

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.14.281-296

УДК: 528.4:332.33(477)

к.г.н., доцент **Толмачова А.В.**,  
serbovng@gmail.com, ORCID: 0000-0002-9340-5028,  
Одеський національний університет ім. І.І. Мечникова,  
к.е.н. **Прокопенко Н.І.**,  
bilanp79@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5046-6122,  
Сумський національний аграрний університет,  
д.е.н., професор **Сербов М.Г.**,  
serbovng@gmail.com, ORCID: 0000-0002-0220-6745,  
Одеський національний університет ім. І.І. Мечникова

## **ВДОСКОНАЛЕННЯ СТРУКТУРИ ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД НА ОСНОВІ ГЕОДЕЗИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТА АНАЛІТИКИ**

*Розглянуто вдосконаленню структури землекористування територіальних громад України на основі геодезичного моделювання та аналітики. Вона розглядає застосування геоінформаційних систем та супутникового знімання для підвищення ефективності управління земельними ресурсами. У контексті децентралізаційної реформи в Україні територіальні громади отримали розширені повноваження щодо управління земельними ресурсами, що підкреслює необхідність впровадження сучасних геодезичних технологій для забезпечення раціонального землекористування. Метою статті є обґрунтування науково-методичних підходів до оптимізації структури землекористування територіальних громад шляхом застосування високоточних геодезичних методів, спрямованих на підвищення ефективності просторового планування та управління земельними активами. У дослідженні використано комплексний підхід до збору та аналізу просторових даних, включаючи польові геодезичні вимірювання (з середньою квадратичною похибкою до 2,5 м), картографічні матеріали (аналогові та цифрові карти з похибками 0,0012 м, 0,0007 м та 0,0005 м залежно від типу), а також дані дистанційного зондування Землі з різним просторовим розрізненням (< 1 м, 1–30 м, > 30 м). Обробка даних здійснювалась за допомогою програмних комплексів SAS.Планета, ArcGIS та QGIS, що забезпечило створення мозаїк супутникових знімків, дешифрування, векторизацію та тематичне картографування. Розроблено підходи до просторової організації земель, включаючи геодезичне зонування, екологічно обґрунтований землеустрій та проєктування агровиробничих кластерів. Створено цифрові карти, що відображають функціонально-екологічне зонування, придатність ґрунтів та*

цільове використання земель. Виявлено невідповідності в кадастрових даних, що підкреслюють потребу в актуалізації земельної інформації за допомогою геодезичних методів. Подальші дослідження передбачають розробку інтегрованої інформаційно-аналітичної системи або геопорталу для управління земельними ресурсами громад, вдосконалення методик дешифрування супутникових знімків та інтеграцію даних із різних джерел для підвищення точності просторового аналізу.

*Ключові слова:* територіальні громади; землекористування; геодезичний аналіз; ГІС-технології; супутникове знімання; просторове планування.

**Постановка проблеми.** Поточна хвиля трансформаційних процесів, що охоплюють сферу геодезичного забезпечення, формує актуальні завдання підвищення ефективності використання земельного фонду територіальних громад, які внаслідок децентралізаційної реформи отримали значно розширені повноваження щодо управління просторовими ресурсами. Розвиток новітніх цифрових технологій, а саме геодезичних та геоінформаційних методів аналізу, сприяв появі нового науково-практичного напрямку геоматики, що надає потужний інструментарій для об'єктивної оцінки, планування та оптимізації землекористування в межах об'єднаних територіальних громад. Сьогодні держава зосереджує увагу на побудові інтегрованих систем просторових даних, запровадженні публічних кадастрових платформ та цифрових інструментів для прийняття обґрунтованих управлінських рішень, що є передумовою для створення єдиного інформаційного простору з управління земельними активами.

