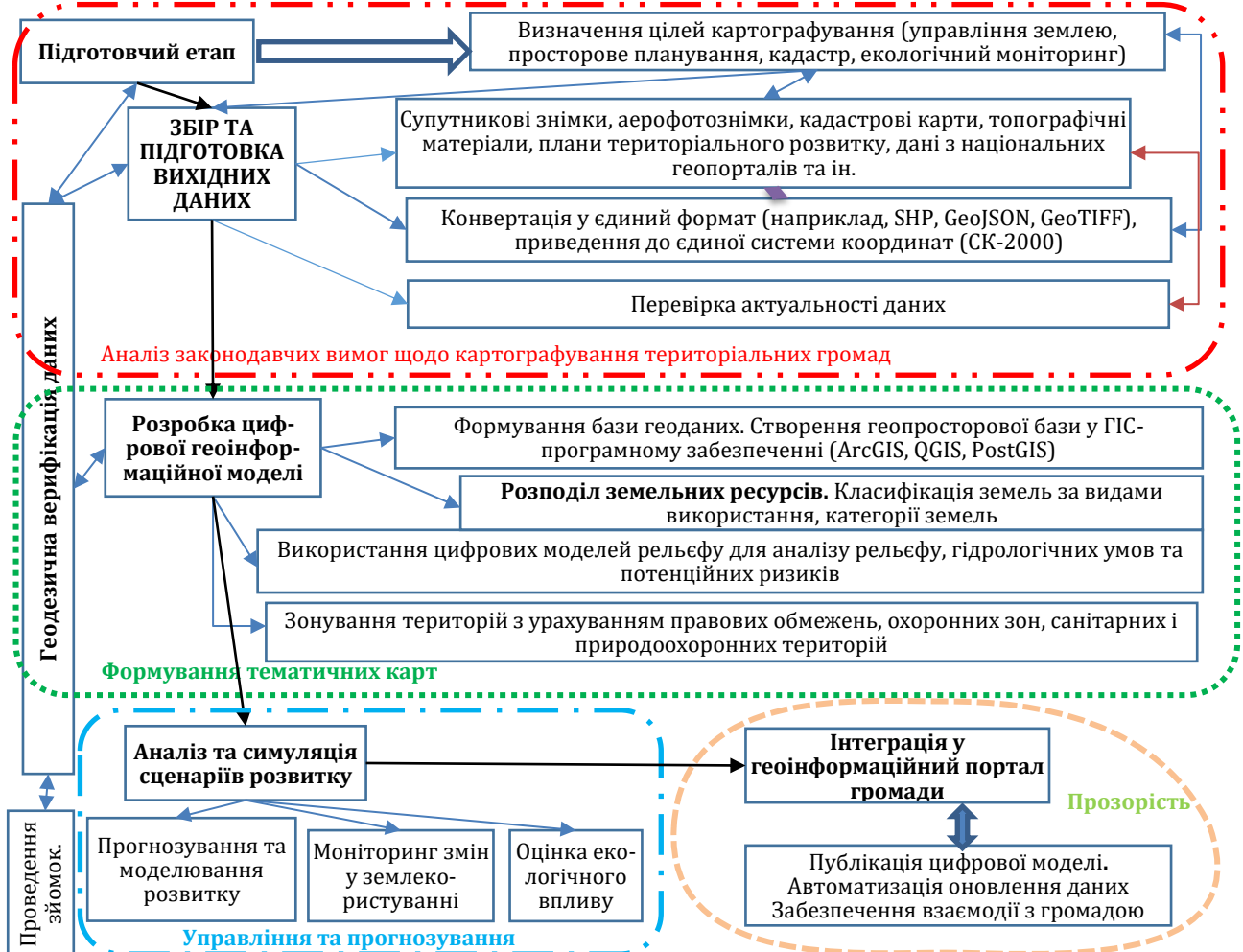


Рис. 3. Методика цифрового моделювання землекористувань та землеволодінь територіальної громади. Джерело: складено автором.

