G19 БУДІВНИЦТВО ТА ЦИВІЛЬНА ІНЖЕНЕРІЯ. ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧНЕ І КАРТОГРАФІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗЕМЛЕВПОРЯДКУВАННЯ

ISSN 2306-1677 (Print) ISSN 2518-7325 (On-line)
Отримано: 07.09.2026; Прийнято: 21.09.2026; Опубліковано: 30.12.2026;
УДК 528.4:332.3. http://dx.doi.org/10.31548/zemleustriy2026.04.13

ЦИФРОВІЗАЦІЯ ГЕОДЕЗІЇ ТА ЗЕМЛЕУСТРОЮ ЯК НАПРЯМ РОЗВИТКУ СУЧАСНИХ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

М.С. КУНИЦЬКА,
доктор філософії, доцент кафедри маркшейдерії
E-mail: km_kms@ztu.edu.ua
ORCID: 0000-0002-2649-0939
А.В. ПАНАСЮК,
кандидат технічних наук, доцент кафедри маркшейдерії
E-mail: kgt_pav@ztu.edu.ua
ORCID: 0000-0001-7468-2022
С.С. ІСЬКОВ,
кандидат технічних наук, доцент кафедри маркшейдерії
E-mail: serga.iskov@ztu.edu.ua
ORCID: 0000-0002-9618-489X
Державний університет "Житомирська політехніка"

Анотація. *У статті розглянуто роль геоінформаційних технологій у цифровій трансформації сучасної геодезії та землеустрою. Представлено цифрові робочі процеси опрацювання просторових даних у єдиному інформаційно-технологічному циклі. Практично апробовано функціональні можливості ГІС на земельній ділянці комунальної власності сільськогосподарського призначення площею 21,9068 га, розташованій на території Дядьковицької територіальної громади Рівненського району Рівненської області. Під час дослідження виконано комплекс геодезичних вимірювань із використанням GNSS-технологій у режимі RTK, аерофотознімання за допомогою безпілотного літального апарата (БПЛА) та фотограмметричне опрацювання матеріалів. У середовищі програмного комплексу QGIS реалізовано інтеграцію різнотипних просторових даних для отримання ко-*

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

ординат поворотних точок межі земельної ділянки, ортофотоплану, цифрової моделі рельєфу (ЦМР), картограми крутизни схилів, об'єктів інженерної інфраструктури (ПЛ 35 кВ та її охоронної зони), а також агровиробничих груп ґрунтів. Обґрунтовано роль сучасних ГІС не лише як засобу картографування, а як комплексного середовища для автоматизації проєктних рішень, просторового аналізу та контролю землекористування. Результати дослідження можуть бути використані для вдосконалення цифрових робочих процесів у сфері землеустрою, ведення земельного кадастру та управління земельними ресурсами територіальних громад.

Ключові слова: *геодезія, землеустрій, цифрова трансформація, геоінформаційні технології, геопросторові дані, просторовий аналіз, QGIS, агровиробничі групи ґрунтів.*

Вступ

Традиційні методи геодезії та землеустрою переважно ґрунтувалися на прямих наземних вимірюваннях, астрономічних спостереженнях та використанні супутникових систем позиціонування, зокрема GPS і GNSS. Ці методи, хоча й дуже точні, часто вимагають багато часу та ресурсів. Однак поява геоінформаційних систем (ГІС) зумовила суттєву трансформацію в галузі геодезії та створила можливості для більш ефективного, точного й інтегрованого аналізу просторових даних. Технологія ГІС дозволяє збирати, аналізувати та візуалізувати геодезичні дані не лише ефективніше, але й динамічніше.

Цифрова трансформація галузі при цьому не обмежується переходом від аналогових приладів і паперових матеріалів до цифрових засобів вимірювання та електронних карт. Вона передбачає суттєвішу зміну організації робочих процесів, за якої отримання просторової інформації, її контроль, опрацювання, структуризація, аналіз і подальше використання формують єдиний інформаційно-технологічний цикл. Такий підхід сприяє скороченню кількості ручних операцій, зменшенню трудомісткості робіт, підвищенню оперативності опрацювання матеріалів та забезпечує можливість багаторазового використання сформованих геопросторових наборів даних та скорочує час, необхідний для створення топографічних карт і моделей, одночасно підвищуючи оперативність опрацювання, узгодженість та контроль якості просторової інформації. Крім того, завдяки інтеграції даних, таких як супутникові знімки, LiDAR та вимірювання GNSS, ГІС забезпечує основу для комплексного геопросторового аналізу, при застосуванні традиційних методів.

Водночас розвиток цифрових технологій формує нові вимоги до якості, сумісності та достовірності геопросторової інформації. Важливими залишаються питання узгодження систем координат, стандартизації форматів даних, забезпечення точності геодезичних вимірювань, контролю топологічної коректності відображення просторових об'єктів, організації обміну інформацією між різними інформаційними системами та підготовки фахівців до роботи в інтегрованому цифровому середо-

вищі. Саме тому дослідження цифрової трансформації геодезії та землеустрою має охоплювати не лише характеристику сучасних технічних засобів, а й оцінювання змін у самій структурі виконання професійних робіт.

Аналіз досліджень та публікацій по темі дослідження

Цифрова трансформація геодезії та землеустрою сьогодні є комплексним процесом, що охоплює широке коло геодезичних, правових та екологічних аспектів [1]. Впровадження цифрових технологій у землевпорядну діяльність пов'язане не лише з удосконаленням способів отримання просторових даних, а й із необхідністю їх нормативного, інформаційного та організаційного узгодження. Пріоритетним напрямом наукових досліджень залишається автоматизація управлінських процесів у сфері використання та охорони земельних ресурсів, що безпосередньо впливає на ефективність усієї системи землеустрою та формує передумови для переходу від фрагментарного опрацювання земельної інформації до її системного використання у цифровому середовищі [2].

