

**ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ЕКОНОМІКИ, УПРАВЛІННЯ,
ПРАВА ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ТА ТЕХНОЛОГІЙ**

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи на здобуття ступеня вищої освіти магістр

на тему: **«Застосування геоінформаційних систем у плануванні
просторового розвитку територіальних громад»**

Виконав: здобувач вищої освіти
за освітньо-професійною програмою
Інформаційні управляючі системи та
технології спеціальності
126 Інформаційні системи та технології
ступеня вищої освіти магістр
групи 126ІСТмд_22
Литвтенко В.А.
Керівник: Уткін Ю. В.
Рецензент: Петраш Р.В.

Полтава – 2023 року

ВСТУП

Актуальність теми кваліфікаційної роботи обумовлена необхідністю застосування все більш широкого кола інформаційних технологій та систем при розв'язанні оперативних та стратегічних завдань розвитку об'єднаних територіальних громад в Україні, які виникають в ході реалізації держаних реформ місцевого самоврядування. Оскільки головним ресурсом кожної територіальної громади є земля, то першочерговим завданням органів самоврядування є аудит землекористування та організація роботи з актуальною інформацією про стан ефективності використання кожної земельної ділянки. На державному рівні визначено пріоритетним використання геоінформаційних систем і технологій (ГІС) при побудові планів просторового розвитку територіальних громад.

Специфічні властивості ГІС та огляд напрямків застосування висвітлено в значній кількості робіт як вітчизняних (Топольницький П., Пивовар П., Набієва Г.) так і закордонних науковців (Томілсон, Мураї, Хенс та ін). Однак програмні комплекси невпинно змінюються, розширюються їх можливості та способи обробки геоданих. У той же час, представники територіальних громад, керівники іноді не володіють знаннями про методи застосування ГІС, відчувають труднощі з вибором оригінальних та гнучких систем, потребують роз'яснення алгоритмів роботи з ними. Тому публікація експериментальних результатів із використанням сучасних ГІС, поширення науково-технічної інформації з цієї тематики є на часі.

Зв'язок роботи з науковими програмами, темами. Робота відповідає дослідженням в межах програми департаменту агропромислового розвитку Полтавської обласної державної адміністрації «Програма розвитку та підтримки аграрного комплексу Полтавщини за пріоритетними напрямками на період до 2027 року», в якій беруть участь науковці кафедри інформаційних систем та технологій ПДАУ.

Метою кваліфікаційної роботи є всебічний аналіз можливостей і технологій обробки даних в сучасних геоінформаційних системах та підбір методів використання при підготовці планів просторового розвитку територіальних громад.

Завданнями кваліфікаційної роботи є:

- розкриття сутності завдань територіальних громад при підготовці планів просторового розвитку й роботи з інформацією про земельні фонди;
- проведення структурованого й детального аналізу можливостей сучасних геоінформаційних систем, особливостей роботи з геоданими;
- проведення аналізу й порівняльних характеристик технологій інтерактивних карт географічних об'єктів для подальшого практичного застосування;
- розроблення алгоритмів оброблення геоданих для використання і впровадження в територіальних громадах;
- моделювання процесів обробки й візуалізації просторових даних за допомогою інтерактивних карт земельних ділянок та інших об'єктів із використанням доступних даних і версій програмного забезпечення;
- формування пропозицій практичного характеру для впровадження в роботі територіальних громад та обґрунтування їхньої ефективності.

Об'єктом дослідження є технології роботи з геоданими в середовищі геоінформаційних систем для аудиту земельних ресурсів територіальних громад.

Предметом дослідження є геоінформаційні системи, інструментарій, функціонал, методи роботи з інтерактивними картами.

Методами дослідження є: аналітико-синтетичний, інформаційно-пошуковий, методи порівняння, емпіричний, дедуктивний, графічний, візуалізація геоданих на інтерактивних мапах.

Інформаційна база кваліфікаційної роботи сформована з наукових фахових статей, публікацій популярних видань, постанов Кабінету Міністрів України, Міністерства розвитку громад та територій, офіційних даних

розробників ГІС, а також даних, отриманих за результатами проходження переддипломної практики.

Елементи наукової новизни роботи полягають в розробленні оригінальних підходів до комплексного аналізу й візуалізації просторових даних, які використовуються в аудиті та управлінні земельними ресурсами територіальних громад, формуванні алгоритмів практичного застосування ГІС-технологій та систем.

Практична значущість роботи полягає в проведенні ґрунтового аналізу можливостей різних ГІС та виборі оптимального інструментарію для раціонального використання в роботі територіальних громад, вирішення всіх поточних завдань та прийняття рішень на основі актуальної інформації про стан земельних ділянок на прикладі кількох громад Полтавської області.

Апробація результатів дослідження відбувалася шляхом оприлюднення доповідей на міжнародній науковій конференції та студентській конференціях.

Публікації. За результатами проведеного дослідження опубліковані тези: «Характеристика інтерактивних карт водних об'єктів та методів їх створення»: матеріали Міжнародної наукової інтернет-конференції «Інформаційне суспільство: технологічні, економічні та технічні аспекти становлення» (випуск 81), м. Тернопіль, Україна, м. Ополе, Польща, 11-12 жовтня 2023 р; «Формування передпроектної стратегії впровадження ERP-систем в організаціях», матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції «Science, trends and development methods», 19-21 грудня 2022 р., м. Токіо, Японія.

Структура і обсяг кваліфікаційної роботи: пояснювальна записка викладена на 61 сторінці і складається зі змісту, вступу, трьох розділів, списку використаних джерел та додатків. Робота містить 5 таблиць і 36 рисунків.

РОЗДІЛ 1

ГОЛОВНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ПРИ ПЛАНУВАННІ ПРОСТОРОВОГО РОЗВИТКУ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД

1.1 Зміст і завдання комплексного плану просторового розвитку територіальних громад у контексті адміністративно-територіальної реформи

Адміністративно-територіальна реформа в Україні – адміністративна реформа, яка полягає у наданні великих повноважень органам місцевого самоврядування (децентралізації) та зміні адміністративно-територіального устрою [1]. Реформа відбувалася в кілька етапів з 2015 до 2020 рр., але її виконання продовжується до цього часу. Реформа суттєво торкнулася районних рад: замість понад 11 тис. місцевих рад було сформовано 1469 заможних територіальних громад, а замість 490 районів утворено 136 нових, укрупнених. Основні повноваження районних рад перейшли на нижчий (ради громад) та вищий (ради областей) рівні [2].

Адміністративно-територіальна реформа є найважливішою реформою децентралізації в Україні, яка включає комплекс змін до законодавства, основною метою якого є передача значних повноважень та бюджетних надходжень від центральних органів влади органам місцевого самоврядування.

Адміністративно-територіальна реформа в Україні належить до найуспішніших у Центральній та Східній Європі з точки зору досягнення значної частки об'єднань, що ґрунтуються на добровільних домовленостях органів місцевої влади [3]. Однак, варто зазначити, що такі реформи не є самоціллю і передбачають проведення або завершення інших реформ. В Україні паралельно з адміністративно-територіальною реформою відбувається земельна реформа, яка матиме в найближчій перспективі значні економічні наслідки. Взаємозв'язок між ними прямий, адже основним ресурсом територіальних

громад, на якому базується місцеве виробництво й будь-яка діяльність, виступає земельний ресурс.

У відповідності до низки законодавчих актів, які стосуються порядку планування використання земель, порядку розроблення і внесення змін до містобудівної документації та інших [4-6], органам місцевого самоврядування для здійснення подальшої діяльності необхідно забезпечити розроблення комплексних планів просторового розвитку територій, які належать згідно адміністративних кордонів новоствореним територіальним громадам (ТГ). Така діяльність відбувається в декілька етапів. На початковому етапі проводиться збір пропозицій від всіх зацікавлених сторін – членів громади, представників місцевого бізнесу. Врахування їхніх думок і перспективних планів є вкрай важливим, тому що далі має бути затверджений план, згідно якого розвиватиметься вся громада. Варто усвідомлювати, що в найближчому майбутньому всі дозвільні документи будуть надаватися на основі таких створених планів. На сьогоднішній день у більшості територіальних громад ці процесі вже стартували, деякі громади змогли завершити складання планів просторового розвитку.

Розглянемо детальніше складові та вимоги до плану просторового розвитку ТГ, які базуються на численних нормативних документах [5]. Комплексний план загалом включає планувальні рішення щодо майбутнього використання всієї території територіальної громади, а також окремих її частин, і включає:

- генеральний план селища (міста) – адміністративного центру територіальної громади;
- генеральні плани населених пунктів та детальні плани території в межах території ТГ, затверджені до прийняття комплексного плану, які визнані такими, що відповідають вимогам закону, відповідають плану рішення комплексного плану та підлягають включенню до нього;
- генеральні плани населених пунктів на території ТГ, необхідність розроблення яких встановлена рішенням про затвердження комплексного плану;

- планувальні рішення генеральних планів інших населених пунктів та детальних планів територій у межах території територіальної громади в межах, визначених Кабінетом Міністрів України;
- детальні плани території в межах території ТГ (включаються до комплексного плану одночасно з їх затвердженням);
- межі функціональних зон всієї території ТГ з вимогами до забудови та ландшафтної організації таких зон (плани зонування територій населених пунктів на території територіальної громади розробляються у складі генеральних планів і включаються до комплексних планів);
- історико-архітектурні опорні плани історичних територій населених пунктів, включених до Списку історичних населених пунктів України (включаються до комплексного плану як складові частини генеральних планів відповідних населених пунктів).

Генеральні плани населених пунктів на території ТГ деталізують положення комплексного плану та є його невід’ємною складовою. Детальні плани території в межах території територіальної громади деталізують положення генеральних планів населених пунктів. Детальні плани території одночасно з їх затвердженням стають невід’ємною частиною комплексного плану та (або) генерального плану населеного пункту. Не розробляються генеральні плани лише таких населених пунктів, включення яких до комплексного плану або необхідність його розроблення не передбачено рішенням про затвердження комплексного плану. Плани зонування територій населених пунктів на території ТГ розробляються у складі генеральних планів таких населених пунктів.

Комплексний план обов’язково має в складі планові рішення щодо детальних планів територій (у тому числі формування земельних ділянок), на яких планується розміщення:

- за рахунок державного або місцевого бюджету: об’єкти соціальної інфраструктури (освіта, охорона здоров’я, культура, житлово-комунальне господарство);

- об’єкти, передбачені Генеральним планом території України та схемою планування території;
- об’єкти, для розміщення яких відповідно до закону можуть бути примусово відчужені земельні ділянки з мотивів суспільної потреби (якщо розташування таких об’єктів передбачено комплексним планом);
- інші об’єкти, визначені замовником у завданні на проектування.

Основні складові відомостей, внесених до комплексного плану ТГ, можна поділити на кілька груп, які представлено в табл. 1.

Таблиця 1 – Перелік вимог до комплексного плану просторового розвитку

Категорія відомостей комплексного плану	Зміст відомостей у комплексному плані просторового розвитку
Згідно ст.45-1 Закону України «Про землеустрій» [7]	<ul style="list-style-type: none"> – матеріали топографо-геодезичних вишукувань; – матеріали погодження відповідно до Земельного кодексу України; – експлікацію земельних угідь за власниками та користувачами земельних ділянок; – переліки обмежень у використанні земель та переліки земельних ділянок, щодо яких встановлено обмеження у використанні земель; – збірний план земельних ділянок, наданих у власність чи користування, та земельних ділянок, не наданих у власність чи користування; – план розподілу земель за категоріями, власниками і користувачами (форма власності, вид речового права), угіддями з відображенням наявних обмежень (обтяжень).
У разі формування земельної ділянки або внесення відомостей про земельну ділянку до Державного земельного кадастру	<ul style="list-style-type: none"> – відомості про обчислення площі земельної ділянки; – кадастровий план земельної ділянки; – матеріали перенесення меж земельної ділянки в натуру (на місцевість); – перелік обмежень у використанні земельних ділянок; – акт приймання-передачі межових знаків на зберігання; – акт перенесення в натуру (на місцевість) меж охоронних зон, зон санітарної охорони, санітарно-захисних зон і зон особливого режиму використання земель (за наявності).

У тому ж Законі «Про землеустрій» зазначено, що «Межі територій природно-заповідного фонду та іншого природоохоронного призначення, оздоровчого, рекреаційного, історико-культурного, лісогосподарського

призначення, земель водного фонду та водоохоронних зон, обмеження у використанні земель встановлюються по суходолу і по водному простору [7]».

Як бачимо (див. табл. 1), зміст комплексних планів включає доволі значні обсяги спеціальної інформації, яка накопичувалася тривалий час, а тепер має бути узагальнена, оновлена та доповнена. Процеси не припиняються і за періоду військового стану в країні. Навпаки, більшість громад розуміють свою роль у стабілізації економіки завдяки наявним ресурсам, тому шляхом дискусій та наполегливої праці займаються дійсно плануванням розвитку [8]. Головним аргументом на сьогодні є можливість провести аудит та інвентаризацію всіх ресурсів громади, а саме: земельних ресурсів, водних, лісів та надр. Це дасть можливість розкрити потенціал громади, знайти нові джерела надходжень.

Чимало ТГ не мають на сьогодні достатньо інтелектуального ресурсу для охоплення таких видів робіт, які необхідно виконати для збору й оновлення, оцифрування даних, що будуть внесені до планів. Адже комплексний план утворюється складним набором специфічних даних, включає та поєднує багато розділів, зокрема:

- графічні (картографічні) матеріали, отримані на основі топографо-геодезичних робіт для всього населеного пункту у масштабі 1:10000 та у масштабі 1:2000 для всіх населених пунктів;
- генеральні плани населених пунктів із планами зонування;
- докладні плани окремих територій;
- розділ санітарно-екологічної експертизи;
- розділ інженерно-технічних заходів цивільного захисту населення у мирний та особливий періоди;
- землевпорядна частина (включаючи земельну інвентаризацію та встановлення меж населених пунктів та населеного пункту в цілому), та низку інших розділів.

Кожен розділ має свою специфіку розробки, процедуру узгодження та, відповідно, орієнтовну вартість. Загалом Комплексний план розробляється не менше ніж 2 роки, і близько року необхідно для погодження з громадськістю,

проходження погоджень на регіональному рівні та отримання експертизи у порядку, встановленому Кабінетом Міністрів України.

Для виконання всіх вимог та досягнення результатів територіальним громадам, робочим групам доводиться застосовувати цифровий інструментарій обстеження територій на платній основі, впроваджувати спеціалізовані інформаційні системи, які передбачають обробку саме географічної інформації. Це геоінформаційні системи (ГІС), в основі яких покладено геоінформаційні технології, які скорчено називають ГІС-технології.

1.2 Сучасні геоінформаційні технології та електронні інтерактивні карти

Геоінформаційні технології – це сукупність методів, засобів і процесів, що пов’язані зі збиранням, обробкою, аналізом і візуалізацією просторових даних про Землю та її явища [9]. Геоінформаційні технології включають такі напрями, як геодезія, картографія, дистанційне зондування, геоінформаційні системи, геостатистика, геовеб та інші. Геоінформаційні технології застосовуються у різних галузях науки, освіти, управління, економіки та екології. Ці технології є основою створення та використання спеціальних геоінформаційних систем і мають аббревіатуру ГІС. Під геоінформаційною системою розуміють систему управління просторовим даними та асоційованими з нею атрибутами [10].

Географічні інформаційні системи (ГІС) – це системи, які створюють, керують, візуалізують та аналізують різні типи географічних даних. ГІС з’єднує дані з картою, інтегруючи дані про місцезнаходження (де знаходяться об’єкти) з усіма типами описової інформації (що ці об’єкти представляють). Це створює основу для картографування та аналізу, яка використовується в наукових цілях та практично у всіх галузях [11]. ГІС допомагає зрозуміти закономірності, взаємозв’язки та географічний контекст. Серед переваг також можна вказати покращення взаємодії та ефективності, а також підвищення якості управління та

прийняття рішень. Виділяють такі поняття, як спеціальні програми (додатки, інформаційні системи), карти, дані.

Програми (додатки) представляють спеціальний інтерфейс для виконання робіт і введення ГІС в повсякденне життя для всіх. ГІС-програми працюють практично повсюдно: на мобільних телефонах, планшетах, у веб-браузерах та настільних комп'ютерах.

Карти – це географічний контейнер для шарів даних та аналітики, з якими вам доведеться попрацювати. До ГІС-карт легко надати доступ або вбудувати в додатки, де вони будуть доступні будь-де і будь-кому. Електронна карта – це картографічне зображення, згенероване на основі даних цифрових карт і візуалізоване на моніторі комп'ютера або відеоекрані іншого пристрою (наприклад, супутникового навігатора).

Створення інтерактивних цифрових карт – це процес, який дозволяє візуалізувати та аналізувати просторові дані за допомогою комп'ютерних програм. Інтерактивні цифрові карти можуть мати різні формати, такі як векторні, растрові, 3D або веб-карти. Інтерактивні цифрові карти можуть бути використані для різних цілей, таких як освіта, наука, бізнес, розваги тощо. Інтерактивні цифрові карти дозволяють користувачам взаємодіяти з просторовими даними, змінюючи масштаб, орієнтацію, фільтри, шари та інші параметри. Інтерактивні цифрові карти також можуть надавати додаткову інформацію про об'єкти на карті, наприклад, їх назви, атрибути, історію тощо.

