

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет землевпорядкування

ПОГОДЖЕНО
Декан факультету
землевпорядкування

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри геоінформатики
і аерокосмічних досліджень Землі

_____ **Олександр ШЕВЧЕНКО**

_____ **Антоніна МОСКАЛЕНКО**

« _____ » _____ 2026 р.

« _____ » _____ 2026 р.

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему: Інтеграція геопросторових даних для управління земельними
ресурсами Кременецької міської громади**

Спеціальність «193 Геодезія та землеустрій»

Освітньо-професійна програма «Геодезія та землеустрій»

Гарант освітньої програми

«Геодезія та землеустрій»,

д. геогр. н., професор

(науковий ступінь та вчене звання)

Керівник бакалаврської

кваліфікаційної роботи,

д.е.н., доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

_____ **Іван КОВАЛЬЧУК**

(підпис)

_____ **Антон КОШЕЛЬ**

(підпис)

Виконав

_____ **Микола ФЕЩЕНКО**

(підпис)

КИЇВ – 2026

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет землевпорядкування

ЗАТВЕРДЖУЮ

**Завідувач кафедри геоінформатики і
аерокосмічних досліджень Землі**

_____ **Антоніна МОСКАЛЕНКО**

«____» _____ **2025 р.**

ЗАВДАННЯ

**ДО ВИКОНАННЯ БАКАЛАВРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ
РОБОТИ ЗДОБУВАЧУ**

Фещенку Миколі Борисовичу

Спеціальність «193 Геодезія та землеустрій».

Освітньо-професійна програма «Геодезія та землеустрій».

Тема бакалаврської кваліфікаційної роботи: Інтеграція геопросторових даних для управління земельними ресурсами Кременецької міської громади

Затверджена наказом ректора НУБіП України від 27.11.2025 року № 2899 «С»;

Термін подання завершеної роботи на кафедру: за 10 днів до захисту;

Вихідні дані до бакалаврської кваліфікаційної роботи: кваліфікаційна бакалаврська робота розроблена у відповідності до нормативно-правових актів, норм та правил з питань здійснення управління земельними ресурсами: Земельного кодексу України від 25.10.2001 № 2768-III, Конституції України, Земельного кодексу України, Закону України "Про національну інфраструктуру геопросторових даних" від 13.04.2020 № 554-IX та ін. При розробленні також використовувались відомості Державного земельного кадастру.

Перелік питань, що потрібно розробити:

1. Теоретичні основи інтеграції геопросторових даних у системі управління земельними ресурсами;
2. Аналіз системи управління земельними ресурсами Кременецької міської громади;
3. Розробка моделі інтеграції геопросторових даних в межах Кременецької міської громади;

Дата видачі завдання _____

**Керівник бакалаврської
кваліфікаційної роботи**

_____ **Антон КОШЕЛЬ**

Завдання прийняв до виконання _____ **Микола ФЕЩЕНКО**

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ.....	6
ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ІНТЕГРАЦІЇ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ У СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ ЗЕМЕЛЬНИМИ РЕСУРСАМИ.....	9
1.1. Поняття та види геопросторових даних	9
1.2. Джерела та формати геопросторової інформації	10
1.3. Принципи та методи інтеграції геоданих	12
1.4. Роль інтегрованих геоінформаційних систем у земельному управлінні.....	14
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЗЕМЕЛЬНИМИ РЕСУРСАМИ КРЕМЕНЕЦЬКОЇ МІСЬКОЇ ГРОМАДИ	15
2.1. Характеристика Кременецької міської територіальної громади	15
2.2. Структура та стан земельних ресурсів громади	19
2.3. Сучасний стан навколишнього природного середовища громади	21
2.4. Кліматичні умови громади.....	24
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА МОДЕЛІ ІНТЕГРАЦІЇ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ В МЕЖАХ КРЕМЕНЕЦЬКОЇ МІСЬКОЇ ГРОМАДИ	26
3.1. Концепція інтеграції геопросторових даних	26
3.2. Технологічне забезпечення та інструментарій реалізації моделі інтеграції геопросторових даних.....	28
3.3. Використання інтегрованих геопросторових даних для управління земельними ресурсами громади.....	31
ВИСНОВКИ.....	39
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	41

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна бакалаврська робота має таку структуру: вступ, три розділи, висновки а також список використаних джерел.. Загальний обсяг роботи становить 55 сторінок, містить 14 рисунків, 1 таблиця. Список використаних джерел містить 21 найменування.

Ключові слова: геопросторові дані, інтеграція земля, земельні ресурси, управління земельними ресурсами, геоінформаційні системи.

Мета цього дослідження розробка підходів до інтеграції геопросторових даних для підвищення ефективності управління земельними ресурсами Кременецької міської громади із застосуванням сучасних геоінформаційних технологій.

Об'єктом дослідження є земельні ресурси Кременецької міської громади, що розташована у Кременецькому районі Тернопільської області.

Предмет дослідження методи, підходи щодо інтеграції геопросторових даних для управління земельними ресурсами.

Методи дослідження: аналіз наукової літератури та нормативно-правових джерел для вивчення теоретичних засад інтеграції геопросторових даних та управління земельними ресурсами, геоінформаційний метод для збору, обробки, інтеграції та аналізу просторових даних, метод системного аналізу для дослідження взаємозв'язків між різними джерелами геопросторових даних та їх ролі в управлінні земельними ресурсами, методи просторового аналізу для оцінювання стану та особливостей використання земельних ресурсів.

До основних результатів дослідження відносяться наступні: описано всю теоретичну основу інтеграції геопросторових даних у системі управління земельними ресурсами; проведено аналіз системи управління земельними ресурсами Кременецької міської громади, наведено розробку моделі інтеграції геопросторових даних в межах Кременецької міської громади.

ABSTRACT

This bachelor's thesis is structured as follows: an introduction, three chapters, conclusions, and a list of references. The thesis comprises 42 pages in total and contains 16 figures. The list of references includes 30 entries.

Keywords: geospatial data, land integration, land resources, land resource management, geographic information systems.

The aim of this study is to develop approaches to the integration of geospatial data to improve the efficiency of land resource management in the Kremenets urban community using modern geographic information technologies.

The object of the study is the land resources of the Kremenets urban community, located in the Kremenets district of the Ternopil region.

The subject of the study is methods and approaches to the integration of geospatial data for land resource management.

Research methods: analysis of scientific literature and regulatory sources to examine the theoretical foundations of geospatial data integration and land resource management; the geoinformation method for the collection, processing, integration and analysis of spatial data; the systems analysis method to investigate the interrelationships between different sources of geospatial data and their role in land resource management; spatial analysis methods to assess the status and characteristics of land resource use.

The main results of the study include the following: the entire theoretical framework for the integration of geospatial data into the land resource management system has been described; an analysis of the land resource management system of the Kremenets urban community has been conducted; and a model for the integration of geospatial data within the Kremenets urban community has been developed.

ВСТУП

Управління земельними ресурсами є одним із пріоритетних напрямів державної політики України, що набуває особливого значення в умовах децентралізації та формування самодостатніх територіальних громад. Ефективне використання земель потребує сучасних підходів до збору, обробки та аналізу просторової інформації, що забезпечують прийняття обґрунтованих управлінських рішень на місцевому рівні.

На сьогоднішній день геопросторові технології стають невід'ємним інструментом земельного адміністрування, оскільки дозволяють інтегрувати різноманітні дані про територію в єдину інформаційну систему. Геоінформаційні системи, дані дистанційного зондування Землі та відкриті просторові бази даних відкривають широкі можливості для комплексного аналізу земельного фонду, моніторингу змін у землекористуванні та планування розвитку територій громад.

Інтеграція геопросторових даних є особливо актуальною для громад, що розташовані на територіях зі складною структурою землекористування, різноманітним природно-ресурсним потенціалом та активними процесами соціально-економічного розвитку. Кременецька міська громада Тернопільської області є саме таким прикладом, де раціональне управління земельними ресурсами потребує сучасного геоінформаційного забезпечення.

Основна мета цього дослідження розробка підходів до інтеграції геопросторових даних для підвищення ефективності управління земельними ресурсами Кременецької міської громади із застосуванням сучасних геоінформаційних технологій.

Об'єктом дослідження є земельні ресурси Кременецької міської громади, що розташована у Кременецькому районі Тернопільської області.

Предмет дослідження методи, підходи щодо інтеграції геопросторових даних для управління земельними ресурсами.

Головні завдання дослідження:

Дослідити теоретичні основи інтеграції геопросторових даних та їх застосування в управлінні земельними ресурсами.

Проаналізувати сучасні методи та підходи до геоінформаційного забезпечення земельного адміністрування.

Здійснити збір та систематизацію геопросторових даних щодо земельного фонду Кременецької міської громади.

Розробити підходи до інтеграції різнорідних просторових даних для потреб управління земельними ресурсами громади.

Актуальність теми обумовлена тим, що впровадження інтегрованих геопросторових рішень у систему управління земельними ресурсами дозволить підвищити ефективність прийняття рішень органами місцевого самоврядування, забезпечити прозорість земельних відносин та сприятиме сталому розвитку Кременецької міської громади.

Методи дослідження: аналіз наукової літератури та нормативно-правових джерел для вивчення теоретичних засад інтеграції геопросторових даних та управління земельними ресурсами, геоінформаційний метод для збору, обробки, інтеграції та аналізу просторових даних, метод системного аналізу для дослідження взаємозв'язків між різними джерелами геопросторових даних та їх ролі в управлінні земельними ресурсами, методи просторового аналізу для оцінювання стану та особливостей використання земельних ресурсів.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ІНТЕГРАЦІЇ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ У СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ ЗЕМЕЛЬНИМИ РЕСУРСАМИ

1.1. Поняття та види геопросторових даних

Протягом майже трьох десятиліть з моменту появи концепції інфраструктури геопросторових даних (ІГД) більшість держав світу реалізували відповідні програми її розвитку на різних рівнях — від національного до місцевого. Сьогодні ІГД еволюціонували в універсальні платформи, що об'єднують усі етапи виробництва, розповсюдження та використання геоінформаційних ресурсів з метою підтримки управлінських рішень у найрізноманітніших галузях. У загальному розумінні Національна інфраструктура геопросторових даних являє собою комплексну загальнодержавну систему, покликану забезпечити зручний, швидкий та результативний доступ до географічної інформації через мережу геопорталів.

Незважаючи на спільні концептуальні засади та технологічні підходи до побудови національних інфраструктур геопросторових даних, кожна держава формує та застосовує їх відповідно до власних умов — інституційних, економічних, соціальних і технологічних, а також залежно від того, наскільки органи влади та суспільство в цілому усвідомлюють роль геопросторових даних і ГІС у забезпеченні економічного зростання та сталого розвитку. Водночас інфраструктура геопросторових даних є динамічною, ієрархічно організованою та міждисциплінарною концепцією, що перебуває у постійному розвитку — як під впливом технологічного прогресу, так і внаслідок зростання обсягів просторових даних і потреб суспільства у доступі до них [1].



Рис. 1.1. Еволюція формування геопросторових даних []

Інфраструктури геопросторових даних першого покоління, що формувалися впродовж 1990–1998 років, були орієнтовані насамперед на роботу з даними та концентрувалися головним чином на вирішенні технологічних завдань — гармонізації даних, стандартизації метаданих і веб-сервісів для пошуку, відображення та отримання інформації, що створювалася в державному секторі. Ініціативи з розбудови таких інфраструктур, а також координація взаємодії між виробниками даних зосереджувалися переважно в центральних органах державної влади, зокрема в національних геодезичних і картографічних службах.

Інфраструктури геопросторових даних другого покоління, що розвивалися протягом 2000–2006 років, зосередилися на підтриманні актуальності даних та їх широкому використанні в різних галузях як на загальнодержавному, так і на регіональному та місцевому рівнях. Важливим напрямом стала реалізація програм із забезпечення інтероперабельності геопросторових даних у різних секторах економіки. Ініціативи галузевих керівників, органів місцевого самоврядування та партнерських об'єднань були спрямовані на багаторазове застосування геопросторових даних для розв'язання різноманітних практичних завдань на різних управлінських рівнях.