Геоінформаційні системи нового покоління орієнтовані не лише на професійних користувачів, а й на широке коло представників громад, фермерів, бізнесу та органів місцевого самоврядування, забезпечуючи інтуїтивно зрозумілі інтерфейси та доступ до якісних даних у режимі реального часу. Попри це, слід констатувати, що практичне використання геодезичних технологій на місцевому рівні досі є фрагментарним, а відсутність системного наукового підходу до оптимізації землекористування часто призводить до нераціонального використання земель, втрати природного потенціалу та зниження економічної продуктивності територій. Погіршення екологічного стану довкілля, деградація ґрунтів, хаотична забудова, зниження рівня соціального добробуту мешканців і усе це є прямим наслідком відсутності ефективних механізмів просторового управління та контролю за станом земельних ресурсів у межах громад. Отже, в умовах загострення екологічних викликів і потреби у стійкому розвитку локальних територій, виникає об'єктивна необхідність впровадження сучасних методів геодезичного аналізу

як основи для стратегічного планування, прозорого моніторингу та збалансованого землекористування у територіальних громадах України.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** В площині наукових досліджень все більше уваги приділяється питанням територіального планування та застосування геоінформаційних систем у контексті розвитку регіонів, особливо з урахуванням реформи земельних відносин і посилення ролі місцевих громад. Такі вчені як Боровий В., Браславська О., Максютів А., Проценко О. [1], вказують на критичну роль цифрових геодезичних технологій, таких як ГІС, супутниковий моніторинг і GNSS, у сучасному управлінні земельними ресурсами. Водночас вони відзначають, що застарілий кадастровий облік ускладнює ефективне планування, особливо в умовах децентралізації. Окрему увагу привертають роботи Шевчук С., Прокопенко Н., Рожі Т. [2], Білятинський А., Сорокіна К., Мамонов К., Коваленко Л. [3], які акцентують на системному підході до організації земель громад і окремих територій на основі геодезичного моніторингу. Проте більшість досліджень зосереджено на правових або статистичних аспектах, тоді як методичні основи впровадження високоточних технологій (наприклад, обробки супутникових знімків, створення цифрових моделей рельєфу) залишаються недостатньо розробленими.

Цінний внесок у сферу дослідження статті зробили Ліу К. та ін. [4], Македон В., Холод О., Ярмоленко Л. [5], які пропонують концепції екологічно збалансованого землекористування, ландшафтного планування та інтеграції даних на рівні адміністративних одиниць. У їхніх підходах геодезія виходить за межі технічної дисципліни, перетворюючись на інструмент стратегічного управління, що забезпечує динамічний аналіз і адаптивні рішення. Аналіз наукових праць виявляє як прогрес у застосуванні геоінформаційних технологій, так і методичні прогалини, зокрема щодо прецизійного аналізу на рівні місцевих громад.

**Мета і задачі дослідження.** Мета статті – обґрунтування науково-методичних підходів до оптимізації структури землекористування територіальних громад України на основі застосування сучасних методів геодезичного аналізу.

**Завдання дослідження:**

– визначити методичні підходи до збору, перевірки та інтерпретації просторових даних із різних джерел для забезпечення високої точності геодезичного аналізу;

– окреслити геоінформаційну модель, яка включає тематичні цифрові карти, зокрема карту цільового використання земель, функціонального зонування, ландшафтно-екологічної оптимізації та структури продуктивних угідь;

– провести геодезичне дешифрування супутникових знімків для ідентифікації типів земельних угідь, антропогенного навантаження та виявлення неузгодженостей у кадастровій інформації;

– запропонувати систему практичних заходів щодо вдосконалення просторового планування та прийняття управлінських рішень в територіальних громадах, базовану на точному геодезичному аналізі та цифровій візуалізації землекористування.

**Матеріали та методи.** У процесі оптимізації структури землекористування територіальних громад критично важливу роль відіграє точність просторових даних, що формують основу для побудови інтегрованої геоінформаційної бази. Саме достовірність, просторове узгодження та метрична точність геоданих визначають ефективність усіх подальших етапів геодезичного аналізу, від дешифрування супутникових зображень до створення аналітичних моделей використання земель. У статті застосовано комплексний підхід до класифікації джерел геоданих, включаючи польові вимірювання, картографічні матеріали, результати дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) та супутникове знімання. Відповідні вимоги до точності цих джерел наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Методична основа геодезичного аналізу в оптимізації землекористування територіальних громад [4, 6]

Джерело просторової інформації	Методичні підходи та вимоги до точності
1	2
Польові геодезичні дані	Для земель сільськогосподарського призначення допустиме середньоквадратичне відхилення (СКВ) координат не повинно перевищувати 2,5 м. Використовуються методи наземного геодезичного знімання, супутникові GNSS-вимірювання або комбіновані підходи.
Картографічні матеріали	У разі використання аналогових карт, планів чи ортофотопланів середня СКВ становить 0,0012 м у масштабі джерела. Для цифрових карт і планів – 0,0007 м, для цифрових ортофотопланів – 0,0005 м. Вибір залежить від мети геодезичного дослідження та масштабу територіального аналізу.
Дані дистанційного зондування Землі (ДЗЗ)	Залежно від необхідного рівня деталізації використовуються: – висока роздільна здатність (< 1 м) – для точного зонування й ідентифікації меж угідь; – середня роздільна здатність (1–30 м) – для функціонального аналізу землекористування; – низька роздільна здатність (> 30 м) – для стратегічного регіонального моделювання.