Інтерактивні електронні карти – це інструменти, які дозволяють користувачам взаємодіяти з географічною інформацією на екрані комп'ютера. Вони можуть містити різні шари даних, такі як рельєф, клімат, населення, ресурси тощо. Користувачі можуть змінювати масштаб, поворот, фільтрацію та аналіз карти за допомогою інтерфейсу. Інтерактивні електронні карти мають багато можливостей для навчання, дослідження, планування та прийняття рішень. Вони допомагають візуалізувати складні та великі обсяги даних, виявляти зв'язки та закономірності, сприяти географічному мисленню та

грамотності. Для створення інтерактивних карт існують різні сервіси, характеристики окремих з яких наведено в табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Можливості онлайн-сервісів створення електронних карт

Назва онлайн-сервісу	Можливості ресурсу зі створення інтерактивних карт
Google Earth	Безкоштовний та функціональний сервіс, безкоштовний для всіх, у кого є обліковий запис Google. Серед спеціальних інструментів сервісу: <ul style="list-style-type: none"> – інтерактивний глобус; – пошук (можливість знайти на карті світу будь-які географічні об'єкти); – дослідник (добірка природних пейзажів, тематичних ігор, культурне надбання людства, подорожі тощо); – проекти (можливість створювати інтерактивні презентації, які мають чітку картографічну локалізацію); – можливість обрати стиль карти (залежно від потреб користувачів); – розрахунок площі та відстані між географічними об'єктами.
GRASS (Geographic Resources Analysis Support System)	Безкоштовна ПС з відкритим кодом, призначена для геомодельовання, управління просторовими даними растрової, векторної та комп'ютерної графіки, обробки супутникових знімків, створення карт, просторового моделювання і візуалізації. Діє на різних платформах через графічний інтерфейс і командний процесор в системі X Window, операційні системи Linux, MS-Windows, Mac OS X, POSIX. Мова програмування C. Розповсюджується на умовах ліцензії GNU GPL
Seterra online	Безкоштовний онлайн-сервіс з українськомовним інтерфейсом. Навіть не зареєстровані користувачі можуть використовувати наявні матеріали, створювати власні та ділитися посиланнями. Сервіс варто використовувати для навчання просторовим компетентностям: розрахунок площі та відстані між географічними об'єктами.
StoryMap JS	Безкоштовний сервіс для створення інтерактивних карт, прокладання маршрутів, підготовки цілих історій. Простий у використанні, реєстрація не потрібна, якщо є обліковий запис Google. Мова інтерфейсу – англійська, але є вбудований у браузер перекладач.

Будучи засобом оперативного контролю, кожна конкретна електронна карта існує лише в певний момент часу, як правило, нетривалий, поки видно на пристрої відображення. У цьому їхня головна відмінність від інших візуальних картографічних матеріалів, що візуалізуються на твердій підкладці (папір, пластик) засобами графічного виводу (наприклад, принтерами).

Існує значна кількість спеціальних інформаційних систем для роботи з інтерактивними картами. Загальна класифікація ГІС, яка є найбільш детальною, наведена на рис. 1.1 згідно [11-12].

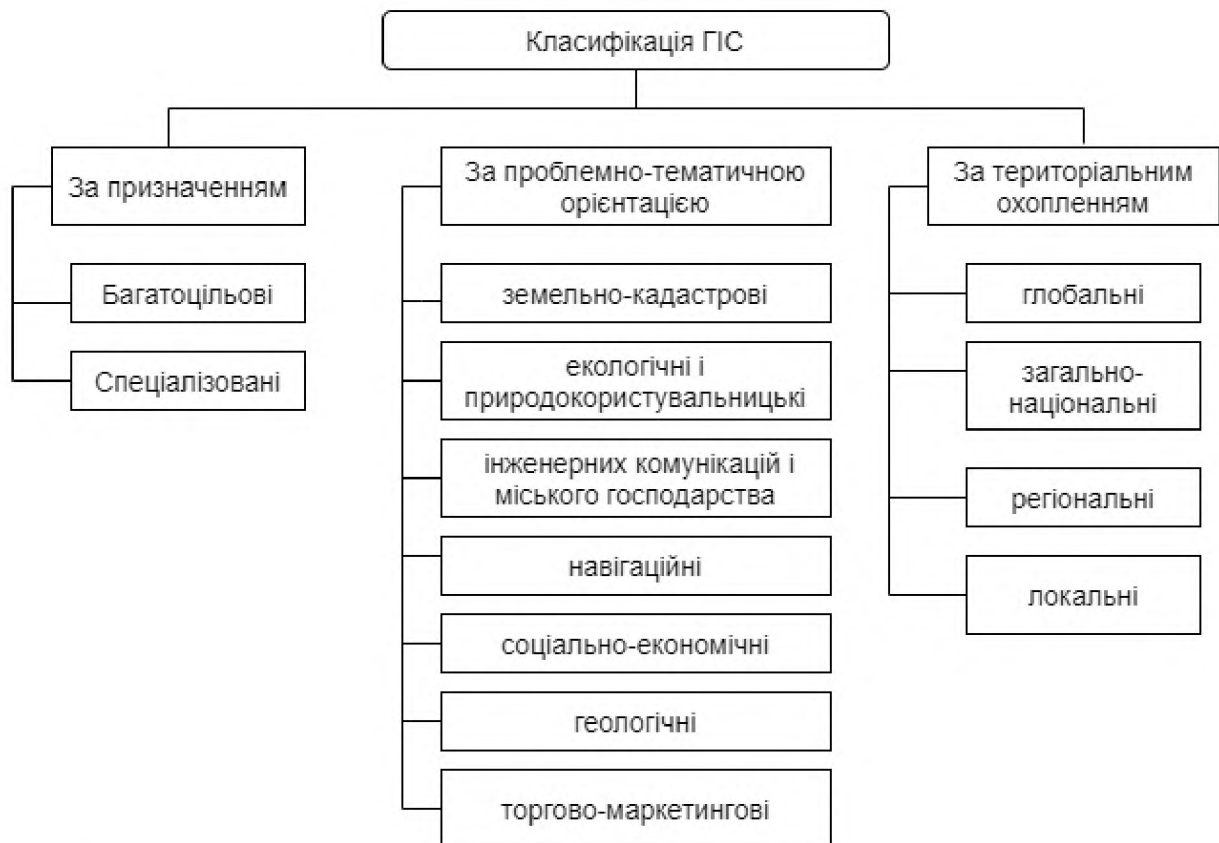


Рисунок 1.1 – Класифікація ГІС за напрямками та цілями використання

Клас систем за призначенням враховує цілі використання ГІС. Тематична орієнтація враховує сферу застосування проблемну область. За територіальним охопленням – залежно від розміру опрацьованої території.

Далі наведено кілька прикладів електронних карт в абсолютно різних галузях, виконаних на платформі Esri, як ілюстрація потужності на високої інформативності інструментів ГІС. На рис. 1.2 показано карту розташування підводних міжконтинентальних кабелів для передавання сигналів, які прокладені на дні морів (океанів). Перші підводні кабелі зв'язку, прокладені в 1850-х рр., передавали телеграф. Тепер ці кабелі передають наш телефонний та інтернет-трафік. Проте вони залишаються відносно прихованими в глибинах океану. Карта, що показана на рис. 1.2, дає можливість досліджувати глобальні кабельні з'єднання: дозволяє побачити всі кабелі одночасно або зосередитися на взаємозалежностях, використовуючи панель вмісту для фільтрації за роком будівництва, конкретним кабелем або точкою посадки; отримати уявлення про те, як ці кабелі з'єднують місця світу.



Рисунок 1.2 – Цифрова карта розташування кабелів, що проходять по дну морів, виконана за допомогою інструментів Esri [13]

Відображення категоріальних даних може бути доволі складним. З 12 природоохоронними зонами в Арктиці, що перекриваються, карта, яка показана на рис. 1.3, стала серйозною проблемою для розробки.



Рисунок 1.3 – Карта «Визначення вразливостей: захист регіонів Арктики», створена на платформі Esri за допомогою ArcGIS [13]

На карті (див. рис. 1.3) вдало використано матричну легенду для визначення важливих морських районів. Автор карти поєднав колір і хеш-

шаблон для визначення регіонів збереження та пріоритетів. До того ж карта використовує полярну проекцію, щоб показати Арктику як спільний ресурс, оточений багатьма країнами, а не ізольоване місце на кінці земної кулі (детальніше в додатку А).

Карта визначення вразливостей працює, оскільки на ній представлено професійно виконану картографію, приглушені кольори та чітке представлення категорій, що збігаються. Автор показує ефективне та економне використання вигнутих міток – особливо важкий вчинок на карті, яка не має жодного напрямку, спрямованого вгору. Хоча історія про захист Арктики може бути складною, але на карті використовується допоміжний текст, щоб розпакувати елементи, показати хто, що і де. Дана карта створена студентам університету [14].

Особливу увагу слід приділити даним. ГІС інтегрує безліч різних типів шарів даних за допомогою просторового розташування. Більшість даних є географічною складовою. ГІС-дані включають знімки, дискретні об'єкти та базові карти, пов'язані з листами та таблицями.

Просторовий аналіз дозволяє визначати придатність та можливості, оцінювати та прогнозувати, інтерпретувати та розуміти та багато іншого, відкриваючи нові перспективи для отримання знань та прийняття рішень.

Компанія Esri та її продукти є визнаним світовим лідером на ринку програмного забезпечення для геоінформаційних систем, геоаналітики та картографування. Заснована в 1969 р. Джеком Данджермондом і Лорою Данджермонд компанія підтримує клієнтів за допомогою географічної науки та геопросторової аналітики, яку назвали Наукою про все (The Science of Where), застосовуючи географічний підхід до вирішення різноманітних задач, реалізований за допомогою сучасних ГІС-технологій [15]. Метою компанії є прагнення використовувати наукові розробки та технології для сталого розвитку.

1.3 Особливості роботи з геоданими в ГІС

ГІС – це і технологія, і наука. Вона спирається на просте поняття організації даних у окремі шари, які вирівняні (прив’язані) відносно один одного в географічному просторі. Головним програмним продуктом Esri є геоінформаційна система ArcGIS [16]. ArcGIS – це потужна технологія географічних інформаційних систем (ГІС), яка надає інструменти для збирання, перегляду, редагування, управління, аналізу та обміну даними у геопросторовому контексті. Вона включає доступ до тисяч ретельно відібраних наборів даних і карт, які можна вивчати і використовувати для аналізу та отримання нового цінного знання. ArcGIS можна використовувати в хмарі, на мобільних пристроях та настільних комп’ютерах для створення карт, додатків, операційних панелей, 3D-сцен і моделей, а також записників науки про дані (data science notebooks).

При роботі з такими системами, як ArcGIS, виконуються роботи з усіма типами геоданих. Основні типи даних при роботі з електронними картами – це векторні та растрові дані. Векторні дані представляють геометричні об’єкти, такі як точки, лінії та полігони, за допомогою координат. Растрові дані представляють просторову інформацію за допомогою сітки пікселів або клітин. Кожен тип даних має свої переваги та недоліки, залежно від мети та методу картографування.

Формати файлів збереження і обміну географічними даними – це спеціальні стандарти, які визначають, як зберігати, структурувати і передавати геодані між різними програмами та системами. Деякі з найпоширеніших форматів файлів геоданих - це Esri Shapefile, GeoJSON, KML, GeoTIFF та NetCDF. Кожен з цих форматів має свої переваги та недоліки, залежно від типу, обсягу та цілей використання геоданих [17]. Далі наведено характеристики найбільш поширених форматів файлів геоданих:

- KML (Keyhole Markup Language) – це стандартний формат для збереження і обміну географічними даними. Формат KML був розроблений

компанією Google для використання в програмах Google Earth і Google Maps. Формат KML дозволяє створювати, редагувати і відображати різноманітні об'єкти на земній поверхні, такі як точки, лінії, полігони, моделі, зображення і т.д. Формат KML базується на мові XML і має відкриту специфікацію, що сприяє його сумісності з різними програмами і платформами.

- Esri Shapefile – це векторний формат, що складається з кількох пов'язаних файлів, які містять геометрію та атрибути об'єктів. Цей формат широко використовується в ГІС-програмах та підтримується багатьма інструментами. Однак він має деякі обмеження, такі як максимальний розмір файлу 2 ГБ, відсутність підтримки кривих Безьє та обмежений набір типів даних.

- GeoJSON - це векторний формат, що базується на JSON (JavaScript Object Notation), який легко читається людиною та машинами. Цей формат добре підходить для веб-картографування та обміну даними через Інтернет. Він підтримує різноманітні типи геометрії, такі як точки, лінії, полігони, мультиполігони тощо. Однак він може бути неефективним для великих наборів даних, оскільки вимагає багато тексту для кодування координат.

- GeoTIFF - це растровий формат, що зберігає геопросторову інформацію разом з піксельними даними у стандартному форматі TIFF (Tagged Image File Format). Цей формат популярний для зображень супутникової та аерофотозйомки, цифрових моделей рельєфу та інших типів растрових даних. Він підтримує різні методи стиснення, що зменшують розмір файлу без втрати якості. Однак він не підтримує векторну графіку або атрибутивну інформацію.

У залежності від поставлених завдань або потреб користувача можуть бути використані й інші формати файлів, наприклад, CSV (Comma-Separated Values), який може містити географічну інформацію у вигляді координат, а для обміну географічними даними можна використовувати WKT (Well-Known Text) та WKB (Well-Known Binary) формати.

WKT використовує текстове представлення геометричних об'єктів, таких як точки, лінії, полігони тощо. WKB використовує бінарне представлення тих самих об'єктів, що займає менше місця та швидше обробляється. Обидва

формати підтримуються багатьма геоінформаційними системами, такими як QGIS, ArcGIS, PostGIS та іншими.

Формат обміну MapInfo (MIF/MID) – це формат файлів, який зазвичай використовується в програмному забезпеченні географічної інформаційної системи (ГІС), включаючи MapInfo Professional. Він призначений для обміну просторовими даними між різними ГІС-платформами та додатками. Файли MIF зберігають векторні дані, такі як точки, лінії та багатокутники, тоді як файли MID містять дані атрибутів, пов'язані з просторовими об'єктами. Формат MIF/MID забезпечує простий і гнучкий спосіб зберігання та обміну геопросторовою інформацією, що робить його широко використовуваним у галузі ГІС [18].

При розробці карт ключовим питанням завжди є висока якість зображення при збереженні хорошої продуктивності. Одним із способів покращення якості відображення є використання шарів базових карт, кожен з яких відображає певний тип даних, наприклад, рельєф, клімат, населення тощо. Шари можуть бути перекладені один на одного, щоб створити комплексне зображення. Різні за призначенням шари наведені схематично на рис.1.4.

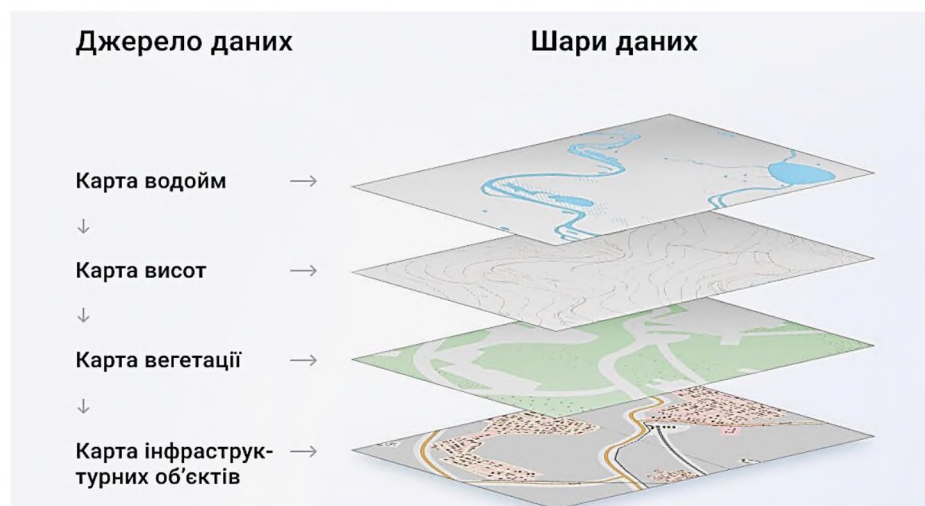


Рисунок 1.4 – Приклад змістовних шарів інтерактивної карти [19]

Основним шаром виступає так звана базова карта ГІС (класична супутникова карта). За базову може бути використаний будь-який шар. Шари

базової карти забезпечують структуру, де відображається динамічна оперативна інформація. Оскільки шари базової карти відносно статичні і часто не змінюються, їх відображення може бути обчислено один раз і потім використовуватися багаторазово. Зображення шару базової карти обчислюється при першому перегляді області у певному масштабі. Це зображення викликається при повторному перегляді цієї області за того ж масштабу карти.

У спеціальних програмах можна створювати карти, на яких дані динамічно відображаються, щойно вони оновлюються, тому при прийнятті рішень важливо посилатися на найновіші дані. Можливо використовувати геокодування, щоб перетворити свої адреси на точки на карті та налаштувати мультимодальні маршрути. Інтерактивні карти створюють захоплюючий досвід, який переносить карти зі статичного вигляду на можливість для користувачів. Покращені деталі та нові перспективи впливають із карти, коли ви збільшуєте масштаб, шукаєте та взаємодієте з даними.

Різні ГІС використовують різні формати та стандарти для збереження та відображення шарів електронних мап. Так, ГІС ArcGIS використовує формат `shapefile` для збереження векторних даних, а ГІС QGIS - формат `GeoJSON`. Також різні ГІС можуть мати різну кількість та набір шарів, які доступні для користувача. Наприклад, ГІС Google Maps має шари для дорожньої мережі, супутникових знімків, рельєфу та 3D-моделей будинків, а ГІС OpenStreetMap - для дорожньої мережі, громадського транспорту, велосипедних маршрутів та історичних пам'яток. Особливості шарів електронних мап у різних ГІС залежать від цілей та можливостей кожної системи. Користувачам слід обирати ГІС, яка найкраще відповідає їх потребам та інтересам.