Інфраструктури геопросторових даних третього покоління, розвиток яких розпочався з 2007 року, орієнтовані на кінцевого користувача та функціонують як платформа геоінформаційно забезпеченого суспільства на базі технології GeoWeb 2.0. Ця технологія надає користувачам можливість активно взаємодіяти між собою та виступати повноцінними творцями контенту у віртуальному середовищі інфраструктури. До таких ініціатив належать як урядові, так і приватні проєкти — зокрема Google Maps та краудсорсингові джерела даних. Офіційні державні, регіональні та місцеві геопортали збагачуються інструментами зворотного зв'язку з користувачами, що уможлиблює актуалізацію даних і надання послуг електронного урядування з використанням геопросторових даних.

Важливим аспектом сучасних ІГД є створення та поширення відкритих даних, доступних для прямого завантаження через корпоративні геопортали наприклад, Open Street Map, ESRI тощо. Спостерігається тенденція надання геопросторовим даним, виробленим у державному секторі, статусу відкритих урядових даних для вільного завантаження із офіційних урядових вебпорталів [1].

Модель зберігання геоданих ґрунтується на принципах реляційних баз даних і повною мірою використовує можливості системи керування ними (СУБД). Для зберігання схем, правил, базових і просторово-атрибутивних даних кожного набору географічної інформації застосовуються звичайні таблиці. Такий підхід дозволяє використовувати формалізовану модель для організації зберігання даних і роботи з ними. Завдяки цьому мова структурованих запитів SQL — із набором реляційних функцій та операторів — може застосовуватися для створення, редагування таблиць і виконання запитів до їхніх елементів [1].

Принцип роботи такої моделі даних можна проілюструвати на прикладі збереження геометрії полігональних об'єктів у базі геоданих. Клас об'єктів представлений у вигляді таблиці, що іменується базовою, де кожен рядок відповідає окремому об'єкту. Геометрія кожного полігонального об'єкта

зберігається у спеціальному стовпці shape. Доступ до вмісту цієї таблиці, включно з полем shape, що зберігається як просторовий тип SQL, здійснюється засобами мови SQL [2].

Центральним поняттям бази геоданих є набір даних — основний механізм організації та обробки географічної інформації в середовищі ArcGIS. База геоданих включає три головні типи наборів даних: класи просторових об'єктів, набори растрових даних і таблиці.

Формування сукупності зазначених типів наборів даних є відправною точкою проектування та побудови бази геоданих. Як правило, робота з нею починається з визначення необхідної кількості типів наборів даних, після чого користувачі розширюють функціональність бази за рахунок додаткових можливостей — топологій, мереж або підтипів — з метою моделювання реальних процесів, забезпечення цілісності даних та коректної обробки ключових просторових відношень [1].

Зберігання бази геоданих передбачає збереження схеми даних, набору правил для кожного географічного набору даних, а також табличного представлення просторової та атрибутивної інформації. Усі три основні типи наборів даних — класи просторових об'єктів, атрибутивні таблиці та набори растрових даних — разом з іншими елементами бази геоданих зберігаються у вигляді таблиць. Просторове відображення географічних наборів даних організовується у векторному або растровому форматі, а відповідна геометрія зберігається та управляється разом із традиційними атрибутивними полями таблиць.

Набори растрових даних відображають географічні об'єкти шляхом поділу реального простору на рівномірні квадратні або прямокутні комірки, що утворюють координатну сітку — ґрид. Кожна комірка містить певне значення, що характеризує відповідну ділянку місцевості — температуру, висоту над рівнем моря або спектральну характеристику [4].

Растрові набори даних широко застосовуються для представлення та управління масивами зображень, цифровими моделями рельєфу й іншими

просторовими явищами. Растр є одним із найбільш поширених типів даних у ГІС і являє собою масив комірок, упорядкованих у рядки та стовпці. Оскільки користувачі, як правило, працюють із великою кількістю растрових файлів, дедалі більше з них відчують потребу в їх спільному управлінні разом з іншою географічною інформацією в СУБД. Бази геоданих забезпечують ефективні інструменти керування растровими даними як у файлових базах геоданих, так і в базах геоданих ArcSDE [1].

1.2. Джерела та формати геопросторової інформації

Дистанційне зондування є одним із провідних методів отримання просторових даних про земну поверхню. Воно охоплює аерофотозйомку, супутникову зйомку в різних діапазонах електромагнітного спектра (видимому, інфрачервоному, мікрохвильовому), а також лідарне сканування (LiDAR). Дані дистанційного зондування характеризуються просторовим розрізненням від субметрового (комерційні супутники) до кількох кілометрів (метеорологічні платформи), а також різною часовою повторюваністю знімання.

Наземні геодезичні методи — тахеометрія, нівелювання, GNSS-вимірювання (GPS, Galileo) — забезпечують високоточну прив'язку об'єктів у просторі. Ці дані є основою для створення топографічних карт, цифрових моделей рельєфу та геодезичних мереж, що слугують референсною базою для інших просторових даних.

Традиційні паперові карти різних масштабів і тематики становлять значний архівний ресурс. Їх оцифрування (векторизація, сканування з прив'язкою) дозволяє інтегрувати ці дані в сучасні геоінформаційні системи. До цього класу джерел належать топографічні, геологічні, ґрунтові, кліматичні та інші тематичні карти.

Державні кадастри (земельний, містобудівний), адресні реєстри, переписні дані та статистичні бази містять просторово прив'язану

атрибутивну інформацію. Вони формують основу для соціально-економічного та демографічного аналізу в просторовому контексті.

Проекти на кшталт OpenStreetMap репрезентують модель колективного формування просторових даних. Поширення мобільних пристроїв із геолокацією зумовило появу великих масивів треків, геотегованих фотографій та інших форм просторово прив'язаної інформації, що генерується користувачами.

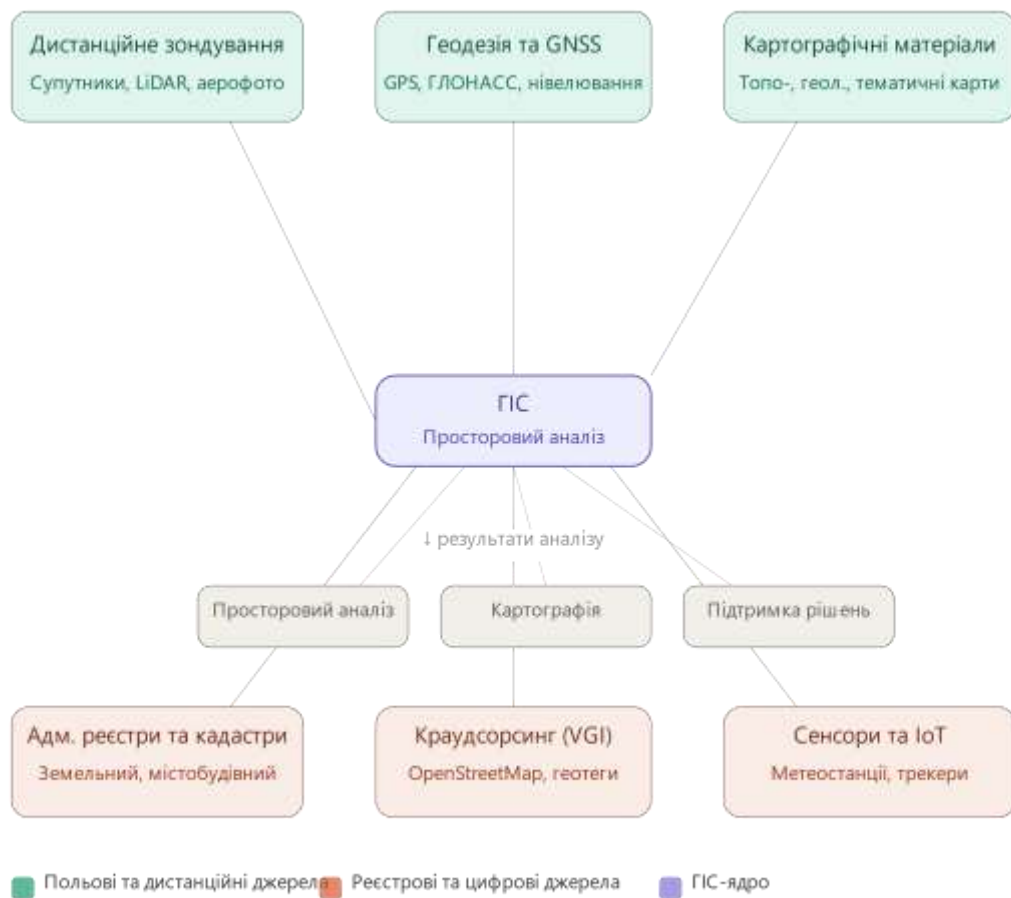


Рис. 1.1. Джерела просторових даних в ГІС

Формати просторової інформації

Векторна модель даних описує просторові об'єкти через геометричні примітиви — точки, лінії та полігони — із відповідними координатами вершин. Найпоширенішими форматами є:

- Shapefile (.shp) — де-факто галузевий стандарт, що передбачає набір супутніх файлів (.dbf, .shx, .prj) для зберігання геометрії, атрибутів і проєкції
- GeoJSON — текстовий формат на основі JSON, зручний для веб-застосунків і API
- GeoPackage (.gpkg) — сучасний відкритий стандарт OGC на базі SQLite, що підтримує растрові та векторні шари в одному файлі
- KML/KMZ — XML-формат, розроблений для Google Earth та веб-картографії
- FileGDB / PGDB — формати бази даних Esri для корпоративних ГІС-середовищ

Растрова модель представляє простір у вигляді регулярної сітки комірок (пікселів), кожна з яких несе одне або кілька значень. До основних форматів належать:

- GeoTIFF (.tif) — провідний стандарт зберігання геоприв'язаних растрів із вбудованими метаданими проєкції
- NetCDF (.nc) — формат для багатовимірних науково-кліматичних даних (час, висота, координати)
- HDF5 (.h5) — ієрархічний формат зберігання великих масивів наукових даних
- ECW / MrSID — стислі формати для аерофотознімків і ортофотопланів великого об'єму
- Cloud Optimized GeoTIFF (COG) — оптимізована версія GeoTIFF для хмарного середовища та потокової передачі

Бази геопросторових даних

Реляційні бази даних із просторовим розширенням (PostGIS для PostgreSQL, SpatiaLite для SQLite, Oracle Spatial) дозволяють зберігати, індексувати та аналізувати геометричні об'єкти засобами мови SQL. Це

забезпечує масштабованість, цілісність даних і підтримку багатокористувацького доступу.

Формати тривимірних і хмарних даних

- LAS / LAZ — стандартні формати для хмар точок лідарного сканування
- CityGML — XML-стандарт OGC для семантичних 3D-моделей міського середовища
- 3D Tiles — формат Cesium для потокової передачі масивних тривимірних наборів даних у веб-середовищі

Відкриті стандарти OGC регламентують інтероперабельний обмін просторовими даними через мережу: WMS (растрові тайли карт), WFS (векторні об'єкти), WCS (растрові покриття), OGC API Features (сучасний REST-інтерфейс). Ці протоколи забезпечують інтеграцію різноманітних просторових ресурсів у єдине інформаційне середовище.

Таким чином, різноманітність джерел і форматів просторової інформації відображає складність і багатоаспектність сучасної геоінформатики, де вибір оптимальної комбінації засобів збору, зберігання та обміну даними визначається завданнями конкретного дослідження чи прикладного проєкту.

1.3. Принципи та методи інтеграції геоданих

Інтеграція геоданих є багатовимірним процесом, що охоплює технічні, організаційні та нормативно-правові аспекти. У своїй основі вона передбачає об'єднання різноманітних просторових наборів даних отриманих з різних джерел, у різних форматах і з різними системами координат у єдиний, узгоджений і функціонально придатний інформаційний простір. Ключовою передумовою ефективної інтеграції є забезпечення інтероперабельності здатності систем і наборів даних взаємодіяти без втрати семантичного змісту чи просторової точності.

Системоутворюючим принципом інтеграції є ієрархічна організація геоданих, за якою базові набори системи координат, адміністративні межі, цифрові моделі рельєфу, ортофотоплани та транспортні мережі слугують референсною основою, до якої прив'язуються тематичні шари. Такий підхід реалізований, зокрема, в Національній інфраструктурі геопросторових даних (НІГД) України відповідно до Закону 2020 року, де законодавчо закріплено поділ на базові та тематичні набори даних.

Фундаментальною умовою інтеграції є приведення всіх даних до спільної системи координат і висот. Мережі постійно діючих референцних станцій ГНСС (наприклад, Українська перманентна мережа — UPN) забезпечують точну геодезичну прив'язку аерокосмічних продуктів та польових вимірювань до єдиного референцного каркасу. Геореферування аерофотознімків і супутникових зображень за допомогою ГНСС-вимірювань є обов'язковим етапом підготовки даних до інтеграції.