Розвиток геоінформаційних систем (ГІС) визнається науковцями як ключова технологічна інноваційна стратегія, яка виходить за межі традиційного цифрового картографування [3]. Відповідно, розвиток ГІС можна розглядати як один із ключових чинників трансформації технологічної моделі геодезичних і землевпорядних робіт. Проте впровадження цих технологій, зокрема при модернізації електронних геодезичних мереж для потреб кадастру територіальних громад, потребує подолання низки технологічних бар'єрів та врахування суспільних імперативів. При цьому достовірність просторової інформації безпосередньо залежить від точності та координатної узгодженості вихідних даних [4]. Водночас дистанційний геодезичний моніторинг стає одним із головних інструментів сталого управління земельними ресурсами [5]. Використання технологій дистанційного спостереження розширює можливості систематичного контролю стану територій, виявлення просторових змін і накопичення часових рядів геоданих, що особливо важливо для оперативного землеустрою та моніторингу використання земель.

Значний інтерес дослідників викликають прикладні аспекти геодезії у розв'язанні проблем сталого розвитку міст, зокрема в контексті планування територій [6]. Питання практичного використання цифровізації в галузі широко висвітлюються у наукових розробках, що стосуються автоматизації створення та оновлення цифрових топографічних карт [7; 8]. Автоматизація картографічних процесів є одним із характерних проявів цифрової трансформації, оскільки дозволяє скорочувати кількість ручних операцій, забезпечувати структурованість геопросторових даних і спрощувати їхнє подальше оновлення та використання.

Важливим вектором розвитку галузі є також цифрова трансформація геотехнічних вишукувань, де активно впроваджуються нові методи та стратегічні дорожні карти [9]. Розширення цифрових методів у суміжних інженерних сферах підтверджує тенденцію до формування інтегрованого інформаційного середовища, в якому результати польових досліджень по-

єднуються з інструментами цифрового аналізу та моделювання. При цьому вища геодезія та інженерно-геодезичні вишукування продовжують виконувати роль метрологічної бази для верифікації даних супутникового моніторингу [10]. Окремі дослідження присвячені інтеграції геодезичних методів та даних дистанційного зондування Землі для забезпечення якісного картографічного супроводу містобудівної документації [11].

Метою статті є обґрунтування ролі геоінформаційних технологій у цифровій трансформації геодезії та землеустрою та апробація їхніх функціональних можливостей на прикладі формування, просторового аналізу й картографічного відображення земельної ділянки.

Матеріали і методи дослідження

Методологічною основою дослідження стало комплексне застосування геоінформаційного підходу для опрацювання, інтеграції, аналізу та картографічного представлення геодезичних і землевпорядних даних. Практична апробація передбачала перевірку функціональних можливостей геоінформаційних систем (ГІС) під час створення просторової моделі земельної ділянки, її наповнення атрибутивними даними, проведення просторового аналізу та підготовки картографічних і землевпорядних матеріалів.

Об’єктом дослідження обрано земельну ділянку комунальної власності сільськогосподарського призначення площею 21,9068 га, розташовану на території Дядьковицької територіальної громади Рівненського району Рівненської області.

Вихідні матеріали: координати поворотних точок меж земельної ділянки, результати геодезичних вимірювань, кадастрові та картографічні матеріали, ортофотографічні дані, відомості про склад земельних угідь, агровиробничі групи ґрунтів та матеріали нормативної грошової оцінки. Наведена сукупність даних сформувала інформаційну основу для геоінформаційного моделювання та просторового аналізу досліджуваної території.

Апаратно-інструментальне забезпечення (обладнання): Для виконання польових геодезичних робіт використано високоточний GNSS-приймач Trimble R8 GNSS (Model 2) із підтримкою RTK-вимірювань, паспортна точність яких становить ±(8 мм + 1 ppm) у плані та ±(15 мм + 1 ppm) за висотою (RMS). Для виконання контрольних геодезичних вимірювань застосовано електронний тахеометр SOUTH NTS-355R+ із паспортною кутовою точністю 5″ і точністю вимірювання відстаней на призму ±(2 мм + 2 ppm × D), де D – вимірювана відстань. Його використання забезпечувало додаткову перевірку геометричних параметрів сформованого контуру та узгодження результатів польових вимірювань із координатною моделлю земельної ділянки. Для аерофотознімання досліджуваної території використано БПЛА DJI Mavic 3 Pro квадрокоптерного типу, оснащений цифровою камерою, придатною для отримання матеріалів аерофотознімання. Основні параметри камери: матриця CMOS 4/3; об'єктив: 84°, f/2,8-f/11; чутливість, ISO: відео: 100-12800; фото: 100 – 12800; роздільна здатність фото, точок: 5280x3956.

Камеральне опрацювання: результати геодезичних вимірювань,

векторизація просторових об'єктів і підготовка окремих складових землевпорядної документації здійснювалися у програмному комплексі Digitals. Геоінформаційне середовище QGIS використовувалося для імпорту та редагування векторних даних, формування меж земельної ділянки, атрибутивного наповнення об'єктів, інтеграції різнотипних геопросторових даних, виконання просторових операцій та картографічної візуалізації результатів. Мобільний додаток DJI Fly застосовано для налаштування параметрів БПЛА та контролю його роботи, а 3Dsurvey Pilot – для планування польотної місії, визначення меж досліджуваної території й формування маршруту аерофотознімання.

У дослідженні застосовано геодезичний, геоінформаційний, картографічний і просторово-аналітичний методи. Геодезичний метод використано для визначення координат меж земельної ділянки; геоінформаційний – для формування та опрацювання точкових і полігональних просторових об'єктів; картографічний – для відображення результатів у вигляді планів і тематичних схем; методи просторового аналізу – для визначення геометричних характеристик земельної ділянки, перевірки її геометрії, аналізу взаємного розташування просторових об'єктів та поєднання тематичних шарів.