У контексті завдань територіальних громад та комплексних планів просторового розвитку геоінформаційні системи розглядаються в чотирьох позиціях:

1. Продукт – певна інформаційна система, яка призначена для збору, аналізу, зберігання, виведенні та розподілі геоданих і пов'язаної з ними інформації.

2. Прикладне програмне забезпечення зі специфічним набором інструментів і спеціальних функцій.

3. Джерело або приймач даних.

4. Середовище аналізу та прийняття рішень, яке відбувається поетапно з опрацюванням даних: збір та опрацювання, редагування даних; аналітика й візуалізація результатів обраним способом; прийняття рішень [20-21].

Шляхи впровадження ГІС в органах місцевого самоврядування розроблялися науковцями і практиками в різних країнах, оскільки використання саме цих систем є необхідним для врахування всіх аспектів діяльності ТГ: агросектор, розміщення виробничих потужностей, логістичні ланцюги, екологічні зони та багато іншого [22]. Враховуючи мікрорівень територіальної громади, перспективи використання ГІС надають можливість не лише будувати актуальні карти та регулярно їх оновлювати, але й придатні для вирішення інших задач: виокремлення геопросторових даних з географічних об'єктів, інтеграція різних баз даних (географічна, економічна, медична, інфраструктурна, соціально-демографічна тощо), візуалізація геопросторової статистичної аналітики за рахунок поєднання різних джерел надходження даних (опитування, статистика, растрові знімки), підключення до систем штучного інтелекту тощо.

Висновки до розділу 1

В Україні продовжується адміністративно-територіальна реформа та інші зміни в місцевому самоврядуванні. Перед новоствореними об'єднаними територіальними громадами поставлені масштабні та трудомісткі завдання – завершити до 2025 р. розроблення комплексних планів просторового розвитку. Зміст таких планів згідно чинного законодавства базується на багатьох типах просторових даних, обробка яких може відбуватися виключно із застосуванням сучасних геоінформаційних технологій та систем – ГІС. Основним продуктом візуалізації роботи з геоданими є електронні карти, які завдяки удосконаленому

інструментарію, можуть бути надзвичайно інформативним, інтерактивними, якісними, динамічними.

Електронне картографування – це процес створення, редагування, аналізу та візуалізації географічних даних за допомогою комп’ютерних технологій. Електронне картографування дозволяє ефективно збирати, зберігати, обробляти та поширювати просторову інформацію про різноманітні об’єкти та явища. Електронне картографування має широке застосування в науці, освіті, управлінні, плануванні, навігації та інших сферах діяльності людини. Напрямок подальшого дослідження в цій роботі є аналіз можливостей та порівняльних характеристик відомих ГІС, обґрунтування вибору для роботи й рекомендування ТГ доступних систем, розроблення послідовності нанесення на інтерактивні карти геоданих на прикладі кількох ТГ Полтавської області.

РОЗДІЛ 2

АНАЛІЗ ІНСТРУМЕНТАРІЮ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ТА МЕТОДІВ ВИКОРИСТАННЯ В АУДИТІ ЗЕМЕЛЬНИХ РЕСУРСІВ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД

2.1 Програмно-інформаційне забезпечення робіт при розробленні комплексних планів просторового розвитку територіальних громад

У відповідності до визначених мети і завдань щодо розроблення комплексних панів просторового розвитку територіальних громад (див. розділ 1), в даній роботі розглядаються особливості, методи та обрані для аналізу геоінформаційні системи для формування алгоритмів повного аудиту земельних ділянок. Останні виступають предметом дослідження разом із всіма атрибутами та законодавчими актами, що регулюють майнові права та призначення ділянок [23-24].

За визначенням «Земельна ділянка – це частина земної поверхні з встановленими межами, певним місцем розташування, з визначеними щодо неї правами [23]». У більш розгорнутому трактуванні інформація про земельну ділянку має включати не лише фіксовані межі, координати розташування, але й природні властивості, правовий та господарський стан, інші характеристики (рис. 2.1).



Рисунок 2.1 – Набір обов'язкових атрибутів земельних ділянок

В електронному вигляді всі земельні ділянки мають ідентифікуватися за кадастровим номером – одним із обов’язкових атрибутів. Згідно з Державним земельним кадастром, «... кадастровий номер земельної ділянки - індивідуальна, що не повторюється на всій території України, послідовність цифр та знаків, яка присвоюється земельній ділянці під час її державної реєстрації та зберігається за нею протягом усього часу існування [23]». Інші важливі терміни та положення щодо взаємодії з Державним земельним кадастром наведено в додатку Б. На підставі цього закону відбувається взаємодія з державною геоінформаційною системою – Публічною кадастровою картою України (ПККУ), яка містить дані про всі ділянки, які включені до земельного кадастру України [25]. До таких ділянок (назвемо їх кадастровими ділянками) відносять всі землі сільськогосподарського призначення, а також ті ділянки, що передані в особисте користування, розташовані в межах або за межами населених пунктів. Карта відкрита з 01 січня 2013 р. і стала значним досягненням у сфері земельних відносин. Така комп’ютеризована кадастрова система дозволяє скоротити операції з землею та підвищити гарантії власності на землю.

На час військового стану в Україні (уведено з 24.02.2022 р.) ПККУ тимчасово закрита від вільного доступу, однак, вона працює як система для зареєстрованих користувачів. Карта наповнюється новими даними, вирішує свої технічні завдання супроводу адміністративно-територіальної та земельної реформ. Основні функції ПККУ:

- перевірка наявності земельної ділянки в Державному земельному кадастрі (ДЗК);
- виявлення помилок і невідповідностей при відображенні земельних ділянок;
- виявлення ділянок без кадастрового номеру та формування заявки на присвоєння (для ділянок з державним актом до 2004 р.);
- отримання офіційних довідок ДЗК.

Загальний інтерфейс ПККУ на момент її роботи у відкритому доступі наведено на рис. 2.2.

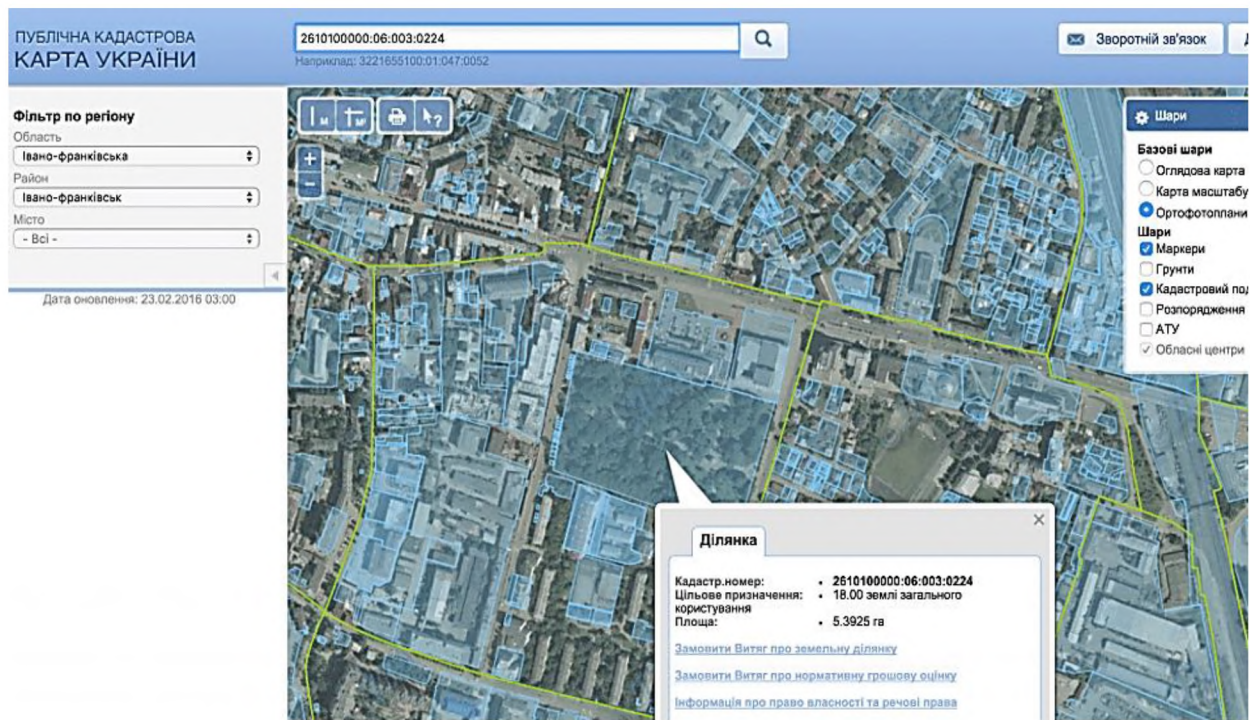


Рисунок 2.2 – Вигляд інтерфейсу державної ПККУ з пошуком довільної ділянки

При наявності ділянки в ДЗК ділянка буде відображена на публічній карті, а також доступні відомості про кадастровий номер ділянки, форму власності, код цільового призначення, площу ділянки (в га). Так, на прикладі показано ділянку загального користування (за кодом 18.00) з площею 5,3925 га. У правій частині відображені шари, які можуть перемикаати режим відображення ПККУ (рис. 2.3).

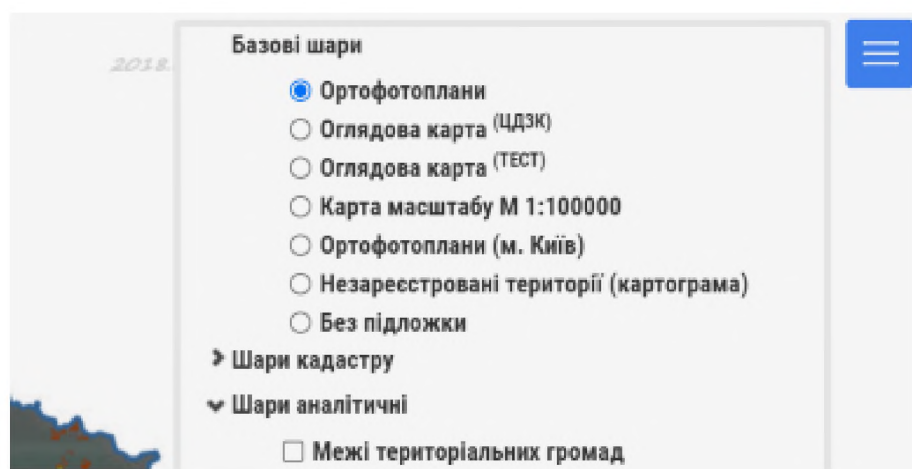



Рисунок 2.3 – Перелік опцій (види шарів) для вибору способу відображення інформації на ПККУ

Користувач може обрати інформацію з одного з базових шарів та розгорнути додаткові шари кадастру, аналітичні. Інформаційні функції кожного базових шарів наведено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Зміст інформації на ПККУ в залежності від обраного шару

Назва шару на ПККУ	Інформація, що буде відображена в обраному шарі
Ортофотоплани (супутник)	Шар, який відображає ортофотоплани – супутникові знімки масштабу 1:10000, містить відомості Державного земельного кадастру щодо картографічної основи ДЗК.
Оглядова мапа (ЦДЗК)	Відображає оглядову мапу України (шар підготовлений у рамках виконання бюджетної програми 2012 року про створення автоматизованої системи Державного земельного кадастру), не містить відомостей ДЗК та призначений для зручності навігації під час пошуку та перегляду інформації.
Оглядова карта (Тест)	Шар, який відображає докладну та безкоштовну карту України, створений на підставі відкритих даних міжнародного веб-картографічного проекту OpenStreetMap. Шар редагується, оновлюється, доповнюється та підтримується адміністратором Державного земельного кадастру.
Ортофотоплани (м. Київ)	Шар, який відображає ортофотоплани, виготовлені в рамках договору між Центром ДЗК та комунальним підприємством «Київський інститут земельних відносин» від 09.04.2014 № 1400990100008. Шар не містить відомостей ДЗК і призначений для зручності навігації при пошуку та перегляді інформації;
Незареєстровані території (картограма)	Шар територій за межами населених пунктів, інформація про які не внесена до автоматизованої системи Державного земельного кадастру. Площа незареєстрованих земель розрахована на розрізі місцевих рад. Шар має інформаційний характер.

Окрім наведених у табл. 2.1 варіантів представлення карти, можна взагалі відмовитися від шарів і вибрати  Без підложки. Не зважаючи на низку переваг, як будь-який інструментарій, ПККУ не досконала і має певні недоліки, помилки. Наприклад, ділянка не знайдена за пошуком при уведенні існуючого кадастрового номеру (рис. 2.4), або конфігурація ділянки має розбіжності з реальним об'єктом, або її межі перетинаються з межами іншої ділянки. Також відмічається помилкове місцезнаходження, частина ділянки перетинається з водним об'єктом, дорогою тощо. Всі перелічені помилки потребують виявлення та виправлення шляхом подавання електронних заявок до відповідних органів Держгеокадастру на розгляд.

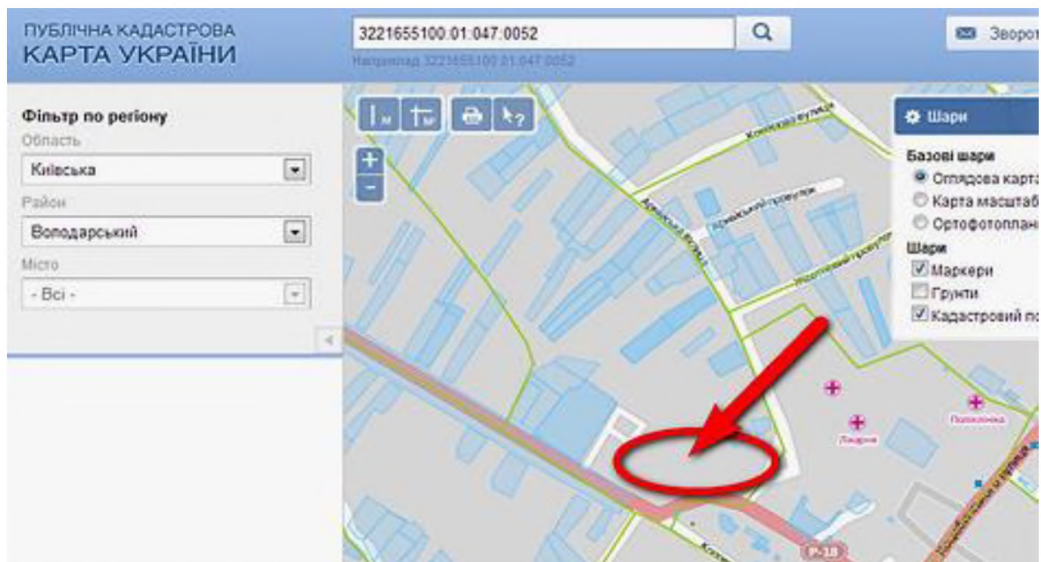


Рисунок 2.4 – Приклад помилки на ПККУ «Ділянку не знайдено»

Таким чином, ПККУ є зручним інструментом загального користування та виявленні й подання інформації про земельні ділянки, але не задовольняє сповна потреби ТГ при формування комплексних планів просторового розвитку, оскільки відображує лише статичну інформацію. Зміни відбуваються повільно, тоді як потреби громад в якісному аудиті земельних ділянок на тлі реформ доволі високі: у комунальну власність територіальним громадам мають бути передані в розпорядження великі масиви земель с/г призначення і від того, наскільки якісно буде проведено аудит земельного банку, залежить подальше наповнення бюджету і планування сталого розвитку.

Ознайомлення зі стратегіями перспективного розвитку міських та селищних ТГ різного розміру й географічного розташування показало, що більшість із них ставлять у пріоритеті досягнення інвестиційної привабливості, мають плану на розвиток і розбудову територій, умов життя громадян, покращення екології, забезпечення громади ресурсами та багато іншого [26, 27]. Серед першочергових цілей вказують необхідність проведення повної інвентаризації та оцінки земель, розробку генеральних планів міст і сіл з подальшими сценаріями розвитку промислових зон, соціальної інфраструктури.

2.2 Визначення алгоритму дій та змісту робіт при підготовці комплексних планів просторового розвитку територіальних громад

У процесі розроблення комплексного плану інвентаризуються ресурси громади, земельні, лісові, водні, надра, що є однією з передумов їх ефективного та раціонального використання. В результаті – розкриваються нові можливості та потенціал громади, відбувається економічне зростання та збільшення дохідної частини місцевих бюджетів [28]. Для досягнення результатів і підготовки до роботи в умовах ринку землі громадам пропонується розроблений певний алгоритм дій, схематично представлений блок-схемою на рис. 2.5.