1	2
Супутникове знімання (ортофотозображення)	Зображення, отримані з використанням супутникових сенсорів із високою роздільною здатністю, є базовим джерелом при створенні мозаїк для просторового дешифрування. Ортофотознімання дозволяє точно визначати межі угідь, особливості рельєфу, структуру землекористування. СКВ у межах 0,5–1,0 м залежно від супутника та умов знімання.

З огляду на це, методологія дослідження базується на критеріях точності, які повинні відповідати функціональному призначенню кожного типу просторової інформації.

**Результати та їх обґрунтування.** У процесі оптимізації землекористування територіальних громад ключову роль відіграє просторове структурування антропогенних навантажень, яке безпосередньо залежить від раціонального розподілу функціонального використання земель у межах громади, що, у свою чергу, визначає ступінь стійкості природних і трансформованих ландшафтів. Встановлення відповідності між господарською спеціалізацією території та природно-ландшафтною структурою має не лише теоретичне, а й прикладне значення для забезпечення збалансованого землекористування. Особливо важливою є ідентифікація допустимих меж співвідношень між різними видами угідь і категоріями земель, оскільки для кожної громади, з огляду на її природно-кліматичні, агровиробничі та соціально-економічні умови, такі показники є унікальними та мають бути визначені на основі геодезичного аналізу та геоінформаційного моделювання.

У межах даного дослідження основну базу для просторового аналізу становлять супутникові знімки високої роздільної здатності, які є джерелом об'єктивної й актуальної інформації про структуру земного покриву та трансформації землекористування в межах територіальної громади. У зв'язку з обмеженою достовірністю наявної статистичної інформації, а також недостатньою деталізацією традиційних картографічних матеріалів, було прийнято обґрунтоване рішення використовувати мозаїку супутникових зображень як основний інструмент просторового аналізу. Застосування саме супутникових даних дозволяє з високою точністю диференціювати функціональні зони, виявити типи угідь, рівень їхньої трансформації та щільність антропогенного навантаження.

Під час дослідження використовувались цифрові геодезичні платформи SAS.Планета та ArcGIS 10.0, які забезпечили як отримання, так і обробку супутникових зображень, що охоплюють територію громади. Програма SAS.Планета дозволила завантажити супутникові знімки з різних картографічних сервісів (Google Earth, Google Maps тощо) у заданому масштабі

та проєкції з прив'язкою до географічних координат. Подальше опрацювання зображень, включаючи побудову мозаїки, дешифрування, векторизацію та тематичне картографування, здійснювалося в програмному середовищі ArcGIS [7, с. 20-21]. Як результат, сформовано узагальнений файл-мозаїку, який став основою для визначення просторових закономірностей землекористування, ілюстрованих на відповідному тематичному зображенні (рис. 1.).

На наступному етапі дослідження, присвяченого оптимізації землекористування територіальних громад із використанням сучасних методів геодезичного аналізу, на основі попередньо створеної мозаїки супутникових знімків було здійснено побудову тематичної карти земельних угідь Херсонської області. З метою забезпечення високої точності просторового моделювання, було проведено комплекс робіт, який охоплював дешифрування супутникових зображень, просторову прив'язку схем функціонального зонування територіальних громад, а також схем адміністративно-територіального поділу та меж громад, з подальшою оцифровкою відповідних просторових об'єктів.