Практична апробація функціональних можливостей ГІС здійснювалася послідовно. На першому етапі проведено комплекс геодезичних робіт для визначення координат межових знаків об'єкта дослідження. Далі виконано імпорт координат поворотних точок та формування точкового шару. На їхній основі побудовано замкнений полігон меж земельної ділянки, визначено площу та периметр, а також проведено перевірку геометричної коректності. Наступний етап включав аерознімання, фотограмметричне опрацювання та створення ортофотоплану і цифрової моделі рельєфу. Після цього виконано атрибутивне наповнення просторового об'єкта відомостями про площу, цільове призначення, склад земельних угідь та інші характеристики. Для розширення аналітичних можливостей геоінформаційної моделі межі

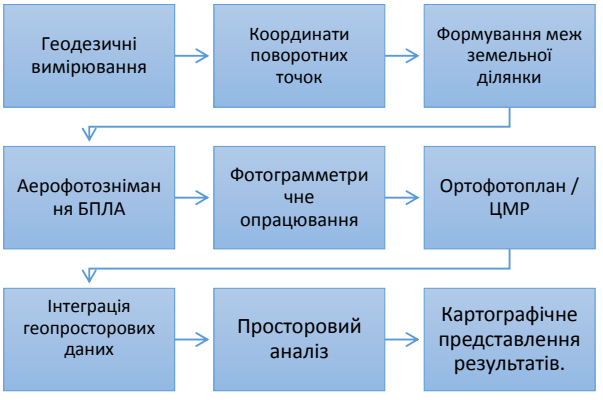


Рис. 1. Схема технології геоінформаційного опрацювання результатів геодезичних досліджень місцевості

Джерело: розроблено авторами

земельної ділянки було поєднано з кадастровими, ортофотографічними та тематичними матеріалами. Окрему увагу приділено аналізу просторового розподілу агровиробничих груп ґрунтів у межах досліджуваної ділянки та їх зв'язку з матеріалами нормативної грошової оцінки. Просторове накладання тематичних шарів дало змогу встановити положення відповідних ґрунтових контурів у межах земельної ділянки та сформувати картографічне представлення результатів.

Загальну послідовність геоінформаційного опрацювання можна представити у вигляді технологічного ланцюга від геодезичного вимірювання до картографічного представлення результатів (рис.1).

Результати дослідження та їх обґрунтування

За даними сучасних досліджень, інтеграція GNSS, ДЗЗ та ГІС забезпечує скорочення трудомісткості окремих геодезичних процесів та розширює можливості просторового аналізу [9, 12, 13]. З огляду на це функціональні можливості ГІС було практично апробовано на досліджуваній земельній ділянці.

Практична апробація функціональних можливостей геоінформаційних технологій проведена на земельній ділянці комунальної власності площею 21,9068 га, яка розташована на території Дядьковицької територіальної громади Рівненського району Рівненської області (рис.2). Спостереження виконували в режимі реального часу (RTK) із використанням референцних GNSS-станцій мережі ZAKPOS. З'єднання із сервером мережі здійснювали через мобільний інтернет (GPRS), а коригувальні поправки передавали у форматі RTCM v3.x. Для їх формування застосовували технологію мережевого RTK Master Auxiliary Corrections (MAX), яка використовує дані голов-

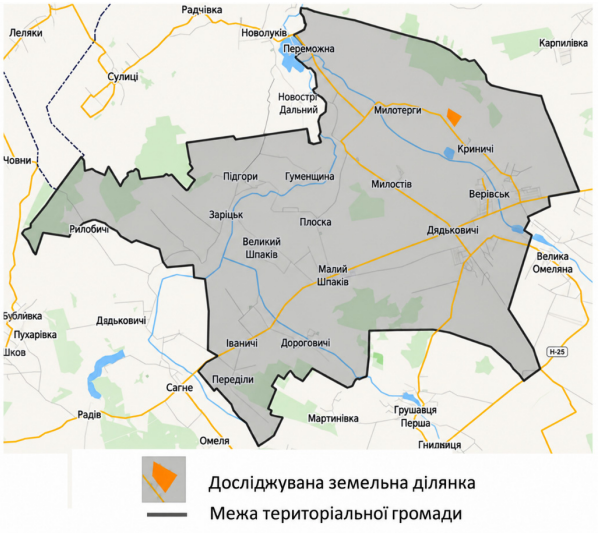


Рис.2. Розташування досліджуваної земельної ділянки на картографічній основі OpenStreetMap

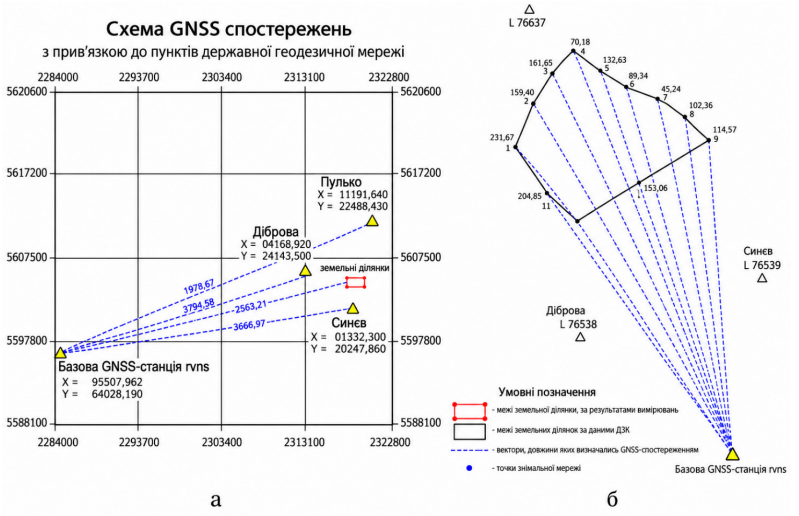
Джерело: розроблено авторами

ної (Master) та допоміжних (Auxiliary) базових станцій, що автоматично визначаються залежно від положення приймача. Розрахунок поправок виконувався програмним комплексом Trimble GNSS Spider v4.3.