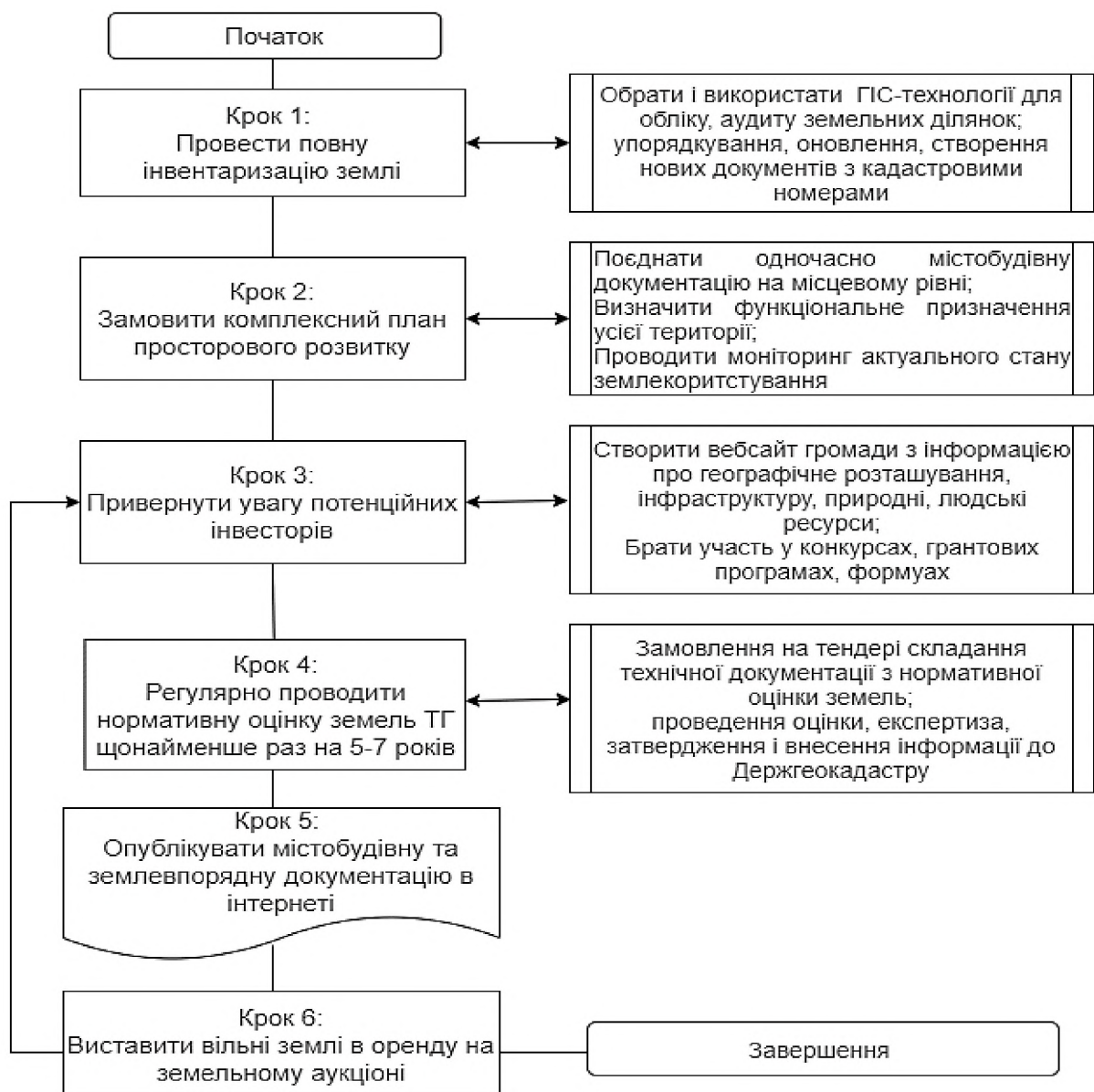


Рисунок 2.5 – Алгоритм дій з підготовки до ринку землі в кожній ТГ

Розроблення алгоритму дій в якості пропозиції для територіальних громад базувалося на вивченні роботи міських і селищних рад, аналізуванні матеріалів, що викладені на офіційних вебсайтах, а також під час виробничої практики. Як видно (див. рис. 2.5) розв'язання великої комплексної задачі вкладається в цілком зрозумілу за змістом і призначенням кількість послідовних кроків. Кожний етап (крок) займає певну кількість часу та супроводжується проміжною результативною діяльністю (блоки підпрограм на блок-схемі). Зрештою, планується досягти завершення реформування та перейти до планового (сталого) розвитку громади. Вивчення досвіду з низки громад показує, що дійсно початковим етапом є робота з документами та відомостями про земельні ділянки, залучення ГІС-технологій [29]. Початок такої роботи відбувається, як правило, на тлі типової проблеми – розрізненість програм та відсутність оперативного доступу до потрібних відомостей, оскільки джерелами даних виступають і ПККУ, і сторінка Державного земельного кадастру, паперові документи, які звіряються в двома попередніми системами, або ж Excel-документ. На рис. 2.6 наведено фото паперового документа про земельну ділянку, яких залишається в безлічі селищних громад, де ведеться облік ділянок різного призначення.

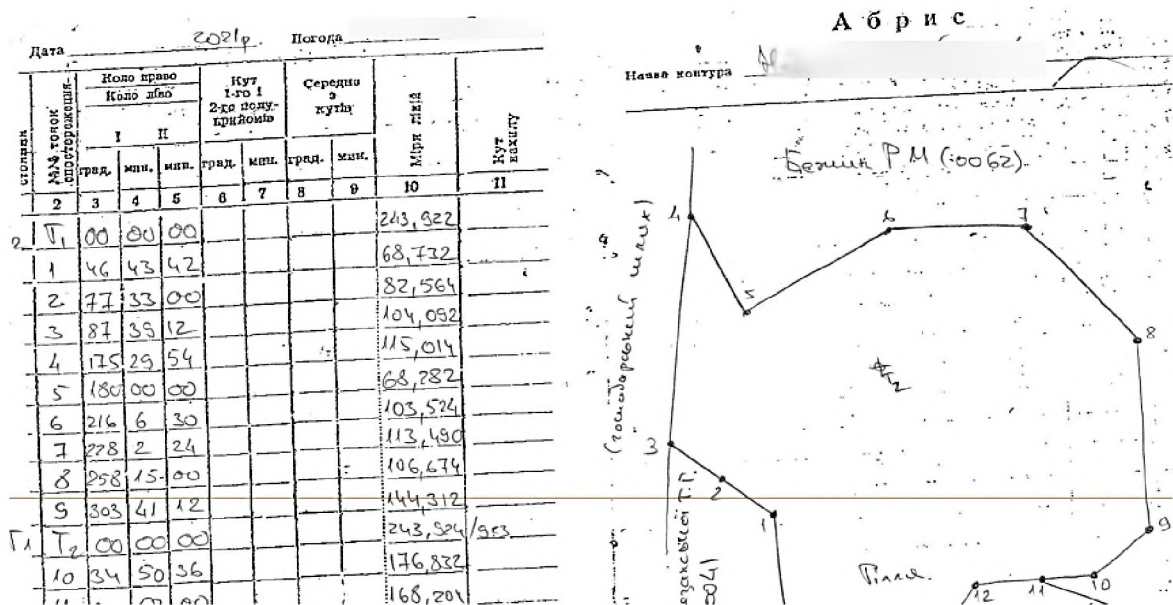


Рисунок 2.6 – Вигляд паперових документів про розташування й площі земельних ділянок у роботі землевпорядників

Створення проміжних баз даних у вигляді списків Excel не вирішує проблему, оскільки кінцевим місцем збереження документу має бути ПККУ і ДЗК. Отже, для отримання результативної діяльності є використання спеціальних ГІС-технологій, за яких перенесення даних відбувається у спеціальних форматах (див. п.1.3), а також безпосередньо вибір спеціального програмного забезпечення для роботи з даними про землю. Враховуючи, що ПККУ не лише закрита на невизначений термін, але й має суттєві недоліки в самій базі даних об'єктів, то кожна громада веде пошук альтернативних/додаткових інструментів.

Використання інтерактивних електронних карт веде за собою динамічну візуалізацію новітніх цифрових карт, які можна створювати за допомогою моніторів та спеціальних системних програм. За допомогою електронної карти збільшується ефективність та зорове розуміння сукупної інформації про об'єкт у цифровій формі. Система електронної карти зроблена таким чином, що вона має багатокомпонентну модель реальності. Обробка шарів може виконуватися за допомогою інтерактивного та автоматичного інструментарію. За допомогою системи фільтрів при знаходженні певного шару спеціалізована система виконує переміщення за записує цей фрагмент до власної бази даних. Є режим, в якому забороняється перегляд та обробка шару. Таким чином, в системі електронної карти використовується багат шарова організація, в основі якої лежить гнучке управління, за допомогою якого відбувається об'єднання, щоб відобразити велику кількість значимої інформації.

Інтерактивна карта – це варіаційний вебдодаток, за допомогою якого можливе створення, редагування та перегляд. Для створення інтерактивної карти потрібне підключення до інтернету та звичайного веббраузера [30]. Представлення електронних карт можливо у двох режимах: це режими навігації, тобто знімків супутника у реальному часі, або створення звичайного електронного атласу, тобто звичайної карти.

2.3 Порівняльні характеристики популярних геоінформаційних систем та інструментарію для обробки даних про земельні об'єкти громад

На першому етапі досліджень були проаналізовані алгоритми збору даних та візуалізації земельних ділянок на прикладі території Полтавської області. Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити наступні задачі:

1. Виконати аналіз характеристик програмного забезпечення.
2. Визначити сервіси для візуалізації географічних об'єктів.
3. Синтез алгоритму візуалізації векторних об'єктів інтерактивної карти.
4. Розробити рекомендації щодо практичної реалізації запропонованого алгоритму.

Для створення і обробки бази даних використовувалася СУБД MS Access. Імпорт первинних даних поводився з електронних таблиць MS Excel. В якості програмного забезпечення геоінформаційних технологій (ГІС) розглянуто дві системи: Google Earth і Soft.Farm. Google Earth включає в себе такі можливості, як супутникові знімки та геоінформаційні системи [31]. Робоча область та панель інструментів показано на рис. 2.7.

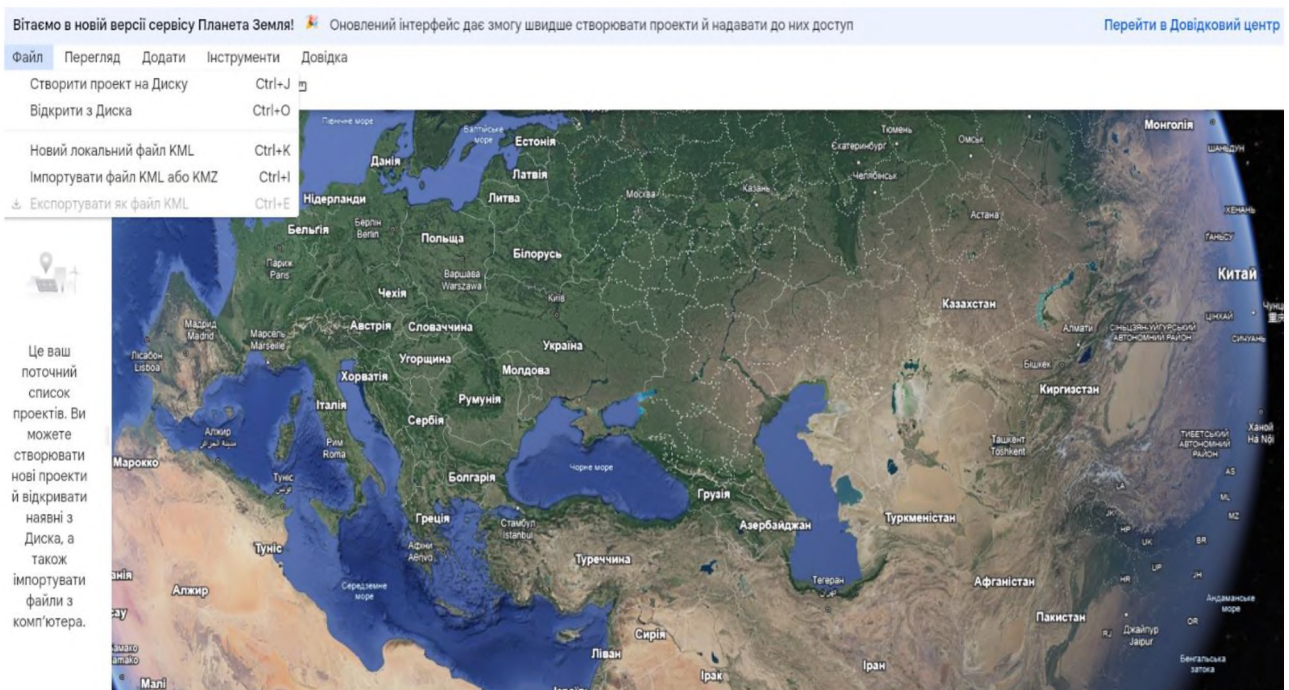


Рисунок 2.7 – Вигляд стартового вікна сервісу Google Earth на початку роботи

У глобальній базі даних програми Google Earth зберігаються мільйони знімків супутникових зображень кожної ділянки Землі. За допомогою цих зображень можливо переглядати певну місцевість у реальному вигляді. За допомогою інструментів Google Earth можна виконати наступні завдання на потребу користувача:

- підключення детальної інформації про населені пункти та водоймища;
- нанесення на інтерактивну карту своїх міток, шляхів та обведення певної місцевості лініями.
- при обведенні об'єкта є можливість задавати колір лінії, підпис та опис місця.

Приклад уточнення границь за допомогою карти і опису даних в Google Earth наведено на рис. 2.8.

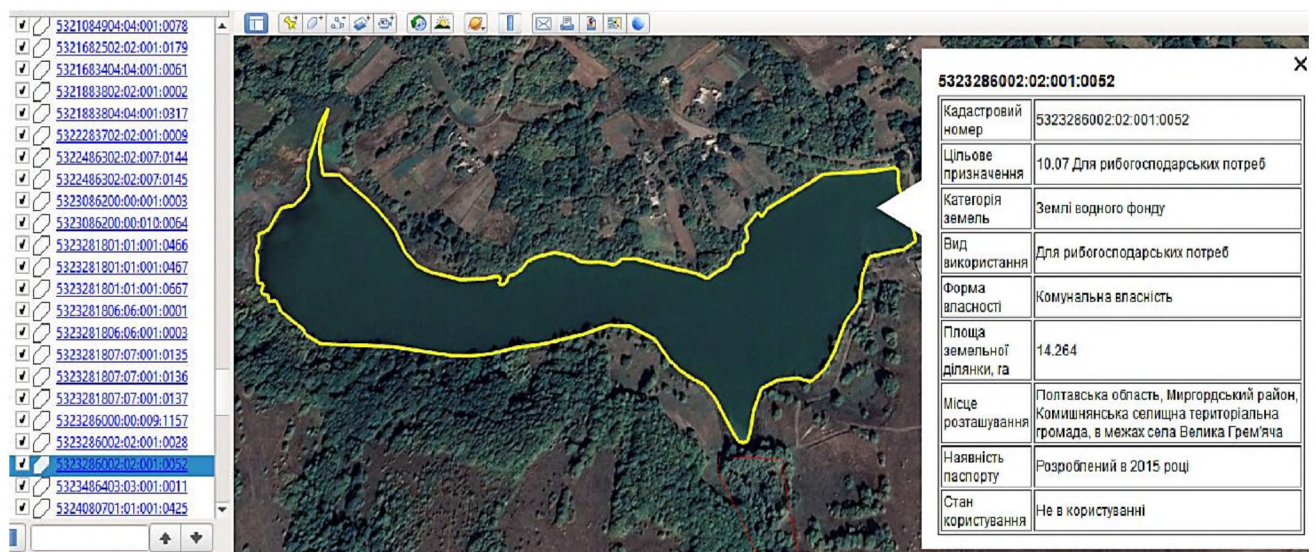


Рисунок 2.8 – Приклад розробки опису даних в Google Earth

Інструментарій сервісу призначений для уточнення меж обраного об'єкту (земельної ділянки, водного об'єкта або ін.), налаштування візуальних ефектів (товщини ліній, заливки), способів збереження проєктів (на е-диск або в KML-формат). Приклад використання сервісу зі створення нового проєкту показано на рис. 2.9. разом із меню для роботи з об'єктом на карті.



Рисунок 2.9 – Приклад створення нового проекту в Google Earth

Однак, як було зазначено в розділі 1, перелік інструментарію, який може бути залучений до розв’язання завдань зі складання планів просторового розвитку, має набагато ширший асортимент. Це дає змогу обрати оптимальні системи для роботи із врахування витрат чи інших параметрів.

Однією з альтернативних програм для створення географічних об’єктів є Soft.Farm – сучасне хмарне IT-рішення для агровиробників [32], яке дає можливість об’єднати дані в один формат. Серед інструментів цієї інформаційної системи, які впроваджені для контролю різних показників є:

- агротехнологія;
- спутникові знімки;
- агроскаутинг;
- метеоспостереження;
- картограми [33].

У веб-додатку є інструменти, за допомогою яких розробляється чіткий контур, записується назва кадастрового номеру, площа даного об’єкта, після чого лініями обводиться об’єкт. Система використовує веб-сервіс Google який

має цифрову карту земельних об'єктів, що знаходяться у реальному часі. За допомогою кадастрової карти в Soft.Farm можливо з легкістю переглянути орендовані ділянки на електронній мапі полів будь-якого аграрного підприємства. Приклад наведено на рис. 2.10.

