

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Факультет землевпорядкування**

ПОГОДЖЕНО

Декан факультету

землевпорядкування

к.е.н. доц. Олександр ШЕВЧЕНКО

“ ____ ” _____ 2025 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри

геоінформатики і аерокосмічних
досліджень Землі

к.т.н. доц. Антоніна МОСКАЛЕНКО

“ ____ ” _____ 2025 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

**«Інтеграція геопросторових даних для забезпечення охорони земель
Тетіївської громади Київської області»**

Спеціальність - 193 «Геодезія та землеустрій»

Освітня програма – Геодезія та землеустрій

Орієнтація освітньої програми – освітньо-професійна

Гарант освітньої програми

доктор економічних наук, професор

(підпис)

Андрій МАРТИН

Керівник магістерської

кваліфікаційної роботи

кандидат технічних наук, доцент

(підпис)

Антоніна МОСКАЛЕНКО

Виконав

(підпис)

Владислав АНДРІЯНОВ

2025

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**
Факультет землевпорядкування

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри
геоінформатики і аерокосмічних
досліджень Землі

_____ к.т.н. Москаленко А.А.
«__» _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

до виконання магістерської кваліфікаційної роботи студенту
Андріянову Владиславу Юрійовичу

Спеціальність 193. Геодезія та землеустрій

Тема випускної магістерської роботи: «Інтеграція геопросторових даних для забезпечення охорони земель Тетіївської громади Київської області» затверджена наказом ректора НУБіП України від «18» листопада 2024р. № 2062 «С»

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

Вихідні дані до виконання роботи: дані з відкритих джерел (Стор, OpenStreetMaps, SRTM), а також дані на територію Тетіївської громади Київської області.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Аналіз сучасного стану Інтеграції геопросторових даних для забезпечення охорони земель
2. Розроблення моделей інтеграції
3. Інтегрування даних для забезпечення охорони земель

Перелік графічного матеріалу (за потреби) _____

Дата видачі завдання “ _____ ” _____ 2024 р.

**Керівник магістерської
кваліфікаційної роботи**

_____ Антоніна МОСКАЛЕНКО
(підпис) (прізвище та ініціали)

**Завдання прийняв
до виконання**

_____ Владислав АНДРІЯНОВ
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота складається зі вступ, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків.

Перший розділ «Аналіз сучасного стану Інтеграції геопросторових даних для забезпечення охорони земель» містить огляд сучасних досліджень в сфері охорони земель та інтеграції геопросторових даних.

Другий розділ «Розроблення моделей інтеграції» містить розроблені моделі інтеграції початкових даних, послідовності їх обробки, концептуальну та логічну моделі баз геопросторових даних, каталог об'єктів та атрибутів, а також узагальнену модель баз знань та модель алгоритму аналізу.

Третій розділ «Інтегрування даних для забезпечення охорони земель» містить характеристику об'єкту дослідження (Тетіївської громади Київської області) та розроблений картографічний матеріал за результатом реалізації моделей інтеграції геопросторових даних для забезпечення охорони земель.

Магістерська робота налічує в собі 70 сторінок , 4 таблиці, 28 рисунків, 37 літературних джерел.

Ключові слова: охорона земель, Інтеграція геопросторових даних, тематична карта.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	4
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ІНТЕГРАЦІЇ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОХОРОНИ ЗЕМЕЛЬ	8
1.1 Динаміка стану охорони земель	8
1.2 Використання ГІС та даних ДЗЗ з метою охорони земель	18
РОЗДІЛ 2 РОЗРОБЛЕННЯ МОДЕЛЕЙ ІНТЕГРАЦІЇ	27
2.1. Узагальнена модель інтегрування даних для забезпечення охорони земель	27
2.2. Функціональна модель інтегрування даних для забезпечення охорони земель	29
2.3. Розроблення бази геопросторових даних охорони земель	31
2.4. Розроблення бази знань охорони земель	39
2.5. Розроблення алгоритму пошуку рішення	41
Висновки до розділу	42
РОЗДІЛ 3 ІНТЕГРУВАННЯ ДАНИХ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОХОРОНИ ЗЕМЕЛЬ	44
3.1 Характеристика громади	44
3.2 Початкові дані	46
3.3 Похідні дані	50
ВИСНОВКИ	63
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	66

ВСТУП

Господарська діяльність людей спрямована на максимальну економічну вигоду, однак при цьому необхідно зважати і на екологічні фактори та раціональне використання і охорону земель. Саме останньому і присвячує ця робота. При вчасному та обгрунтованому застосуванню заходів з охорони земель можна не тільки зупинити дію негативних факторів на землі, а й запобігти деградації земель.

Для ефективного здійснення підбору заходів з охорони земель необхідно здійснити багатофакторний аналіз, що включатиме просторові та атрибутивні дані з різних джерел. Саме інтеграція різнорідних даних дозволить приймати обгрунтовані рішення щодо заходів з охорони земель.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Питаннями охорони земель займалися такі вчені: Ачасов, О.Г. Тараріко, Т.В. Ільєнко, Т.Л. Кучма та інші. Питаннями використання ГІС та баз геопросторових даних присвячені праці таких вчених: Карпінський Ю., Лященко А. Гавриюк Є. Черін А., Москаленко А., Євсюков Т. та інших. Однак тема інтеграції геопросторових даних для охорони земель ще не є повністю вивченою та потребує дослідження і розроблення моделей.

Мета і завдання: мета магістерської кваліфікаційної роботи полягає в розробленні моделей інтеграції геопросторових даних для охорони земель.

Для досягнення мети магістерської кваліфікаційної роботи були поставлені такі завдання:

1. Здійснити огляд аналіз сучасного стану інтеграції геопросторових даних для забезпечення охорони земель;
2. Розробити моделі інтеграції;
3. Здійснити реалізацію інтегрування даних для забезпечення охорони земель на прикладі тетіївської громади Київської області.

Об'єктом дослідження магістерської кваліфікаційної роботи є територія Тетіївської громади Київської області.

Предметом дослідження магістерської кваліфікаційної роботи є процес інтеграції геопросторових даних для охорони земель.

Методи. Для досягнення поставлених мети та завдань магістерської кваліфікаційної роботи були застосовані такі методи: аналіз літературних джерел, об'єктно-орієнтоване моделювання, геоінформаційний аналіз, узагальнення, проектування баз геопросторових даних та картографічний метод.

Інформаційна база роботи ґрунтується на даних адміністративно-територіального устрою України, що надані НДІГК для освітньої мети; законодавстві України; існуючому науковому доробку, даних з відкритих джерел: Open Street Maps, SRTM та інших.

Результат магістерської кваліфікаційної роботи. У роботі здійснено аналіз питання охорони земель та інтеграції різнорідних даних, розроблено моделі інтеграції. Розроблено набір тематичних карт для аналізу та розроблення заходів з охорони земель для Тетіївської громади Київської області.

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ІНТЕГРАЦІЇ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОХОРОНИ ЗЕМЕЛЬ

1.1 Динаміка стану охорони земель

Фундаментом будь-якої системи державного управління, зокрема у сфері охорони земель, є її нормативно-правове забезпечення. Однак, щоб зрозуміти суть та інноваційність сучасного українського законодавства, необхідно спершу проаналізувати ту правову доктрину, на заміну якій воно прийшло.

Основоположним принципом радянської системи було повне і безповоротне скасування приватної власності на землю. Усі землі, надра, води та ліси в межах УРСР були проголошені виключною власністю держави, тобто власністю народу. Ця доктрина ліквідувала будь-які традиційні межі власності та створила єдиний об'єкт для централізованого планування. Усі землі сільськогосподарського призначення були об'єднані в «єдиний державний земельний фонд». [8]

У радянському контексті правове поняття «охорони земель» було підпорядковане виробничим планам і визначалося ними. «Охорона» означала запобігання несанкціонованому використанню, яке могло б порушити державний план, а не збереження екологічної цілісності чи родючості ґрунтів заради них самих. Це створило концептуальний вакуум, який законодавство незалежної України мало заповнити. Оскільки основною юридичною метою землі було обслуговування державного сільського господарства, будь-які правові заходи «охорони» логічно були спрямовані на забезпечення того, щоб земля залишалася доступною та придатною саме для цієї мети. Це різко контрастує із сучасним екологічним правом, яке захищає екосистеми через їхню внутрішню цінність.

Здобувши незалежність, Україна зіткнулася з монументальним завданням не просто приватизувати землю, а й створити з нуля систему її оцінки, включаючи розробку методологій, підготовку оцінювачів та побудову

ринку, здатного сприймати землю як капітальний актив. [22] Першим кроком у цьому напрямку став Земельний кодекс 1992 року, який став революційним правовим актом, що являв собою пряму й навмисну відмову від основних догм радянського земельного права шляхом запровадження інститутів приватної та колективної власності.

Наступним ключовим етапом стало ухвалення Закону України "Про охорону земель" № 962-IV від 19 червня 2003 року. Цей документ закладає ідеологічну та термінологічну основу всієї системи. Ключовим є саме визначення поняття "охорона земель", яке трактується не як вузька природоохоронна діяльність, а як комплексна "система правових, організаційних, економічних, технологічних та інших заходів". Такий підхід одразу встановлює міждисциплінарний характер проблеми, що вимагає синергії зусиль юристів, економістів, землевпорядників, агрономів та екологів. [21]

Закон вводить в юридичний обіг низку фундаментальних, науково обґрунтованих понять, які стають об'єктами правового регулювання та моніторингу. Серед них:

1. Агрolandшафт – ландшафт, основу якого становлять сільськогосподарські угіддя та лісові насадження.
2. Гумус – органічна складова частина ґрунту, що формує його родючість.
3. Деградація земель – природне або антропогенне погіршення властивостей земель.
4. Родючість ґрунту – здатність ґрунту задовольняти потреби рослин в елементах живлення, воді, повітрі.
5. Агрохімічне обстеження ґрунтів – обов'язкове суцільне обстеження сільськогосподарських угідь з метою державного контролю.

Закон також вибудовує чітку вертикаль управління та розподілу повноважень у галузі охорони земель. Ця система є багаторівневою і включає Верховну Раду України, Кабінет Міністрів України, центральні органи

виконавчої влади, місцеві державні адміністрації та органи місцевого самоврядування. Такий розподіл покликаний забезпечити як реалізацію єдиної державної політики, так і врахування місцевої специфіки.

Особливий акцент у законодавстві зроблено на обов'язках безпосередніх суб'єктів господарювання – власників та землекористувачів, включно з орендарями. Стаття 35 Закону зобов'язує їх: [21]

1. Здійснювати господарську діяльність способами, що не завдають шкідливого впливу на стан земель та родючість ґрунтів.
2. Підвищувати родючість ґрунтів та зберігати інші корисні властивості землі.
3. Забезпечувати використання земельних ділянок за цільовим призначенням та дотримуватися встановлених обмежень.
4. Захищати землі від ерозії, виснаження, забруднення, засмічення та інших видів деградації.

Таким чином, закон переносить значну частину відповідальності за збереження земельних ресурсів на тих, хто безпосередньо їх використовує, створюючи правові підстави для контролю та притягнення до відповідальності.

Цей перехід до сучасного, екоцентричного погляду на землю, закріплений у законі, та його подальша еволюція відображає ширший політичний шлях України до децентралізації. Задекларована мета закону – забезпечення раціонального використання земель, відтворення та підвищення родючості ґрунтів, збереження екологічних функцій ґрунтового покриву та охорона довкілля. Це формулювання кардинально відрізняється від виробничо-орієнтованої мови радянських кодексів. Первісна структура закону є всеосяжною, охоплюючи все: від повноважень державних органів (Розділ II) і державного контролю (Розділ III) до детальної системи стандартів і нормативів (Розділ V) та конкретних вимог до різних видів господарської діяльності (Розділ VI). Це демонструє системну спробу побудувати повну нормативно-правову базу з нуля.

Ухвалення цього закону в 2003 році, через два роки після нового Земельного кодексу, знаменує собою важливий етап зрілості української правової думки. Це свідчить про усвідомлення того, що ринкової системи землекористування (яка регулюється Земельним кодексом) недостатньо, і вона повинна бути збалансована міцною системою захисту суспільних інтересів у сфері охорони довкілля.