Контроль диференційного поля RTK-мережі ZAKPOS здійснювали на пунктах ДГМ Синев, Діброва та Пулько з використанням координат, отриманих від Адміністратора банку геодезичних даних. Розбіжність у значеннях координат контрольних пунктів не перевищує 0,5 м, що відповідає п. 8 «Порядку використання Державної геодезичної референтної системи координат УСК-2000 при здійсненні робіт із землеустрою» [15]. За результатами RTK-спостережень виконано координатну прив'язку поворотних точок меж земельної ділянки до пунктів Державної геодезичної мережі (ДГМ), схему якої наведено на рис. 3а. Координати поворотних точок меж досліджуваної земельної ділянки визначено за результатами GNSS-спостережень (рис.3б), які стали вихідною просторовою основою для подальшого геоінформаційного опрацювання.

На наступному етапі координатні дані імпортовано до програмного середовища QGIS, де на основі точкового шару характерних точок сформовано полігональний контур земельної ділянки, визначено геометричні характеристики земельної ділянки, виконано перевірку коректності її геометрії та сформовано атрибутивну інформацію. Для візуального контролю просторового положення меж контур земельної ділянки було суміщено з ортофотографічною основою.

Аерофотознімання із застосуванням БПЛА виконано для розширення інформаційного наповнення геоінформаційної моделі та отримання актуальної детальної просторової основи досліджуваної території. Під час планування польотного завдання



а б

Рис. 3. Геодезичне забезпечення визначення меж земельної ділянки: а – схема прив'язки до пунктів геодезичної мережі; б – схема визначення координат поворотних точок меж земельної ділянки.

Джерело: розроблено авторами

враховано конфігурацію земельної ділянки для суцільного перекриття досліджуваної території. Загальна кількість запроєктованих фотознімків становила 652, розрахункова висота польоту – 100 м, швидкість – 8 м/с, а орієнтовна довжина маршруту – 7,36 км. Сформований маршрут аерофотознімання (рис.4а) забезпечив одержання вихідних матеріалів для подальшого фотограмметричного опрацювання та інтеграції результатів у геоінформаційне середовище.

За результатами фотограмметричного опрацювання матеріалів аерофотознімання сформовано ортофотоплан досліджуваної території (рис.4б). Інтеграція ортофотоплану в середовище ГІС забезпечила можливість накладання векторних меж земельної ділянки з фактичним зображенням місцевості та здійснення візуального контролю її просторового положення відносно контурів угідь, дорожньої мережі й інших елементів території. У результаті побудовано висотну матрицю рельєфу досліджуваної території (рис.5а) та представлено просторову

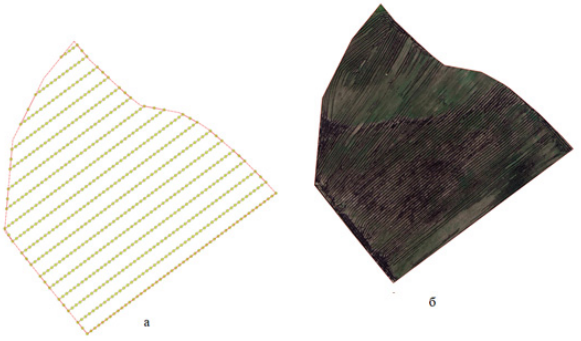


Рис. 4. Аерофотознімання досліджуваної земельної ділянки: а – схема польотного маршруту БПЛА; б – ортофотоплан за результатами фотограмметричного опрацювання.

Джерело: розроблено авторами

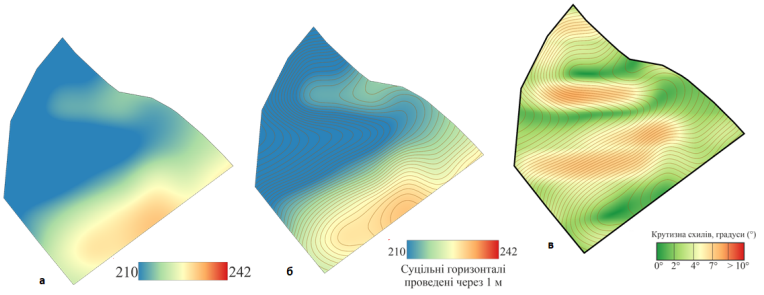


Рис. 5. Морфометрична характеристика рельєфу досліджуваної земельної ділянки: а – висотна матриця рельєфу за результатами фотограмметричного опрацювання матеріалів БПЛА; б – цифрова модель рельєфу з горизонталями; в – картограма крутизни схилів.

Джерело: розроблено авторами

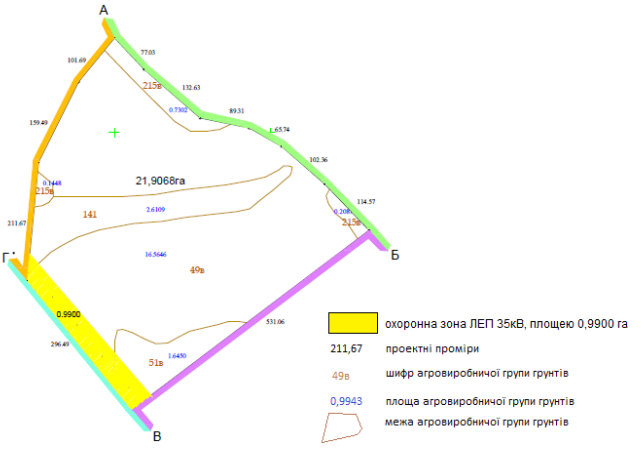


Рис. 6. Просторове розташування ПЛ 35 кВ та її охоронної зони в межах досліджуваної земельної ділянки.