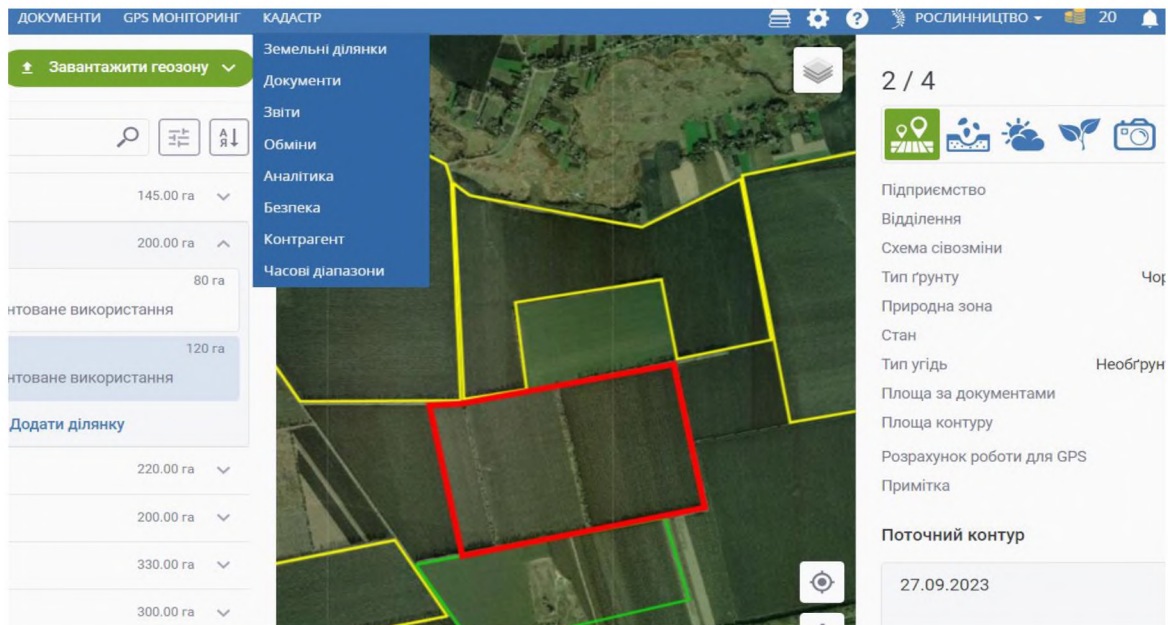


Рисунок 2.10 – Приклад обведеного контуру земельних ділянок у Soft.Farm

Основною метою уточнення контурів полів та їхньої площі є створення технологічних карт робіт згідно виробничих ланів та проведення економічних розрахунків та аналітики. В такому напрямку даний інструментарій інтерактивних карт є незамінним при розрахунку польових робіт і дає можливість розрахувати обсяги й вартість використання транспорту, трудомісткість, витрати на одиницю площі посівного матеріалу, палива, засобів захисту рослин, мінеральних добрив тощо.

Якщо підприємство використовує підписку на доступ до кадастрових реєстрів, то на зображенні можна побачити також кадастрові номери та їх стан на даний момент. Якщо поряд з кадастровим номером є зелена смужка, то це означає, що вся інформація про кадастровий номер занесена до бази даних та відмічена на карті. Якщо поряд із кадастровим номером є сіра смужка то інформація відсутня. Інформація кадастрових ділянок зберігається у форматі

KML, що дає змогу використовувати дану карту в інших програмних забезпеченнях (рис. 2.11).

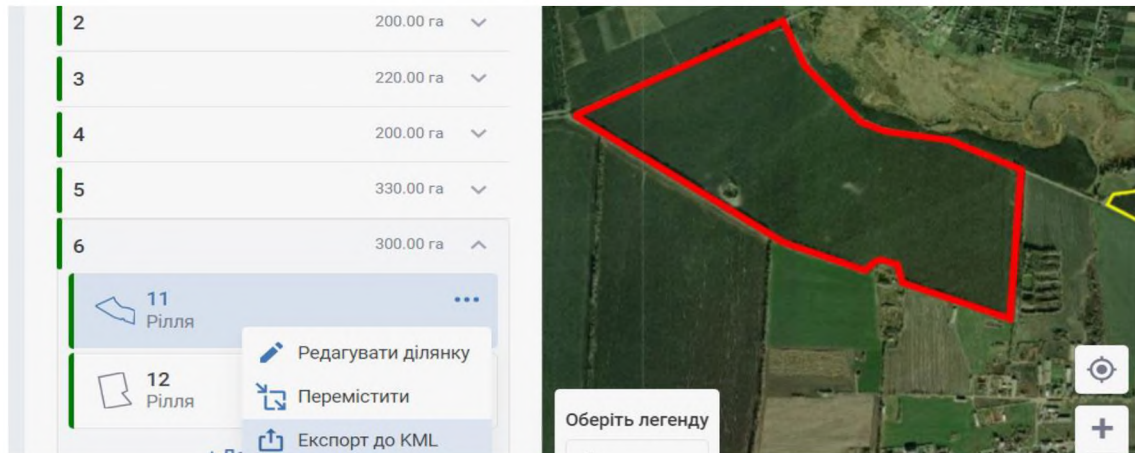


Рисунок 2.11 – Вибір ділянки для експорту даних у Soft.Farm

Збереження повної інформації про ділянку в файл формату KML дає можливість завантажити ці дані у будь-який інший додаток, оскільки це спеціальний формат для геоданих. Порівняльні характеристики двох названих систем представлені в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Порівняння систем для створення інтерактивних карт

Назва системи	Ключові можливості і переваги використання	Системні вимоги до програми
Google Earth	<ul style="list-style-type: none"> – програма є безкоштовною для використання; – має можливість перегляду місцевості більш детально; – для роботи з об'єктом можливість використовувати величезні шари даних; – дана програма оновлюється за допомогою інтернету.; – дозволяє перегляд місцевості за допомогою 3d моделювання; – можливість ведення інформації за допомогою мови html; – змога виділення об'єкта за допомогою кольорів. 	<ul style="list-style-type: none"> – ОС Windows 7 або новіша; – ОС Mac X10 або новіша; – Ubuntu 14Fedora 23 (або еквівалент);
Soft.Farm	<ul style="list-style-type: none"> – програма має безкоштовні модулі та частково функціонал для використання; – має можливість перегляду місцевості більш детально; – можливе використання одного шару для об'єкта; – оновлення створюється автоматично через інтернет; – встановлений електронний вимірник місцевості. 	<ul style="list-style-type: none"> – Інтернет браузер Chrom або інший; – ОС Windows 7 або новіша; – ОС Linux

Згідно проведеного вивчення обох систем (див. табл 2.1) можна вважати, що інструментарій доволі зручний в частині збору і збереження інформації про геозони в загальному порядку, але має специфіку у зв'язку з призначенням систем. Google Earth використовується як базовий шар для багатьох інших спеціалізованих ГІС [34]. Soft.Farm готує і зберігає дані про земельні ділянки в контексті діяльності агропідприємств і є незамінним при дотриманні правил точного землеробства.

Значної популярності всі більше набуває нова ГІС-система Кадастр UA [35], яка стала у 2021 році бестселлером серед аналогічних продуктів [36]. Популярність пов'язана з тим, що ця ГІС виконує всі функції, які необхідні для реалізації етапів земельної реформи, що триває в рамках Закону про землю. Основні можливості системи Кадастр UA:

- Дозволяє безпосередньо на електронній мапі працювати з земельними ділянками (однією, групою, територією): обведення контурів, вимірювання площі, прикріплення файлу.
- Використання рядку пошуку ділянок за одним із параметрів: кадастровий номер, код КОАТУУ, тільки географічні координати, відомі географічні назви.
- Отримання витягів по конкретним ділянкам із різних реєстрів: доступні дані з ПККУ, НГО, ДРРП, ДЗК.
- Завантаження і збереження отриманих даних у різних форматах: таблиці (xlsx), координати (kml, geojson), документи (pdf).
- Окреме збереження історії пошуку та результатів.
- Здійснення зручного фільтрування даних з відображенням результатів на мапі.
- Можливість проводити аналітику отриманих даних за різними критеріями.

Для початку роботи в системі необхідно зареєструватися і створити власний кабінет (рис. 2.12). Для впровадження в роботу кожної громади розробник створює спеціальний аккаунт громади на платній основі.

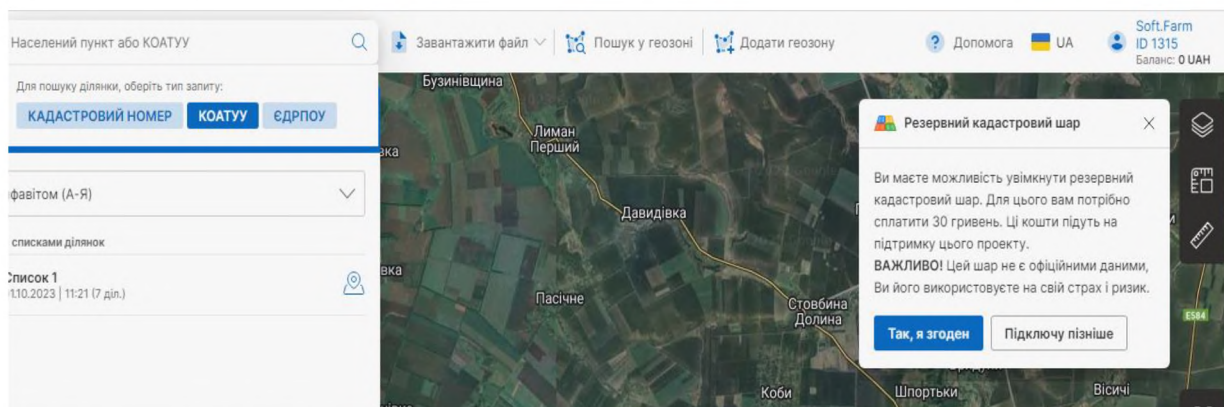


Рисунок 2.12 – Вигляд робочого простору після першого входу в систему

На сьогодні Кадастр-UA потрібен не лише землевпорядникам, але й аграріям, нотаріусам, юристам та ін. фахівцям. Тому актуальність продукту важко переоцінити. Ним зацікавилися за останні роки десятки територіальних громад різних розмірів та типів [37].

Згідно рис. 2.12, інтерфейс готовий до початку роботи, пошуку геозон за трьома критеріями: кадастровий номер, КОАТУУ або ЄДРПОУ.

Враховуючи потреби територіальних громад, проведений аналіз функцій і можливостей ГІС, які мають схожий інструментарій та призначення для роботи з геоданими, для подальшого застосування та розроблення рекомендацій щодо використання в проведенні аудиту та обліку земельних ділянок, було обрано вітчизняну систему Кадастр-UA.

Висновки до розділу 2

Підсумовуючи проведений аналіз діяльності територіальних громад у розрізі підготовки комплексних планів просторового розвитку, забезпеченість відповідною інформацією, терміни виконання поставлених завдань, розроблено кілька попередніх рекомендацій та обґрунтовано вибір дієвих інструментів сучасних ГІС-систем для сприяння виконанню завдань ТГ. Перспективний план робіт представлено у вигляді блок-схеми з описом змісту та послідовності робіт на кожному етапі. Порівняльні характеристики доступних для кожного

користувача ГІС-технологій демонструють схожість базового інструментарію для створення інтерактивних карт, обробки геоданих, виконання імпорту, експорту файлів даних відповідних форматах (KLM та інших), збереження даних ні локальних та віртуальних дисках, наявність виразних засобів оформлення та демонстрування даних.

Однією з найбільш зручних і перспективних ГІ для вирішення завдань з обліку та аудиту земельних ділянок обрано систему Кадастр-UA. У зверхальному розділі кваліфікаційної роботи залановано пояснення результатів практичного експериментування в середовищі системи та закріплення алгоритмів обробки отриманих геоданих.

РОЗДІЛ 3

ЗАСТОСУВАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ АУДИТУ ЗЕМЕЛЬНИХ ДІЛЯНОК В ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАДАХ НА ПРИКЛАДІ КАДАСТР UA

3.1 Прикладні аспекти роботи з геозонами на електронній карті та обробки даних засобами ГІС Кадастр UA

Застосування початкового (стартового) набору інструментів ГІС-технологій в середовищі системи Кадстр-UA не потребує дозволу від керівництва жодної з ТГ, оскільки використовуються дані, які є в загальному доступу реєстрів ДЗК, ПККУ. Частина даних, наприклад, державний реєстр речових прав, є закритими й доступні лише після ідентифікації особи. Ця послуга є платною в системі. Окремі дозволи та рекомендації були надані співробітниками компанії ТОВ «Кварт Софт» у межах роботи за договором про співпрацю з ПДАУ [38]. Кінцевою метою експериментальної частини було розроблення практичних рекомендацій для ефективного використання ГІС у територіальних громадах для нагальних потреб.

На початку роботи показано методи пошуку геозон за трьома критеріями: кадастровий номер, КОАТУУ або ЄДРПОУ, а також можливість пошуку геозон за допомогою вбудованого інструментарію з подальшим нанесенням шару кадастрових ділянок. Обрано довільну локацію шляхом наведення на карті в Полтавському районі в районі Терешківської ТГ (рис. 3.1). Максимальне наближення дозволяє зафіксувати екран в районі вулиці Річкова по праву сторону р. Ворскла. Обирається зручний масштаб для виділення експериментальної геозони. Поставлене завдання – проаналізувати кілька ділянок в обраній територіальній громаді на предмет наявності кадастрових номерів та задати формування списку цих ділянок. Обирається перший інструмент «Пошук у геозоні», обводиться контур експериментальної геозони на карті, прив'язаний до покажчика миші, як показано на прикладі на рис. 3.2.

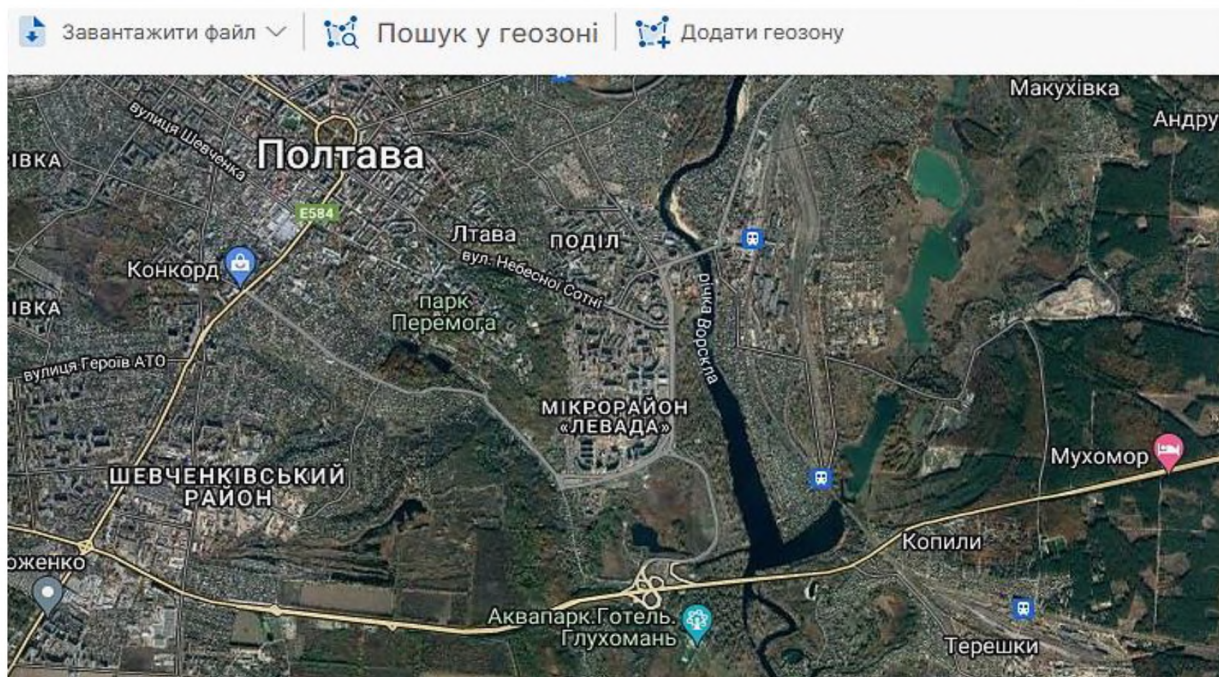


Рисунок 3.1 – Підбір області для експерименту на мапі Кадастр-УА

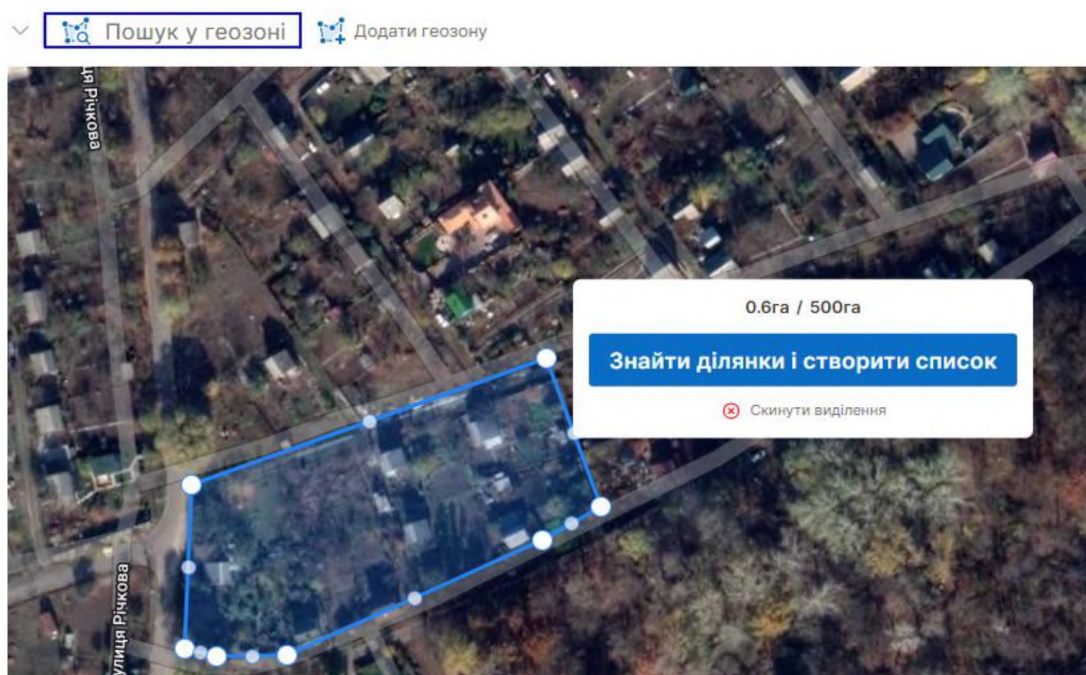


Рисунок 3.2 – Нанесення першої геозони і започаткування кадастрової ділянки

Наступним кроком стане автоматичне розбиття обведеної геозони на кадастрові ділянки. Після фіксації обведеної зони необхідно натиснути «Знайти ділянки і створити список». В обведеної області будуть автоматично виділені контури ділянок з такою площею та контурами, як це зафіксовано в існуючих кадастрових номерах. Зліва у вікні програми з'явиться список всіх ділянок з

номерами та іншими даними для аналітики (рис. 3.3), який буде збережено. Таких списків можна створити, скільки потрібно і переглядати по черзі.