Інтеграція різнорідних геоданих неможлива без уніфікації форматів зберігання та структури метаданих. У практиці НІГД застосовуються відкриті стандарти OGC: Cloud Optimized GeoTIFF (COG) для растрових даних, GeoPackage для векторних шарів, а також веб-сервіси WMS, WFS і WCS для надання даних через мережу. Технічні вимоги до геоданих, метаданих і геоінформаційних сервісів закріплені у відповідних нормативних актах і повинні відповідати міжнародним профілям — зокрема директиві INSPIRE (ЄС) та рамковому документу UN-IGIF.

Невід'ємним принципом інтеграції є забезпечення верифікованої точності продуктів, що включаються до інфраструктури. Валідація передбачає польову перевірку за контрольними точками, кількісну оцінку позиційної та тематичної точності, а також метадані про джерело, метод отримання й дату актуальності даних. Для аерокосмічних продуктів обов'язковими є етапи геометричної прив'язки, радіометричної та атмосферної корекції, калібрування сенсорів.

Оптимальна стратегія інтеграції аерокосмічних даних базується на принципі комплементарності різних знімальних платформ. Супутники середнього розрізнення (Sentinel-2, Landsat) забезпечують регулярне масштабне покриття з частотою оновлення 5–16 діб; комерційні супутники надвисокого розрізнення (WorldView, Pleiades) деталізують критичні зони; авіаційна фотозйомка та БПЛА формують локальні ортофотоплани з роздільністю до кількох сантиметрів; польові ГНСС-вимірювання забезпечують геодезичну прив'язку і валідацію. Поєднання цих рівнів утворює ієрархічну архітектуру оновлення просторових даних.

Інтеграція оптичних і радіолокаційних (SAR) знімків дозволяє подолати обмеження кожного з методів окремо. Оптичні зображення забезпечують тематичну інтерпретованість (розпізнавання типів земного покриву, оцінку стану рослинності), тоді як SAR-дані (Sentinel-1, COSMO-SkyMed) дозволяють вести спостереження незалежно від хмарності й часу доби, а також застосовувати диференційну інтерферометрію (InSAR) для моніторингу деформацій земної поверхні.

Хмари точок наземного та авіаційного лазерного сканування (LiDAR) з густиною 4–20+ точок/м² є основою для побудови точних цифрових моделей рельєфу (DTM) і поверхні (DSM). Їхня інтеграція з кадастровими шарами та інфраструктурними базами даних уможливорює 3D-аналіз міського середовища, планування інженерних мереж і моделювання підтоплень. Фотограмметрична обробка аерознімків дає аналогічні продукти при нижчій вартості, але з меншою точністю у зонах щільної рослинності.

Впровадження алгоритмів машинного навчання (Random Forest, Multi-Layer Perceptron, нейронні мережі) для класифікації супутникових зображень та автоматичного виявлення змін є перспективним методом підтримки актуальності інтегрованих геоданих. Хмарні платформи обробки — Google Earth Engine, Copernicus Data Space Ecosystem — дозволяють реалізовувати потокові конвеєри аналізу великих обсягів даних без необхідності локального зберігання.

Фрагментація відповідальності між різними відомствами є однією з головних перешкод інтеграції. Подолання цієї проблеми вимагає чіткого розмежування повноважень, усунення дублювання виробництва даних і налагодження міжвідомчого обміну через стандартизовані інтерфейси. Роль координаційного центру виконує профільний державний орган — в Україні це Держгеокадастр і Рада з НІГД.

Стійка інтеграція геоданих передбачає поєднання декількох моделей фінансування: державного бюджетного фінансування базової інфраструктури; публічно-приватного партнерства для регулярного постачання комерційних даних (DaaS, підписки); донорської та грантової підтримки на етапі пілотних проєктів і нарощення спроможності. Практика свідчить, що жодна з цих моделей окремо не забезпечує сталого функціонування — ефективна є лише їхня комбінація.

Пілотні проєкти виконують функцію апробації технологічних і організаційних рішень до їхнього масштабування. Вони дозволяють налагодити конвеєри обробки даних, відпрацювати протоколи валідації, навчити персонал і продемонструвати практичну цінність інтегрованих геоданих для прийняття рішень — що є необхідною умовою залучення подальших інвестицій.

Ефективна інтеграція геоданих передбачає узгодження національних рішень із міжнародними стандартами та рамками: директивою INSPIRE (ЄС) щодо просторових даних та інфраструктур, стандартами OGC й ISO для форматів і метаданих, а також Інтегрованою геопросторовою інформаційною рамкою ООН (UN-IGIF). Гармонізація з цими документами є передумовою як транскордонного обміну даними, так і залучення міжнародного фінансування та технічної допомоги.

Таким чином, принципи і методи інтеграції геоданих утворюють багаторівневу систему, де технічні рішення щодо стандартизації, геореферування й автоматизованої обробки нерозривно пов'язані з організаційними механізмами координації, фінансування та нормативного

регулювання. Синергія цих компонентів визначає якість, актуальність і практичну цінність національної інфраструктури геопросторових даних.

1.4. Роль інтегрованих геоінформаційних систем у земельному управлінні

Земельне управління як галузь публічного адміністрування охоплює широкий спектр функцій — від реєстрації прав на землю та ведення кадастру до просторового планування, моніторингу землекористування й оцінки земель. Ефективне виконання цих функцій неможливе без надійної інформаційної основи, здатної інтегрувати різноманітні просторові та атрибутивні дані в єдине аналітичне середовище.

Інтегрована геоінформаційна система (ГІС) у сфері земельного управління являє собою програмно-технічний і організаційний комплекс, що забезпечує збір, зберігання, обробку, аналіз і візуалізацію геопросторових даних про земельні ресурси, права на них, якісні характеристики та режими використання. На відміну від окремих галузевих баз даних, інтегрована ГІС поєднує в єдиному середовищі кадастрові, реєстраційні, топографічні, екологічні та соціально-економічні шари інформації, забезпечуючи їхню взаємодію та сумісну аналітичну обробку.

Ключова відмінність інтегрованих систем від автономних полягає в принципі інтероперабельності — здатності обмінюватися даними з іншими реєстрами та інформаційними системами без втрати семантичної цілісності й просторової точності. Це дозволяє розглядати інтегровану ГІС не лише як інструмент зберігання даних, а як платформу для прийняття управлінських рішень на основі просторового аналізу.

Геоінформаційні системи є технологічною основою сучасного державного земельного кадастру. Вони забезпечують просторову ідентифікацію земельних ділянок через унікальний кадастровий номер, прив'язаний до точних координат меж; ведення актуальної бази даних про

цільове призначення, категорію земель, форму власності та обмеження у використанні; підтримку топологічної коректності кадастрової карти — відсутності перекриттів і розривів між суміжними ділянками. Просторова візуалізація кадастрових даних у ГІС дозволяє оперативно виявляти неврегульовані ділянки, накладення меж та інші кадастрові конфлікти, що значно прискорює їх вирішення.

Інтеграція земельного кадастру з реєстром речових прав — одне з ключових завдань земельного адміністрування. ГІС забезпечує просторову прив'язку прав власності, оренди, сервітутів та інших обтяжень до конкретних земельних ділянок на карті, що унеможливорює подвійну реєстрацію і підвищує правову визначеність. Геопросторовий аналіз в реальному часі дозволяє органам реєстрації миттєво встановлювати суміжність ділянок, перевіряти відповідність заявлених меж існуючим записам і виявляти потенційні спори до їхнього виникнення.

ГІС є незамінним інструментом розробки документів просторового планування — генеральних планів населених пунктів, схем планування території, детальних планів. Вони дозволяють накладати різні тематичні шари — зонування, обмеження, червоні лінії, охоронні зони інженерних мереж, природоохоронні буферні зони — і аналізувати їхній вплив на конкретні земельні ділянки. Сценарний аналіз у ГІС уможливорює моделювання наслідків різних рішень щодо зміни цільового призначення земель, розширення забудови чи прокладення нової інфраструктури ще до їхнього практичного впровадження.

Інтеграція ГІС із даними дистанційного зондування Землі забезпечує систематичний моніторинг фактичного землекористування та виявлення його невідповідності задекларованому цільовому призначенню. Автоматизований аналіз багатотимчасових супутникових знімків дозволяє виявляти самовільні забудови, несанкціоновану зміну сільськогосподарського призначення земель, деградацію ґрунтового покриву та інші порушення земельного законодавства. Це принципово змінює модель контролю — від реактивного

реагування на скарги до проактивного виявлення порушень на основі просторового аналізу.

Геоінформаційні системи відіграють важливу роль у нормативній грошовій та експертній оцінці земель. Просторовий аналіз факторів вартості — транспортної доступності, інфраструктурної забезпеченості, екологічного стану, функціонального зонування — дозволяє будувати регресійні та геостатистичні моделі ціноутворення на землю з урахуванням просторової автокореляції вартісних показників. Такі моделі, реалізовані засобами ГІС, забезпечують більшу об'єктивність і прозорість оцінки порівняно з методами, що не враховують просторового контексту.

Ефективна архітектура інтегрованої земельної ГІС передбачає централізоване зберігання еталонних наборів даних у захищених геопросторових базах даних — як правило, на основі PostGIS або Oracle Spatial — із забезпеченням багатокористувацького доступу через стандартизовані веб-сервіси. Це усуває дублювання даних і гарантує, що всі учасники системи працюють з актуальною версією інформації.

Інтегрована ГІС будується за модульним принципом, де кожен функціональний блок — кадастровий модуль, модуль реєстрації прав, планувальний модуль, аналітичний блок — може розвиватися незалежно, зберігаючи інтеграцію через стандартизовані інтерфейси. Це дозволяє поступово нарощувати функціональність системи відповідно до пріоритетів і доступного фінансування.

Інтеграція з міжнародними та європейськими просторовими інфраструктурами вимагає дотримання стандартів OGC (WMS, WFS, WCS), профілів метаданих ISO 19115/19139 та вимог директиви INSPIRE щодо тематичних просторових наборів даних, зокрема кадастрових ділянок. Для України це є також передумовою євроінтеграційного зближення у сфері земельного адміністрування.

Перехід від розрізнених відомчих баз даних до інтегрованих ГІС-платформ забезпечує ряд системних переваг. По-перше, усунення

інформаційної асиметрії між органами, що ведуть суміжні реєстри, — земельний кадастр, реєстр нерухомості, містобудівний кадастр, адресний реєстр — і, як наслідок, підвищення узгодженості адміністративних рішень. По-друге, скорочення транзакційних витрат для заявників за рахунок принципу єдиного вікна, коли дані з різних реєстрів автоматично підтягуються до відповідної адміністративної процедури. По-третє, підвищення прозорості земельного ринку через публічний доступ до просторових даних про межі, цільове призначення та обтяження земельних ділянок.

Попри очевидні переваги, інтеграція геоінформаційних систем у земельне управління стикається з низкою системних проблем. Технічні виклики пов'язані з несумісністю форматів і систем координат успадкованих баз даних, необхідністю конвертації та верифікації великих масивів архівних даних. Організаційні бар'єри включають відомчу розрізненість і опір змінам з боку установ, що втрачають монопольний контроль над «своїми» даними. Кадрові проблеми — брак фахівців, здатних працювати на перетині геодезії, права, інформаційних технологій і публічного адміністрування, — є характерними для більшості країн, що перебувають на етапі розбудови земельних інформаційних систем.

Сучасний етап розвитку земельних ГІС характеризується переходом від статичних картографічних систем до динамічних платформ просторових рішень, що інтегрують потокові дані з IoT-сенсорів, результати автоматизованої класифікації супутникових знімків засобами штучного інтелекту, 3D-моделі міського середовища на основі LiDAR та дані з БПЛА. Впровадження хмарних архітектур і відкритих API трансформує ГІС із закритого відомчого інструменту на відкриту екосистему, до якої можуть долучатися органи місцевого самоврядування, приватні забудовники, наукові установи та громадяни. Це відповідає концепції НІГД як загальнодержавної просторової платформи, де земельне адміністрування є одним із ключових, але не єдиним споживачем інтегрованих геоданих.