Як видно із схеми, представленої на рисунку 3, процес цифрового моделювання земель громади є складною та багаторівневою системою. Усі етапи цього процесу взаємопов'язані між собою та спрямовані на формування єдиної платформи для ефективного управління земельними ресурсами громади. На початковому етапі відбувається збір та обробка різномірних вихідних даних, що включають інформацію з

кадастрових карт, топографічних матеріалів, дистанційного зондування Землі та геоінформаційних порталів. Ці дані проходять процес стандартизації, узгоджуються за єдиною системою координат, перевіряються на актуальність та доповнюються польовими вимірюваннями, що забезпечує високу точність отриманої інформації.

Наступне опрацювання передбачає створення геоінформаційної моделі громади, що відображає ключові аспекти землекористування, враховує рельєф, гідрологічні умови та природні ризики. Зонування території здійснюється з урахуванням правових обмежень, охоронних зон та екологічних чинників для ефективного управління ресурсами. Цифрова модель використовується для моніторингу змін, прогнозування розвитку та оцінки екологічного впливу, а застосування алгоритмів машинного навчання підвищує точність прогнозів. Інтеграція даних у геоінформаційний портал громади забезпечує відкритий доступ до просторової інформації, прозорість кадастру та зворотний зв'язок між громадянами й владою.

Після створення цифрової картографічної основи наступним етапом є інтеграція цих даних у систему управління територіями громади. Просторові моделі дозволяють не лише аналізувати існуючий стан земельних ресурсів, а й прогнозувати майбутні зміни.

Інтеграція просторових моделей у управління територіями громади передбачає комплексний підхід до аналізу, планування та моніторингу землекористування. На рис. 4 наведено основні етапи цього процесу, а також перелік моделей та джерел їх отримання.

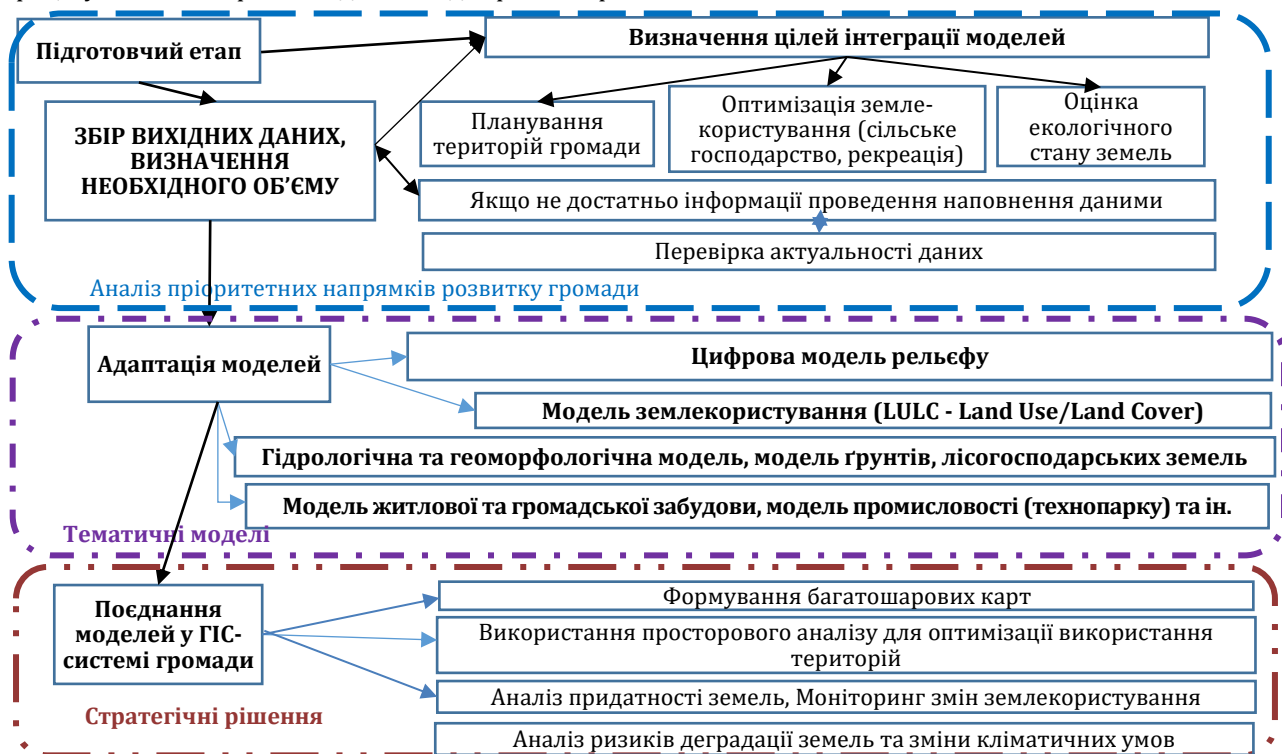


Рис. 4. Етапи інтеграції просторових моделей для управління територіями громад.