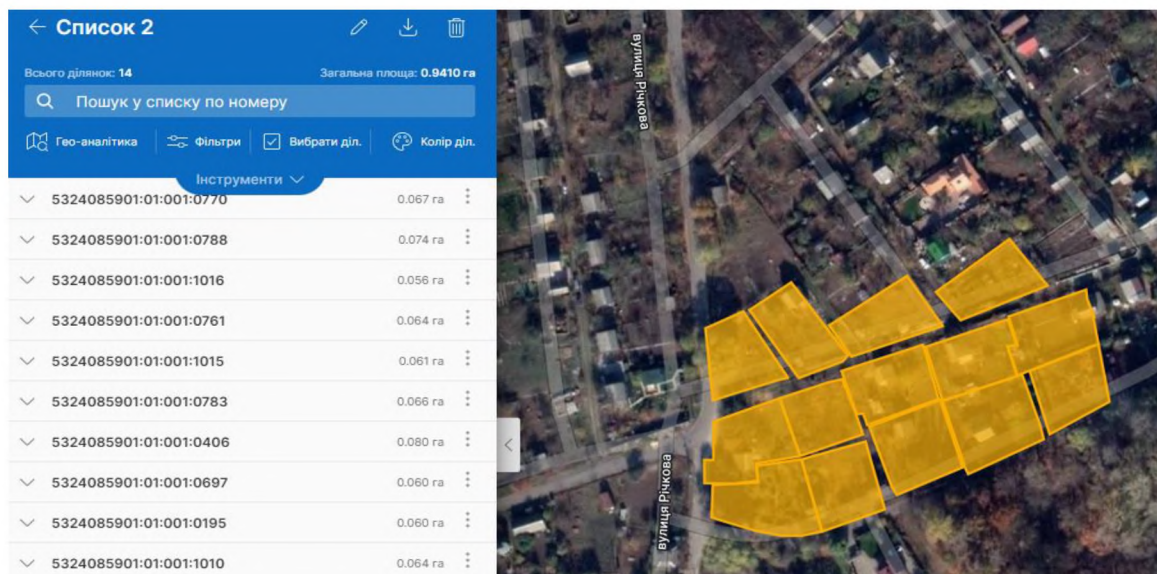


Рисунок 3.3 – Автоматичне розбиття області на кадастрові ділянки у системі

Якщо виділити одну з ділянок, то можна побачити актуальну інформацію щодо присвоєння кадастрового номеру та призначення ділянки з ПККУ (рис. 3.4).

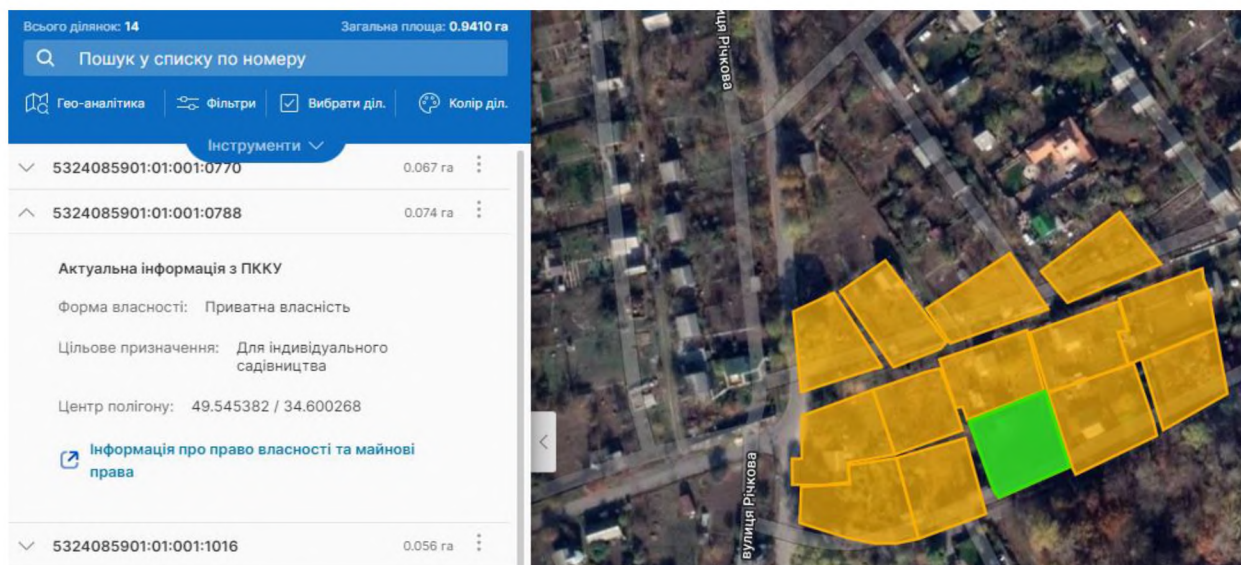


Рисунок 3.4 – Приклад отримання даних про виділену ділянку з ПККУ

Якщо перейти за посиланням (синім кольором) [Інформація про право власності та майнові права](#), то можна зайти в реєстр речових прав за умови

ідентифікації зареєстрованої особи або електронного цифрового підпису. Якщо клацнути на одній з ділянок на карті, то отримаємо відомості про обраний об'єкт за ПККУ: кадастровий номер, форма власності, цільове призначення за кодом, географічні координати. Наприклад, на рис. 3.5 виділена ділянка площею 0,0851га для індивідуального садівництва, яка перебуває у приватній власності.

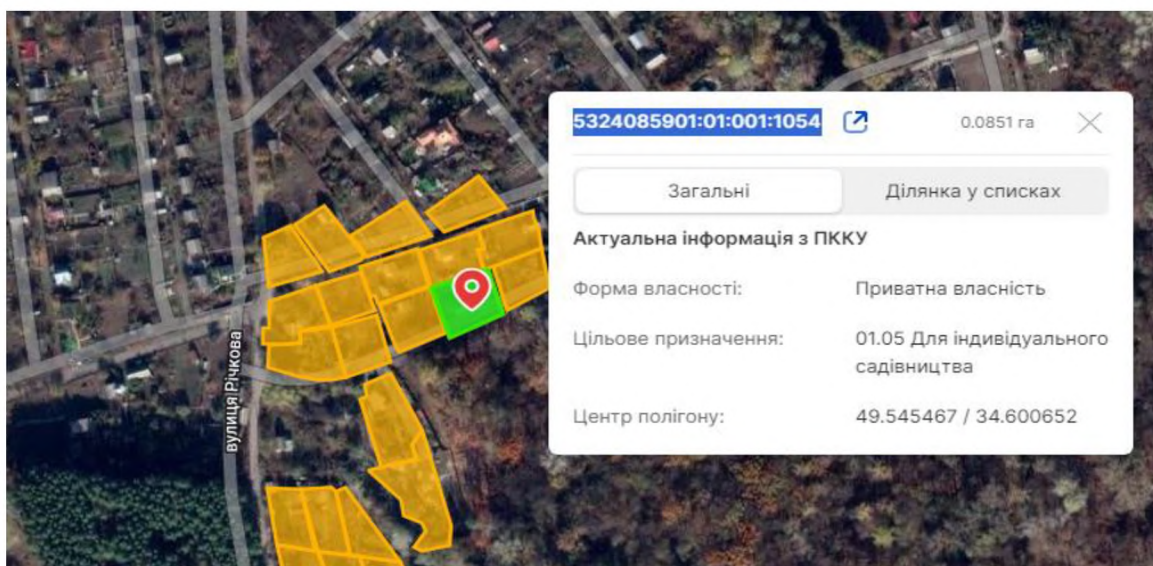


Рисунок 3.5 – Дані про окрему ділянку зі списку при виділенні на мапі

У вікні даних праворуч акцентованої ділянки (див. рис. 3.5) виділено спеціальний код КОАТУУ - Державний класифікатор об'єктів адміністративно-територіального устрою України, який є складовою частиною єдиної системи класифікації і кодування техніко-економічної та соціальної інформації. КОАТУУ розроблено відповідно до постанови КМУ №326 [39] і призначено для забезпечення достовірності, зіставленості, цілісності та автоматизованої обробки інформації у різних розрізах всіх видів економічної діяльності. Код КОАТУУ складається з кодів та назв всіх адміністративно-територіальних об'єктів України, які згруповані за ознаками територіальної спільності, історичних, економічних, географічних, етнічних і культурних особливостей. Об'єктами класифікації у КОАТУУ є одиниці адміністративно-територіального устрою України [40]. Приклад ієрархічної класифікації наведено в додатку В. Тобто, Кадастр-UA має зв'язок з усіма державними реєстрами.

За допомогою іншого інструменту «Додати геозону» за межами селища відшукуємо ділянку, придатну для обробітку та обводимо її контури. Надамо їй власну назву (рис. 3.6) і виберемо функцію «Створити кадастрову ділянку». Зліва буде створений список нових ділянок, або інша відповідь. Всі обведення можна видаляти, а також редагувати, уточнювати.

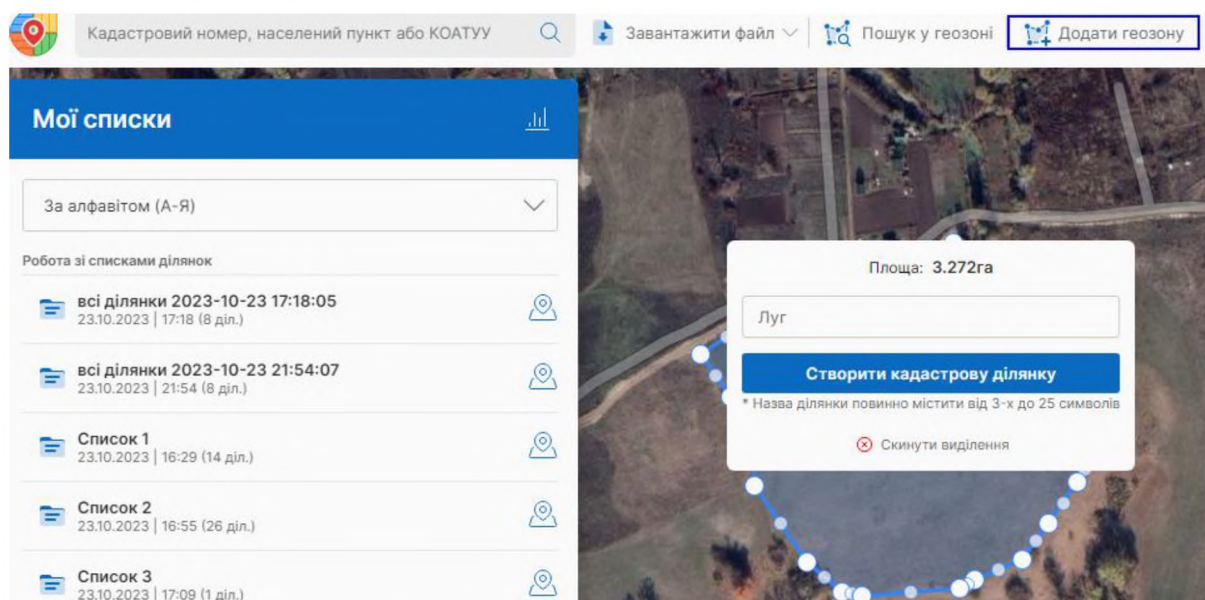


Рисунок 3.6 – Додавання нової геозони за допомогою Кадестр-UA

На проміжному етапі роботи з новою ділянкою переходимо до роботи зі списком. Справа буде виділено площу обведеної ділянки. Інших даних поки щонемає. Потрібно виконати перевірку, натиснувши кнопку «Знайти кадастрові ділянки в межах контуру» (рис. 3.7).

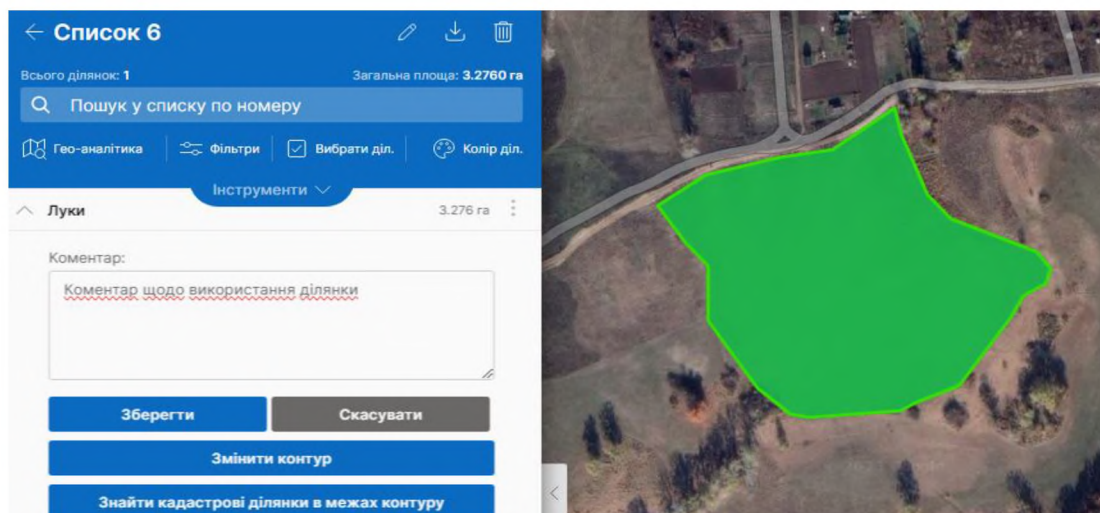


Рисунок 3.7 – Створення нової геозони в Кадестр-UA і нового списку

За допомогою ГІС на межі обведеної ділянки невідомого призначення були накладені кадастрові ділянки (загальна кількість 19) у списку 6 (рис. 3.8).

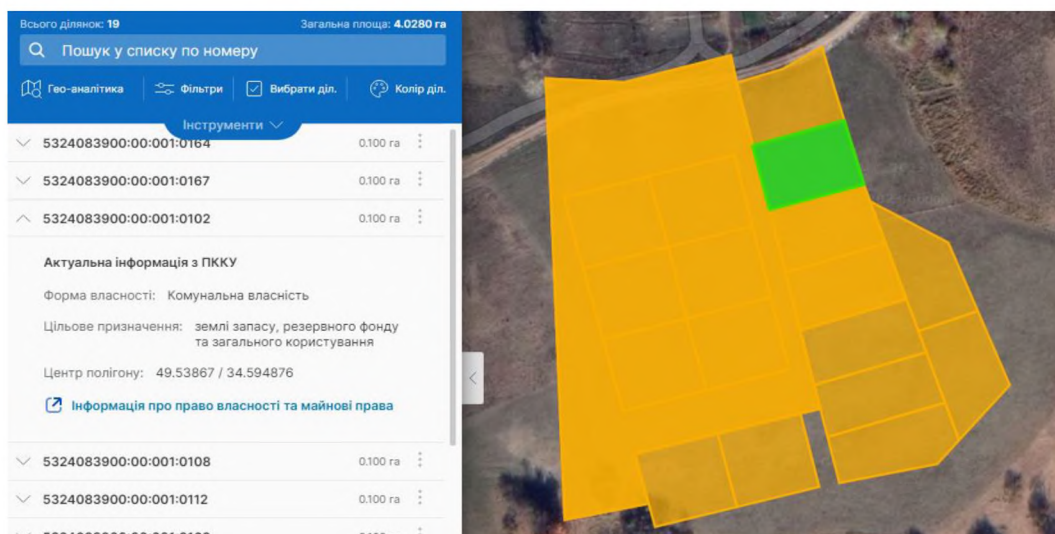


Рисунок 3.8 – Накладння кадастрових ділянок на створену геозону

Згідно даних ПККУ (див. рис. 3.8) ці ділянки складють особливий фонд громади – ділянки комунальної власності, які відносяться до загального резервного фонду й у перспективі можуть бути використані за різним призначенням для потреб громади. Якщо проробити таку роботу з багатьма ділянками в громаді, то отримаємо заповнену мапу з чіткими контурами ділянок (рис. 3.9), серед яких можна згодом виявити й такі, що не мають номерів, або вкюритстовують землі не за призначенням, або ж захоплюють додаткові угіддя.