Висновки до першого розділу

Встановлено, що інфраструктура геопросторових даних пройшла тривалий еволюційний шлях — від технологічно орієнтованих систем першого покоління, зосереджених на стандартизації та гармонізації даних державного сектору, до сучасних платформ третього покоління, що функціонують як відкриті екосистеми геоінформаційно забезпеченого суспільства. Попри спільність концептуальних засад, кожна держава формує власну модель НІГД відповідно до інституційних, економічних і технологічних умов, а також рівня усвідомлення суспільством значущості геопросторових даних.

Проаналізовано основні джерела просторової інформації, серед яких провідну роль відіграють матеріали дистанційного зондування Землі, наземні геодезичні вимірювання, картографічні архіви, державні кадастри та реєстри, а також дані краудсорсингових проєктів. Встановлено, що різноманіття форматів просторових даних — векторних, растрових, тривимірних і хмарних — вимагає застосування відкритих стандартів OGC для забезпечення інтероперабельності та ефективного міжсистемного обміну інформацією.

Визначено, що інтеграція геоданих є багаторівневим процесом, що охоплює технічні, організаційні та нормативно-правові аспекти. Її ключовими принципами є ієрархічна організація наборів даних, приведення до єдиної системи координат, уніфікація форматів і метаданих, верифікація точності та узгодженість із міжнародними стандартами — зокрема директивою INSPIRE та рамковим документом UN-IGIF. Перспективними методами підтримки актуальності інтегрованих геоданих є застосування алгоритмів машинного навчання для класифікації знімків і хмарних платформ обробки просторової інформації.

З'ясовано, що інтегровані геоінформаційні системи є незамінним інструментом сучасного земельного управління, що забезпечує ведення

державного земельного кадастру, реєстрацію речових прав, просторове планування, моніторинг землекористування та оцінку земель. Перехід від розрізнених відомчих баз даних до єдиних ГІС-платформ усуває інформаційну асиметрію між органами управління, підвищує прозорість земельного ринку та скорочує транзакційні витрати для заявників. Водночас реалізація інтегрованих систем стикається з технічними, організаційними та кадровими викликами, подолання яких потребує комплексного підходу на нормативному, інституційному та технологічному рівнях.

Отримані теоретичні узагальнення становлять методологічну основу для дослідження можливостей інтеграції геопросторових даних в системі управління земельними ресурсами Кременецької міської громади, що є предметом наступних розділів роботи.

РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЗЕМЕЛЬНИМИ РЕСУРСАМИ КРЕМЕНЕЦЬКОЇ МІСЬКОЇ ГРОМАДИ

2.1. Характеристика Кременецької міської територіальної громади

Кременецька територіальна громада є громадою міського типу сформованою на основі об'єднання 43-х сільських та 1-ї міської рад Кременецького району Тернопільської області. Перші вибори до об'єднаної ТГ відбулись 25 жовтня 2020 року в рамках адміністративно-територіальної реформи, яка розпочалась у 2015 році відповідно до Закону України «Про добровільне об'єднання територіальних громад».

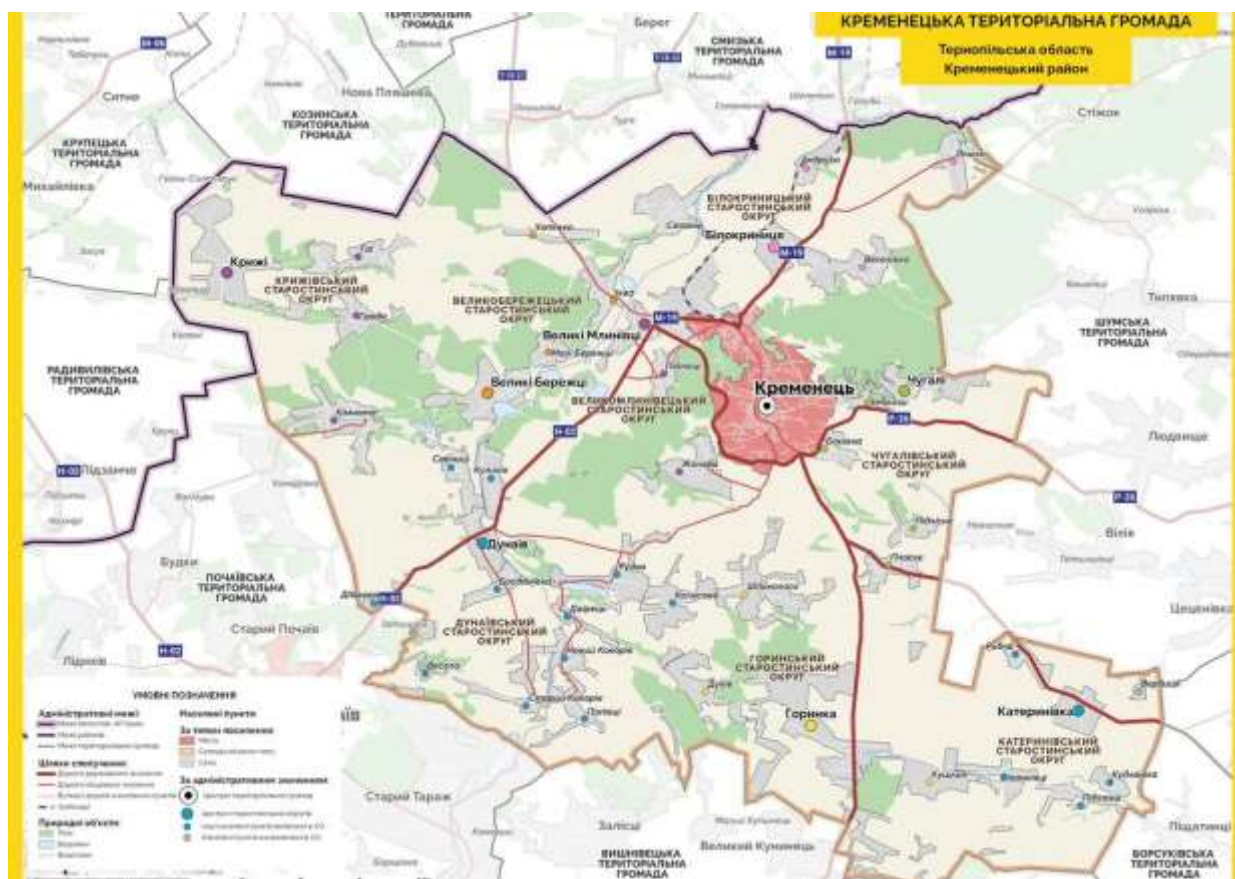


Рис. 3.1. Кременецька міська територіальна громада

Загалом до територіальної громади входять 44 населених пункти з адміністративним центром у м. Кременець, а саме: села: Білокриниця, Андруга, Веселівка, Лішня, Великі Бережці, Малі Бережці, Іква, Хотівка, Великі Млинівці, Підлісці, Гаї, Града, Діброва, Кімната, Горинка, Духів, Кушлін, Дунаїв, Богданівка, Куликів, Савчиці, Жолоби, Катеринівка, Рибча,

Іванківці, Колосова, Двірець, Рудка, Крижі, Підгайці, Вербиця, Кудлаївка, Плоске, Підлісне, Попівці, Весела, Новий Кокорів, Старий Кокорів, Сапанів, Чугалі, Бонівка, Зеблози та Шпиколоси; місто Кременець.

Загальна площа громади становить 52 290 га.

Кількість населення – 42 064 осіб (станом на 01.01.2021 року).

Кременецька територіальна громада розташована на півночі Тернопільської області. Адміністративний центр громади м. Кременець розташований за 70 км від обласного центру, Тернополя. Відстань до столиці України – Києва - 410 км.

Відстань до найближчого міжнародного аеропорту у м. Львів - 168 км.



Рис. 3.2. Кременецька громада на мапі Європи

2.2. Структура та стан земельних та інших природних ресурсів громади

Загальна площа Кременецької територіальної громади складає 52290 га, в тому числі:

- землі сільськогосподарського призначення 66,3%,
- забудовані землі – 13,3%,

- землі водного фонду – 1%,
- лісові землі – 18,1%.

Таблиця 3.1.

Структура земель у розрізі колишніх сільських рад, які увійшли до складу Кременецької ТГ (км²)

Категорії земель	Всього
Всього земель, в т.ч.	61064,038 га
Сільськогосподарські землі, в т.ч.	53804,6151
- рілля	53804,6151
Землі під садівництвом	354,856
Житлової та громадської забудови	780,9638
Промисловості, транспорту зв'язку та інш.	483,08
Землі покриті лісами	1236,4
Землі водного фонду	1026,1
Природоохоронного призначення	631,1977
Інше	2746,8254

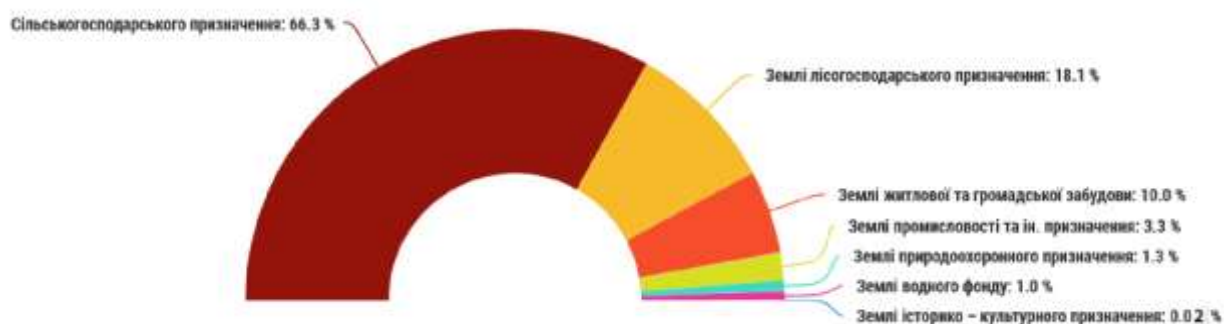


Рис. 3.3. Структура земель Кременецької ТГ

Містобудівні документи

Вимоги містобудівної документації є обов'язковими для виконання всіма суб'єктами містобудування. Програми господарського, соціального

та культурного розвитку регіонів та населених пунктів повинні узгоджуватись з містобудівною документацією відповідного рівня.

Станом на вересень 2021 року Генеральні плани забудови мають майже усі населені пункти громади. Значна частина генеральних планів розроблені у 60–х роках та є застарілою.

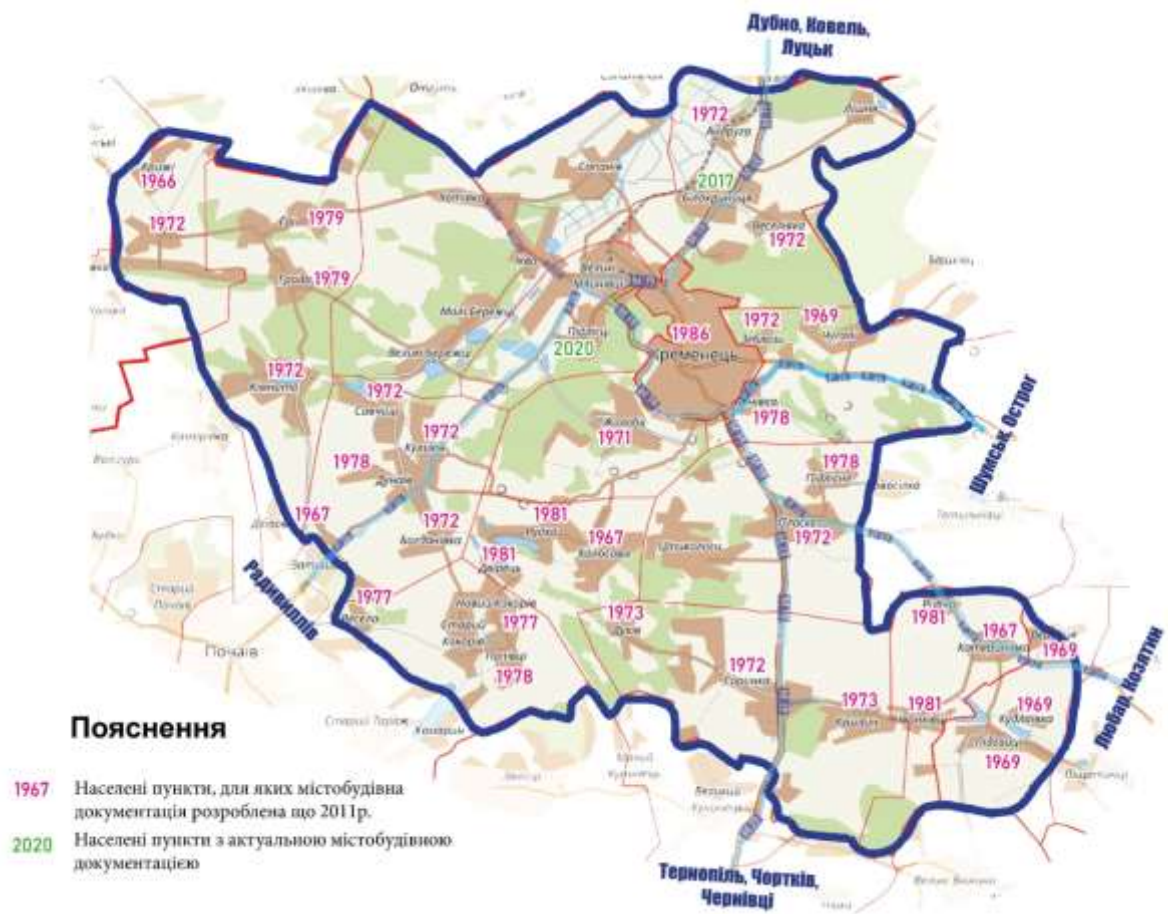


Рис. 3.4. Актуальність наявних генпланів у Кременецькій ТГ

Природні ресурси Кременецької громади

Північно-західна частина Кременецької громади лежить у межах Поліської низовини, решта території – на Подільській височині (її найбільш підняті масиви – Кременецькі гори і Вороняки).