Численні зміни до Закону «Про охорону земель», що завершилися реформами 2021 року, демонструють послідовну і потужну тенденцію відходу від централізованої, вертикальної моделі контролю до розширення повноважень органів місцевого самоврядування. Первісна структура 2003 року передбачала дуже детальний, ієрархічний розподіл повноважень між широким колом державних та місцевих органів, від Верховної Ради до районних рад. З часом ця структура зазнала значних змін. Перелік поправок є великим, а особливо трансформаційним став Закон № 1423-IX від 28 квітня 2021 року. Цей закон прямо уповноважив виконавчі органи сільських, селищних, міських рад здійснювати державний контроль за використанням та охороною земель – повноваження, яке раніше було зосереджене на вищих рівнях. [21]

Варто зазначити, що протягом двох десятиліть існування Закону «Про охорону земель» його матеріальні норми постійно адаптувалися до сучасних екологічних та економічних викликів. Численні поправки свідчать про те, що закон є живим інструментом, який реагує на зміни в суспільстві та науковому розумінні проблем. Були внесені зміни до стандартів і нормативів у галузі охорони земель, уточнено вимоги до господарської діяльності на землях різного призначення, а також введено нові механізми, такі як агрохімічна паспортизація земель сільськогосподарського призначення та моніторинг родючості ґрунтів. Цей еволюційний процес забезпечив актуальність закону та його відповідність сучасним потребам сталого розвитку, зокрема в контексті євроінтеграційних прагнень України.

Якщо Закон "Про охорону земель" визначає "що" і "хто" має робити, то Закон України "Про Державний земельний кадастр" № 3613-VI від 7 липня 2011 року визначає ключовий інструмент для інформаційного забезпечення цього процесу. Цей закон прямо встановлює, що однією з головних цілей ведення ДЗК є: *"інформаційне забезпечення... при організації раціонального використання та охорони земель"*. Це принципово важливе положення, яке перетворює ДЗК з простого реєстру прав власності та меж на потужну геоінформаційну систему екологічного менеджменту. [18]

Ефективність ДЗК як інструменту охорони земель базується на задекларованих принципах його ведення:

1. Обов'язковість внесення відомостей про всі об'єкти.
2. Об'єктивність, достовірність та повнота відомостей.
3. Єдність методології ведення кадастру на всій території України.

Ключовим для теми дослідження є те, що законодавство вимагає внесення до ДЗК не лише геодезичних та юридичних даних (межі, кадастрові номери, власники), але й широкого спектра специфічної екологічної та агровиробничої інформації. До таких відомостей належать дані про якісний стан земель, бонітування ґрунтів, наявність обмежень у використанні земель (наприклад, охоронні зони), а також детальна інформація про заплановані та реалізовані заходи з охорони земель і ґрунтів. Внесення цих даних є прямим законодавчим механізмом інтеграції екологічної складової в єдину систему управління земельними ресурсами.

Отже, Закони "Про охорону земель" та "Про Державний земельний кадастр" функціонують не ізольовано, а є частиною ширшої правової екосистеми, ядром якої є Земельний кодекс України, а також дотичні закони, зокрема "Про охорону навколишнього природного середовища". Комплексний аналіз вимагає розгляду їх у взаємозв'язку.

Проте, більш глибокий аналіз виявляє системну вразливість на стику між землеустроєм та екологічним моніторингом. ДЗК історично розвивався як система обліку та реєстрації прав і меж земельних ділянок. Водночас,

екологічний моніторинг – агрохімічна паспортизація, ґрунтові обстеження, дистанційне зондування – є функцією, яка вимагає спеціалізованих, дорогих та ресурсозатратних заходів, що часто виконуються іншими науковими та державними інституціями. Законодавство передбачає, що результати цього моніторингу будуть систематично та безперешкодно інтегруватися до ДЗК. Проте на практиці, якщо моніторинг проводиться нерегулярно, або якщо міжвідомча взаємодія є неефективною, виникає "інформаційний розрив". Внаслідок цього ДЗК може містити бездоганні геодезичні та юридичні дані, але залишатися "сліпим" до реального екологічного стану земель. Ця фундаментальна слабкість може бути подолана лише шляхом побудови дієвої системи інтеграції геопросторових даних, що і є центральним питанням даної магістерської роботи.

Наслідком цього є те, що попри те, що таким чином, українське законодавство створює комплексну та, на перший погляд, логічно завершену систему охорони земель. Вона встановлює обов'язки для землекористувачів та повноваження для контролюючих органів, а також передбачає централізований інформаційний ресурс – ДЗК – для збору, зберігання та аналізу всіх необхідних даних. Однак ефективність цієї системи критично залежить від якості даних, що її наповнюють. Якщо механізми збору та оновлення інформації про якісний стан земель працюють неефективно, вся законодавча конструкція, якою б досконалою вона не була на папері, ризикує залишитися недієздатною. Створюється потужний двигун управління, який не може працювати без якісного пального – об'єктивних, актуальних та повних геопросторових даних.

Крім того, законодавство у цій сфері є надзвичайно динамічним. Постійні зміни, що вносяться до ключових законів, свідчать про спроби адаптувати правове поле до нових соціально-економічних та політичних реалій: реформи децентралізації, відкриття ринку землі, а останнім часом – до безпрецедентних викликів, пов'язаних з військовою агресією. Наприклад, зміни у повноваженнях органів влади або виключення окремих статей

потребують глибокого аналізу їхнього впливу на цілісність та ефективність системи державного контролю. Ця динамічність, з одного боку, демонструє гнучкість системи, а з іншого може створювати правову невизначеність та ускладнювати правозастосування. Це підкреслює важливість постійного моніторингу не лише стану земель, але й стану самого законодавства.

Незважаючи на цю, здавалося б, досконалу систему, порівняння кількості виявлених порушень із загальною площею деградованих земель свідчить про те, що система контролю фіксує лише незначну частину реальних проблем. Це вказує на те, що існуючий підхід, який базується переважно на планових та позапланових перевірках, є реактивним і не дозволяє охопити всю територію. Система реагує на вже завдану шкоду, а її превентивна функція є вкрай слабкою.

Підсумовуючи цей аналіз, перехід від аналізу законодавчої бази до оцінки реального стану земельного фонду та ефективності контролюючих механізмів виявляє глибокий розрив між задекларованими цілями та досягнутими результатами. Попри наявність комплексної нормативної архітектури, фактичні дані свідчать про тривожні тенденції деградації земель, що ставить під сумнів дієвість існуючої системи охорони.

Трансформацію українського земельного права не можна охарактеризувати як суто революційну чи еволюційну. Натомість її найкраще розуміти як процес, ініційований фундаментальним революційним розривом (1991–1992 рр.), за яким послідувала тривала і складна еволюція (1992–2021 рр.), що характеризувалася розбудовою інституцій та політичними компромісами, і завершилася другою, консолідуючою революцією (2021 р.), яка повною мірою реалізувала принципи першої.

При цьому, майбутні виклики включатимуть покращення інтеграції різних державних реєстрів (земельного, майнового, водного тощо) в єдину Національну інфраструктуру геопросторових даних (НІГД). Цей процес вже триває, але стикається з труднощами.

Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського» у Харкові був головною установою, що координувала дослідження в галузі ґрунтознавства в УРСР. Вже у 1980-х роках його дослідження фіксували тривожні темпи втрати гумусу 0,42 до 0,51 т/га на рік – та виснаження поживних елементів [9].

Ці дані підтверджуються і в інших публікаціях. У науковій статті [5] автори В.В. Дегтярьов та О.В. Анісімова з Харківського національного аграрного університету ім. В.В. Докучаєва, посилаючись на багаторічні дослідження, надають таку інформацію: *"За результатами досліджень ННЦ «ІА імені О. Н. Соколовського» за період 1961–1990 рр. втрати гумусу за рахунок мінералізації становили 0,42–0,51 т/га щорічно"* [3].

Схожі висновки містять й дані досліджень 1980-х років: у навчальному посібнику Уманського національного університету садівництва наводиться посилання на конкретні дослідження того періоду: "Так, за даними Г.Я. Чесняка (1984), середньорічні втрати гумусу в чорноземах типових і вилугуваних становили 0,7–0,9, а звичайних – 0,5–0,7 т/га." Ці цифри також підтверджують, що втрати гумусу на рівні близько 0,5 т/га та вище були предметом наукових досліджень у 1980-х роках. [15]

Окрім втрат гумусу, за експертними оцінками того періоду, щорічні втрати ґрунту в Україні сягали 500 мільйонів тонн. Разом із землею виносилося до 24 мільйонів тонн гумусу, а також величезна кількість поживних речовин: 0,96 млн т азоту, 0,68 млн т фосфору та 9,40 млн т калію. Це значно перевищувало обсяги, що вносилися з добривами. [17]

При цьому період 1960-1980-х років визначається як час найінтенсивнішої втрати гумусу, коли щорічні втрати сягали 0,55–0,60 т/га. Цей період безпосередньо корелює з піком радянської політики інтенсифікації сільського господарства. [3]

Економічні наслідки не змусили на себе чекати, втрати продукції землеробства від ерозії вже тоді оцінювалися у понад 9-12 мільйонів тонн

зернових одиниць на рік, що було величезним ударом по економіці республіки [17]

Спробою вирішити ці проблеми був полтавський експеримент професора Миколи Шикули, який став ключовою фігурою в радянській науці про збереження ґрунтів. Він був одним з організаторів та науковим керівником великомасштабного Полтавського експерименту (1973-1988). У ході цього довготривалого дослідження було науково обґрунтовано та доведено ефективність ґрунтозахисної системи землеробства, в основі якої лежав мінімальний безплужний обробіток ґрунту. Його праці, зокрема «Відтворення родючості ґрунтів у ґрунтозахисному землеробстві», пропонували цілісну, науково підтверджену альтернативу руйнівним державним практикам. Символічно, що його робота була відзначена Державною премією в 1991 році, саме тоді, коли система, що ігнорувала його застереження, зазнавала краху. Спадщина вченого продовжує жити: кафедра ґрунтознавства та охорони ґрунтів в НУБіП, яку він очолював, носить його ім'я.

Незважаючи на ці наукові досягнення, розпад СРСР був радикальною політичною зміною, але він не змінив фундаментальної фізичної структури українського сільського господарства. Спадщина надмірної розораності була юридично закріплена в процесі приватизації землі. Реформа була правовою та економічною, але не екологічною.

Тому проблема деградації продовжилася і в часи незалежності темпи дегуміфікації залишаються високими, а саме за період з 1991 по 2005 рік середній вміст гумусу в ґрунтах зменшився на 0,13%. [23] Щорічні втрати все ще оцінюються в діапазоні 0.4–0.8 т/га, а загальні втрати гумусу внаслідок ерозії, як і в радянські часи, сягають 24 млн тонн на рік. [17]

Фундаментальна залежність від надзвичайно високого відсотка ріллі, домінування монокультурних систем (хоча конкретні культури могли змінитися в бік більш прибуткових експортних), та природна вразливість великих, відкритих рівнин до вітрової та водної ерозії.

Наявні дані не показують драматичного, раптового колапсу з попередньо здорового стану. Натомість вони демонструють стабільно високий рівень деградації, починаючи з 1980-х років, а щорічне зростання площ еродованих земель свідчить про повільне, але неухильне погіршення вже існуючої критичної ситуації.

Проблема є однозначно глибокою, структурною, успадкованою від Радянського Союзу. Сучасні практики в багатьох випадках продовжили або адаптували ту саму виснажливу логіку, але вони не створили проблему з нуля. Сучасна криза є еволюцією кризи радянської епохи, а не її заміною.

Авторка статті [2] зазначає, що попри тривалу історію досліджень, питання оцінки збитків від ерозії залишається невирішеним. Основна складність полягає в тому, що якщо прямі економічні збитки (недобір врожаю, вартість втрачених поживних речовин) можна відносно легко обрахувати, то екологічні (замулення водойм, втрата біорізноманіття, викиди парникових газів) та соціально-екологічні (погіршення продовольчої безпеки, вплив на здоров'я) наслідки майже не піддаються точному вартісному вимірюванню.