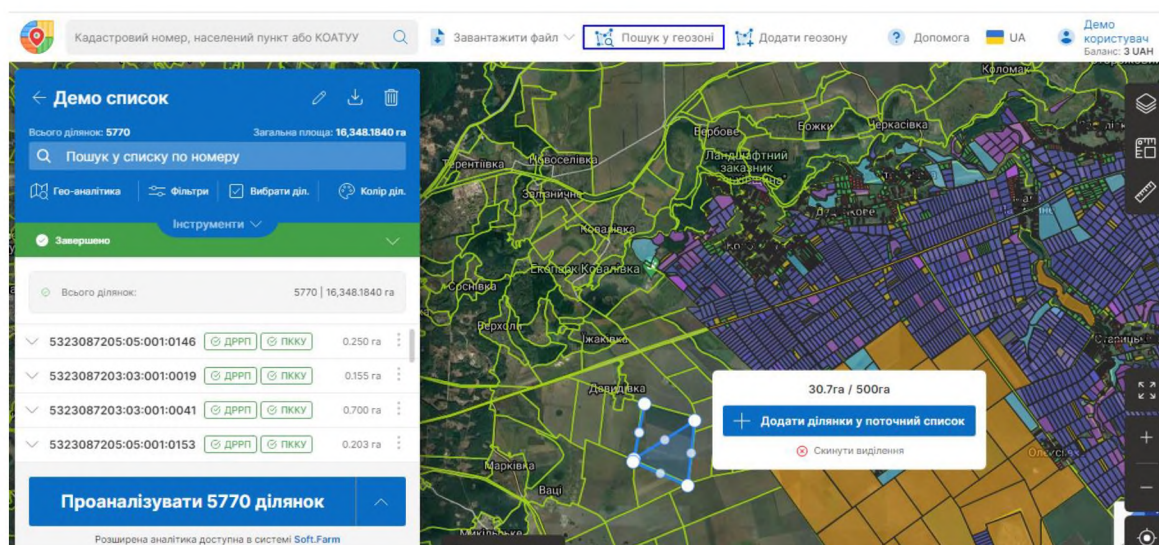


Рисунок 3.9 – Вигляд робочого простору для обліку ділянок в Кадастр-UA

Як сучасна ГІС, Кадастр-UA працює з файлами формату KML. Цей формат створений на основі стандарту XML і використовує базовану на тегах структуру з вкладеними елементами та атрибутами. Використаємо один із підготовлених заздалегідь наявних файлів, створених в агропідприємстві, яке використовує систему Soft.Farm. Такі файли можна зберігати як на електронному диску, так і на віртуальному сервері в хмарі. Можуть бути використані й інші формати.

Для імпорту даних обираємо в Кадастр UA метод «Завантажити файл», а потім тип файлу: завантажити з KML (рис. 3.10).

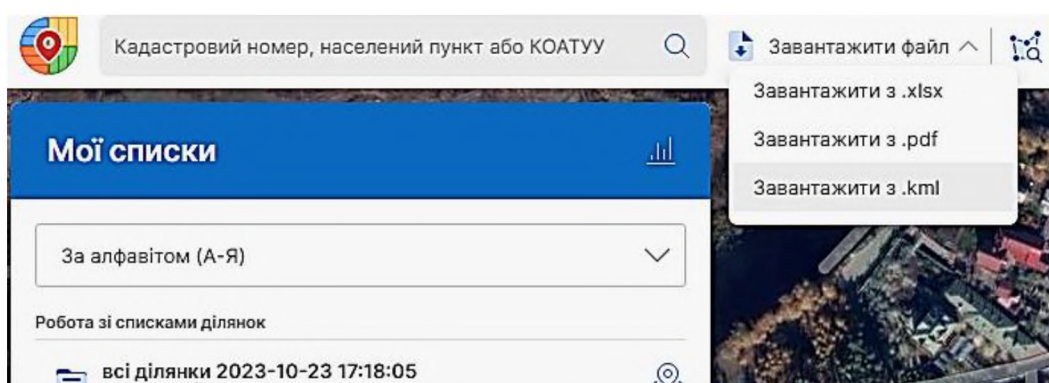


Рисунок 3.10 – Вибір варіанту роботи з геозоною – завантаження з файлу

Після збереження буде повідомлення системи про завершення імпорту (рис. 3.11).

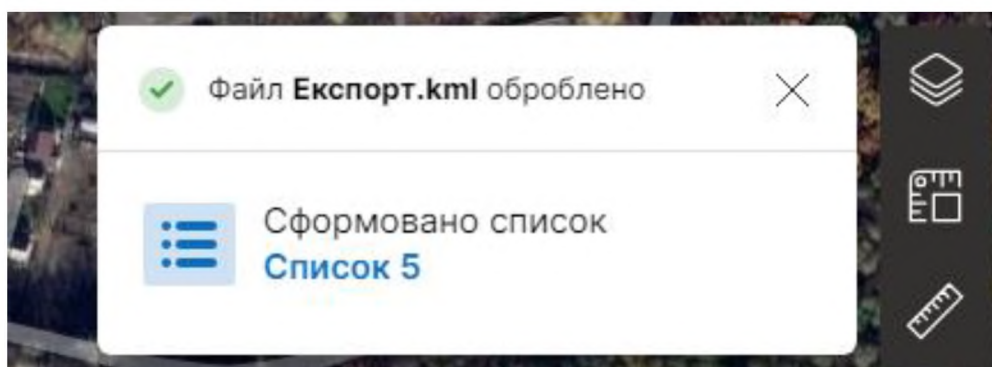


Рисунок 3.11 – Повідомлення про збереження даних із зовнішнього файлу

На цей момент місцезнаходження завантаженої геозони невідоме. Тому всі дані уточнюємо в списку. Спочатку візуаліємо звантажений файл як обведену геозону (рис. 3.12).

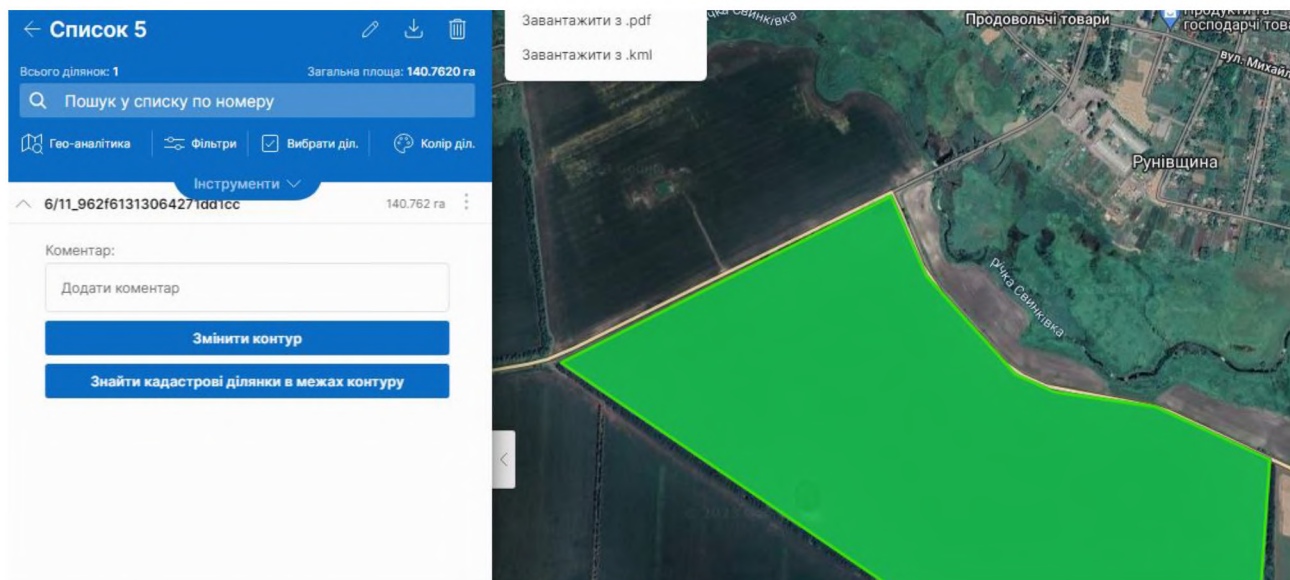


Рисунок 3.12 – Візуалізація геозони після завантаження із файлу

Після активації «Знайти кадастрові ділянки в межах контуру» отримали, наприклад, ділянку в межах одного кадастрового номеру, яка не співпала з реальним контуром (рис. 3.13). Одна з причин – обведення контуру поля в системі Soft.Farm для агровиробництва.

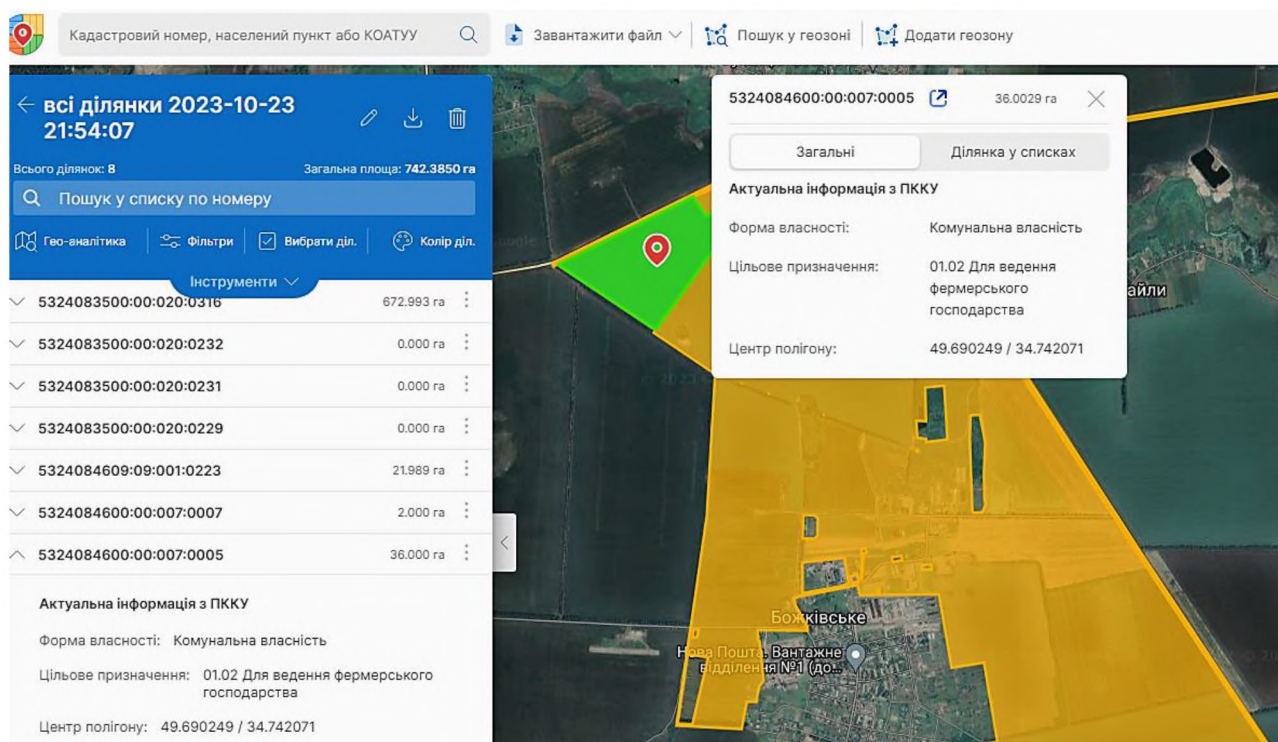


Рисунок 3.13 – Інформація про кадастри ділянок, які частково належать до імпортованої зони, та виділення окремої кадастрової ділянки

Тобто, не знаючи границь кадастру не можна було точно вказати контури того чи іншого поля, ділянки, відділення. Можуть бути варіанти й співпадіння. Дані про кадастрові ділянки згідно ПККУ виведені в списку зліва. А дані про виділену ділянку з'явилися у вікні карти.

Згідно отриманих даних видно, що ділянка використовується за призначенням: 01.02 – для ведення фермерського господарства. Взагалі, одним із важливих аспектів обробки просторових даних в ГІС є виявлення помилок та невідповідностей документування й відображення ділянок на ПККУ. Наприклад, при обведенні великої геозони можна віднайти ділянки, які можуть бути задіяні у виробництві, але не мати кадастрового номеру.

3.2 Окремі методи аудиту та виявлення проблемних земельних ділянок за допомогою геоінформаційної системи Кадастр-UA

Під час обробки даних користувач має можливість отримати дані по ділянкам згідно державних реєстрів ДРРП, ПККУ, виміряти площі виділених на мапі ділянок, звірити наявні документи, завантажити зміни про статус ділянок, виконати пошук зі списку, а також фільтрувати, проводити геоаналітику.

По-перше, однією з проблем при обліку ділянок є виявлення спірних даних. Наприклад, при створенні геозони в Терешківській громаді було виявлено список кадастрових ділянок, в якому є накладки. Кадастр UA показує такі повідомлення (рис. 3.14).

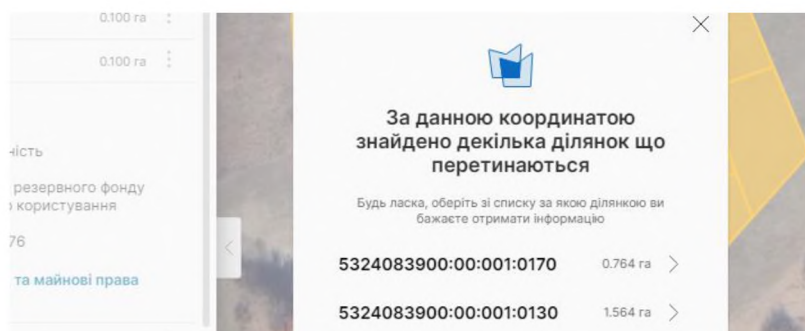


Рисунок 3.14 – Приклад повідомлення про перекриття ділянок

Перекриття ділянок в юридичній практиці відноситься до спірних питань. Часто, єдиним способом встановлення правомірних майнових прав є судові інстанції. Після виконання певної процедури такі ділянки розмежовують, а зміни мають бути внесені до ПККУ. Детальні відомості про перекриті ділянки надає система на підставі візуалізації ділянок згідно ПККУ (рис. 3.15).

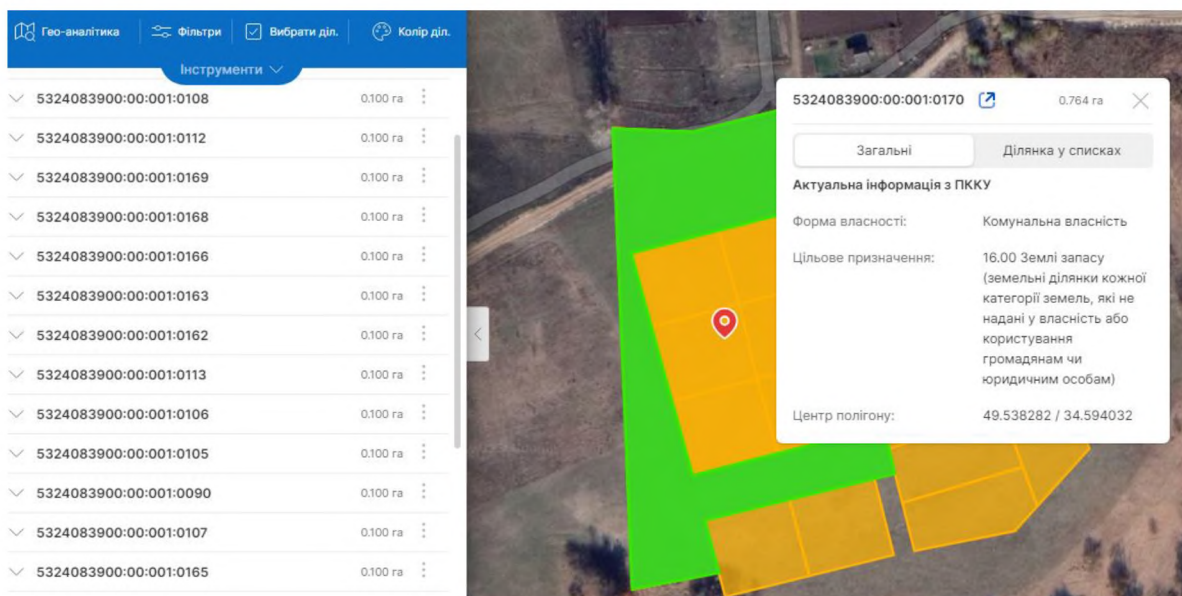


Рисунок 3.15 – Візуальне підтвердження перекриття кадастрових ділянок

В системі є потужний інструмент відслідковування змін в статусі ділянок. Система забезпечує аналітику даних, адже, як видно, процес обліку не є статичним. У вікні «Мої списки» обрати «Порівняння списків», потім у вікні «Оберіть списки» відзначаються списки, які потрібно порівняти (рис. 3.16).

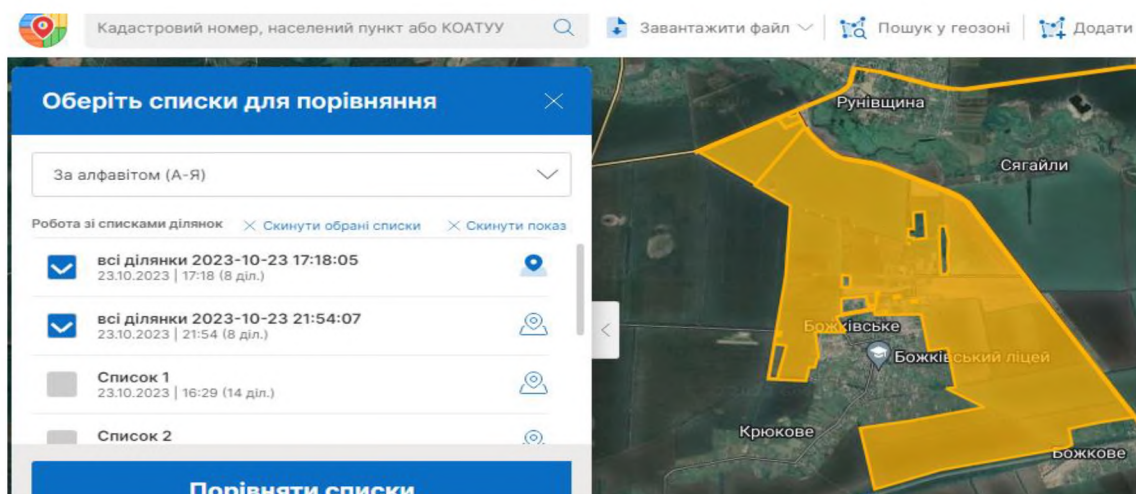


Рисунок 3.16 – Вибір списків для порівняння змін в сані ділянок

За результатами можна переглянути зміни у файлах за період, а також завантажити файл Excel (рис. 3.17).