Джерело: складено автором.

Як видно із схеми, представленої на рисунку 4, інтеграція просторових моделей є послідовним процесом, що охоплює усі ключові аспекти аналізу, планування та моніторингу землекористування. Першим кроком у цьому процесі є підготовчий етап, який передбачає визначення цілей інтеграції моделей та збір необхідних вихідних даних. Отримані дані проходять валідацію, перевірку актуальності та адаптацію, після чого вони стають основою для подальшого просторового аналізу.

Наступним етапом є адаптація моделей, що дозволяє геоприв'язати всі отримані дані в єдиній координатній системі та забезпечити їхню сумісність у загальній геоінформаційній платформі. Використовуються спеціалізовані формати даних, такі як Shapefile, GeoTIFF, WMS, які дозволяють інтегрувати різномірну інформацію в єдину систему. Важливою складовою цього процесу є обробка супутникових знімків та аерофотознімків, що виконується за допомогою програмного забезпечення QGIS, ArcGIS та ERDAS Imagine.

Центральним компонентом інтеграції є побудова різних просторових моделей, які допомагають оцінювати особливості територій громади. До основних моделей належать цифрова модель рельєфу, модель землекористування, гідрологічна модель, модель ґрунтів та лісгосподарських земель, а також модель житлової, громадської та промислової забудови. Джерелами інформації для створення цих моделей слугують відкриті глобальні бази, національні геопортали та дані польових вимірювань. Після створення всі моделі об'єднуються в єдину ГІС-систему громади, що дозволяє здійснювати просторовий аналіз та приймати стратегічні рішення.

Подальше використання цих моделей передбачає їхнє застосування в управлінні територіями громади. Це включає просторове планування, оцінку придатності земель для різних типів використання, моніторинг змін у землекористуванні та оцінку екологічного впливу. Завдяки автоматизованим інструментам можна виявляти тенденції зміни землекористування, прогнозувати можливі екологічні ризики та розробляти заходи для запобігання деградації земель.

Завершальним етапом є постійне оновлення та валідація моделей. Для цього використовуються відкриті джерела даних, регулярні геодезичні вимірювання та механізми зворотного зв'язку з користувачами. Залучення громадськості через краудсорсингові платформи дозволяє підвищити точність картографічної інформації та зробити процес управління земельними ресурсами більш прозорим і доступним.

Геоінформаційне забезпечення є ключовим елементом цифрового моделювання земель громади, оскільки воно забезпечує інтеграцію різномірних просторових даних, їх обробку та аналітичне використання для управління територіями. Використання ГІС-технологій, цифрових моделей рельєфу, кадастрових даних та супутникових знімків дозволяє створювати комплексні просторові моделі, які дають змогу ефективно аналізувати структуру землекористування, прогнозувати зміни та приймати обґрунтовані рішення щодо розвитку громади. Інтеграція цих даних у єдину систему сприяє підвищенню прозорості земельного кадастру, покращенню територіального планування та забезпеченню стійкого використання земельних ресурсів громади.

Висновки та перспективи подальших розвідок

Цифрове моделювання землекористувань та землеволодінь громади є ключовим інструментом у забезпеченні ефективного управління земельними ресурсами. Використання ГІС та ДЗЗ дозволяє не лише отримувати актуальну інформацію про стан земель, а й прогнозувати їх подальший розвиток. Запропонована методика забезпечує інтеграцію різних джерел даних, що сприяє прийняттю обґрунтованих рішень у сфері землекористування.

Подальші дослідження можуть бути спрямовані на вдосконалення алгоритмів машинного навчання для аналізу змін у землекористуванні, а також на розширення функціональності геопорталів для інтеграції соціально-економічних та екологічних показників у процес просторового планування громад.