Джерело: сформовано авторами за даними Публічної кадастрової карти України, шар «Агровиробничі групи ґрунтів» [16].

диференціацію рельєфу в цифровому вигляді (ЦМР) (рис.5б). Подальший морфометричний аналіз території земельної ділянки дозволив скласти картограму крутизни схилів. Отримана картограма забезпечує оцінювання умов сільськогосподарського використання території та виконання землевпорядних робіт (рис.5в). У межах досліджуваної земельної ділянки проходить повітряна лінія електропередачі (ЛЕП) напругою 35 кВ, що була встановлена під час геоінформаційного опрацювання просторових даних. ЛЕП виділено окремим тематичним шаром, це дало змогу детально дослідити її просторове положення відносно меж земельної ділянки та сусідніх об'єктів (рис.6).

Сформований окремий шар лінії електропередачі та її охоронної зони дозволив визначити частину земельної ділянки, на яку поширюються відповідні обмеження у використанні земель. Для повітряних ліній електропередачі напругою 35 кВ охоронну зону встановлюють на відстані 15 м по обидва боки від крайніх проводів за їхнього невідхиленого положення [14]. У результаті просторового накладання шарів визначено частину земельної ділянки площею 0,9900 га, на яку поширюється режим охоронної зони ПЛ 35 кВ. Використання ГІС забезпечує просторовий облік обмежень у використанні земель, пов'язаних з об'єктами інженерної інфраструктури.

До створеної полігональної моделі приєднано атрибутивні відомості про кадастровий номер, площу, форму власності, цільове призначення, вид угідь та наявні обмеження (табл. 1).

Таким чином, ГІС дозволяє поєднувати просторову геометрію земельної ділянки з її основними землевпорядними характеристиками у вигляді системи тематичних шарів для подальшого використання під час просторового аналізу (рис.7).

Просторове накладання полігона земельної ділянки на тематичний шар агровиробничих груп ґрунтів забез-

1. Структура тематичних шарів геоінформаційного проєкту досліджуваної земельної ділянки

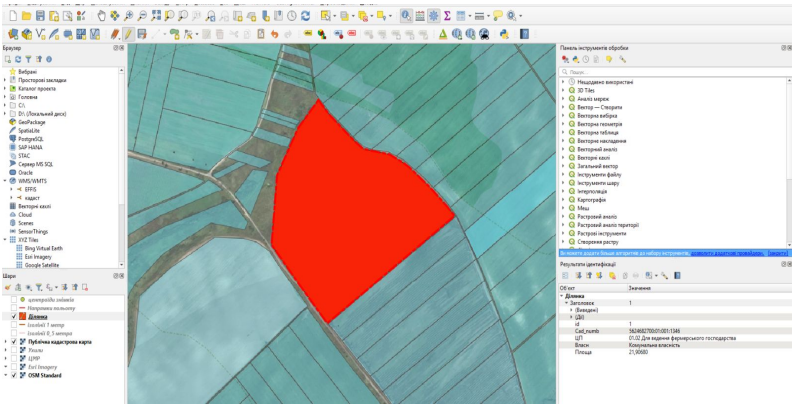
Шар	Тип геометрії	Основний зміст	Функціональне призначення
land_parcel	полігон	земельна ділянка	формування просторового контуру, визначення площі та просторовий аналіз
turning_points	точки	поворотні точки меж	зберігання координат характерних точок та контроль положення меж
parcel_ boundary	лінія	межа земельної ділянки	відображення конфігурації та визначення довжин сторін межі
orthophoto	растр	ортофотографічна основа	візуальний контроль просторового положення об'єктів та фактичного використання території
DEM	растр	висотна модель	аналіз висотних характеристик і форм рельєфу
slope	растр	крутизна схилів	визначення та картографування просторового розподілу ухилів
power_ line_35kv	лінія	ПЛ 35 кВ	відображення положення об'єкта інженерної інфраструктури
protection_ zone	полігон	охоронна зона ПЛ 35 кВ	визначення та аналіз територій з обмеженнями
soil_groups	полігон	агровиробничі групи ґрунтів	аналіз ґрунтового покриву та визначення площ контурів

Джерело: складено авторами

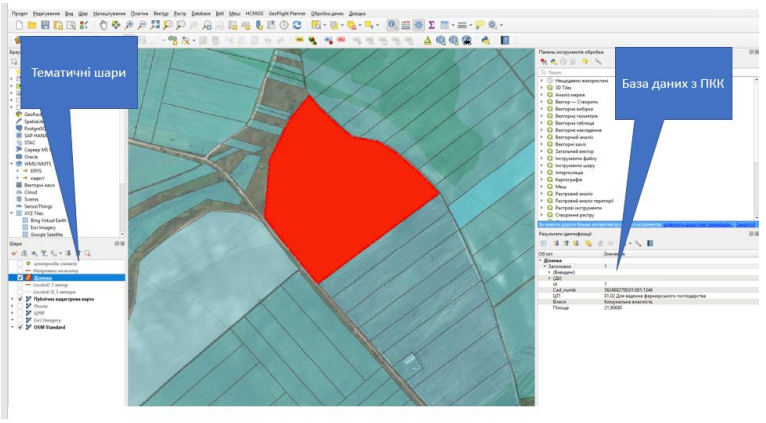
печило інтеграцію ґрунтових даних. Межі поширення окремих ґрунтових контурів на об'єкті дослідження встановлено за допомогою геоінформаційного аналізу та розраховано їхні площі. Це забезпечило поєднання геометричних характеристик земельної ділянки з якісними характеристиками ґрунтового покриву в єдиній геоінформаційній структурі (рис.8).