Авторка виділяє дві групи збитків: безпосередньо на полі – втрата родючості, зниження врожайності, виведення земель з обробітку та поза межами поля – замулення водойм, забруднення води, зсуви, руйнування інфраструктури, вплив на глобальні процеси. Також пропонується класифікація за часом дії: постійні – щорічне недоотримання прибутку на вже еродованих землях) та ситуативні – втрати під час конкретної ерозійної події).

Ключова проблема, на думку авторки у тому, що землекористувачі не зацікавлені вкладати у протиерозійні заходи більше, ніж вартість врожаю, який вони можуть додатково отримати в короткостроковій перспективі. Оскільки довгострокові екологічні та соціальні наслідки важко монетизувати і вони не лягають прямим тягарем на конкретного фермера, виникає фактичне нехтування проблемою ерозії. Це призводить до самопідсилення деградації та поглиблення соціально-економічних проблем і погіршення продовольчої безпеки країни.

Для обґрунтування заходів на рівні землекористувачів єдиними достовірними показниками збитків є недобір продукції та вартість втрачених добрив/органіки. Однак реальні, повні збитки від ерозії лежать у площині глобальних екологічних процесів та продовольчої безпеки, тому проблема має вирішуватись на загальнодержавному рівні через фінансування та економічне стимулювання ґрунтоохоронних заходів .

Отже, суть не в отриманні надприбутку від охорони земель, а у стратегічному збереженні корисних властивостей ґрунту, пошук оптимальних способів використання ґрунтів у сільському господарстві. Охорона земель може не бути вигідною, але вона має бути як така і може мати позитивний економічний та екологічний ефекти. Прямий економічний ефект відсутній на землях, що не є задіяні у сільському господарстві та зовнішні чинники впливають на ці землі так само.

1.2 Використання ГІС та даних ДЗЗ з метою охорони земель

Ключовий історичний висновок статті [1] полягає в тому, що характер ерозійних загроз змінився. Провівши порівняльний аналіз німецьких аерофотознімків 1943 року та сучасних космічних знімків, автори доводять, що масштабний ріст великих ярів в Україні був фактично зупинений у другій половині ХХ століття завдяки потужним протиерозійним заходам.

Сьогодні основна загроза має інший характер. Головні втрати ґрунту відбуваються через площинну (поверхневу) ерозію та дрібні лінійні форми (промоїни, мікроулоговини). Саме тому сучасна система моніторингу, зокрема на рівні громади, має бути зосереджена на виявленні цих, на перший погляд, менш помітних, але значно більш поширених загроз.

Автори пропонують практичний алгоритм для моніторингу. Він включає аналіз вегетаційних індексів (NDVI) для виявлення полів з відкритим ґрунтом, обов'язкову перевірку метеоданих (ґрунт має бути сухим на момент зйомки для коректного аналізу) та, що найважливіше, інтеграцію цих даних з

цифровою моделлю рельєфу та архівними ґрунтовими картами. Це необхідно, щоб відрізнити справді еродовані ґрунти від тих, що є світлими від природи.

Найважливішим висновком статті є критичне застереження проти повної довіри до автоматизованих методів дешифрування. Автори доводять, що автоматизація потребує обов'язкового контролю кваліфікованого аналітика. Для ілюстрації наводиться переконливий приклад так званого «Турецького валу» — стародавнього скіфського укріплення. На космічних знімках сліди цього валу (як збережена, так і знесена частина) виглядають як чіткі світлі лінійні об'єкти. Будь-який автоматизований алгоритм з високою ймовірністю помилково класифікує їх як прояв сильної лінійної ерозії.

Автори [3] підкреслюють унікальність українських чорноземів, які складають близько 60% ґрунтового покриву країни. Однак, вони зазначають, що ці ґрунти, хоч і мають виняткову потенційну родючість, виявилися дуже вразливими до антропогенного впливу. Зіставлення стану ґрунтів за часів Докучаєва (кінець XIX ст.) із сучасним показує значні втрати гумусу, що сягають 19-22% залежно від зони. Найбільш інтенсивна деградація відбувалася у 60-80-ті роки XX століття через розширення площ під просапними культурами. Лише короткий період наприкінці 80-х – на початку 90-х років, коли масово вносилися органічні та мінеральні добрива, вдалося тимчасово досягти простого відтворення родючості.

Автори чітко вказують на основні причини такого стану: надзвичайно високий ступінь розораності території України, незавершеність земельної реформи, відсутність дієвих державних програм охорони ґрунтів та економічних стимулів для землекористувачів, а також низький рівень відповідальності за недбале землекористування.

Стаття [32] демонструє, як об'єднати різноманітні дані (каталоги поховань, ветеринарний контроль, лабораторні аналізи, дані ДЗК) в єдиній структурованій ґБД. Автори наголошують, що кінцевою метою є не просто збір даних, а просторовий аналіз для встановлення зв'язків, а створена модель передбачає інтеграцію з Державним земельним кадастром через клас

LandParcels, що показує практичну реалізацію зв'язку між системою моніторингу та офіційними кадастровими даними.

Також, автори статті звертають увагу на потребу відкритих платформ різних відомств та організацій з метою об'єднувати дані про зоозональні захворювання.

Автори посібника [31] визначають такий перелік даних для SCORPAN:[31]

1. Ґрунт (S) – точкові дані польових обстежень, лабораторні аналізи, існуючі ґрунтові карти, спектральні дані ДЗЗ
2. Клімат (C) – кліматичні моделі, висота над рівнем моря, моделі сонячної радіації.
3. Рельєф (R) – дані DEM (LiDAR, NED, SRTM), з яких отримують атрибути рельєфу (ухил, кривизна, експозиція, індекс вологості тощо).
4. Організми (O) – карти рослинності, дані ДЗЗ (напр., NDVI з Landsat).
5. Материнська порода (P) – геологічні карти, гамма-радіометричні дані, спектральні дані ДЗЗ (особливо SWIR діапазон – канали 5 і 7 Landsat TM/ETM+, канали 6 і 7 Landsat 8 OLI, канали 4-9 ASTER).

Автори статті [24] зауважують, що з 2000 року запровадження протиерозійних заходів (гідротехнічних, лісомеліоративних) майже призупинилося, тоді як площа просапних культур різко зросла, що знизило протиерозійну стійкість агроландшафтів. Як шлях до мінімізації ризиків пропонується контурно-меліоративна організація території (КМОТ) – Зазначається, що в 1986-2000 рр. такі проекти були розроблені для значних площ (8,2 млн га), але потім роботи припинились. Наголошується на актуальності цього підходу для об'єднаних громад, які отримують повноваження у сфері земельних ресурсів. [24]

Автори статті [13] визначають НІГД як мережу геопорталів (національного, галузевих, місцевих), що забезпечують взаємодію багатьох держателів, виробників та користувачів геопросторових даних.

Інтероперабельність подається як фундаментальна властивість цієї мережі, що визначає її ефективність. Це не просто сумісність, а: *"здатність взаємодіяти... у спосіб, який вимагає, щоб користувачі... мало знали або зовсім не знали про унікальні властивості цих компонентів"*. Тобто, дані та сервіси з різних джерел мають "розуміти" один одного без додаткових зусиль з боку користувача.

Стаття використовує еталонну модель інтероперабельності, що включає чотири рівні: [13]

1. Законодавчий – узгодженість законів, що регулюють діяльність у різних галузях, аби не створювати бар'єрів для обміну даними.
2. Організаційний – прагматичні аспекти взаємодії суб'єктів НІГД, узгодження бізнес-цілей, угоди про співпрацю, орієнтація сервісів на користувача .
3. Семантичний – забезпечення однакового розуміння значення даних.
4. Технічний – уніфікація інтерфейсів, форматів даних, протоколів обміну.

Автори зазначають, що законодавчий та організаційний рівні значною мірою визначені Законом про НІГД та Порядком її функціонування. Основний фокус статті – на семантичному та технічному рівнях, для забезпечення яких пропонується сервіс-центричний (стандартизація сервісів) та інформаційно-центричний (стандартизація даних та метаданих) підходи.

Для вирішення питання сумісності наборів даних пропонується використання єдиної системи координат – УСК-2000 та Балтійської система висот 1977 р., з використанням офіційних кодів EPSG для їх ідентифікації. Уніфікований набір базових геопросторових даних має включати в себе гідрографію, рельєф, межі, транспортну мережу – ці дані мають стати просторовою основою для всіх інших тематичних даних (ґрунти, екологія, містобудування), забезпечуючи їх координатно-топологічну узгодженість.

А для уникнення повторення об'єктів під час інтеграції пропонується запровадження системи унікальних ідентифікаторів (наприклад, GUID, UUID, OLC, кадастрові номери) для кожного геопросторового об'єкта. Як формат

даних для обміну пропонується використовувати GML (на основі XML, стандарт ISO 19136) та GeoJSON/TopoJSON (на основі JSON), які є нейтральними до конкретних ГІС-платформ і добре відображають об'єктну структуру та топологію даних. [13]

У статті [29] описується методика дослідження структури земельного покриття на прикладі Рівненської ОТГ Волинської області поєднуючи дані ДЗЗ (зокрема, супутникові знімки Sentinel-2), Публічну кадастрову карту України, глобальні набори даних (Global Land Cover) та інші джерела.

Ключовим етапом є класифікація земельного покриття за допомогою плагіну QGIS (dzetsaka), що дозволяє виділити основні типи покриття, а саме: ліси, водно-болотні угіддя, орні землі, забудовані території та землі без рослинності.

Автори також звертають увагу на вплив змін клімату на регіон та потенціал ренатуралізації деградованих територій, наприклад, невикористовуваних осушувальних систем.

Ця [4] наукова стаття обґрунтовує та детально описує методику кількісної оцінки вмісту гумусу в ґрунтах сільськогосподарського призначення за допомогою даних ДЗЗ, а саме мультиспектральних знімків Landsat 8 OLI. Автори зазначають, що традиційний аналіз вмісту гумусу є тривалими та витратними. Методика базується на статистичному зв'язку між спектральною яскравістю (відбивною здатністю) ґрунту та вмістом гумусу: чим більше гумусу, тим ґрунт темніший і менше відбиває світло

Дослідження, проведене на прикладі Закарпаття, включало збір даних агрохімічної паспортизації (G_{act}), підбір та попередню обробку знімків Landsat 8 OLI (радіометрична, атмосферна корекція), вилучення усереднених значень спектральної яскравості (B) для моніторингових ділянок у різних каналах (Blue, Green, Red, NIR, SWIR1, SWIR2) та побудову регресійних моделей для визначення зв'язку між яскравістю та гумусом. Було перевірено як прості лінійні залежності, так і 13 нових, складніших моделей, що використовують співвідношення каналів та індекси. Точність моделей

оцінювалася за середньоквадратичним відхиленням (σ) модельованого гумусу (G_{pn}) від фактичного (G_{act})

Результати підтвердили обернений зв'язок між гумусом та яскравістю, причому найтісніший лінійний зв'язок спостерігався у червоному (Red) каналі видимого спектра. Зв'язок в інфрачервоних каналах виявився слабким при індивідуальному розгляді. Однак, найвищу точність (мінімальне середнє $\sigma = 0,52\%$) показала складна степенева модель 6, яка враховує дані всіх шести основних каналів Landsat 8. Це свідчить, що комбінація даних з різних діапазонів у нелінійній моделі покращує прогнозування. Авторка також пропонує альтернативні, трохи менш точні моделі для випадків з обмеженою кількістю каналів. Важливо враховувати, що метод найкраще працює для відкритого, сухого ґрунту без рослинності, а на точність можуть впливати інші фактори, як-от шорсткість поверхні чи мінералогія .