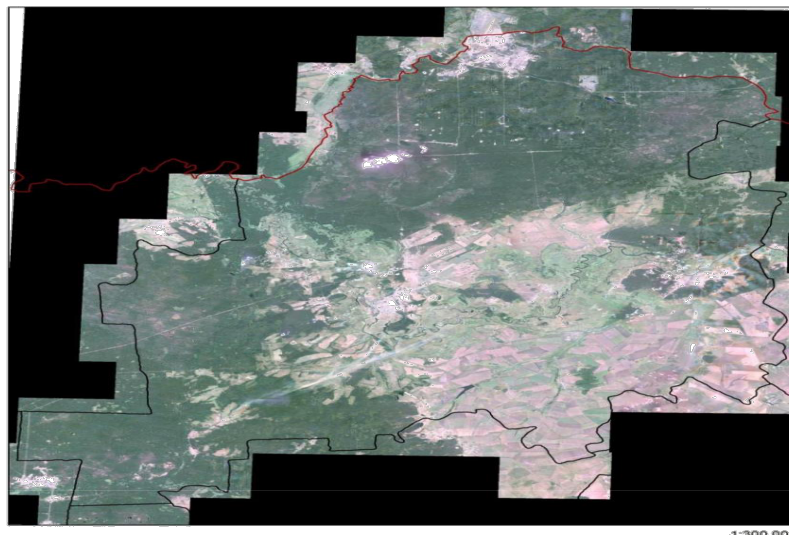


Рис. 1. Мозаїка супутникових знімків території Херсонської області для геодезичного аналізу землекористування територіальних громад [8]

На етапі дешифрування особливу увагу було приділено аналізу характеристик ландшафтних елементів на супутникових знімках, що здійснювався з урахуванням як технічних можливостей програмного забезпечення, так і природних особливостей самих об'єктів. Сутність дешифрування полягала у візуальному розпізнаванні просторових структур, визначенні їх якісних і кількісних параметрів, а також вилученні аналітичної інформації на основі закономірностей відображення властивостей об'єктів у спектральному та геометричному просторі супутникового знімка [9].

Зокрема, водні об'єкти були ідентифіковані за характерним темно-синім або темно-зеленим кольором і згладженою текстурою поверхні. Орні землі

визначалися за чіткою геометрією ділянок і специфічною текстурою, що виникає внаслідок агротехнічної обробки ґрунту. Лісові масиви виявлялися за темно-зеленими відтінками й неоднорідною, зернистою структурою. Інші категорії землекористування також мали притаманні візуальні ознаки, що дозволило проводити ефективну інтерпретацію території з подальшою побудовою відповідних шарів геоінформаційної системи (рис. 2.).

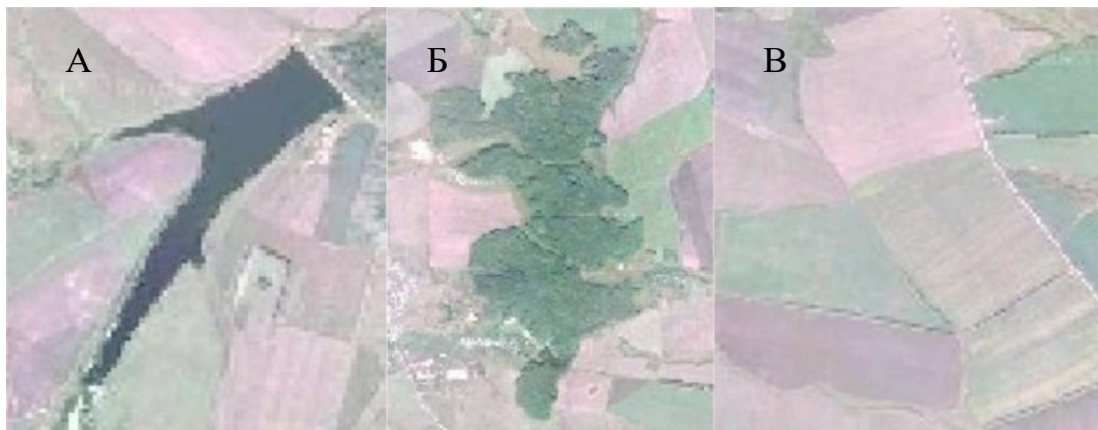


Рис. 2. Відображення просторових об'єктів на супутниковому знімку території Херсонської області: А – водні об'єкти; Б – лісові масиви; В – орні землі [10]

Процес оцифрування розпізнаних об'єктів здійснювався із використанням програмного забезпечення ArcGIS 10.0, яке забезпечило створення полігональних векторних шарів, прив'язаних до координатної системи регіону. У результаті цієї роботи було сформовано узагальнену карту земельних угідь Херсонської області у масштабі 1:300 000, що відобразила різноманіття категорій землекористування в межах територіальних громад. До основних типів земель, виокремлених у процесі аналізу, належать: водні об'єкти, землі населених пунктів, землі промисловості, природоохоронні зони, рекреаційні території, площі суцільних і вибіркового вирубок, ліси, сіножаті, пасовища, орні землі, а також площі, що наразі не використовуються.