Для визначення належності досліджуваної земельної ділянки до відповідного природно-сільськогосподарського району використано природно-сільськогосподарське районування Рівненської області [16;17]. Накладання меж земельної ділянки на шар агровиробничих груп ґрунтів формує просторову основу для застосування показників нормативної грошової оцінки. Геоінформаційне опрацювання дає змогу виміряти площі окремих ґрунтових контурів та інтегрувати їх з відповідними оціночними характеристиками. Таким чином, ГІС забезпечує просторове узгодження кадастрових, ґрунтових та оціночних даних, необхідних для підготовки матеріалів нормативної грошової оцінки.

Формування землевпорядних картографічних матеріалів проведено на заключному етапі геоінформаційного опрацювання. Сформовані просторові шари стали основою для підготовки графічних матеріалів землевпорядної документації, що деталізують геометрію ділянки, її межі, склад угідь та просторові характеристики. Такий підхід забезпечив узгодженість геодезичних, кадастрових і тематичних даних та дозволив використовувати єдину просторову основу для підготовки графічної частини землевпорядної документації. У результаті ГІС виступає не лише засобом картографічної візуалізації, а й єдиним середовищем для комплексного узагальнення та оформлення результатів землевпорядних робіт.



а



б

Рис. 7. Організація просторових та атрибутивних даних земельної ділянки у середовищі QGIS: а – відображення полігона земельної ділянки та його атрибутивних характеристик; б – структура тематичних шарів і бази геопросторових даних

Джерело: складено авторами

Висновки

За результатами дослідження цифрову трансформацію геодезії та землеустрою доцільно розглядати як перехід до інтеграції різнорідних просторових даних у єдиному геоінформаційному середовищі. Використання ГІС забезпечує поєднання координат поворотних точок, меж земельних ділянок, кадастрових відомостей, ортофотографічних матеріалів, агровиробничих груп ґрунтів та інформації про обмеження у використанні земель. Практична апробація забезпечила формування ортофотоплану та цифрової моделі рельєфу, аналіз крутизни схилів, інтеграцію ґрунтових характеристик і визначення 0,9900 га земель, на які поширюється охоронна зона ПЛ 35 кВ. Такий результат відповідає розвитку ГІС як

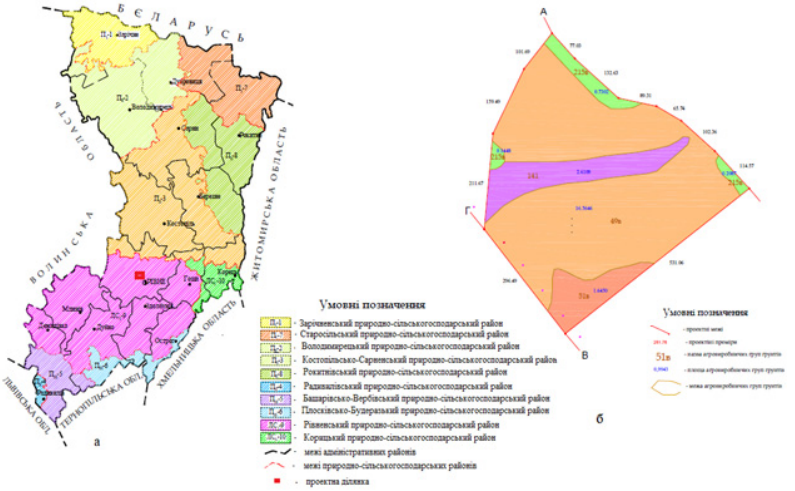


Рис. 8. Ґрунтово-просторова характеристика досліджуваної території: а – схема природно-сільськогосподарського районування Рівненської області; б – просторовий розподіл агровиробничих груп ґрунтів у межах земельної ділянки

Джерело: сформовано авторами за даними Публічної кадастрової карти України, шар «Агровиробничі групи ґрунтів» та «Природно-сільськогосподарське районування» [16].

базового інструменту аналізу та візуалізації геопросторової інформації. Водночас використання високоточних геодезичних даних як вихідної просторової основи свідчить про важливість модернізації геодезичного забезпечення кадастрових і землевпорядних робіт. Це демонструє перехід від окремих вимірювань до комплексного геоінформаційного опрацювання об’єкта.

Подальший розвиток цифрової трансформації геодезії та землеустрою доцільно пов’язувати з удосконаленням автоматизованої інтеграції різнотипних геопросторових даних, розширенням засобів просторового аналізу та створенням уніфікованих цифрових робочих процесів для виконання землевпорядних завдань.

Список використаної літератури

1. Соловйов І., Гарькава В., Арамян А., Гончарук О., Калина Т. Цифрова трансформація землеустрою: геодезичні, правові та екологічні аспекти. *Просторовий розвиток.* 2025. №15. С.670–683. https://doi.org/10.32347/2786-7269.2025.15.670-683
2. Ступень О.І., Прокопенко Н.І., Шевчук С.М. Цифрова трансформація системи землеустрою: автоматизація управлінських процесів у сфері використання та охорони земельних ресурсів. Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту. 2025. № 212 С.172-184. https://doi.org/10.18664/1994-7852.212.2025.336296
3. Нестеренко О.В. Яцук П.П. Розвиток геоінформаційних систем як технологічна інноваційна стратегія. Екологічна безпе-

ка та природокористування. 2026, №1, с. 141-160 https://doi.org/10.32347/2411-4049.2026.1.141-160