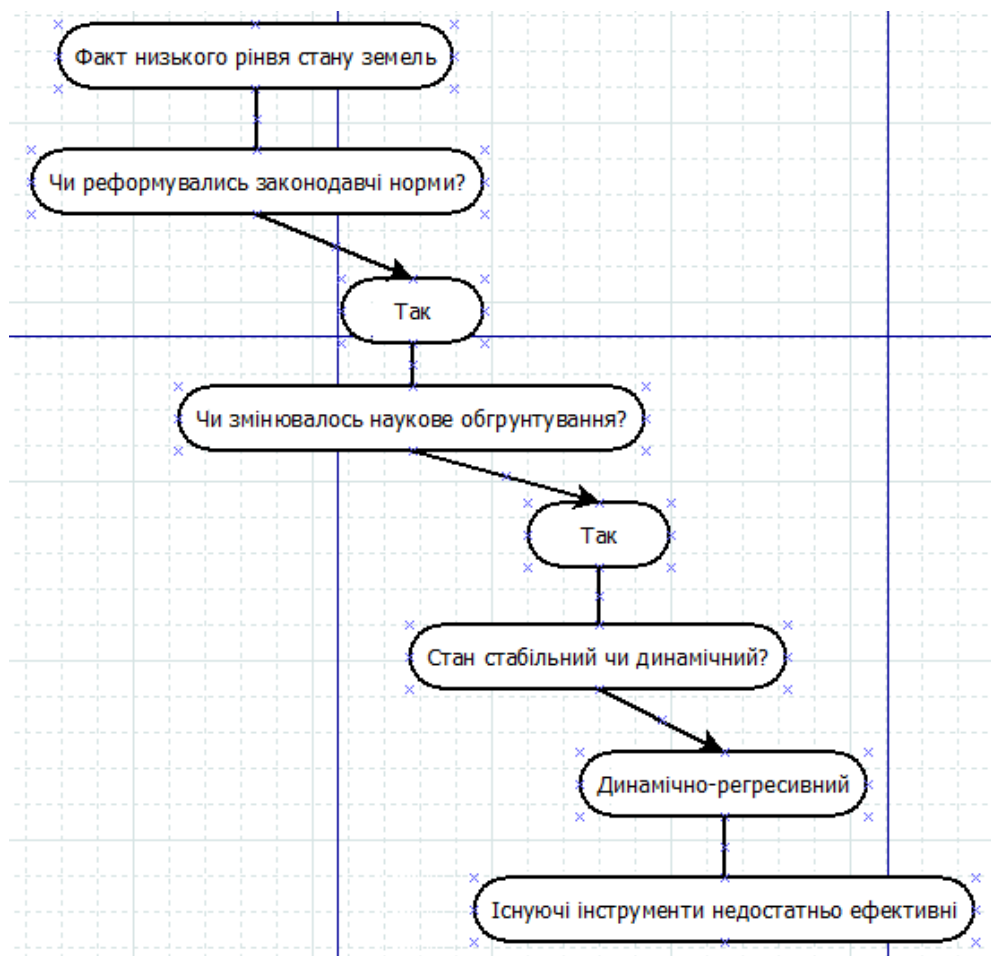


Рис. 1.1 – Логічне обґрунтування неефективності наявних інструментів забезпечення на охорони земель

Синтез поданої інформації свідчить про факт низького стану охорони земель, динамічність земельного законодавства та постійний розвиток наукової бази, періодичне прийняття рішень, що протиречили науковій базі та, спершу, різкий ріст деградаційних процесів, а пізніше заморозку та стабільний-незадовільний стан із постійними втратами гумусу та іншими показниками деградації ґрунтів.

Оцінюючи шкоду від ерозії, не можна обмежуватися лише втратами врожаю. Потрібно враховувати весь комплекс соціальних та екологічних наслідків. Визначити прийнятний рівень деградації складно, бо не завжди можна точно оцінити цінність того, що втрачаємо. Багато екологічних збитків, важко вирахувати в грошовому еквіваленті, через це ґрунтоохоронні заходи не завжди виглядають економічно привабливими для фермерів.

Висновки до розділу

Проведений аналіз нормативно-правового забезпечення та науково-методичних підходів до охорони земель в Україні демонструє фундаментальну трансформацію парадигми землекористування: від радянської виробничо-експлуатаційної моделі до сучасної екоцентричної системи, що базується на пріоритеті екологічної безпеки та децентралізації управління. Законодавча база, сформована Земельним кодексом, Законами «Про охорону земель» та «Про Державний земельний кадастр», створила необхідний правовий каркас, закріпивши понятійний апарат та розподіливши відповідальність між державою, місцевим самоврядуванням та землекористувачами. Проте дослідження виявило критичне неспівпадіння між декларованими правовими нормами та реальним станом земельних ресурсів, що характеризується прогресуючою деградацією, стабільно високими втратами гумусу та поширенням ерозійних процесів, які трансформувалися з глибоких яружних форм у приховану площинну ерозію.

Ключовою проблемою неефективності чинної системи охорони земель є інформаційний розрив між юридичними даними Державного земельного

кадастру та фактичним екологічним станом ґрунтів. Традиційні методи наземного моніторингу та агрохімічної паспортизації виявилися неспроможними забезпечити оперативне оновлення інформації в масштабах країни через високу вартість та ресурсомісткість. Водночас економічна поведінка землекористувачів, орієнтована на короткостроковий прибуток, та складність монетизації довгострокових екологічних збитків лише поглиблюють кризові явища, роблячи існуючу систему контролю реактивною, а не превентивною.

Вирішення цієї проблеми лежить у площині інтеграції новітніх технологічних рішень у систему управління земельними ресурсами. Аналіз наукових досліджень підтверджує, що застосування ГІС та ДЗЗ дозволяє нівелювати недоліки традиційного моніторингу. Використання мультиспектральних космічних знімків (зокрема Sentinel), цифрових моделей рельєфу та вегетаційних індексів у поєднанні з концепцією SCORPAN дає можливість дистанційно моделювати вміст гумусу, виявляти ерозійно небезпечні ділянки та оцінювати деградаційні процеси з високою точністю.

Необхідно розробити структуру накопичення даних для охорони земель, функціональну, концептуальну, логічну моделі бази даних для охорони земель, а також алгоритм вирішення задачі.

Отже, для інтегрування геопросторових даних для охорони земель потрібно розробити такі моделі:

- 1) узагальнену накопичення даних та їх структурування у геопросторовій базі даних;
- 2) функціональну модель інтегрування даних для забезпечення охорони земель;
- 3) концептуальну модель бази геопросторових даних інтеграції даних для охорони земель;
- 4) логічну модель бази геопросторових даних інтеграції даних для охорони земель;

- 5) каталог об'єктів та атрибутів з детальним описом атрибутів та їх типів даних;
- 6) алгоритм вирішення задачі;
- 7) здійснити реалізацію розробки на прикладі Тетіївської громади Київської області

РОЗДІЛ 2 РОЗРОБЛЕННЯ МОДЕЛЕЙ ІНТЕГРАЦІЇ

2.1. Узагальнена модель інтегрування даних для забезпечення охорони земель

Для здійснення охорони земель необхідно забезпечити багатofакторний аналіз з врахуванням як просторових даних, атрибутивних даних, так і часових даних. Ці дані мають бути структуровані та збережені для здійснення просторового аналізу. Для структуровання та збереження даних доцільно використати базу геопросторових даних. База геопросторових даних (БГД) – це сукупність географічних наборів даних різних типів, що використовуються в ArcGIS і зберігаються в загальних папках файлової системи або в реляційній базі даних [7]

Процес накопичення та структуровання даних подано на рис. 2.1. Накопичення даних та структуровання даних у геопросторовій базі даних поданий з використанням діаграми Потоків даних (Data Flow Diagram). Діаграма потоків даних відображає як інформація надходить з різних джерел, де зберігається і обробляється. [32]

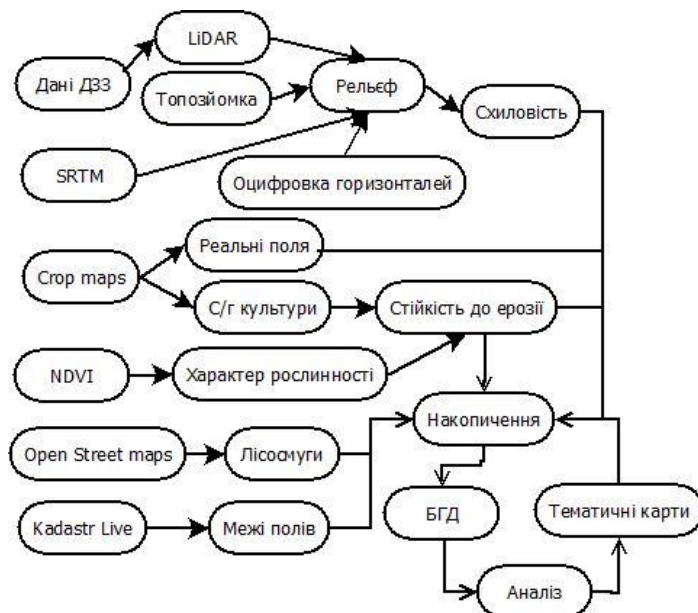


Рис. 2.1. Накопичення даних та структуровання даних у геопросторовій базі даних

До основних джерел даних належать: дані ДЗЗ, LIDAR, топозйомка, SRTM, Crop maps, Open Street maps, NDVI, Kadastr live.

Дані ДЗЗ – це загальна назва для даних, отриманих із супутників (наприклад, Landsat, Sentinel) або літаків, зокрема мультиспектральні знімки. Вони є первинною сировиною для аналізу стану земного покриття та розрахунку похідних продуктів, таких як NDVI та Crop maps. Дані ДЗЗ можна завантажити безкоштовно через глобальні геопортали, такі як USGS EarthExplorer або Copernicus Open Access Hub. [30, 35]

LIDAR – це технологія активного дистанційного зондування, що використовує лазерне сканування для отримання хмар точок, на основі яких будуються високоточні цифрові моделі рельєфу та місцевості. Вона забезпечує дуже високу просторову роздільну здатність (часто менше 1 метра) і є вкрай корисною для детального моделювання мікрорельєфу та схилів.

Топозйомка – це комплекс польових геодезичних робіт, що виконуються на місцевості для створення детальних топографічних карт та планів. Результатом є точні дані про рельєф (горизонталі, висотні відмітки) та об'єкти місцевості (дороги, будівлі, лісосмуги).

SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) – це глобальна цифрова модель рельєфу, що побудована за допомогою радарної інтерферометричної зйомки з космічного човника "Endeavour". Дані SRTM можна завантажити безкоштовно через ресурси NASA, USGS (EarthExplorer). Мають роздільну здатність 90м. [36].

Crop maps – це тематичні растрові дані, які ідентифікують типи сільськогосподарських культур, що вирощуються на полях у певний сезон. Вони створюються шляхом автоматичної класифікації часових рядів супутникових знімків. [37].

Open Street maps – це відкритий картографічний проєкт, дані якого створюються та редагуються спільнотою користувачів. Він надає актуальні векторні дані про об'єкти інфраструктури, гідрографію та землекористування. Дані OSM можна завантажити безкоштовно з офіційного сайту проєкту або спеціалізованих сервісів. [33]

NDVI – це нормалізований диференційний вегетаційний індекс, який розраховується на основі мультиспектральних даних ДЗЗ (використовуючи червоний та ближній інфрачервоний канали). Він служить кількісним індикатором наявності, щільності та стану здоров'я рослинності, що дозволяє оцінити характер рослинного покриву.

Kadastr live – відкриті дані ДЗК, що містять інформацію про межі земельних ділянок, їх площі, кадастрові номери, цільове призначення тощо.