В умовах реформування земельно-майнових відносин в Україні та посилення ролі громад у процесах управління територією, особливої актуальності набуває розробка інструментів, що дозволяють забезпечити ефективне просторове планування та прийняття управлінських рішень на основі точних геопросторових даних [11, с. 112]. В основі концепції оптимізації землекористування покладено принципи сучасної геодезії з використанням супутникової навігації, дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), технологій GNSS та ГІС, які дозволяють із високим ступенем точності визначати просторові межі угідь, оцінювати їхню екологічну якість та продуктивний потенціал. У межах запропонованої дослідницької моделі розроблено низку

геодезично орієнтованих методик, які забезпечують формування сталих землекористувань, а саме:

- методика просторової організації сільськогосподарських земель у межах територіальної громади із застосуванням геодезичного зонування та багатопланової картографічної візуалізації;
- методика проєктування землекористування для агропродовольчих кластерів громад, базована на точному визначенні меж угідь за супутниковими даними;
- методика екологічно обґрунтованого землеустрою в сільськогосподарському секторі громади з урахуванням результатів геодезичного моніторингу та еколого-ландшафтного аналізу;

Цифрове картографічне забезпечення управління територіями відіграє провідну роль у формуванні інформаційної бази для моніторингу, контролю та аналізу стану землекористування. Для реалізації даних завдань ефективно застосовуються як універсальні програмні комплекси AutoCAD, MapInfo, що дозволяють здійснювати повний цикл обробки геоданих: від дешифрування супутникових знімків до побудови тематичних карт і створення інтерактивних моделей землекористування [1, 3].

Ключовим об'єктом картографічного моделювання є геопросторове середовище громади, в межах якого здійснюється збір, оновлення та аналітична інтерпретація просторової інформації про земельні ресурси. Результатом такого підходу є створення інформаційних моделей землекористування, що відображають оптимальні межі сільськогосподарських угідь, профілі їхньої спеціалізації, характер змін у структурі землекористування та ступінь впливу негативних процесів. Реалізація вказаного підходу в територіальних громадах базується на формуванні комплексу цифрових карт, створених за допомогою ГІС-технологій та геодезичного зонування, серед яких [2, 12]:

- карта угідь з урахуванням рельєфу, гідрографії, розселення, меж землекористування та інженерної інфраструктури;
- цифрова ґрунтова карта громади;
- карта природних, техногенних та деградаційних процесів;
- карта функціонально-екологічного зонування території;
- карта придатності ґрунтів до сільськогосподарського використання;
- карта цільового використання земель;
- карта ландшафтно-екологічної оптимізації сільськогосподарських територій;
- карта проєкту раціонального використання орних і кормових угідь з урахуванням геодезичних параметрів та природного потенціалу (рис. 3.).

Таким чином, розроблені методики та геопросторові рішення спрямовані на підвищення ефективності землекористування в громадах, забезпечення сталого розвитку агросектору та формування екологічно збалансованого середовища управління територіями.

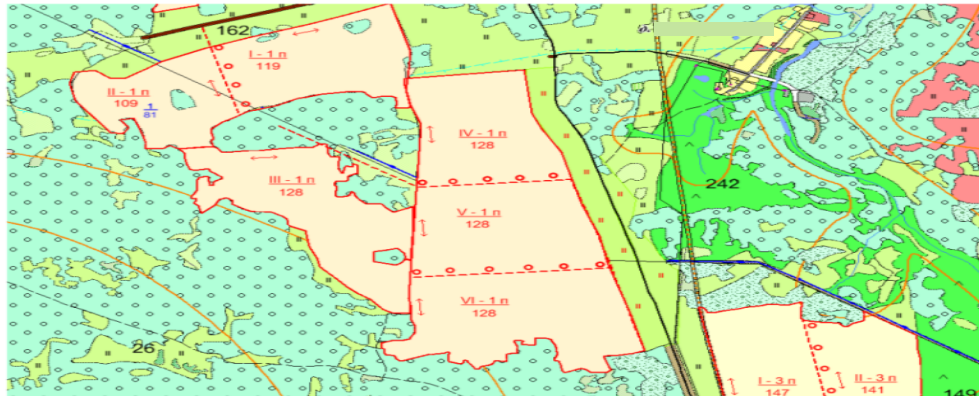


Рис. 3. Фрагмент проєкту організації використання земель сільськогосподарського призначення територіальної громади на основі ландшафтно-екологічної та геодезичної оптимізації угідь [13]