4. Удовенко І. О., Смоленська Л. І., Молнар Д. С. Модернізація електронної геодезичної мережі для потреб кадастру територіальних громад: технологічні бар'єри та суспільні імперативи. *Технічні науки та технології.* 2025. № 4(42). С. 581-591. DOI: https://doi.org/10.25140/2411-5363-2025-4(42)-581-591.
5. Браславська О.В., Нестеренко С.В., Герасимчук О.Л. Дистанційний геодезичний моніторинг: ключовий інструмент сталого управління земельними ресурсами. *Містобудування та територіальне планування.* 2025. Вип. 89. С. 488-502. DOI: 10.32347/2076-815X.2025.89.488-502
6. Гой В.В., Хархаліс М.Р., Фоменко В.А. Геодезія у вирішенні проблем сталого розвитку міст: аналіз планування міських територій. *Просторовий розвиток.* 2024. №7. С.382-392. DOI: 10.32347/2786-7269.2024.7.382-395
7. Artemov V., Movchan T., Vikulina L. Practical use of digitalization in geodesy and land management. *Вісник Львівського національного аграрного університету: економіка АПК*. 2020. № 27. С. 167-172 http://lib.osau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/2933/1/Lnau_21_12_.pdf
8. Stadnikov V., Likhva N., Miroshnichenko N., Kostiuk V., Dorozhko Y. Exploring Geoinformation Technology Potential for Automating the Development and Maintenance of Digital Topographic Maps. *African Journal of Applied Research.* 2025. Vol. 11 (1). P. 146-156. https://www.ajaronline.com/index.php/AJAR/article/view/832/494
9. Hua Yi., Li Yi., Li H. Digital transformation in geotechnical site characterization: trends, methods, and future roadmaps. Cogent engineering. 2026. Vol. 13 (1). 2677996. https://doi.org/10.1080/23311916.2026.2677996
10. Доброходова. О.В., Радзінська Ю.Б., Воронков О.О. Вища геодезія та інженерно-геодезичні вишукування як метрологічна основа для верифікації та аналізу даних супутникового моніторингу. *Науковий вісник будівництва.* 2026. № 114. С. 342-352. DOI 10.33042/2311-7257.2026.114.1.37
11. Пілічева М.О., Данилюк А.А. Аналіз геодезичних методів та даних дистанційного зондування для формування картографічного забезпечення містобудівної документації. Комунальне господарство міст. 2025. Том 1, Вип. 189. С. 271-279 DOI: 10.33042/2522-1809-2025-1-189-271-279
12. Заболотна Ю.О., Азюковський О.О., Расцвєтаєв В.О., Кучин О.С., Бабенко М.В. Концепція застосування сучасних геодезичних методів при проєктуванні та спорудженні перетинів магістральних трубопроводів із залізничними коліями. *Національний гірничий університет. Збірник наукових праць.* 2025. № 81. С. 209-221. https://doi.org/10.33271/crpnmu/81.209
13. Kasimov M. Application of geographic information systems in the field of geodesy. *European Journal of Pedagogical Initiatives and Educational Practices*. 2024. Vol. 2. №11. P.19-30. https://europeanscience.org/index.php/4/article/view/1004 (дата звернення: 20.08.2026).
14. Про затвердження Правил охорони електричних мереж: постанова Кабінету Міністрів України від 27 грудня 2022 р. № 1455. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1455-2022-%D0%BF#Text (дата звернення: 20.08.2026).
15. Порядок використання Державної геодезичної референцної системи координат УСК-2000 при здійсненні робіт із землеустрою: наказ Міністерства аграр-

ної політики та продовольства України від 02.12.2016р. № 509. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1646-16#Text (дата звернення: 20.08.2026).
16. Державна служба України з питань геодезії, картографії та кадастру. Публічна кадастрова карта України. URL: https://map.land.gov.ua/ (дата звернення: 20.08.2026).
17. Мартин А.Г., Осипчук С.О., Чумаченко О.М. Природно-сільськогосподарське районування України: монографія. Київ: ЦП «Компринт», 2015. 328 с.

References

1. Soloviov, I., Harkava, V., Aramian, A., Honcharuk, O., & Kalyna, T. (2025). Tsyfrova transformatsiia zemleustroiu: heodezychni, pravovi ta ekolohichni aspekty [Digital transformation of land management: Geodetic, legal and environmental aspects]. Prostorovyi Rozvytok, *(15), 670–683. D*OI: https://doi.org/10.32347/2786-7269.2025.15.670-683
2. Stupen, O. I., Prokopenko, N. I., & Shevchuk, S. M. (2025). Tsyfrova transformatsiia systemy zemleustroiu: avtomatyzatsiia upravlinskykh protsesiv u sferi vykorystannia ta okhorony zemelnykh resursiv [Digital transformation of the land management system: Automation of management processes in the use and protection of land resources]. *Zbirnyk Naukovykh Prats Ukrainskoho Derzhavnoho Universytetu Zaliznychnoho Transportu*, (212), 172–184. DOI: https://doi.org/10.18664/1994-7852.212.2025.336296
3. Nesterenko, O. V., & Yatsuk, P. P. (2026). Rozvytok heoinformatsiinykh system yak tekhnolohichna innovatsiina stratehiia [Development of geographic information systems as a technological innovation strategy]. *Ekolohichna Bezpeka ta Pryrodokorystuvannia*, (1), 141–160. DOI: https://doi.org/10.32347/2411-4049.2026.1.141-160
4. Udovenko, I. O., Smolenska, L. I., & Molnar, D. S. (2025). Modernizatsiia elektronnoi heodezychnoi merezhi dlia potreb kadastru terytorialnykh hromad: tekhnolohichni bariery ta suspilni imperatyvy [Modernization of the electronic geodetic network for the needs of territorial community cadastre: Technological barriers and social imperatives]. *Tekhnichni Nauky ta Tekhnolohii,* 4(42), 581–591. DOI: https://doi.org/10.25140/2411-5363-2025-4(42)-581-591
5. Braslavska, O. V., Nesterenko, S. V., & Herasymchuk, O. L. (2025). Dystantsiinyi heodezychnyi monitorynh: kliuchovyi instrument staloho upravlinnia zemelnymy resursamy [Remote geodetic monitoring: A key tool for sustainable land resource management]. *Mistobuduvannia ta Terytorialne Planuvannia*, (89), 488–502. DOI: https://doi.org/10.32347/2076-815X.2025.89.488-502
6. Hoi, V. V., Kharkhalis, M. R., & Fomenko, V. A. (2024). Heodeziia u vyrishenni problem staloho rozvytku mist: analiz planuvannia miskykh terytorii [Geodesy in solving urban sustainable development problems: Analysis of urban territory planning]. *Prostorovyi Rozvytok,* (7), 382–392. DOI: https://doi.org/10.32347/2786-7269.2024.7.382-395
7. Artemov, V., Movchan, T., & Vikulina, L. (2020). Practical use of digitalization in geodesy and land management. Visnyk Lvivskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu: *Ekonomika APK,* (27), 167–172. Available at: http://lib.osau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/2933/1/Lnau_21_12_.pdf
8. Stadnikov, V., Likhva, N., Miroshnichenko, N., Kostiuk, V., & Dorozhko, Y. (2025). Exploring geoinformation technology potential for automating the development and maintenance of digital topographic maps. *African Journal of Applied Research,* 11(1), 146–156. Available at: https://www.aja-