До основних форматів даних належать: .shp – найпоширеніший формат для зберігання векторних геопросторових даних, розроблений компанією ESRI, є форматом для OSM, Kadastr live а також для обміну даними топоїомки; .tiff – є основою для роботи з даними дистанційного зондування, містить вбудовані метадані систему координат, проєкцію та розташування, є форматом для NDVI, і даних ДДЗ; .las – відкритий файловий формат, ефективно зберігає величезні обсяги даних 3D-хмари точок, використовується для даних LiDAR

2.2. Функціональна модель інтегрування даних для забезпечення охорони земель

Загальний алгоритм підходу для планування заходів з охорони земель можна подати через низку етапів, які подані на рис. 2.2. Алгоритм підходу пооданий через діаграму Активностей (Activity Diagram). Діаграма активностей відображає послідовний робочий процес, показуючи кроки, які необхідно виконати для досягнення мети, а також логіку переходів між цими кроками. [34]

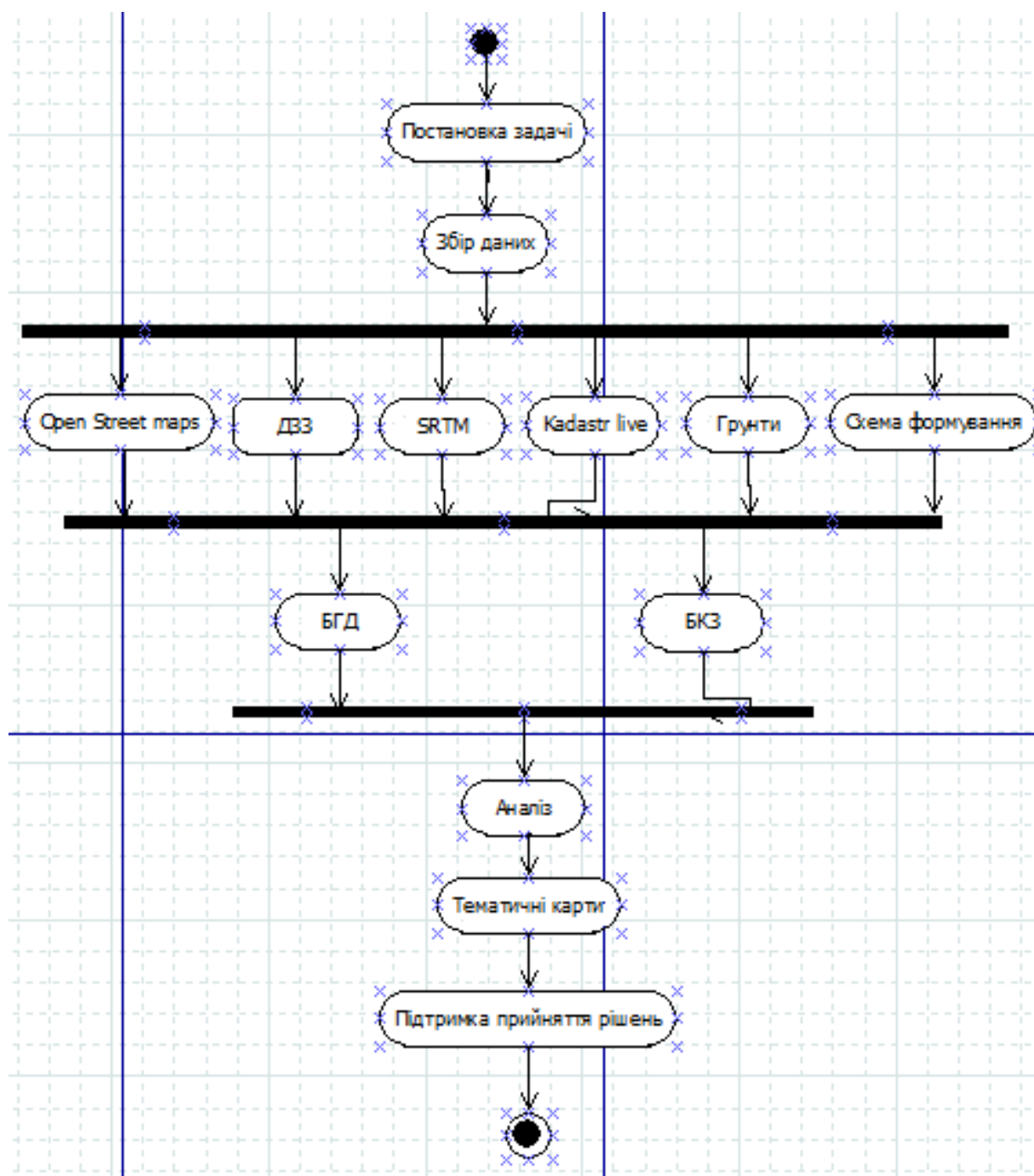


Рис. 2.2. Функціональна модель інтегрування даних для забезпечення охорони земель

Початковим етапом є постановка задачі – інтеграція геопросторових даних з метою охорони земель, що є об’єктом природокристування та об’єктом господарської діяльності.

На другому етапі відбувається збір даних – під час збору даних про земельні ресурси для території дослідження, здійснюється вивчення початкових наборів даних та їх інтеграція. Збір даних може здійснюватись як

паралельний процес, тобто дані на визначену територію можуть збиратись як незалежно один від одного так і при визначеній взаємодії.

Наступним етапом реалізації є розроблення структури бази геопросторових даних та структури бази знань, а також здійснення їх подальшої фізичної реалізації в програмному засобі. База даних включає набір класів, що описують просторові та атрибутивні характеристики об'єктів моніторингу, зокрема база знань включає набір фактів про предметну область, а також правил і процедур, які описують, як ці факти взаємопов'язані та як їх можна використовувати для отримання нових знань або прийняття рішень.

Для оцінювання стану земель, визначення заходів з охорони земель Тетіївської громади Київської області необхідно здійснити визначення просторових закономірностей у розподілі ґрунтового покриву та рельєфу, існуючих сільськогосподарських угіддях.

За результатами здійсненого геопросторового аналізу формується набір тематичних карт, що містять інформацію про стан земель та фактори, що впливають на це.

Заключним етапом функціональної моделі є прийняття управлінських рішень щодо охорони земель та ґрунтів, що потребує обробки різномірних просторових та непросторових даних.

2.3. Розроблення бази геопросторових даних охорони земель

Розроблення бази геопросторових даних охорони земель складається з розроблення низки моделей – першою з яких є концептуальна модель.

Концептуальна модель – це найвищий та найбільш абстрактний рівень, головна мета якого – описати предметну область зрозумілою мовою для усіх. Така модель є повністю незалежною від будь-якого програмного забезпечення чи типу бази даних. [7]

Концептуальна модель бази геопросторових даних інтеграції даних для охорони земель подана через діаграму класів (Class Diagram). Діаграма класів

– це один із типів діаграм в UML, що надає статичний опис структури системи. Вона є фундаментальною для об'єктно-орієнтованого підходу, оскільки візуалізує основні блоки програми. Ця діаграма включає самі класи, їхній внутрішній вміст, зокрема атрибути та методи, а також відносини між ними, такі як асоціація, спадкування чи залежність. [34]

На концептуальній моделі визначаються класи що є сутностями предметної області, атрибути, що описують властивості цих класів, та зв'язки, що показують, як ці класи співвідносяться між собою

Концептуальна модель бази геопросторових даних інтеграції даних для охорони земель подана на рис. 2.3.

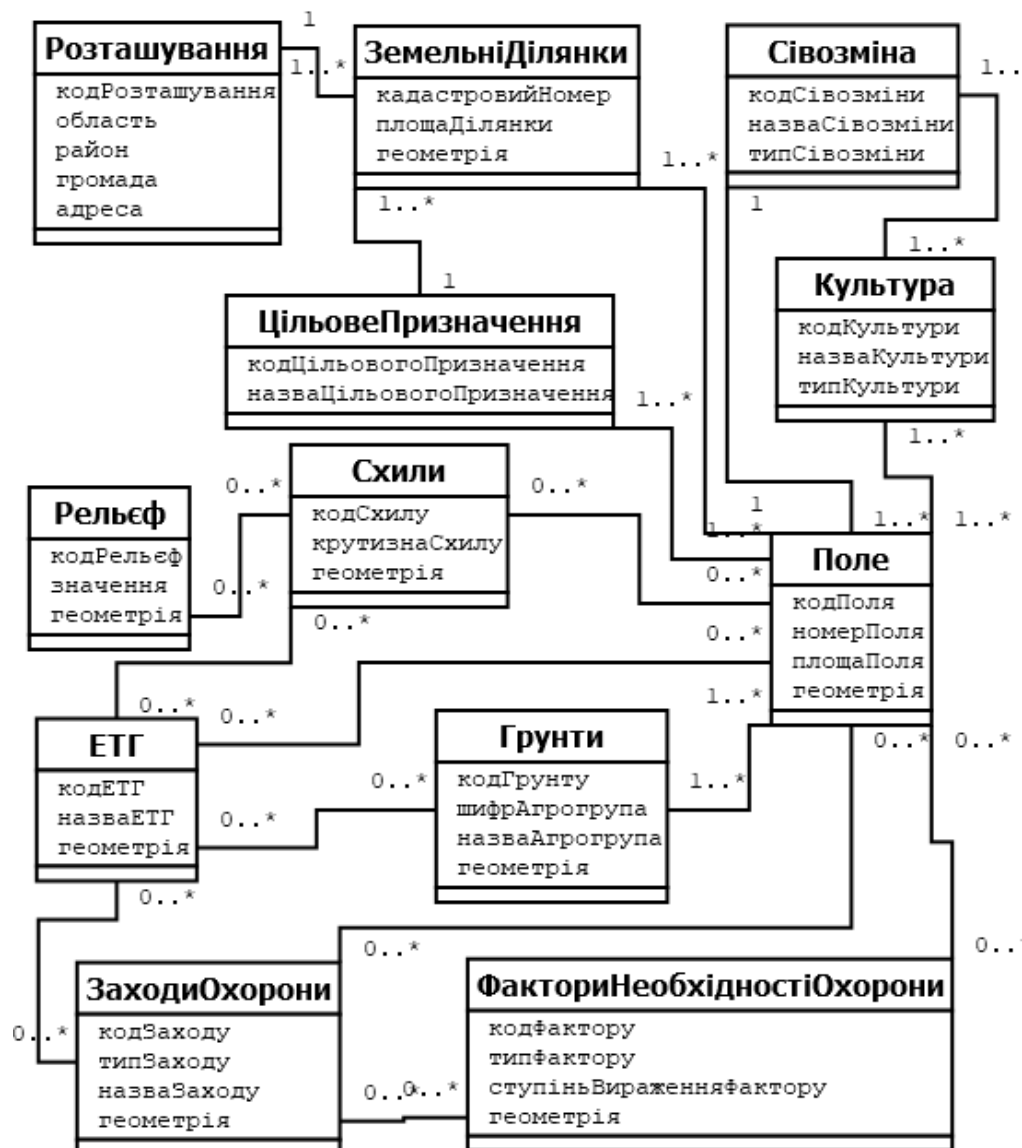


Рис. 2.3. Концептуальна модель бази геопросторових даних інтеграції даних для охорони земель

До основних класів концептуальної моделі належать:

Розташування – клас, що містить інформацію про адміністративне місцезнаходження. Має атрибути кодРозташування, область, район, громада, адреса.

ЗемельніДілянки – клас, що містить основну кадастрову інформацію про земельну ділянку. Має атрибути кадастровийНомер, площаДілянки, геометрія.

ЦільовеПризначення – клас, що містить інформацію про цільове призначення земельної ділянки. Має атрибути кодЦільовогоПризначення, назваЦільовогоПризначення.

Сівозміна – клас, що містить інформацію про сівозміну, яка застосовується на ділянці. Має атрибути кодСівозміни, назваСівозміни, типСівозміни.

Культура – клас, що містить інформацію про конкретну сільськогосподарську культуру. Має атрибути кодКультури, назваКультури, типКультури.

Поле – клас, що містить інформацію про окреме поле в межах земельної ділянки. Має атрибути кодПоля, номерПоля, площаПоля, геометрія.

Схили – клас, що містить інформацію про характеристики схилів. Має атрибути кодСхилу, крутизнаСхилу.

Рельєф – клас, що містить інформацію про тип рельєфу. Має атрибути кодРельєф, значення, геометрія.

ЕТГ – клас, що містить інформацію про еколого-технологічні групи. Має атрибути кодЕТГ, назваЕТГ, геометрія.

Ґрунти – клас, що містить інформацію про ґрунтовий покрив та агрогрупи. Має атрибути кодҐрунту, шифрАгрогрупа, назваАгрогрупа, геометрія.

ЗаходиОхорони – клас, що містить інформацію про впроваджені або рекомендовані заходи охорони земель. Має атрибути кодЗаходу, типЗаходу, назваЗаходу, геометрія.

ФакториНеобхідностіОхорони – клас, що містить інформацію про фактори, які зумовлюють потребу в охоронних заходах (наприклад, ерозія, деградація). Має атрибути кодФактору, типФактору, ступіньВираженняФактору, геометрія.

Наступним етапом розроблення бази геопросторових даних охорони земель є розроблення логічної моделі.