В межах реалізації завдань, пов'язаних з оптимізацією землекористування в межах територіальних громад України, особливе значення набуває створення повноцінної геопросторової бази даних, яка забезпечує можливість комплексного аналізу та прийняття обґрунтованих рішень щодо використання земельних ресурсів. З цією метою було обрано сучасне програмне середовище QGIS геоінформаційну систему з відкритим програмним кодом, що дозволяє реалізовувати інструменти високоточного геодезичного аналізу, формування тематичних шарів та інтеграції даних із різних джерел [14].

На підготовчому етапі дослідження здійснювалася верифікація координат меж земельних ділянок сільськогосподарського призначення за допомогою Публічної кадастрової карти України. Основну увагу було зосереджено на ділянках, що мають високу аграрну продуктивність та включені до офіційних переліків земель особливо цінних угідь, потенційно придатних для оптимізації землекористування в умовах децентралізованого управління. Паралельно з перевіркою координат проводився збір супровідної інформації про кадастрові квартали, у межах яких розташовані ці землі, а також здійснювалося завантаження геопросторових даних у ГІС-середовище для подальшого дешифрування та аналізу (рис. 4.) [15].

В результаті детального просторового аналізу з використанням інструментів геодезії було виявлено, що значна частина ділянок, які формально значаться як продуктивні сільськогосподарські угіддя, насправді перебуває в межах населених пунктів і має цільове призначення, не пов'язане з аграрною

діяльністю, зокрема «для ведення особистого селянського господарства», «індивідуального садівництва» або «індивідуального житлового будівництва» [16]. Така невідповідність свідчить про істотні системні прогалини в державному моніторингу й верифікації земельної інформації, а також підкреслює необхідність використання високоточних методів геодезичного аналізу для актуалізації кадастрових даних та усунення дублювань і неточностей у земельному обліку громад.



Рис. 4. Візуалізація геодезичного проєкту землекористування територіальної громади: ліворуч – загальна просторово-інформаційна структура, праворуч – фрагмент шарів «Особливо цінні продуктивні сільськогосподарські угіддя» та «Частини земельної ділянки» [10]

Запропонована в межах цього дослідження концепція формування геопросторової бази даних на основі сучасних методів геодезичного аналізу може стати фундаментом для створення інтегрованої інформаційно-аналітичної системи або спеціалізованого геопорталу, орієнтованого на забезпечення ефективного управління особливо цінними продуктивними сільськогосподарськими угіддями територіальних громад України. Така система, що базується на прецизійному геодезичному зніманні, багаторівневому дешифруванні супутникових знімків, цифровому моделюванні рельєфу та кадастровому зонуванні, має потенціал стати інструментом високої точності для оперативного прийняття рішень на рівні місцевого самоврядування.

**Висновки та рекомендації.** На основі використання комплексних геоінформаційних технологій проведено системний аналіз методів збирання, опрацювання та інтерпретації просторових даних. Особлива увага приділена таким джерелам, як результати наземних геодезичних спостережень, супутникові знімки високої деталізації та матеріали дистанційного зондування, що забезпечує надійне інформаційне підґрунтя для планування та управління на рівні територіальних громад.

Досліджено якість різноманітних джерел геопросторової інформації, застосовуваних у процесі аналізу земельних ресурсів. Показано, що лише поєднання даних з космічних систем, натурних вимірювань і цифрового картографічного матеріалу забезпечує необхідну точність та актуальність отриманих результатів. Обґрунтовано важливість використання геодезичного районування та ландшафтно-екологічної типології земель як ключових інструментів для аналізу просторової організації територій. Ці підходи дають можливість враховувати специфіку природних, кліматичних та господарських умов місцевого рівня.