Література

1. Годованюк, А. В. Управління земельними ресурсами та використання ГІС. Сучасні технології та досягнення інженерних наук в галузі гідротехнічного будівництва та водної інженерії: зб. наук. пр. Херсон: ХДАЕУ, 2021. Вип. 3. 199 с.
2. Коваленко Т. О. Трансформація правового регулювання ведення кадастрів, реєстрів та електронних баз даних природних ресурсів у контексті реформи децентралізації. *Держава і право. Юридичні і політичні науки*. 2022. Вип. 92, С. 106-118. URL: <http://jnas.nbu.gov.ua/article/UJRN-0001401644>.
3. Мальчикова Д. С. Використання ГІС/ДЗЗ-технологій для вивчення територіальної структури землекористування регіону. *Географія та екологія: наука і освіта* : матеріали міжнар. наук.-практ. конф. 2016. С. 112-115.
4. Мартинюк В. О., Томченко О. В. Використання засобів дистанційного зондування Землі до оцінювання природно-антропогенних трансформацій озер Поліського регіону. *Український журнал дистанційного зондування Землі*. 2021. Т. 8, №2. С. 27-35.
5. Opara V. M., Buzina I. M., Khainus D. D., Vynohradenko S. O., Kovalenko L. M. (2020). Теоретичні й методичні основи використання ГІС-технологій та створення електронних карт при проведенні землеустрою. *Проблеми безперервної географічної освіти і картографії*. 2020. № 31. С. 50-59.
6. Пивовар П., Дема Д., Топольницький П., Николук О. Геопросторовий моніторинг земельних ресурсів. *Agricultural and Resource Economics*. 2024. Вип. 9(2). С. 34-62.
7. Смірнов Я. В. Сучасний стан і перспективні напрями картографування земельних ресурсів на основі даних дистанційного зондування Землі. *Науковий вісник Волинського національного університету імені Лесі Українки*. 2012. №9 (234). С. 52-57.
8. Сохнич, А. Я., Худякова, І. М., Сохнич, О. А. Геоінформаційні системи в управлінні земельними ресурсами. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2010. №20(5). С. 291-295.
9. Третяк А. М., Третяк В. М., Прядка Т. М., Третяк Н. А. Територіально-просторове планування землекористування : навч. посібник / за заг. ред. професора А. М. Третяка. Біла Церква: «ТОВ «Білоцерківдрук», 2022. 168 с.
10. Третяк А. М., Третяк В. М., Курильців Р. М., Прядка Т. М., Капінос Н. О., Третяк Н. А. Управління земельними ресурсами та землекористуванням : навчальний посібник. Біла Церква – 2022, 436 с.
11. Рудомаха, А. В. Геоінформаційний аналіз використання земель об'єднаних територіальних громад. *Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. Серія: технічні науки*. Вип. 30(69). - 2019р. С. 181-184
12. Batty, M., Hudson-Smith, A., Milton, R., & Crooks, A. GIS and the future of cities. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 2021. Vol. 48(4), 625-644. <https://doi.org/10.1177/2399808320979843>
13. Goodchild, M. F. GIScience: The new frontier. *International Journal of Geographical Information Science*. 2020. Vol. 34(5), pp. 921-932. DOI: <https://doi.org/10.1080/13658816.2020.1718981>.
14. Schroeder, P. Geospatial big data challenges and opportunities. *Journal of Spatial Science*. 2019. Vol. 64(2), pp. 189-204.