Логічна модель – етап проектування, що переводить концептуальну модель у конкретної структури даних, вона залежить від обраного типу моделі даних, але залишається незалежною від конкретної системи управління базами даних. Сутності та атрибути на цьому етапі трансформуються в елементи обраної моделі, зв'язки реалізуються через механізм ключів, також відбувається процес нормалізації даних. [7]

Логічна модель бази геопросторових даних інтеграції даних для охорони земель подана через діаграму класів (Class Diagram).

На логічній моделі визначаються класи, що є прототипами майбутніх таблиць бази даних, атрибути, що описують стовпці цих таблиць (включно з їхніми типами даних та ключовими властивостями, та зв'язки, що визначають відношення між цими таблицями.

У логічній моделі бази даних зв'язки класифікуються за кардинальністю на три основні типи: один-до-одного (1:1), один-до-багатьох (1:M) та багато-до-багатьох (M:N). Зв'язок 1:M є найпоширенішим і може деталізуватися як ідентифікований, що використовується для слабких сутностей, що залежать від батьківської, та неідентифікований для сильних, незалежних сутностей. Атрибути класифікують за типом даних, які вони зберігають, зокрема: текстові, числові, бітові рядки, спеціалізовані числові, та темпоральні (дата, час, часовий інтервал). [7]

Логічна модель бази геопросторових даних інтеграції даних для охорони земель подана на рис. 2.3.

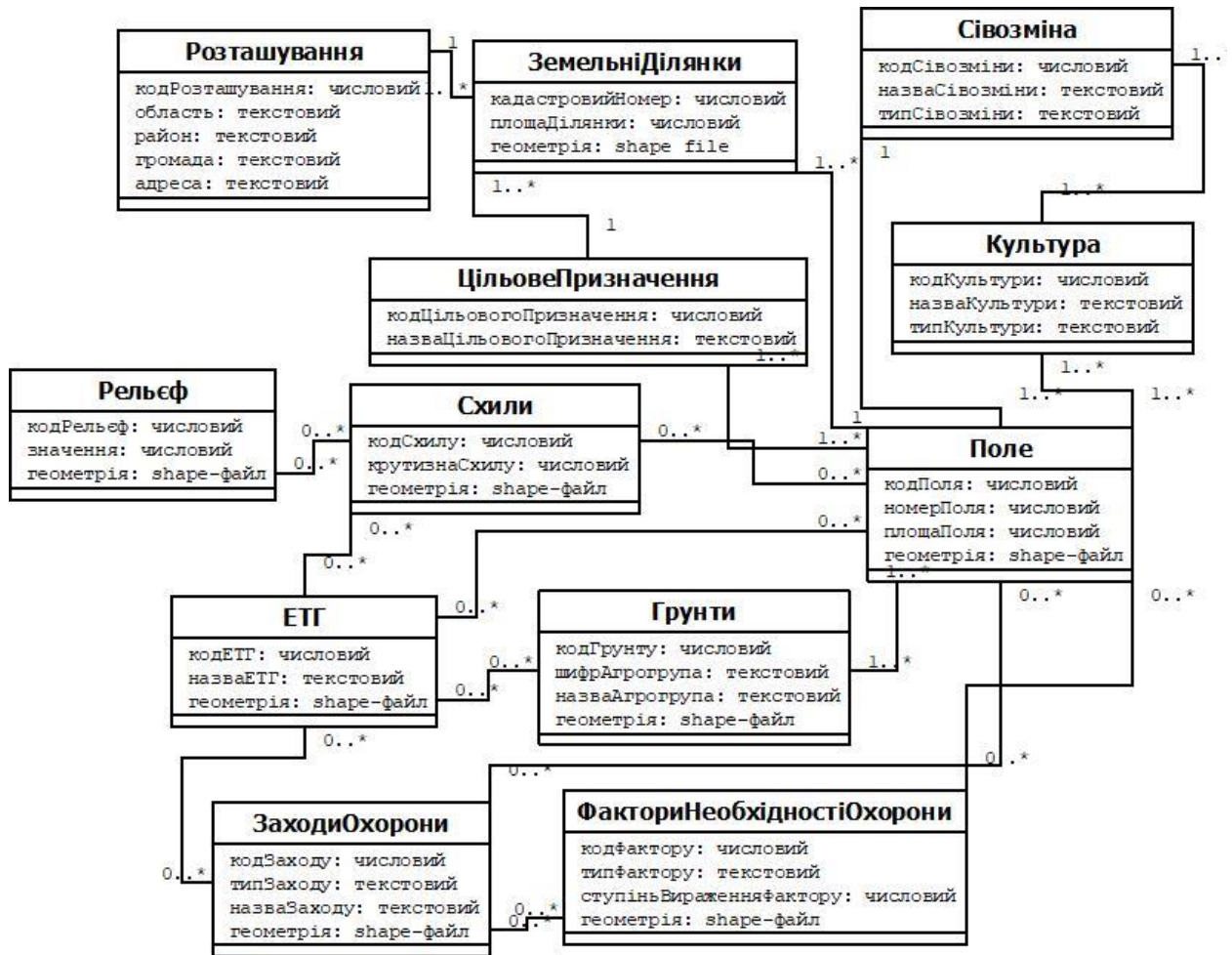


Рис. 2.4. Логічна модель бази геопросторових даних інтеграції даних для охорони земель

Розташування – клас, що містить інформацію про адміністративне місцезнаходження. Має атрибути кодРозташування (числовий), область (текстовий), район (текстовий), громада (текстовий) та адреса (текстовий). Він має зв'язок "один-до-одного" з класом ЗемельніДілянки.

ЗемельніДілянки – клас, що містить основну кадастрову інформацію. Має атрибути кадастровийНомер (числовий), площаДілянки (числовий) та геометрія (share file). Цей клас пов'язаний "один-до-одного" з класами Розташування та ЦільовеПризначення, а також "один-до-багатьох" з класами Поле та Сівозміна.

ЦільовеПризначення – клас, що містить інформацію про цільове призначення. Має атрибути кодЦільовогоПризначення (числовий) та

назваЦільовогоПризначення (текстовий). Він має зв'язок "один-до-одного" з класом ЗемельніДілянки.

Сівозміна – клас, що містить інформацію про сівозміну. Має атрибути кодСівозміни (числовий), назваСівозміни (текстовий) та типСівозміни (текстовий). Він пов'язаний "один-до-багатьох" з класом ЗемельніДілянки та "один-до-багатьох" з класом Культура.

Культура – клас, що містить інформацію про сільськогосподарську культуру. Має атрибути кодКультури (числовий), назваКультури (текстовий) та типКультури (текстовий). Він має зв'язок "багато-до-одного" з класом Сівозміна та "багато-до-багатьох" з класом Поле.

Поле – клас, що містить інформацію про окреме поле. Має атрибути кодПоля (числовий), номерПоля (числовий), площаПоля (числовий) та геометрія (shape-файл). Цей клас має зв'язок "багато-до-одного" з класом ЗемельніДілянки та зв'язки "багато-до-багатьох" з класами Культура, Схили, Ґрунти та ФакториНеобхідностіОхорони.

Схили – клас, що містить інформацію про характеристики схилів. Має атрибути кодСхилу (числовий), крутизнаСхилу (числовий) та геометрія (shape-файл). Він має зв'язок "багато-до-багатьох" з класами Рельєф та Поле.

Рельєф – клас, що містить інформацію про тип рельєфу. Має атрибути кодРельєф (числовий), значення (числовий) та геометрія (shape-файл). Він має зв'язок "багато-до-багатьох" з класами Схили та ЕТҐ.

ЕТҐ – клас, що містить інформацію про еколого-технологічні групи. Має атрибути кодЕТҐ (числовий), назваЕТҐ (текстовий) та геометрія (shape-файл). Він має зв'язки "багато-до-багатьох" з класами Рельєф, Ґрунти та ЗаходиОхорони.

Ґрунти – клас, що містить інформацію про ґрунтовий покрив. Має атрибути кодҐрунту (числовий), шифрАгрогрупа (текстовий), назваАгрогрупа (текстовий) та геометрія (shape-файл). Він має зв'язки "багато-до-багатьох" з класами ЕТҐ, Поле та ФакториНеобхідностіОхорони.

ЗаходиОхорони – клас, що містить інформацію про заходи охорони земель. Має атрибути кодЗаходу (числовий), типЗаходу (текстовий), назваЗаходу (текстовий) та геометрія (shape-файл). Він має зв'язки "багато-до-багатьох" з класами ЕТГ та ФакториНеобхідностіОхорони.

ФакториНеобхідностіОхорони – клас, що містить інформацію про фактори, які зумовлюють потребу в охороні. Має атрибути кодФактору (числовий), типФактору (текстовий), ступіньВираженняФактору (числовий) та геометрія (shape-файл). Він має зв'язки "багато-до-багатьох" з класами ЗаходиОхорони, Ґрунти та Поле.

Згідно із [6,10,11] каталог об'єктів і атрибутів є ключовим компонентом сучасної системи стандартизації геопросторових даних, зокрема бази топографічних даних. В каталозі топографічних об'єктів фактично описується онтологічна модель об'єктів, що зберігаються в базі даних. З практичної тчоки зору каталог є вичерпним, формалізованим переліком того, що може зберігатися в базі. Він детально визначає: [11]

1. Типи топографічних об'єктів, їх назви, ідентифікатори та коди.
2. Атрибути об'єктів, їх назви, ідентифікатори, коди, типи даних та домени допустимих значень.
3. Асоціації (відношення) між об'єктами.

Таким чином, каталог об'єктів і атрибутів виконує дві основні функції. По-перше, він є важливим джерелом метаданих низького рівня, гарантуючи, що постачальники і користувачі даних однаково розуміють явища реального світу, представлені в даних. По-друге, визначена в каталозі система класифікації та кодування становить основу для правил кодування та цифрового опису векторних даних.

В ході роботи опрацьовано початкові дані та моделі, визначено перелік об'єктів каталогу для забезпечення охорони земель та визначено класифікаційні групи та їх коди (таблиця 2.1).

Таблиця 2.1

Класифікаційні групи об'єктів

Код класифікаційної групи	Назва класифікаційної групи
01	Розташування
02	Рельєф
03	Охорона Земель
04	Сівозміни

Для класифікаційної групи об'єкту визначається номер типу об'єкту. Код типу об'єкту утворюється через поєднання коду класифікаційної групи з порядковим номером типу в групу (таблиця 2.2).

Таблиця 2.2

Типи об'єктів каталогу бази геопросторових даних інтеграції даних для забезпечення охорони земель

Номер в каталозі	Назва типу об'єкта	Код типу об'єкта
Ділянка		
01_1	Розташування	0101
01_2	Земельні Ділянки	0102
01_3	Поле	0103
01_4	Цільове Призначення	0104
Рельєф		
02_1	Рельєф	0201
02_2	Схили	0202
Охорона Земель		
03_1	Фактори Необхідності Охорони	0301
03_2	ЕТГ	0302
03_3	Заходи Охорони	0303
04_4	Грунти	0404
Сівозміни		
04_1	Сівозміна	0401
04_2	Культура	0402

Опис типу «Фактори Необхідності Охорони» та каталог його атрибутів з описом подані в таблицях 2.3 – 2.4.

Таблиця 2.3

Тип «ФакториНеобхідностіОхорони» у каталозі об'єктів

Назва групи	Ділянка
Назва типу	ФакториНеобхідностіОхорони
Код типу	0301
Визначення	Фактори що вказують на необхідність проведення заходів з охорони земель

Таблиця 2.4

Каталог атрибутів типу «ФакториНеобхідностіОхорони» у каталозі об'єктів

кодФактору		Код фактору			
Визначення	Унікальний номер фактору що викликає необхідність охорони земель				
Тип даних	Числовий	Статус	Основний	Код	030101
Домен				Одиниці виміру	-
типФактору		Тип фактору			
Визначення	Наявність екологічних, економічних, правових та інших порушень земельної ділянки, які потребують				
Тип даних	Текст	Статус	Основний	Код	030102
Домен				Одиниці виміру	
СтупіньВираженняФактору		Ступінь вираження фактору			
Визначення	Наскільки фактор порушення земель вплинув на можливість господарського використання земельних ділянок				
Тип даних	текстовий	Статус	Основний	Код	030103
Домен				Одиниці виміру	%

2.4. Розроблення бази знань охорони земель

Базу геопросторових даних доповнює база знань.