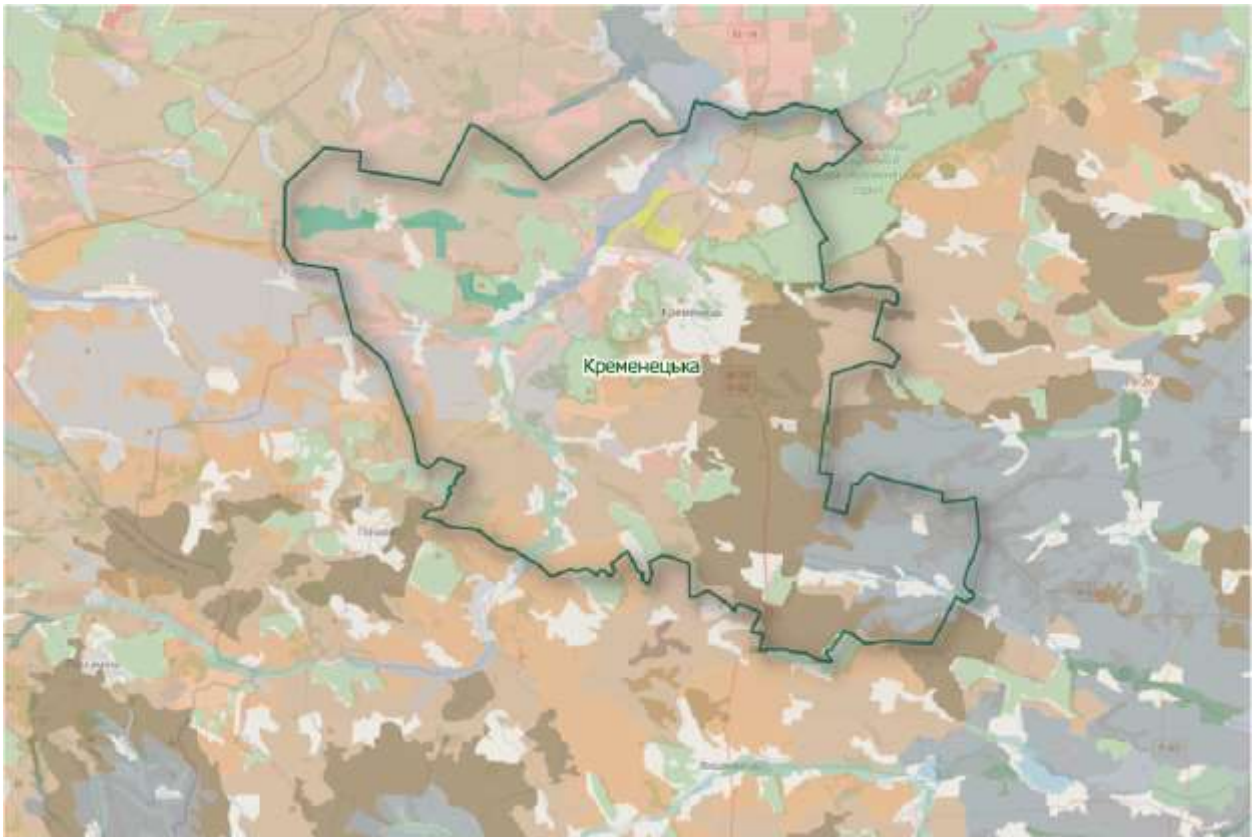


Рис 3.5. Типи ґрунтів у Кременецькій ТГ. Переважна частина – чорноземи і підзолисті ґрунти. Джерело: ККУ

Поверхня північно-західної частини – плосказандрова денудаційна рівнина, решта території – підвищена лісова рівнина, яка поступово змінюється від горбистої на північному сході до плоскохвилястої на півдні району. Схили Вороняків і Кременецьких гір круті, глибоко розчленовані ярами та балками.



Рис 3.6. Особливості рельєфу Кременецької громади.

Джерело: QGIS

Корисні копалини: вапняки, крейда, пісок, торф, буре вугілля. Північно-західна частина Кременецького району знаходиться у межах малого Полісся, решта – у західноукраїнській лісостеповій фізико-географічній провінції. Основні ріки: Горинь (притока Прип'яті), Іква (притока Стиру, басейн Прип'яті).

Переважають чорноземи опідзолені і темно-сірі опідзолені ґрунти, ясно-сірі лісові дернові слаборозвинуті та дерново-підзолисті чорноземи малогумусні, лучні і лучно-болотні.

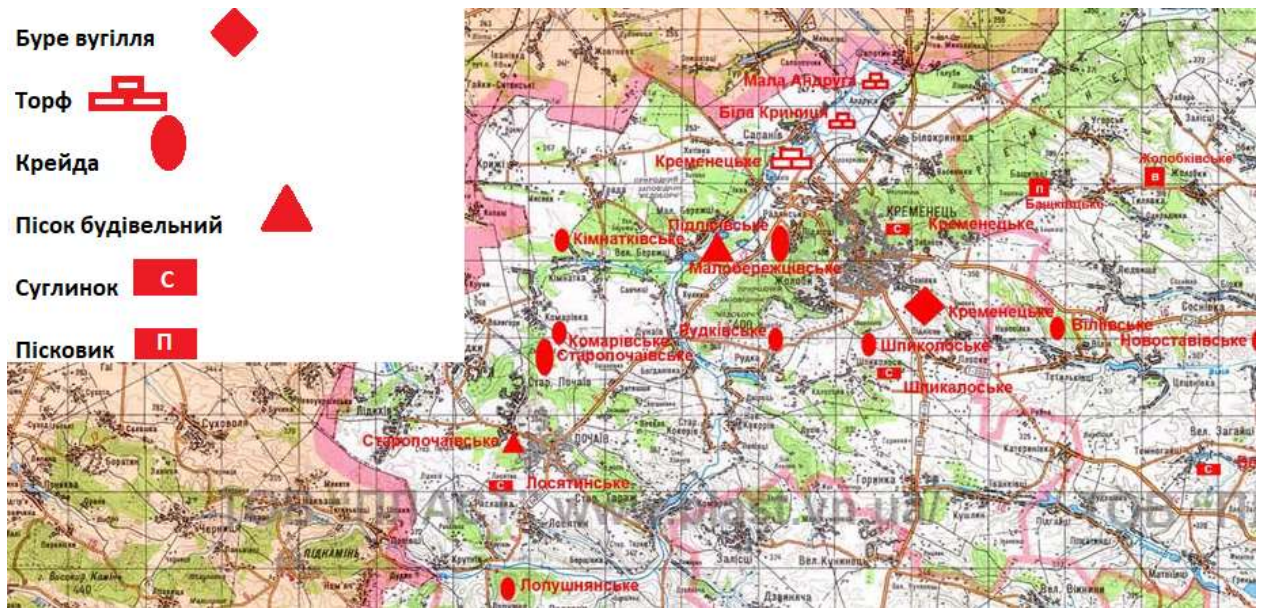


Рис. 3.7. Мапа корисних копалин Кременецької ТГ.

Джерело: vn.ua

Перспективні ділянки та родовища корисних копалин Кременецької громади:

- Горинське родовище суглинків і супісків
- Шпиколоське родовище суглинку
- Малобережцівське родовище піску
- Іква родовище торфу
- Мала-Андруга родовище торфу
- Білокриниця родовище торфу
- Сапанівська ділянка піску
- Кудлаївське родовище торфу
- Родовище вапняку і пісковика «Соколина Гора»

2.3. Сучасний стан навколишнього природного середовища громади

Територія Кременецької громади характеризується помірним техногенним навантаженням на навколишнє природне середовище, внаслідок відсутності на її території зон екологічного лиха та потужних об'єктів-забруднювачів довкілля.

Проте, при сучасних умовах господарювання, розвитку економіки і виробництва може призвести до зростання антропогенного навантаження та загроз екологічній безпеці.

Збір та утилізацію ТПВ у Кременецькій громаді здійснює КП «Міськводгосп» Кременецької міської ради.

В розпорядженні підприємства є два сміттєвози MAN TCA 18.310 та ЗІЛ 43412, трактор ДТ-75Б, контейнери для збирання ТПВ - 187 шт., контейнери для роздільного збирання – 50 шт., паспортизоване місце видалення відходів (МВВ) загальною площею 4,0 га.

Станом на середину 2021р. потребує коригування схема санітарної очистки міста та розробки в цілому на громаду схеми санітарної очистки із значним збільшенням фінансування та зміцненням матеріальної бази (3-5 млн. грн. щорічно).

Актуальність питання оцінки ресурсного потенціалу пов'язаного з ТПВ, що стосується вкрай недостатнього використання побутових відходів як джерела вторинної сировини та в енергетичних цілях.

Планується розробити технічно-інформаційну пропозицію по реконструкції існуючого сміттєзвалища та створення сміттєпереробного комплексу для потреб Кременецької громади.

2.4. Кліматичні умови громади

Кременецька громада розташована на межі двох кліматичних поясів — морського та континентального — що спричиняє м'яку зиму зичастими відлигами, а також тепле, прохолодне літо. Відповідно до кліматичного районування Тернопільської області, територія громади розташована у межах Північного кліматичного району, який охоплює територію Кременецького району і долину Горині.

Кліматичні умови сприяють розвитку багатого рослинного світу. Переважають хвойно-широколистяні та широколистяні ліси, особливу

цінність мають букові деревостани на горах Маслятин та Черча. На природно-заповідній території громади є чагарники, луки і степи.

Відносно м'яка зима та тепле літо сприяють розвитку сільськогосподарського виробництва. Найтеплішими місяцями є липень, в якому максимальна температура може досягати $+35^{\circ}\text{C}$. Найхолоднішими – січень-лютий, в яких мінімальна температура становить -32°C . Середньорічна температура $+7,2^{\circ}\text{C}$.

Глибина промерзання ґрунту: середня – 60 см.

Атмосферні опади: середньорічна кількість – 596 мм.

Тривалість вегетаційного періоду - 175 днів.

Середній рівень випромінювання сонячної енергії на метр квадратний в громаді становить 1150 кВт-годин.