Розроблено комплексну методологію формування структури земельних ділянок громади, яка передбачає аналіз супутникових зображень, побудову цифрових шарів у ГІС-середовищі, функціональне зонування території та створення тематичних карт використання земель. Запропоновано концепцію реалізації єдиної інформаційно-аналітичної платформи або геопорталу, що об'єднає кадастрові, екологічні й функціональні дані. Це забезпечить оперативний контроль за станом земель, підвищить прозорість управління та сприятиме ефективному прийняттю рішень на рівні місцевого самоврядування.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Боровий В., Браславська О., Максютів А., Проценко О. Обґрунтування технології створення супутникової геодезичної мережі в умовах низьких широт. *Природничі науки та природокористування*. 2024. № 1. С. 5-12.
2. 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>.
3. Bieliatynskiy 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. 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>
5. Македон В.В., Холод О.Г., Ярмоленко Л.І. Модель оцінки конкурентоспроможності високотехнологічних підприємств на засадах формування ключових компетенцій. *Академічний огляд*. 2023. № 2 (59). С. 75-89. DOI: [10.32342/2074-5354-2023-2-59-5](https://doi.org/10.32342/2074-5354-2023-2-59-5).

6. Папуша Д.Я., Оболонков Д.Ф. Автоматизація процесів обробки геодезичних даних за допомогою штучного інтелекту та машинного навчання. Збірник наукових праць ДонНАБА. 2024. № 1(32). С. 36-41.
7. Домбровська О.А., Друзяка Б.Ю., Оболонков Д.Ф. Інтелектуальна власність у сфері землеустрою, Сучасні засоби супутникової геодезії. Збірник наукових праць ДонНАБА. 2024. № 2 (33). С. 18-23.
8. Google Earth. URL: <https://earth.google.com/web/?hl=uk>
9. Foster A., Rahimzadeh-Bajgiran P., Daigneault A., Weiskittel A. Cost-effectiveness of remote sensing technology for spruce budworm monitoring in Maine, USA. *Forests Monitor*. 2024. 1(1). P. 66–98. <https://doi.org/10.62320/fm.v1.i1.14>
10. GIS for Land Administration – Esri. URL: [www.esri.com/industries/cadastre/](http://www.esri.com/industries/cadastre/)
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. 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>.
13. ГІС Карти: Види Та Застосування Цифрової Картографії. URL: <https://eos.com/uk/blog/gis-karty/>
14. Македон В.В., Ільченко Н.О. Кон'юнктура світового ринку іт-послуг в умовах економіки 4.0. Ефективна економіка. 2021. № 1. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=8525>. DOI: 10.32702/2307-2105-2021.1.8
15. 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>
16. 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>

Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor **Tolmachova Alla**,

Odesa I.I. Mechnikov National University

Candidate of Economic Sciences **Prokopenko Nataliia**,

Sumy National Agrarian University

Doctor of Economic Sciences, Professor **Serbov Mykola**,

I.I. Mechnikov National University, Odesa

## **IMPROVING THE LAND USE STRUCTURE OF TERRITORIAL COMMUNITIES BASED ON GEODETIC MODELING AND ANALYTICS**

The article is devoted to improving the structure of land use of territorial communities of Ukraine on the basis of geodetic modeling and analytics. It examines the use of geoinformation systems and satellite imagery to enhance the efficiency of land resource management. In the context of Ukraine's decentralization reform, territorial communities have gained expanded authority over land resources, highlighting the need to implement advanced geodetic technologies to ensure rational land use. The aim of the article is to substantiate scientific and methodological approaches to optimizing land use structures in territorial communities by applying high-precision geodetic methods aimed at improving spatial planning and land asset management. The study employs a comprehensive approach to spatial data collection and analysis, including field geodetic measurements (with a root mean square error of up to 2.5 m), cartographic materials (analog and digital maps with accuracy levels of 0.0012 m, 0.0007 m, and 0.0005 m depending on the type), as well as remote sensing data with various spatial resolutions (< 1 m, 1–30 m, > 30 m). Data processing was carried out using SAS.Planet, ArcGIS, and QGIS software suites, enabling the creation of satellite image mosaics, image interpretation, vectorization, and thematic cartographic visualization. The study proposes approaches to spatial land organization, including geodetic zoning, ecologically sound land management, and the planning of agri-industrial clusters. Digital maps were developed to reflect functional-ecological zoning, soil suitability, and the designated use of land. Discrepancies in cadastral data were identified, emphasizing the need to update land information using geodetic methods. Future research involves the development of an integrated information-analytical system or geoportal for community land resource management, the improvement of satellite image interpretation methods, and the integration of data from various sources to enhance the accuracy of spatial analysis.