База знань – структурована система, яка формалізує та зберігає знання про предметну галузь та методи роботи з даними Мета такої бази знань полягає в уніфікації інформації, способи її оброблення та відображення для створення стандартизованих тематичних карт. [12]

База знань інтеграції даних для охорони земель подана через діаграму пакетів. Діаграма пакетів – “UML-модель, що візуалізує структуру Баз Знань (БЗ) системи геоінформаційного моніторингу” [12]

База знань інтеграції даних для охорони земель подана на рис. 2.5.

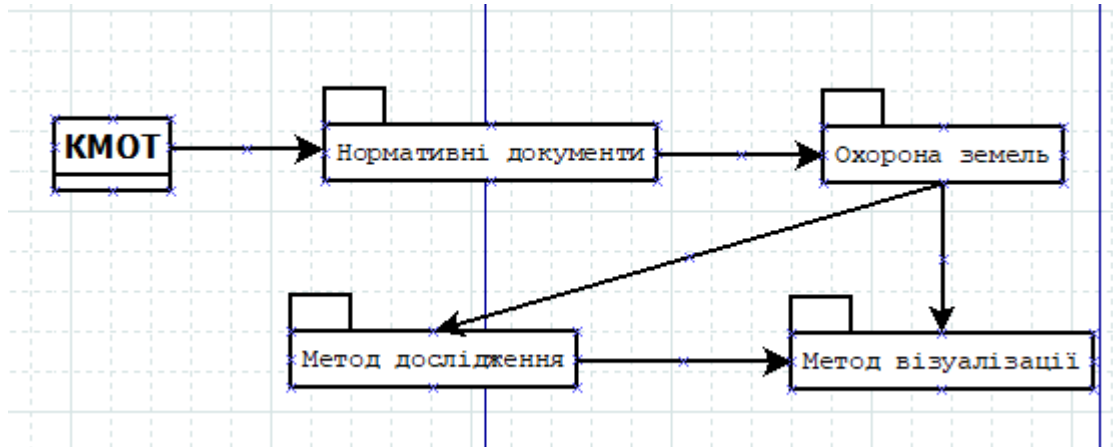


Рис. 2.5.База знань інтеграції даних для охорони земель

До основних компонентів бази знань належать пакети: Об’єкти охорони земель, Методи візуалізації, Методи дослідження та Нормативні документи.

Об’єкти охорони земель – це земельні ділянки на яких виявлено фактори необхідності охорони земель, наприклад деградацію земель чи приналежність до другої чи третьої еколого-технологічних груп ґрунтів, що потребують здійснення заходів для збереження ґрунтів.

Методи дослідження – містить бібліотеку методів опрацювання геопросторових та атрибутивних даних для оцінки стану земель та визначення необхідних заходів з охорони земель.

Методи візуалізації – містить бібліотеку методів візуалізації для представлення тематичних карт.

Нормативні документи – пакет що містить перелік нормативно-правових документів на яких базується аналіз стану земель та нормативів, що дозволяють обрати заходів з охорони земель.

2.5. Розроблення алгоритму пошуку рішення

Про незадовільний стан земель свідчать множина статей описаних у розділі 1, також, за останнє десятиліття не відбулося позитивних змін у структурі та кількості порушених земель, що свідчить про стабільно-незадовільний стан для виходу з якого потрібно розширювати набори даних, що ми маємо. Ігнорування норм допустимої схиловості розорювання території призвело не до рівномірної появи деградованих земель, а до окремих точок із критичною ситуацією, аналіз яких покаже ключовий фактор деградації у конкретній точці із яким можна працювати.

На основі проаналізованих статей здійснено розроблення алгоритму пошуку рішення, що представлено на рис. 2.6.

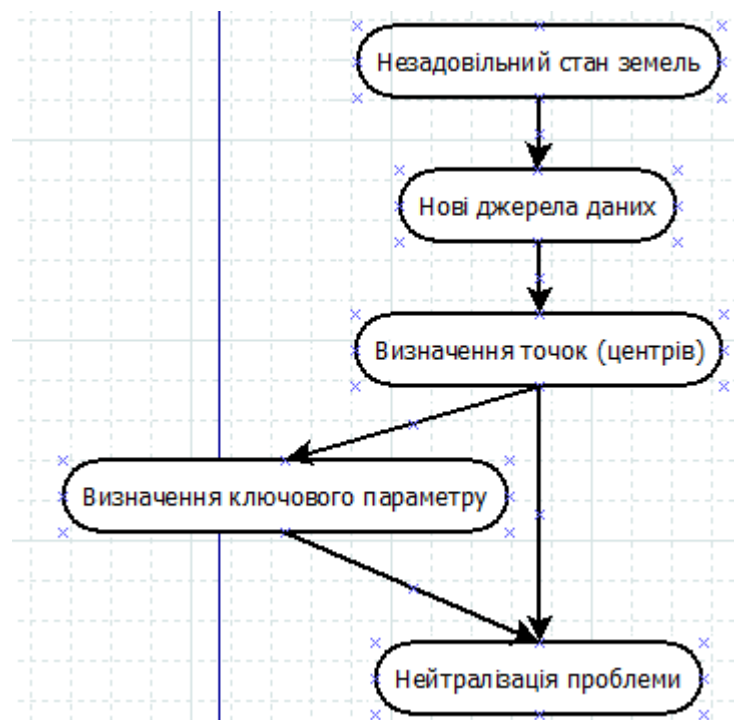


Рис. 2.6 – Алгоритм пошуку рішення

До основних компонентів пошуку рішення належить: незадовільний стан, нові джерела даних, визначення точок центрів, визначення ключового параметру, нейтралізація проблеми (рис.2.6)

Згідно із статтями, опрацьованими у розділі 1 стан сільськогосподарських земель є нестабільним та характеризується постійним проявом деградації. Нові джерела даних нададуть альтернативні дані, що більш повноцінно та різносторонньо опишуть характер процесів та дозволять виявити нові закономірності. Так як ерозійні процеси найбільш активно проявляються на схилових землях, то при одноковій інтенсивності порушень використання схилів землі будуть більш яскравим індикатором та, ймовірно, будуть формувати центри із найбільшою інтенсивністю. Наступним кроком є визначення ключового параметру деградації, за умови відсутності прямих та відмих закономірностей. Завершальною частиною є нейтралізація проблеми.

Висновки до розділу

Ефективний моніторинг та прийняття обґрунтованих управлінських рішень вимагають інтеграції нових джерел інформації.

У розділі розроблено набір моделей для інтеграції геопросторових даних для забезпечення охорони , а саме:

1. Узагальнена модель інтегрування даних для забезпечення охорони земель – подає накопичення даних та структурування даних, що надходять в базу геопросторових даних з різних джерел.
2. Функціональна модель інтегрування даних для забезпечення охорони земель – включає постановку задачі, збір даних із визначених джерел, їх накопичення в БГД і БКЗ, створення тематичних карт та їх аналіз і використання для підтримки прийняття рішень.
3. Концептуальна модель бази геопросторових даних інтеграції даних для охорони земель – визначає класи і їх атрибути і зв'язки між ними.
4. Логічна модель бази геопросторових даних інтеграції даних для охорони земель – визначає кратність зв'язків між класами та тип даних атрибутів.

5. База знань інтеграції даних для охорони земель – описує рух блоків даних, таких як: об'єкти охорони земель, методи візуалізації, методи дослідження та нормативні документи.

6. Алгоритм пошуку рішення, який пропонує аналіз нових джерел даних з метою отримання більш повної картини стану земель та пошук першопричин наявного стану, нетралізацію негативних чинників.

Також, визначено: класифікаційні групи об'єктів, типи об'єктів каталогу бази геопросторових даних інтеграції даних, тип «ФакториНеобхідностіОхорони», каталог атрибутів типу «ФакториНеобхідностіОхорони» у каталозі об'єктів.

Реалізацію розроблених моделей запропоновано виконати на прикладі Тетіївської територіальної громади Київської області, де моделі будуть реалізовані як тематичні шари та тематичні карти.

РОЗДІЛ 3 ІНТЕГРУВАННЯ ДАНИХ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОХОРОНИ ЗЕМЕЛЬ

3.1 Характеристика громади

Тетіївська міська територіальна громада розташована у південно-західній частині Київської області, та входить до складу Білоцерківського району. Адміністративним центром громади є місто Тетіїв.

Громада була утворена у 2017 році, до її складу увійшли Тетіївська міська рада та 13 сільських рад колишнього Тетіївського району, а у 2020 році, в рамках завершального етапу реформи, до громади приєдналися ще 10 сільських рад. На сьогоднішній день громада складається із 1 міста та 32 сіл. [27]

Загальна площа громади – 757,54 км². Мінімальна відстань населених пунктів до адміністративного центру складає – 7 км, максимальна – 25 км. [25]

Згідно із стратегією розвитку на 2025-2027 рік пріоритети зосереджені на кількох основних напрямках. В економіці та інвестиціях важливим є сприяння розвитку малого та середнього підприємництва та забезпечення сприятливого бізнес-клімату, а також пряме залучення інвестицій, що включає проекти будівництва заводів з виробництва біогазу, формування бази даних потенційних інвесторів та налагодження комунікації з ними. У фінансовій сфері пріоритетом є пошук додаткових ресурсів для наповнення бюджету, наприклад, через залучення до оподаткування підприємств, що працюють на території, але зареєстровані в інших місцевостях, а також підвищення ефективності використання бюджетних коштів, що прямо передбачає *«оптимізацію мережі та чисельності працівників бюджетних установ»*. У сфері управління земельним ресурсами акцент робиться на розвитку міжнародного співробітництва, зокрема через участь в ініціативах ЄС, як-от «Угода мерів», а також на розробці містобудівної документації, включно з оновленням Генерального плану, та проведенні повної інвентаризації земель з розробкою технічної документації для їх нормативної грошової оцінки. [26]

Тетіївська громада характеризується помірно-континентальним кліматом. Географічною особливістю району є відсутність гір, що створює умови для вільного переміщення та змішування повітряних мас різного походження. Як наслідок, для регіону характерна значна мінливість погодних умов залежно від сезону.

Зима в районі, як правило, помірно м'яка та з невеликою кількістю снігу, із середньою січневою температурою -5°C . Літо тепле, середня температура липня становить $+21,1^{\circ}\text{C}$. Середньорічна норма опадів — 500 мм, а кількість сонячних днів сягає близько 80. [16]

На території громади протікає 8 річок: Роська, Росошка, Дубравка, Молочна, Криштовиха, Медунка, Кулішівка та Зарубанка. Ріки живляться переважно дощовими водами. Замерзання річки Роська відбувається в першій половині грудня, інколи в листопаді. [16]

Аналіз даних про опади за 2006-2017 роки не демонструє чіткої тенденції ні до зростання їх загальної кількості, ні до зміни у сезонному розподілі (перерозподілу) річних максимумів. З огляду на це, показники ризику підтоплень вказують на низьку ймовірність виникнення надзвичайних ситуацій у регіоні, спричинених посиленням опадів. [16]

Охорона навколишнього середовища громади сфокусована переважно на ліквідації наслідків антропогенного забруднення, а не на превентивних заходах, як-то протиерозійні роботи чи заліснення, вони включають: очищення та відновлення засмічених земель, придбання обладнання для збору побутових відходів, а також забезпечення екологічно безпечного збирання небезпечних відходів. Нагальними викликами для керівництва громади є насамперед санітарні та хімічні загрози (стихійні звалища, управління полігонами ТПВ, агрохімікати) [26]

У 2023 році Білоцерківська окружна прокуратура забезпечила повернення у розпорядження Тетіївської міської ради трьох земельних ділянок загальною площею 44 гектари, що були отримані фермером в оренду

нехтуючи земельними торгами. Інших порушень земельного законодавства зафіксовано не було. [28]

3.2 Початкові дані

Реалізація проводилась у ArcGis. Початковими даними були shape-файл межі Тетіївської громади Київської області (наданий НДІГіК) (рис. 3.1), shape-файл сільськогосподарських полів (рис. 3.2), shape-файл ґрунтового покриття громади із визначеними агропромисловими групами ґрунтів (рис. 3.3), SRTM на територію дослідження (рис. 3.4).