References

1. Godovanyuk, A. V. (2021). *Upravlinnia zemelnymy resursamy ta vykorystannia HIS* [Land resources management and GIS usage]. *Suchasni tekhnologii ta dosiahnennia inzhenernykh nauk v haluzi hidrotekhnichnoho budivnytstva ta vodnoi inzhenerii*, no. 3, 199 p.
2. Kovalenko, T. O. (2022). *Transformatsiia pravovoho rehuliuвання vedennia kadastriv, reiestriv ta elektronnykh baz danykh pryrodnykh resursiv u konteksti reformy detsentralizatsii* [Transformation of legal regulation of cadastre, registry, and electronic database management of natural resources in the context of decentralization reform]. *Derzhava i pravo. Yurydychni i politychni nauky*, no. 92, pp. 106–118. Available at: <http://jnas.nbu.gov.ua/article/UJRN-0001401644>.
3. Malchykova, D. S. (2016). *Vykorystannia HIS/DZZ-tekhnologii dlia vyvchennia terytorialnoi struktury zemlekorystuvannia rehionu* [Use of GIS/RS technologies for studying the territorial structure of regional land use]. *Heohrafiia ta ekolohiia: nauka i osvita*, pp. 112–115.
4. Martyniuk, V. O., & Tomchenko, O. V. (2021). *Vykorystannia zasobiv dystantsiinoho zonduvannia Zemli do otsiniuvannia pryrodno-antropohennykh transformatsii ozer Poliskoho rehionu* [Application of remote sensing tools for assessing natural-anthropogenic transformations of lakes in the Polissia region]. *Ukrainskyi zhurnal dystantsiinoho zonduvannia Zemli*, Vol. 8, no. 2, pp. 27–35.
5. Opara, V. M., Buzina, I. M., Khainus, D. D., Vynohradenko, S. O., & Kovalenko, L. M. (2020). *Teoretychni y metodychni osnovy vykorystannia HIS-tekhnologii ta stvorennia elektronnykh kart pry provedenni zemleustroi* [Theoretical and methodological foundations of GIS technologies and electronic mapping in land management]. *Problemy bezpererвної heohrafichnoi osvity i kartohrafii*, no. 31, pp. 50–59. <https://doi.org/10.26565/2075-1893-2020-31-06>.
6. Pyvovar, P., Dema, D., Topolnytskyi, P., & Nikoliuk, O. (2024). *Heoprosorovi monitorynh zemelnykh resursiv* [Geospatial monitoring of land resources]. *Agricultural and Resource Economics*, Vol. 9, No. 2, pp. 34–62.
7. Smirnov, Ya. V. (2012). *Suchasnyi stan i perspektyvni napriamy kartohrafuvannia zemelnykh resursiv na osnovi danykh dystantsiinoho zonduvannia Zemli* [Current state and future directions of land resource mapping based on remote sensing data]. *Naukovyi visnyk Volynskoho natsionalnoho universytetu imeni Lesi Ukrainky*, no. 9(234), pp. 52–57.
8. Sokhnych, A. Ya., Khudyakova, I. M., & Sokhnych, O. A. (2010). *Heoinformatsiini systemy v upravlinni zemelnymy resursamy* [Geographic information systems in land resource management]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy*, no. 20(5), pp. 291–295.
9. Tretiak, A. M., Tretiak, V. M., Pryadka, T. M., & Tretiak, N. A. (2022). *Terytorialno-prostorove planuvannia zemlekorystuvannia* [Territorial-spatial land use planning]. Bila Tserkva: TOV "Bilotserkivdruk", 168 p.
10. Tretiak, A. M., Tretiak, V. M., Kuryltsiv, R. M., Pryadka, T. M., Kapinos, N. O., & Tretiak, N. A. (2022). *Upravlinnia zemelnymy resursamy ta zemlekorystuvanniam* [Land resource management and land use]. Bila Tserkva, 436 p.
11. Rudomakha, A. V. (2019). *Heoinformatsiyni analiz vykorystannia zemel obiednanykh terytorialnykh hromad* [Geoinformation analysis of land use in united territorial communities]. *Vcheni zapysky TNU imeni V. I. Vernadskoho. Serii: tekhnichni nauky*, no. 30(69), pp. 181–184.
12. Batty, M., Hudson-Smith, A., Milton, R., & Crooks, A. (2021). GIS and the future of cities. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, Vol. 48(4), pp. 625–644. <https://doi.org/10.1177/2399808320979843>.
13. Goodchild, M. F. (2020). GIScience: The new frontier. *International Journal of Geographical Information Science*, Vol. 34(5), pp. 921–932. <https://doi.org/10.1080/13658816.2020.1718981>.
14. Schroeder, P. (2019). Geospatial big data challenges and opportunities. *Journal of Spatial Science*, Vol. 64(2), pp. 189–204.

Стаття надійшла до редакції 15.12.2024 р.