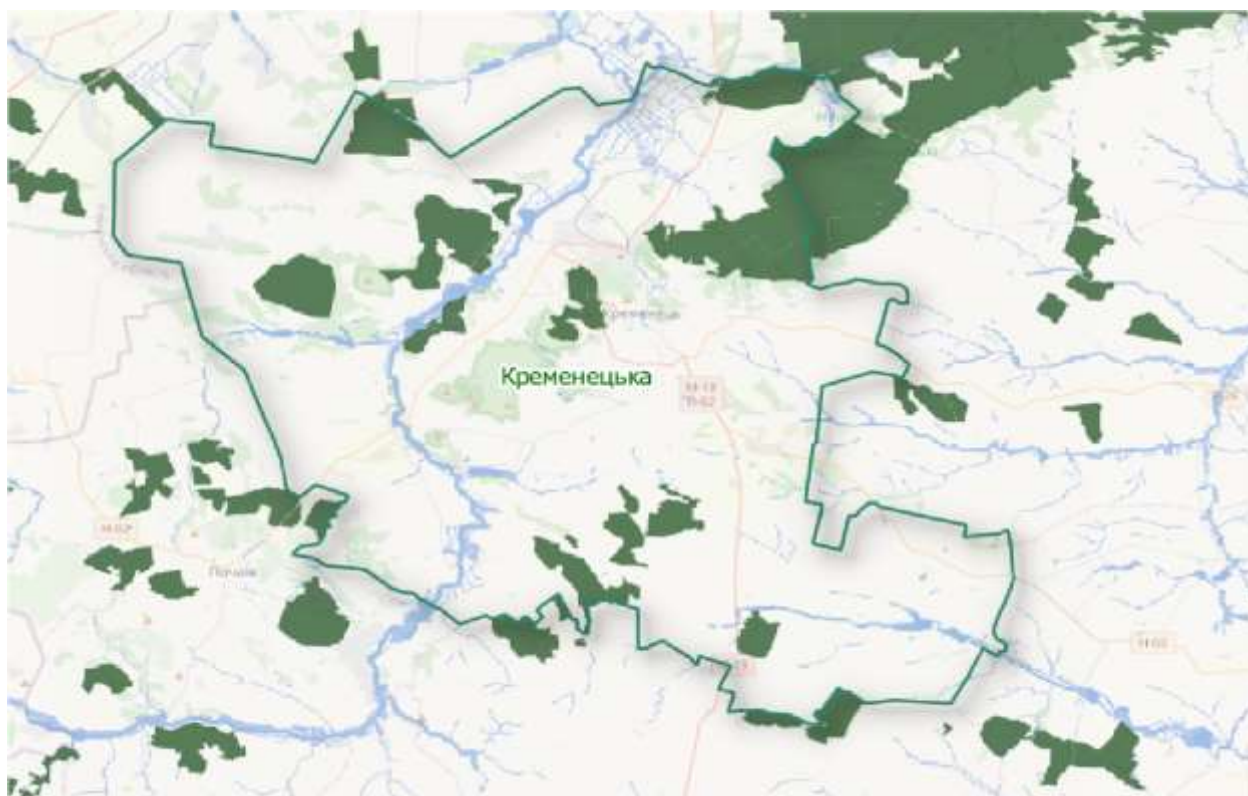


Рис. 3.8. Водні артерія та лісові масиви Кременецької ТГ. Джерело: ККУ

Територія Кременецької територіальної громади є сприятливою як для проживання, так і ведення бізнесу.

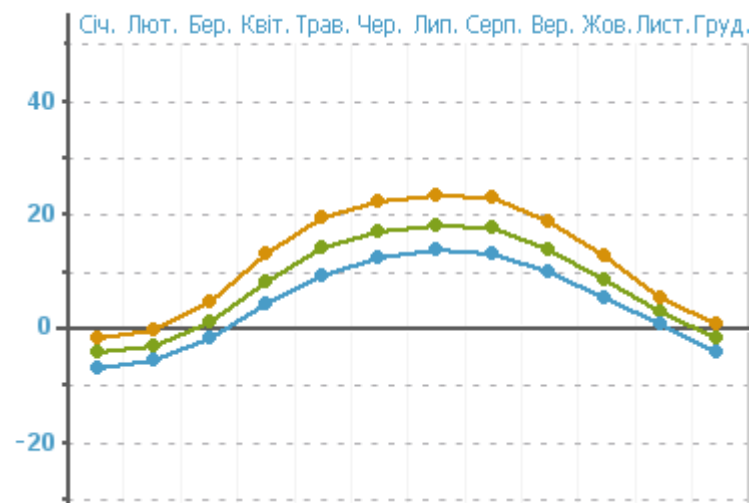


Рис. 3.9. Середньомісячна і середньорічна температура повітря на території громади (°C).

Джерело: Інтернет

Помірний клімат забезпечує можливості для розвитку сільського господарства (особливо в галузі ягідництва), постійне оновлення містобудівної документації дозволяє швидко реагувати на запити мешканців та інвесторів.



Рис. 3.10. Ілюстративне фото сміттового полігону у Кременецькій громаді

Висновок до другого розділу

Встановлено, що Кременецька міська територіальна громада є однією з найбільших громад Тернопільської області, утвореною в результаті об'єднання 44 населених пунктів у межах адміністративно-територіальної реформи 2020 року. Загальна площа громади становить 52 290 га, а чисельність населення — понад 42 тисячі осіб. Така масштабність та різноманітність адміністративно-територіальної структури зумовлює потребу в сучасних геоінформаційних інструментах для ефективного управління земельними ресурсами.

Аналіз структури земельного фонду громади засвідчив переважання земель сільськогосподарського призначення, що становлять 66,3% від загальної площі. Значну частку займають також лісові землі — 18,1% та забудовані території — 13,3%. Землі водного фонду складають близько 1% загальної площі. Така структура землекористування відображає аграрно-лісовий характер громади та визначає пріоритетні напрями управління земельними ресурсами, зокрема необхідність моніторингу сільськогосподарських угідь і лісових масивів засобами геопросторового аналізу.

Виявлено, що значна частина містобудівної документації громади є застарілою, оскільки генеральні плани більшості населених пунктів розроблені ще в 1960-х роках. Це суттєво ускладнює ефективне просторове планування та раціональне управління земельними ресурсами, що підтверджує актуальність впровадження сучасних геоінформаційних рішень для актуалізації та ведення містобудівної документації.

Охарактеризовано природно-ресурсний потенціал громади, що включає родовища вапняку, піску, торфу, суглинків та інших корисних копалин. Переважання чорноземів опідзолених і темно-сірих опідзолених ґрунтів формує сприятливі умови для розвитку сільськогосподарського виробництва. Складний рельєф із наявністю Кременецьких гір і Вороняків, глибоко

розчленованих ярами та балками, потребує детального геопросторового обліку для цілей землеустрою та природоохоронної діяльності.

Аналіз стану навколишнього природного середовища показав помірний рівень техногенного навантаження на екосистеми громади. Водночас виявлено проблеми у сфері поводження з твердими побутовими відходами, що потребують системного вирішення, зокрема із застосуванням просторового аналізу для оптимізації схем санітарного очищення.

Встановлено, що кліматичні умови громади — з м'якою зимою, теплим літом та достатньою кількістю атмосферних опадів — є сприятливими для розвитку сільськогосподарського виробництва та забезпечують значний агресурсний потенціал. Ці характеристики є важливими вхідними параметрами для геопросторового моделювання придатності земель до різних видів господарської діяльності.

Отримані результати аналізу підтверджують, що різноманітність природних умов, складна структура земельного фонду та значна кількість населених пунктів Кременецької міської громади зумовлюють нагальну потребу у впровадженні інтегрованих геопросторових рішень для підвищення ефективності управління земельними ресурсами, що є предметом дослідження наступного розділу.

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА МОДЕЛІ ІНТЕГРАЦІЇ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ В МЕЖАХ КРЕМЕНЕЦЬКОЇ МІСЬКОЇ ГРОМАДИ

3.1. Концепція інтеграції геопросторових даних

Стрімкий розвиток методології інтеграції даних упродовж останніх двох десятиліть зумовлений активним формуванням великих корпоративних, регіональних і глобальних інформаційних систем. Під інтеграцією даних розуміють процес об'єднання інформації з різнорідних джерел з метою її подання користувачам у уніфікованому вигляді; у широкому розумінні — це організація обміну даними між різними інформаційними системами [13].

Ключові проблеми інтеграції даних пов'язані з необхідністю подолання системної, синтаксичної, структурної та семантичної неоднорідності інформації, що надходить з різних джерел. Відповідно до цього виокремлюють системний, синтаксичний, структурний і семантичний рівні інтеграції. У процесі еволюції інтеграційних систем сформувалися різні підходи до їх організації та архітектури, зокрема консолідація даних у сховищах, федералізація баз даних, технології синхронного й асинхронного поширення даних, сервіс-орієнтована архітектура та гібридні рішення [13, 16].

Незалежно від обраних технологій і методів, на практиці неодмінно постають питання змістовної інтерпретації та розбіжностей у поданні однакових сутностей у різних джерелах. З системної точки зору інтеграція зводиться до усунення невідповідностей як у схемах даних, так і в самих даних.

Для ефективного розв'язання інтеграційних завдань у кожному конкретному класі систем необхідно виявити типові види невідповідностей, розробити правила їх формального опису та реалізувати програмні засоби, що забезпечують максимальний рівень автоматизації узгодження даних і усунення їх дублювання в інтегрованій базі. За великих обсягів інформації вирішення цих завдань у ручному режимі є практично неможливим.

Зважаючи на значну кількість джерел геопросторових даних — систем державних кадастрів, галузевих інформаційних систем, матеріалів містобудівної документації тощо — проблеми їх інтеграції охоплюють усі типові види неоднорідності, визначені в ДСТУ ISO 19101 [3], а саме:

системна неоднорідність — зумовлена відмінностями в апаратному забезпеченні, операційних системах, системах керування базами даних та геоінформаційних платформах різних джерел даних;

синтаксична неоднорідність — стосується фізичного представлення даних і визначається розбіжностями у форматах і граматиках мов, що застосовуються для передачі інформації від джерел до приймачів;

структурна неоднорідність — пов'язана з відмінностями в концептуальному моделюванні географічних об'єктів, коли одні й ті самі класи об'єктів, їхні атрибути та відношення визначаються по-різному в різних джерелах;

семантична неоднорідність — виникає внаслідок розбіжностей у тлумаченні понять і даних, що використовуються для опису об'єктів реального світу з різних точок зору або в різних предметних контекстах.

Суттєва системна неоднорідність базових джерел даних обумовлює широке застосування в сучасній практиці методу консолідації даних з використанням обмінних файлів. Процес консолідації охоплює три послідовні фази: вивантаження даних із джерел в обмінні файли, їх перетворення у вхідні формати цільової системи та завантаження до сховища даних.

3.2. Технологічне забезпечення та інструментарій реалізації моделі інтеграції геопросторових даних

Реалізація моделі інтеграції геопросторових даних Кременецької міської громади потребує комплексного технологічного забезпечення, яке охоплює програмне забезпечення, стандарти обміну даними, серверні рішення та механізми публікації геоінформаційних ресурсів. Вибір інструментарію визначається потребою забезпечити сумісність різнорідних наборів даних, їх актуальність та доступність для органів місцевого самоврядування.

Технологічна архітектура моделі базується на чинному законодавстві України у сфері геопросторових даних. З прийняттям Закону України «Про національну інфраструктуру геопросторових даних» та Порядку функціонування національної інфраструктури геопросторових даних, затвердженого постановою Уряду від 26.05.2021 № 532, в Україні сформовано правове поле створення, функціонування та розвитку національної інфраструктури геопросторових даних, відповідно до якого органи місцевого самоврядування зобов'язані публікувати геопросторові дані. Стандартизація у національних інфраструктурах геопросторових даних ґрунтується на комплексі міжнародних стандартів ISO 19100 «Географічна інформація/геоматика» та специфікаціях Open Geospatial Consortium (OGC). Основні національні стандарти України в цій сфері — ДСТУ ISO 19101:2009 «Географічна інформація. Еталонна модель» та ДСТУ 8774:2018 «Географічна інформація. Правила моделювання геопросторових даних».

Центральним інструментом обробки та аналізу просторових даних у межах розробленої моделі є вільне програмне забезпечення QGIS. Геоінформаційні системи об'єднують дані різних підрозділів та навіть різних галузей діяльності організацій цілого регіону в єдиний інформаційний масив, що надає суттєві переваги та підвищує ефективність прийняття рішень. Програмне забезпечення ГІС містить функції та інструменти, необхідні для збереження, аналізу і візуалізації географічної (просторової) інформації. QGIS забезпечує роботу з растровими та векторними даними, підтримує

з'єднання з базами просторових даних PostGIS та дозволяє підключатися до зовнішніх геоінформаційних веб-сервісів.

Для публікації геопросторових даних громади у вигляді веб-сервісів у межах моделі застосовується платформа GeoServer. GeoServer розроблено з метою забезпечення інтероперабельності та публікації даних із будь-якого основного джерела просторових даних із використанням відкритих стандартів. Це дозволяє організувати доступ до геопросторових даних Кременецької міської громади через стандартизовані інтерфейси без прив'язки до конкретної програмної платформи. Відсутня вимога переходити всім на одну програмну платформу підтримки існуючої інфраструктури геопросторових даних — можна продовжувати розвивати власні геопортали, незалежно від обраної програмної платформи (ArcGIS, QGIS та інших).