	A	B	C	D	E	F
1	Кадастровий номер	Площа, га	всі ділянки 2023-10-23 21:54:07	всі ділянки 2023-10-23 17:18:05	ДРРП	ПККУ
2	5324083500:00:020:0316	672.993	+	+		
3	5324083500:00:020:0232	0.000	+	+		
4	5324083500:00:020:0231	0.000	+	+		
5	5324083500:00:020:0229	0.000	+	+		
6	5324084609:09:001:0223	21.989	+	+		
7	5324084600:00:007:0007	2.000	+	+		
8	5324084600:00:007:0005	36.000	+	+		
9	5324083500:00:020:0327	9.403	+	+		

Рисунок 3.17 – Звіт про результати порівняння даних з обраних списків в Excel

Використання аналітики є однією з особливостей системи Кадастр-UA, що вигідно вирізняє з поміж інших додатків, або компенсує «ручні» розрахунки та порівняння даних. Автоматично будуть виявлені ділянки, з якими протягом заданого періоду відбулися зміни. Виявляти ці зміни без програми – доволі трудомісткий процес.

Особливу вагу також приділяють виявленню необлікованих ділянок. Наприклад, на рис. 3.18-3.19 показані варіанти ділянок без кадастру у Мачухівській ОТГ на тлі кадастрових ділянок та обробленого поля.



Рисунок 3.18 – Обведення необлікованих ділянок, на яких ведуться агротехнічні роботи згідно супутникових даних



Рисунок 3.19 – Візуальний аналіз проблемних об’єктів по ПККУ, площа 4,595 га

Поруч з проблемною ділянкою розташовані обліковані кадастрові ділянки (рис. 3.20), показані контуром на тлі базового шару.

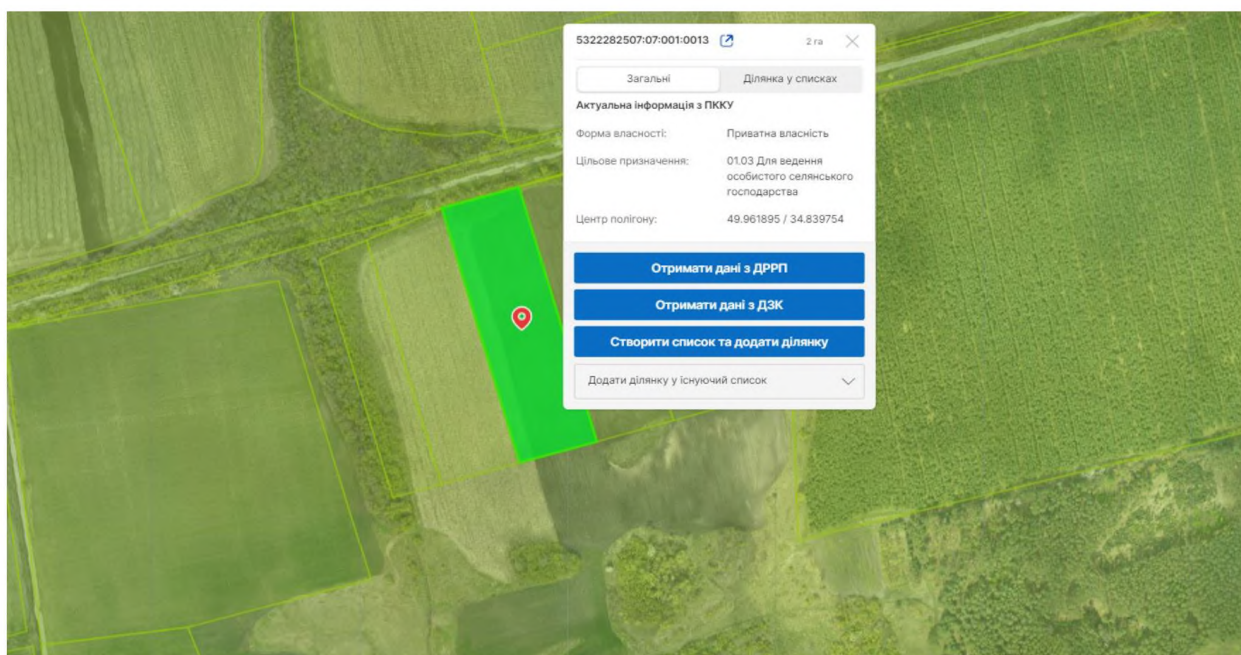


Рисунок 3.20 – Перевірка статусу ділянок у проблемних зонах

Порівняння даних дозволяє доволі точно виміряти різницю та обрахувати в подальшому обсяги недоотриманих коштів до бюджету громади. Оскільки такі випадки не поодинокі, то робота з упорядкування даних у більшості громад потребує чимало часу. Використання таких ГІС, як Кадастр-UA є вкрай

необхідним. За допомогою ГІС можна аналізувати просторові дані, виявляти порушення земельного законодавства, оцінювати ризики та переваги різних варіантів використання землі, планувати заходи щодо оптимізації землекористування та підвищення його ефективності.

3.3 Обґрунтування ефективності впровадження ГІС в роботі відділів землеустрою в територіальних громадах

Обґрунтування економічної ефективності використання ГІС для аудиту земельних ділянок полягає в тому, що ця технологія дозволяє отримати точну і актуальну інформацію про стан, розміщення, цінність та правовий статус земельних ресурсів. Використання ГІС для аудиту земельних ділянок дозволяє знизити витрати на проведення обстежень, скоротити час на обробку та надання інформації, покращити якість та достовірність аудиторських висновків, підвищити прозорість та контроль за земельними операціями.

Формули економічної ефективності використання ГІС для аудиту земельних ділянок можуть бути виведені на основі порівняння витрат і доходів, пов'язаних з застосуванням геоінформаційних систем. Витрати можуть включати в себе вартість придбання, установки, підтримки та оновлення ГІС, а також заробітну плату персоналу, який працює з ними. Доходи можуть складатися з економії часу та ресурсів, підвищення якості та точності аудиту, зменшення ризиків та помилок, покращення репутації та конкурентоспроможності аудиторської фірми. Економічна ефективність використання ГІС для аудиту земельних ділянок може бути оцінена за допомогою таких показників, як чистий приведений дохід (NPV), індекс рентабельності (IP), термін окупності [41] тощо.

Загальна сума витрат по впровадженню ГІС може бути розрахована за формулою:

$$Z_{\text{заг}}^{\text{IT}} = Z_n + Z_{\text{н}} + Z_{\text{ум}}, \quad (3.1)$$

де $Z_{заг}^{IT}$ – загальні витрати на проєкт впровадження інформаційних технологій;

Z_n – прямі витрати на впровадження;

Z_n – оцінка непрямих витрат на проєкт впровадження;

$Z_{ум}$ – сума витрат на утримання ГІС за період їх життєвого циклу;

Прямі витрати включають вартість системи, яка розраховується як 1 грн на 1 га загального земельного фонду ТГ. Непрямі витрати – навчання персоналу та ін. Розглянемо оціночні показники витрат на прикладі Мачухівської ОТГ [42], яка має загальну площу облікованих ділянок 24,74 тис. га (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Основні статті прогнозних витрат на реалізацію проєкту з впровадження ГІС Кадастр-UA (на прикладі Мачухівської ОТГ)

№ з/п	Статті прямих, непрямих витрат	Сума витрат на 1га/1місяць, грн	Сума витрат за рік користування, грн
1	Купівля тарифного плану системи на загальну площу облікованих ділянок ТГ	1	24740
2	Вартість робіт аналітичної групи зі створення проєкту впровадження (безкоштовно)	0	0
3	Первинне навчання персоналу (управлінців, земельних інспекторів), 1 група 6 осіб (інтенсив, 2 наставника, 2дні*6 години, погодинна оплата викладачів 180 грн/год)	12000	12000
4	Транспортні витрати, виїзд на семінар, 2 дні*350 грн мікроавтобус	700	700
4	Тарифний план використання мережі інтернет з розширеним трафіком 150Мбіт/с, компанія Київстар	260	3120
5	Поточне обслуговування: місце збереження в хмарі та підтримання системи. Зберігання даних на резервних секторах (вкл. в тариф)	0	0
6	Всього вартість впровадження і використання за рік (поз.1+2+3+4+5)	-	40560

Отже згідно оціночних розрахунків (див. табл. 3.1), здійснених на прикладі Мачухівської ТГ (площа 24.74 га за ПККУ), загальна сума витрат складе 40,56 тис.грн. При цьому прямі витрати складуть 24740 тис.грн. Непрямі - 3120 на мережу інтернет з розподіленими каналами та навчання. Витрати на

навчання 12700 можуть бути суттєво зменшені за умови самостійного освоєння системи та використання рекомендацій, наведених в даній роботі.

Щодо очікуваного прибутку від використання даної системи, то найбільш вірогідним буде поява двох джерел надходження: від збільшення кількості облікованих ділянок та зменшення в рази трудовитрат на обробку документів, які стосуються зміни та перевірки статусу кожної ділянки.

Припустимо, при моніторингу кадастрових ділянок за допомогою ГІС Кадастр-УА було виявлено близько 17 необлікованих ділянок, на яких ведуться сільськогосподарські роботи. Це можуть бути землі резерву, луки, частини лісу або просто ділянки без документів. Загальна площа складає близько 23,84 га. В разі оформлення документів та внесення/виправлення даних за ПККУ громада отримає 1,5 тис. грн податку з кожного га: $23,84 \times 1,5 = 35,76$ тис. грн.

Іншим каналом є зменшення трудовитрат на обробку пакету документів, які стосуються кожної з 2279 ділянок громади, облікованих на даний момент (додаток Г). Кожний документ містить 4 сторінки. Для аналізування змін, які відбуваються на ПККУ за 1 місяць необхідно «вручну» проаналізувати 9116 сторінок документів. Спеціаліст може проаналізувати за день близько 1500 сторінок документів, щоб виявити розбіжності за період. На це буде витрачено: $9116 / 1500 = 6,07$ днів роботи фахівця, або 48,62 людино/годин. Якщо вартість 1 дня роботи земельного інспектора складає близько 300 грн (ставки станом на 2021 р.), то економія завдяки впровадженню системи складе 1800 грн за місяць, або 21,6 тис. грн за рік [43]. Таким чином, загальні прибутки (економія заробітної плати, збільшення податків тощо) за скромними оцінками може становити 57360 грн за рік. Будемо вважати цей показник річні грошові надходження в рік.

Для розрахунку чистого приведеного прибутку (NPV) при використанні ГІС, можна скористатися формулою:

$$NPV = \sum (R_i / (1 + d)^i) - INV_0, \quad (3.2)$$

де:

R_i - річні грошові надходження в i -ий рік;

INV_0 - стартові інвестиції;

d - ставка дисконтування;

i - номер року.

Показник NPV відображає прогнозну оцінку зміни економічного потенціалу підприємства у разі прийняття проекту, що розглядається.

Окремі показники порахуємо окремо, враховуючи для ставки дисконтування наступне: за умови відсутності активного ринку очікується, що переважним методом визначення справедливої вартості буде дисконтування очікуваних грошових потоків на ринкову ставку доходності. А ринкова ставка зростає у відповідь на збільшення облікової ставки. Облікова ставка НБУ з 3.06.2022 р. складає 25 % [44].

За проведеними підрахунками по формулі (3.2) NPV за перший рік проекту роботи з ГІС складе 5,328 тис. грн.

Згідно з правилом NPV до реалізації приймають лише ті проекти, що мають додатні значення NPV ($NPV > 0$). Це означає, що у придатному до реалізації інвестиційному проекті віддача від капіталу має перевищувати вкладений капітал. Отже, загальна приведена вартість запропонованої технології перевищить вартість вкладень у же протягом першого року. Тобто, окупиться та принесе прибуток.

Висновки до розділу 3

Проведені дослідження на основі експериментального практичного використання більшості функцій ГІС Кадастр-UA показали, що ця система відповідає потребам здійснення обліку та аудиту земельних ділянок у контексті кадастрової карти України, є дієвим інструментом проведення всіх необхідних робіт. За допомогою цієї системи спеціаліст може провести інтерактивне вимірювання на електронній карті вхідних даних про земельні ділянки – площі, межі, загальний периметр, призначення, кадастровий номер і звірити все це з даними ПККУ.

Інструментарій системи дозволяє створювати нові геозони на базовому шарі, знаходити геозони за даними КОАТУУ або кадастровими номерами ділянок, завантажувати дані із зовнішніх файлів, які містять геоінформацію. Окрім того, ГІС має модуль аналітики, який дозволяє провести автоматизований аналіз змін к даних ділянок, які відбувалися за певний період.

Аналіз та візуалізація просторових даних покращує здійснення їхньої економічної оцінки, дозволяє виявити ризики та порушення прав власності. Окрім того, виявлення проблемних ділянок дозволяє збільшити надходження в бюджет громади. Впровадження ГІС Кадастр-UA зменшує витрати робочого часу та інших ресурсів на збір, перевірку даних про земельні ділянки і їх відповідність нормативним вимогам. Дані можна подавати у вигляді карт, діаграм, звітів на аркушах Excel тощо. Розрахунок економічного ефекту за методом чистої приведеної вартості при ставці дисконтування 25 % показав окупність сумарних витрат за рік, при цьому $NPV = 5,328$ тис. грн.

ВИСНОВКИ

Результатом виконання кваліфікаційної роботи є ґрунтовне дослідження різних видів геоінформаційних систем та їхнього інструментарію, виконане з метою вибору оптимальних програмних додатків та методів обробки геоданих для виконання низки завдань територіальних громад при створенні комплексних планів просторового розвитку.

В процесі дослідження та аналізу наукових джерел, відкритих даних мережі інтернет, офіційних вебсайтів державних установ, територіальних громад, можна зробити наступні висновки.

1. Перед новоствореними об'єднаними територіальними громадами поставлені масштабні та трудомісткі завдання – завершити до 2025 р. розроблення комплексних планів просторового розвитку. Зміст таких планів згідно чинного законодавства базується на багатьох типах просторових даних, обробка яких може відбуватися виключно із застосуванням сучасних геоінформаційних технологій та систем - ГІС.

2. Основним продуктом візуалізації роботи з геоданими є електронні карти, які завдяки удосконаленому інструментарію, можуть бути надзвичайно інформативним, інтерактивними, якісними, динамічними. Електронне картографування – це процес створення, редагування, аналізу та візуалізації географічних даних за допомогою комп'ютерних технологій.

3. На основі аналізу діяльності ТГ у розрізі підготовки комплексних планів просторового розвитку, забезпеченості відповідною інформацією, термінів виконання поставлених завдань, розроблено кілька методичних рекомендацій та обґрунтовано вибір дієвих інструментів сучасних ГІС-систем для сприяння виконанню актуальних завдань ТГ. Перспективний план розвитку представлено у вигляді блок-схеми з описом змісту та послідовності робіт на кожному етапі.

4. Порівняльні характеристики доступних для кожного користувача ГІС-технологій демонструють схожість базового інструментарію для створення

інтерактивних карт, обробки геоданих, виконання імпорту, експорту файлів даних у відповідних форматах (KLM та інших), збереження даних на локальних та віртуальних дисках, наявність виразних засобів оформлення та демонстрування даних. Однією з найбільш зручних і перспективних ГІС для вирішення завдань з обліку та аудиту земельних ділянок обрано систему Кадастр-UA.

5. Проведені дослідження на основі експериментального практичного використання більшості функцій ГІС Кадастр-UA показали, що ця система відповідає потребам здійснення обліку та аудиту земельних ділянок у контексті кадастрової карти України, є дієвим інструментом проведення всіх необхідних робіт. За допомогою цієї ГІС спеціаліст може провести інтерактивне вимірювання на електронній карті вхідних даних про земельні ділянки – площі, межі, загальний периметр, призначення, кадастровий номер і звірити все це з даними ПККУ.

6. Інструментарій системи дозволяє створювати нові геозони на базовому шарі, знаходити геозони за даними КОАТУУ або кадастровими номерами ділянок, завантажувати дані із зовнішніх файлів, які містять геоінформацію. Окрім того, ГІС має модуль аналітики, який дозволяє провести автоматизований аналіз змін даних ділянок, які відбувалися за певний період.

7. Аналіз та візуалізація просторових даних покращує здійснення їхньої економічної оцінки, дозволяє виявити ризики та порушення прав власності.

8. Загальні витрати на впровадження системи залежать від загальної облікованої площі ділянок територіальної громади, кількості ділянок. Розрахунок економічного ефекту на прикладі однієї з ТГ Полтавського району за методом чистої приведеної вартості (NPV) при ставці дисконтування 25 % показав окупність сумарних витрат за рік за рахунок виявлення проблемних ділянок, що дозволяє збільшити надходження в бюджет громади, а також значного зниження трудомісткості робіт з обліку й аудиту кадастрових ділянок. При цьому $NPV = 5,328$ тис. грн.