**Keywords:** territorial communities; land use; geodetic analysis; GIS technologies; satellite imagery; spatial planning.

## REFERENCES

1. Borovyi, V., Braslavska, O., Maksutov, A., Protsenko, O. (2024). Obruntuvannia tekhnolohii stvorennia suputnykovoï heodezychnoi merezhi v umovakh nyzkykh shyrot [Justification of the technology for creating a satellite geodetic network in low latitudes]. *Pryrodnychi nauky ta pryrodokorystuvannia – Natural Sciences and Nature Management*, 1, 5–12. {in Ukrainian}
2. Shevchuk, S.M., Prokopenko, N.I., Rozhi, T.A. (2024). Analiz vykorystannia heodezychnykh danykh pry planuvanni ta monitorynhu ahrolandshaftiv: optymizatsiia zemlekorystuvannia ta okhorona pryrody [Analysis of the use of geodetic data in the planning and monitoring of agro-landscapes: optimization of land use and nature protection]. *Kadastr, 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}
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. 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}
5. Makedon, V.V., Kholod, O.H., Yarmolenko, L.I. (2023). Model otsinky konkurentospromozhnosti vysokotekhnolohichnykh pidpriemstv na zasadakh formuvannia kliuchovykh kompetentsii [A model for assessing the competitiveness of high-tech enterprises based on key competencies]. *Akademichnyi ohliad – Academic Review*, 2(59), 75–89. {in Ukrainian}
6. Papusha, D.Ya., Obolonkov, D.F. (2024). Avtomatyzatsiia protsesiv obrobky heodezychnykh danykh za dopomohoiu shtuchnoho intelektu ta mashynnoho navchannia [Automation of geodetic data processing using artificial intelligence and machine learning]. *Zbirnyk naukovykh prats DonNABA – Collection of Scientific Works of DonNABA*, 1(32), 36–41. {in Ukrainian}
7. Dombrovska, O.A., Druziaka, B.Yu., Obolonkov, D.F. (2024). Intelektualna vlasnist u sferi zemleustroiï, suchasni zasoby suputnykovoho heodezii [Intellectual property in the field of land management, modern satellite geodesy tools]. *Zbirnyk naukovykh prats DonNABA – Collection of Scientific Works of DonNABA*, 2(33), 18–23. {in Ukrainian}
8. Google Earth. Esri. (2025). Retrieved from: <https://earth.google.com/web/?hl=uk> {in English}

9. Foster, A., Rahimzadeh-Bajgiran, 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}
10. GIS for Land Administration – Esri (2025). Retrieved from: [www.esri.com/industries/cadastre/](http://www.esri.com/industries/cadastre/) {in English}
11. Sytnyk, O., Bezlatnia, L. (2024). Analiz suchasnykh metodiv i zasobiv dlia obstezhennia ta vykonannia velykomasshtabnoho heodezychnoho znimannia meliorovanykh zemel [Analysis of modern methods and tools for surveying and conducting large-scale geodetic mapping of reclaimed lands]. *Pryrodnychi nauky ta pryrodokorystuvannia – Natural Sciences and Nature Management*, 1, 112–113. {in Ukrainian}
12. 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}
13. GIS Maps: Types and Applications of Digital Cartography. (2024). Retrieved from: <https://eos.com/uk/blog/gis-karty/> {in Ukrainian}
14. Makedon, V.V., Ilchenko, N.O. (2021). Kon’iunktura svitovoho rynku IT-posluh v umovakh ekonomiky 4.0 [Global market conditions for IT services in the context of the economy 4.0]. *Efektivna ekonomika – Effective Economy*, 1. <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=8525>. {in Ukrainian}
15. Trysnyuk, V., Demydenko, O., Trysnyuk, T., Horoshkova, L., Khlobystov, Ie., Holovan, Y. (2021). GIS technologies for monitoring forest plantations. *Geoinformatics*, 2021, 1–6. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.20215521062> {in English}
16. 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}