Обмін геопросторовими даними між компонентами моделі здійснюється через стандартизовані протоколи OGC. На Геопорталі НІГД надано можливість використання стандартизованих геоінформаційних сервісів пошуку та перегляду метаданих (CSW), а також відображення та використання геопросторових даних у вигляді електронних карт (WMS, WFS, WMTS). Розроблення специфікацій даних держателями забезпечить уніфікацію геопросторових даних, їх інтероперабельність та інтеграцію з іншими інформаційними та геоінформаційними системами. Незалежно від джерела даних, OGC встановлює стандарти обміну даними, що забезпечує взаємодію між різними датчиками, програмним забезпеченням та платформами. Веб-картографічна служба (WMS) є найпоширенішою формою для відображення даних ГІС в Інтернеті та надає геопросторовий вигляд даних у вигляді візуального представлення.

Розроблена модель передбачає підключення геопросторових ресурсів Кременецької міської громади до загальнодержавної мережі геопорталів. Відповідно до законодавства, органи місцевого самоврядування зобов'язані оприлюднювати на своїх офіційних веб-сайтах та геопорталах геопросторові дані та метадані і відображати їх за допомогою сервісів доступу на

національному геопорталі. Методичні рекомендації щодо оприлюднення геопросторових даних містять механізми інформаційної взаємодії між геопорталами національного, регіонального та місцевого рівнів при формуванні та публікації метаданих, базових і тематичних геопросторових даних з використанням уніфікованих геоінформаційних веб-сервісів відповідно до стандартів OGC та технічних вимог директиви INSPIRE.

Ключовою перевагою розробленої моделі є можливість поєднання даних із різних тематичних реєстрів. Процес інтеграції даних може бути дуже корисним для прийняття обґрунтованих рішень у громадах, підвищення зборів податків до місцевих бюджетів, покращення якості життя та екологічної ситуації. Це створює основи для ефективного просторового розвитку територій. Національна інфраструктура геопросторових даних є системою, що об'єднує на картографічній основі дані різного типу: про землю, воду, ліси, природні ресурси, інфраструктуру, комунікації тощо. Її мета — зробити ці дані доступними для всіх, хто їх потребує, та допомогти у прийнятті кращих управлінських рішень.

Для підтримання актуальності геопросторових даних Кременецької міської громади в межах моделі передбачено використання матеріалів аерофото- та космічної зйомки. Для швидкого отримання нових даних використовуються методи аерофото- та космічної зйомки. Їх обробка та інтеграція в існуючу цифрову карту виконується за допомогою інструментів ГІС. Інструменти ГІС дозволяють працювати з цифровою основою, вносити в неї корективи за даними актуальної зйомки відповідно до міжнародних стандартів ISO 19100.

Таким чином, технологічне забезпечення моделі інтеграції геопросторових даних Кременецької міської громади являє собою збалансований комплекс відкритого та стандартизованого програмного забезпечення (QGIS, GeoServer, PostGIS), міжнародних протоколів обміну даними (WMS, WFS, WMTS), а також механізмів взаємодії з Національною інфраструктурою геопросторових даних України. Зазначений інструментарій

забезпечує інтероперабельність, масштабованість та відповідність моделі вимогам чинного законодавства.

3.3. Використання інтегрованих геопросторових даних для управління земельними ресурсами громади

Земельні ресурси є одним із ключових об'єктів управлінської діяльності органів місцевого самоврядування. Ефективне розпорядження земельним фондом Кременецької міської громади потребує комплексної та актуальної просторової інформації, яку забезпечує інтегрована геоінформаційна система. Використання геопросторових даних у цій сфері охоплює кілька взаємопов'язаних напрямів: автоматизований облік земельних ділянок, моніторинг орендних відносин, просторовий аналіз землекористування та узгодження даних різних кадастрів.

Нормативно-правові засади управління земельними ресурсами громади. Правовою основою для використання геоінформаційних технологій у сфері земельних відносин слугує Державний земельний кадастр. Державний земельний кадастр відіграє особливу роль у реформуванні земельних відносин як інформаційна база для ефективного управління земельними ресурсами, ведення системи реєстрації, землеустрою, підтримки податкової та інноваційної політики держави, становлення та розвитку ринку землі та обґрунтування розмірів плати за землю. Державний земельний кадастр є єдиною державною геоінформаційною системою відомостей про землі в межах державного кордону України, їхнє цільове призначення, обмеження у використанні, а також дані про кількісну та якісну характеристику земель, їхню оцінку та розподіл між власниками й користувачами. Ефективне управління земельними ресурсами та землекористуванням залежить від достовірності та актуальності даних про них, які забезпечує система Державного земельного кадастру.

Сформована картосхема агровиробничих груп ґрунтів в межах Кременецької територіальної громади (рис.3.1.)

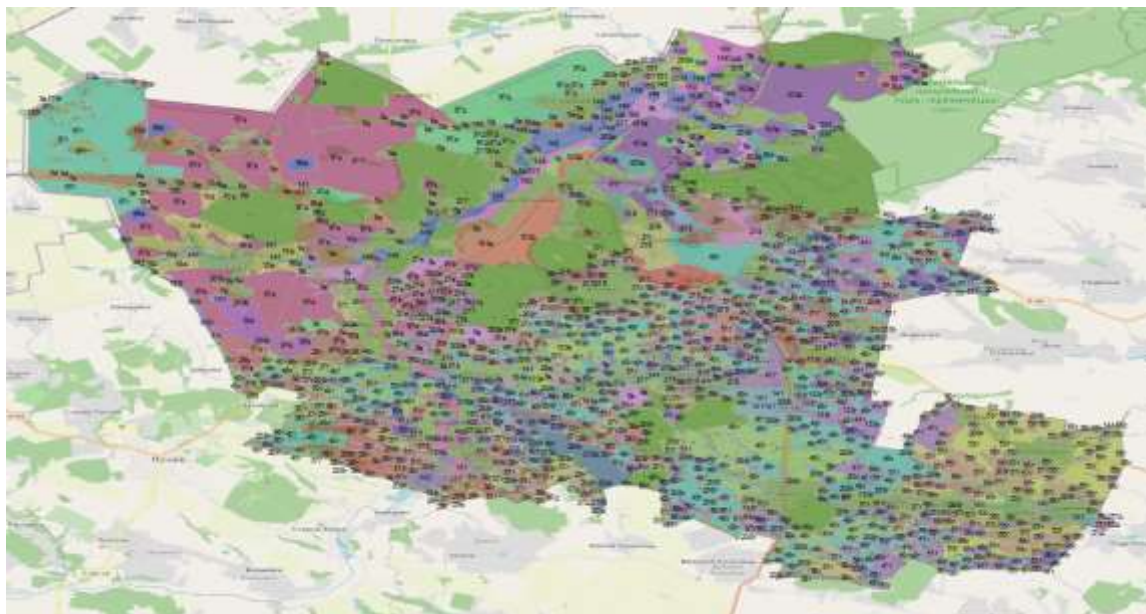


Рис. 3.1. Картосхема агровиробничих груп ґрунтів в межах Кременецької територіальної громади

Реалії обліку земель у територіальних громадах та потреба в інтеграції даних. Сучасний стан земельного обліку в громадах України характеризується суттєвою інформаційною фрагментованістю. Реалії обліку земель у територіальній громаді такі, що практично жодна громада достеменно не володіє інформацією про свій земельний фонд. До традиційних завдань у цьому напрямі варто віднести забезпечення громади необхідною землевпорядною та містобудівною документацією, зокрема закріплення меж громад та населених пунктів і наповнення даних земельного кадастру. Оскільки ОТГ виступає розпорядником своєї території, її керівні органи повинні мати доступ до всіх основних видів кадастрів та інтегрувати їхні дані в єдиній геоінформаційній системі. Інтеграція та сумісне використання цих даних є складною проблемою, оскільки неузгодженість між різними видами кадастрів та всередині них носить систематичний характер в Україні.

Функціональні можливості ГІС для управління земельним фондом громади. Геоінформаційна система управління земельними ресурсами Кременецької міської громади дозволяє реалізувати широкий спектр управлінських завдань. ГІС містить відомості про власників та орендарів земельних ділянок, їх статус, нормативну грошову оцінку, терміни дії договорів оренди та іншу інформацію. Джерелом даних для її створення є дані з понад шести державних реєстрів та джерел інформації, а саме Реєстру Державного земельного кадастру, Державного реєстру речових прав на нерухоме майно, Реєстру обтяжень рухомого майна, Реєстру судових рішень, податкових реєстрів тощо. Це забезпечує комплексний погляд на земельний фонд громади в єдиному просторовому середовищі.

Також була сформована картосхема нормативної грошової оцінки земель сільськогосподарського призначення в межах Кременецької територіальної громади (рис.3.2.)

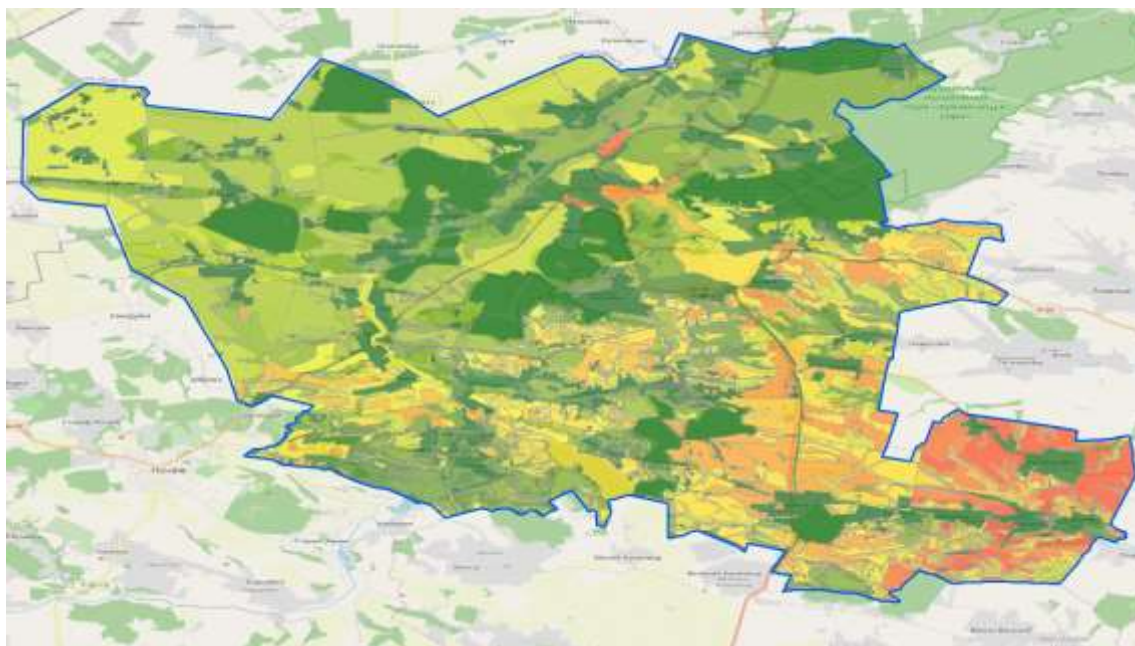


Рис. 3.2. Картосхема показників нормативної грошової оцінки земель сільськогосподарського призначення в межах Кременецької територіальної громади

Моніторинг земельних відносин та оперативне управління. Система уможливорює постійний контроль за станом земельних відносин у громаді. Геоінформаційна система забезпечує: моніторинг земельних ресурсів громади — орендарів земельних ділянок, термінів дії оренди, судових справ тощо; оперативний доступ, адміністрування та актуалізацію картографічних даних по напрямку управління земельними ресурсами (ортофотопланів, карт ґрунтів, сівозмін, нормативної грошової оцінки тощо); створення тематичних електронних карт, необхідних для планування охорони земель громади; фіксацію звернень від фізичних та юридичних осіб про порушення земельного законодавства; а також аналіз земельного банку громади у режимі суміщення з містобудівною документацією.