ronline.com/index.php/AJAR/article/view/832/494

9. Hua, Y., Li, Y., & Li, H. (2026). Digital transformation in geotechnical site characterization: Trends, methods, and future roadmaps. *Cogent Engineering,* 13(1), Article 2677996. DOI: https://doi.org/10.1080/23311916.2026.2677996
10. Dobrokhodova, O. V., Radzinska, Yu. B., & Voronkov, O. O. (2026). Vyshcha heodeziia ta inzhenerno-heodezychni vyshukuvannia yak metrolohichna osnova dlia veryfikatsii ta analizu danykh suputnykovoho monitorynhu [Higher geodesy and engineering-geodetic surveys as a metrological basis for verification and analysis of satellite monitoring data]. *Naukovyi Visnyk Budivnytstva,* (114), 342–352. DOI: https://doi.org/10.33042/2311-7257.2026.114.1.37
11. Pilicheva, M. O., & Danyliuk, A. A. (2025). Analiz heodezychnykh metodiv ta danykh dystantsiinoho zonduvannia dlia formuvannia kartohrafichnoho zabezpechennia mistobudivnoi dokumentatsii [Analysis of geodetic methods and remote sensing data for the development of cartographic support for urban planning documentation]. *Komunalne Hospodarstvo Mist,* 1(189), 271–279. DOI: https://doi.org/10.33042/2522-1809-2025-1-189-271-279
12. Zabolotna, Yu. O., Aziukovskyi, O. O., Rastsvietaiev, V. O., Kuchyn, O. S., & Babenko, M. V. (2025). Kontseptsiia zastosuvannia suchasnykh heodezychnykh metod pry proiektuvanni ta sporudzhenni peretyniv mahistralnykh truboprovodiv iz zaliznychnymy koliiamy [Concept of applying modern geodetic methods in the design and construction of crossings of main pipelines with railway tracks]. *Natsionalnyi Hirnychyi Universytet. Zbirnyk Naukovykh Prats*, (81), 209–221. DOI: https://doi.org/10.33271/crpnmu/81.209
13. Kasimov, M. (2024). Application of geographic information systems in the field of geodesy. European Journal of Pedagogical Initiatives and Educational Practices, 2(11), 19–30. Available at: https://europeanscience.org/index.php/4/article/view/1004
14. Pro zatverdzhennia Pravyl okhorony elektrychnykh merezh [On approval of the Rules for the protection of electric networks]. (2022). Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine No. 1455 of December 27, 2022. Available at: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1455-2022-%D0%BF#Text
15. Poriadok vykorystannia Derzhavnoi heodezychnoi referentsnoi systemy koordynat USK-2000 pry zdiisnenni robit iz zemleustroiu [Procedure for using the State Geodetic Reference Coordinate System USK-2000 in land management works]. (2016). Order of the Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine No. 509 of December 2, 2016. Available at: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1646-16#Text
16. Derzhavna sluzhba Ukrainy z pytan heodezii, kartohrafii ta kadastru. (n.d.). Publichna kadastrova karta Ukrainy [Public cadastral map of Ukraine]. Available at: https://map.land.gov.ua/
17. Martyn, A. H., Osypchuk, S. O., & Chumachenko, O. M. (2015). Pryrodno-silskohospodarske raionuvannia Ukrainy: monohrafiia [Natural and agricultural zoning of Ukraine: Monograph]. TsP «Komprynt». 328.

Kunytska M., Panasiuk A., Iskov S.

THE DIGITALIZATION OF GEODESY AND LAND MANAGEMENT AS A DIRECTION FOR THE DEVELOPMENT OF MODERN GEOINFORMATION TECHNOLOGIES

LAND MANAGEMENT, CADASTRE AND LAND MONITORING 4'26: 208-223.
http://dx.doi.org/10.31548/zemleustriy2026.04.13

Abstract. *The article examines the role of geoinformation technologies in the digital transformation of modern geodesy and land management. Digital workflows for processing spatial data within a unified information and technological cycle are presented. The functional capabilities of GIS were practically tested using a municipally owned agricultural land parcel with an area of 21.9068 ha, located within the Diadkovychi Territorial Community, Rivne District, Rivne Region. The study involved a set of geodetic measurements using GNSS technologies in RTK mode, unmanned aerial vehicle (UAV) aerial surveying, and photogrammetric processing of the acquired materials. In the QGIS software environment, heterogeneous spatial data were integrated to obtain the coordinates of the turning points of the land parcel boundary, an orthophoto map, a digital elevation model (DEM), a slope steepness map, engineering infrastructure objects (35 kV overhead power lines and their protection zone), as well as agro-production soil groups. The role of modern GIS is substantiated not only as a mapping tool, but also as an integrated environment for automating design solutions, spatial analysis, and land-use monitoring. The research results can be used to improve digital workflows in land management, land cadastre maintenance, and land resource management within territorial communities.*

Keywords: *geodesy, land management, digital transformation, geoinformation technologies, geospatial data, spatial analysis, QGIS, agro-production soil groups.*