Інтеграція з Містобудівним кадастром та просторове планування. Ефективне управління земельними ресурсами неможливе без узгодження земельно-кадастрових даних із документацією просторового планування. Містобудівний кадастр формується на базі спеціальної «кадастрової» інформації, що включає відомості про просторове положення об'єктів міського середовища, явища і процеси, які відбуваються на території населеного пункту, економічний і правовий статус цих територій і об'єктів, їх природні та господарські, кількісні й якісні характеристики. До системи Містобудівного кадастру включають цифрові масиви геопросторових даних містобудівної та проектної документації. Завдяки інтеграції геопросторових даних містобудівна документація стає більш точною та деталізованою, а сільські та селищні громади отримують потужний інструмент для розроблення власної цифрової містобудівної документації.

Публічність земельних даних та відкритість для громадян. Важливим результатом використання інтегрованих геопросторових даних є забезпечення прозорості земельних відносин. Відповідно до постанови Кабінету Міністрів України від 21 жовтня 2015 р. № 835 «Про затвердження Положення про набори даних, які підлягають оприлюдненню у формі відкритих даних», органи місцевого самоврядування повинні публікувати

дані щодо незадіяних земельних ділянок і майнових об'єктів комунальної форми власності, які можуть бути передані в користування. Статистика земельних ресурсів на території громади дозволяє отримати актуальний стан щодо земель різної форми власності та цільового призначення.

Фіскальний ефект та підвищення надходжень до місцевого бюджету. Використання інтегрованих геопросторових даних безпосередньо впливає на фінансову спроможність громади. Процес інтеграції геопросторових даних може бути дуже корисним для прийняття обґрунтованих рішень у громадах, підвищення зборів податків до місцевих бюджетів, покращення якості життя та екологічної ситуації. Це створює основи для ефективного просторового розвитку територій. Зокрема, нормативна грошова оцінка земель, відображена у просторовій системі, є базою оподаткування для плати за землю та основою для розрахунку орендної плати за договорами, що укладаються органами місцевого самоврядування.

Цифровізація земельно-кадастрової інформації як пріоритет розвитку. У наукових дослідженнях обґрунтовано необхідність актуалізації земельно-кадастрової інформації при ефективному управлінні земельно-територіальним комплексом громад в Україні. Встановлено права та обов'язки територіальних громад при використанні земельних ресурсів у їх межах, а також визначено актуальні напрямки роботи земельного відділу із цифровізації інформації про земельні ділянки у територіальних громадах.

Таким чином, використання інтегрованих геопросторових даних у сфері управління земельними ресурсами Кременецької міської громади дозволяє перейти від фрагментованого паперового обліку до єдиної цифрової платформи, яка поєднує дані Державного земельного кадастру, реєстрів прав на нерухомість, містобудівної документації та податкових реєстрів. Це забезпечує прозорість земельних відносин, підвищення фіскальної ефективності та формує надійну інформаційну основу для просторового розвитку громади.

Висновок до третього розділу

Встановлено, що концептуальною основою інтеграції геопросторових даних є подолання чотирьох основних видів неоднорідності системної, синтаксичної, структурної та семантичної, що виникають внаслідок різнорідності джерел просторової інформації: державних кадастрів, галузевих інформаційних систем і матеріалів містобудівної документації. Обґрунтовано доцільність застосування методу консолідації даних з використанням обмінних файлів як найбільш прийняттого підходу в умовах суттєвої системної неоднорідності базових джерел. Визначено, що ефективна інтеграція потребує автоматизованих програмних засобів узгодження та дедублікації даних, оскільки ручна обробка великих масивів просторової інформації є практично неможливою.

Розроблена технологічна архітектура моделі базується на збалансованому поєднанні відкритого та стандартизованого програмного забезпечення. Центральним інструментом обробки й аналізу просторових даних визначено QGIS, для публікації геопросторових ресурсів через стандартизовані веб-сервіси застосовується платформа GeoServer, а зберігання та управління просторовими даними здійснюється засобами PostGIS. Обмін геопросторовими даними між компонентами моделі забезпечується через стандартизовані протоколи OGC — WMS, WFS та WMTS, що гарантує інтероперабельність системи та її відповідність вимогам чинного законодавства України у сфері НІГД, зокрема Закону України «Про національну інфраструктуру геопросторових даних» та постанови Уряду № 532 від 26.05.2021. Підключення геопросторових ресурсів громади до загальнодержавної мережі геопорталів забезпечує їх доступність на національному рівні та відповідність вимогам директиви INSPIRE.

Визначено основні напрями практичного використання інтегрованих геопросторових даних для управління земельними ресурсами Кременецької міської громади. Встановлено, що реалізація моделі дозволяє подолати характерну для більшості громад України інформаційну фрагментованість

земельного обліку шляхом об'єднання даних із понад шести державних реєстрів та джерел інформації — Державного земельного кадастру, Реєстру речових прав на нерухоме майно, податкових реєстрів та інших — в єдиній просторовій платформі. Це забезпечує комплексний моніторинг земельних відносин, оперативний доступ до актуальних картографічних даних, фіксацію порушень земельного законодавства та аналіз земельного банку громади у поєднанні з містобудівною документацією.

Обґрунтовано, що інтеграція земельно-кадастрових даних із містобудівним кадастром суттєво підвищує точність і деталізованість містобудівної документації та створює надійну основу для просторового планування розвитку громади. Доведено прямий зв'язок між впровадженням інтегрованих геопросторових рішень і фінансовою ефективністю громади, оскільки актуальна нормативна грошова оцінка земель, відображена в просторовій системі, є базою для справедливого оподаткування та розрахунку орендної плати, що безпосередньо впливає на надходження до місцевого бюджету.

Таким чином, розроблена модель інтеграції геопросторових даних забезпечує перехід Кременецької міської громади від розрізненого паперового обліку земельних ресурсів до єдиної цифрової платформи управління, що відповідає сучасним вимогам земельного адміністрування, принципам відкритості даних і стратегічному курсу України на євроінтеграцію у сфері геопросторової інформації.

ВИСНОВОК

Встановлено, що інфраструктура геопросторових даних пройшла тривалий еволюційний шлях від технологічно орієнтованих систем першого покоління до відкритих екосистем геоінформаційно забезпеченого суспільства. Кожна держава формує власну модель НІГД відповідно до інституційних, економічних і технологічних умов. В Україні відповідну правову основу закладено Законом «Про національну інфраструктуру геопросторових даних» та підзаконними нормативними актами, що зобов'язують органи місцевого самоврядування публікувати геопросторові дані через стандартизовані веб-сервіси.

З'ясовано, що ефективна інтеграція геопросторових даних є багаторівневим процесом, який охоплює подолання системної, синтаксичної, структурної та семантичної неоднорідності даних з різних джерел. Ключовими принципами інтеграції є ієрархічна організація наборів даних, приведення до єдиної системи координат, уніфікація форматів і метаданих відповідно до стандартів OGC та ISO 19100, а також узгодженість із вимогами директиви INSPIRE. Інтегровані ГІС-платформи є незамінним інструментом сучасного земельного управління, що забезпечує ведення кадастру, реєстрацію прав, просторове планування та моніторинг землекористування.

Визначено, що Кременецька міська громада є однією з найбільших громад Тернопільської області, утвореною в результаті об'єднання 44 населених пунктів із загальною площею 52 290 га та чисельністю населення понад 42 тисячі осіб. Аналіз земельного фонду засвідчив переважання земель сільськогосподарського призначення (66,3%), значну частку лісових земель (18,1%) та забудованих територій (13,3%). Така структура землекористування, у поєднанні зі складним рельєфом та різноманіттям природних умов, зумовлює нагальну потребу у впровадженні сучасних геоінформаційних інструментів управління.

Розроблено концептуальну модель інтеграції геопросторових даних Кременецької міської громади, яка передбачає подолання системної, синтаксичної, структурної та семантичної неоднорідності даних, що надходять із різних державних кадастрів, реєстрів і галузевих інформаційних систем. Консолідація даних через стандартизовані обмінні формати та єдиний геопросторовий репозиторій дозволяє усунути дублювання інформації та забезпечити узгодженість адміністративних рішень.

Обґрунтовано технологічне забезпечення реалізації моделі, яке базується на збалансованому комплексі відкритого програмного забезпечення — QGIS, GeoServer і PostGIS — у поєднанні зі стандартизованими протоколами обміну даними WMS, WFS і WMTS. Запропонований технологічний стек забезпечує інтероперабельність і масштабованість рішення, не вимагаючи переходу на єдину програмну платформу, та дозволяє підключити геопросторові ресурси громади до Національної інфраструктури геопросторових даних України.

Доведено, що використання інтегрованих геопросторових даних у сфері управління земельними ресурсами Кременецької міської громади дозволяє перейти від фрагментованого паперового обліку до єдиної цифрової платформи, яка поєднує дані Державного земельного кадастру, реєстрів речових прав, містобудівної документації та податкових реєстрів. Це забезпечує автоматизований моніторинг орендних відносин і термінів дії договорів, фіксацію порушень земельного законодавства, просторовий аналіз землекористування в суміщенні з містобудівною документацією, підвищення прозорості земельних відносин для громадян та зростання фіскальних надходжень до місцевого бюджету.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Основи створення інтероперабельних геопросторових даних : навч. посібник для студ. спец. 193 "Геодезія та землеустрій" / Ю. О. Карпінський, А. А. Лященко, Н. Ю. Лазоренко, Д. О. Кінь ; Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт. Київ : КНУБА, 2023. 301 с.
2. Інфраструктура просторових даних : навч. посібник / А. А. Євдокімов, Н. О. Манакова, Т. С. Сенчук ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2023. 159 с.
3. Мігас В. О. Дослідження методів інтеграції ГІС з розподіленими системами регіонального управління : пояснювальна записка до атестаційної роботи здобувача вищої освіти на другому (магістерському) рівні, спеціальність 121 – Інженерія програмного забезпечення / В. О. Мігас ; М-во освіти і науки України, Харків. нац. ун-т радіоелектроніки. Харків, 2022. 113 с.
4. Пілічева М., Данилюк А. (2025). Інтеграція аерокосмічних даних у національну інфраструктуру геопросторових даних: сучасний стан та перспективи розвитку. Науковий вісник будівництва, (113), 249-256.
5. Коваленко А.С. Роль геоінформаційних систем у забезпеченні ефективного управління земельними ресурсами на базовому рівні. Кваліфікаційна робота магістра; спеціальність 193 «Геодезія та землеустрій» / Керівник: доцент Камінецька О.В.- Біла Церква, 2025. - 61 с.
6. Нестеренко О.В. Яцук П.П. Розвиток геоінформаційних систем як технологічна інноваційна стратегія. Екологічна безпека та природокористування. 2026, №1, с. 141-160
7. Баволяк А.О. (2025). Інтеграція геопросторових даних для підвищення показників стійкості розумних систем (Bachelor's thesis, ТНТУ ім. І. Пулюя, ФІС, м. Тернопіль, Україна).
8. Лященко, А. А., & Черін, А. Г. (2019). Базові моделі та методи інтеграції геопросторових даних в ГІС містобудівного кадастру.

9. Лященко А.А. Архітектура сучасних ГІС на основі баз геопросторових даних / А.А. Лященко, А.Г. Черін // Вісник геодезії та картографії. – 2011. № 5 (74) С.45 – 50.

10. Лященко, А. А., & Черін, А. Г. (2019). Базові моделі та методи інтеграції геопросторових даних в ГІС містобудівного кадастру. *Містобудування та територіальне планування*. С. 351-365

11.

12. Земельний кодекс України [Електронний ресурс] /Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2768-14>

13. Про оцінку земель [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1378-15#Text>

14. The use of Geographic Information Systems (GIS) in land resources appraisal [Електронний ресурс] / Режим доступу: https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_6/colloques2/010008433.pdf

15. Геоінформаційне забезпечення оціночного районування територій громад в Україні [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://ena.lpnu.ua:8443/server/api/core/bitstreams/7961e42d-7470-4c20-934e-2fc513b119f2/content>

16. Оцінка земель [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://pgasa.dp.ua/wp-content/uploads/2018/04/Otsinka-zemelTypograf-nov-A5.pdf>

17. Гіс-технології в оцінці землі та нерухомого майна [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://core.ac.uk/download/pdf/33759818.pdf>

18. Про затвердження Методики нормативної грошової оцінки земельних ділянок [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1147-2021-%D0%BF#n132>

19. SWOT – аналіз [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://esputnik.com/uk/blog/swot-analiz-iz-prikladami>

20. Підходи щодо організації обробки інформації в ГІС [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://studfile.net/preview/5377091/page:24/>

21. Навчальний посібник QGIS [Електронний ресурс] / Режим доступу: https://docs.qgis.org/3.40/ru/docs/training_manual/index.html