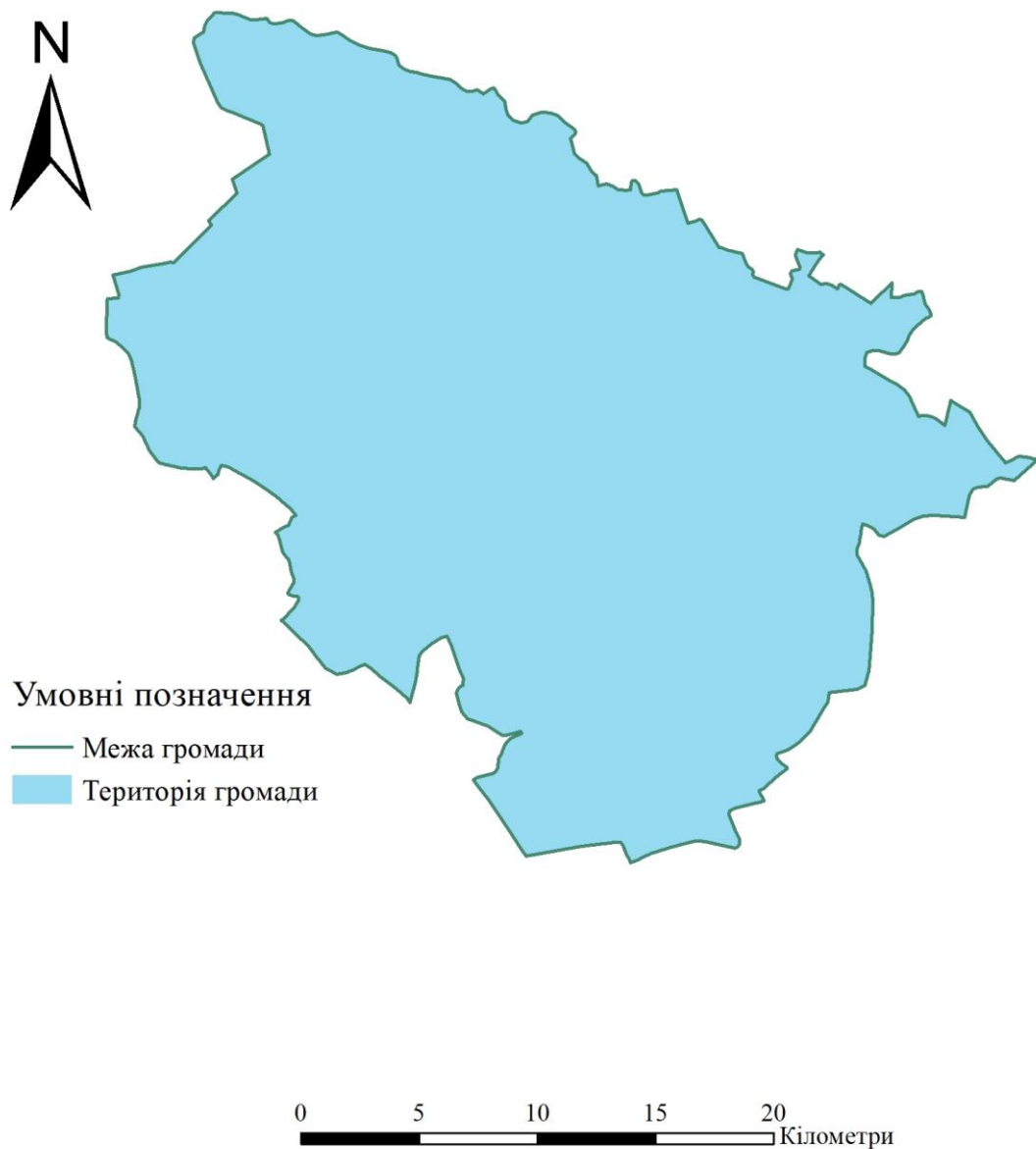


Рис. 3.1 – Картографічне подання території Тетіївської громади Київської області



Рис. 3.2 – Картографічне подання полів сільськогосподарських культур

Більшу частину територію громади займають сільськогосподарські угіддя, а місця відсутності даних щодо них займають землі населених пунктів та води.

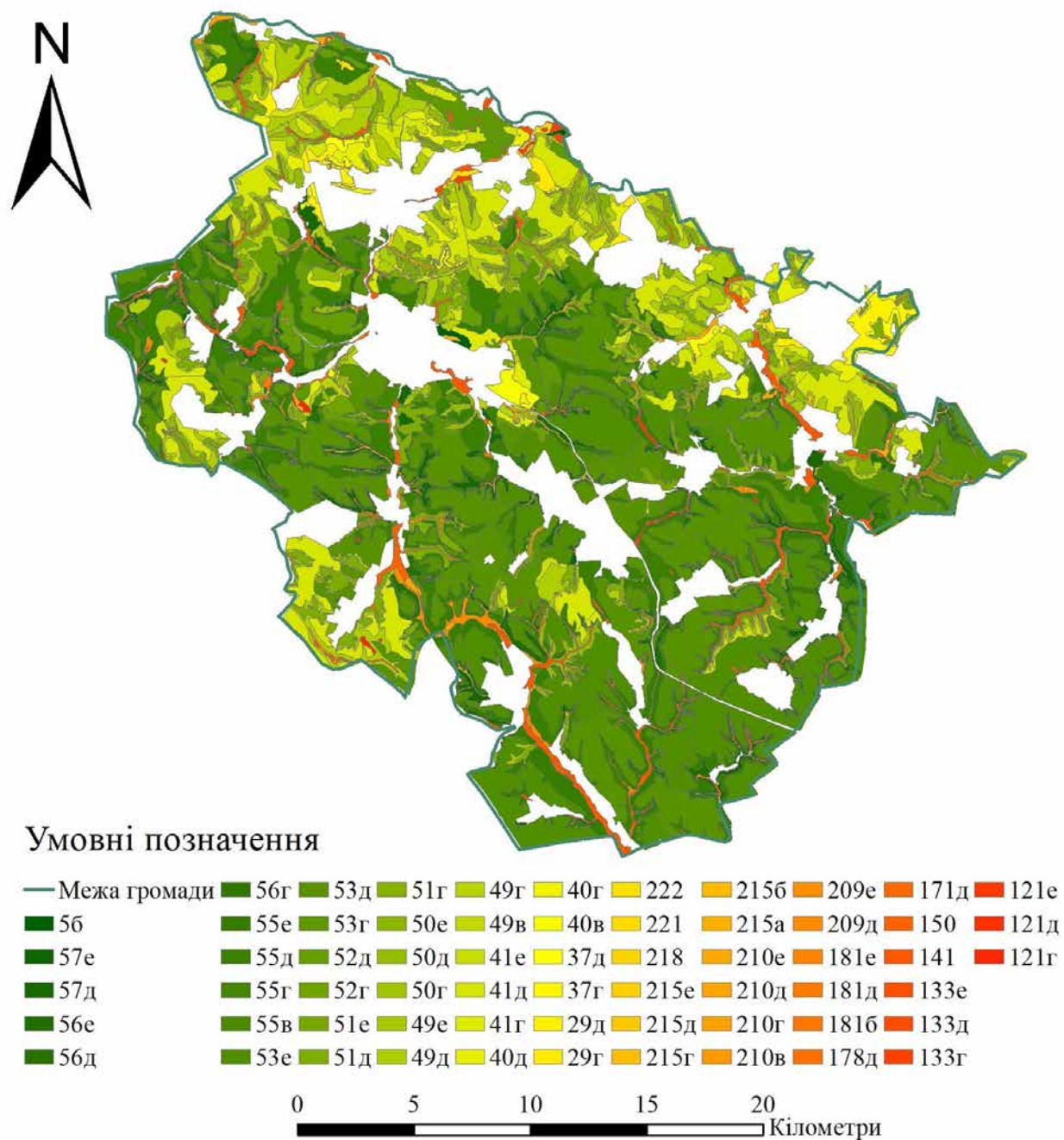


Рис. 3.3 – Картографічне подання ґрунтового покритву із визначеними агровиробничими групами ґрунтів

Найбільш поширеними агрогрупами є чорноземи типові та чорноземи опідзолені.

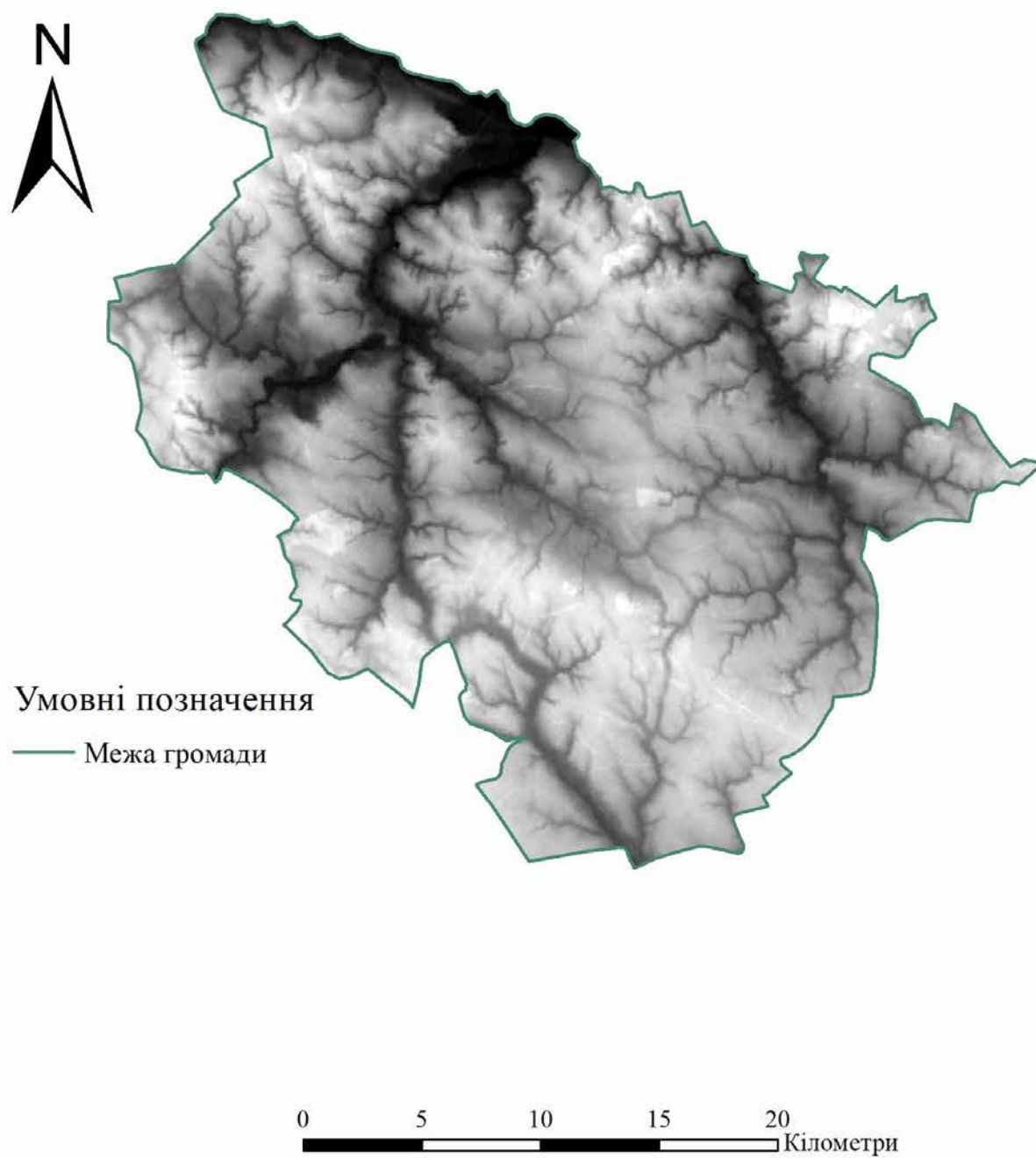


Рис. 3.4 – Картографічне подання рельєфу території (SRTM)

Чітко простежується гідрографічна мережа – долини річок, балки та яри, територія має хвилястий, розчленований рельєф.

3.3 Похідні дані

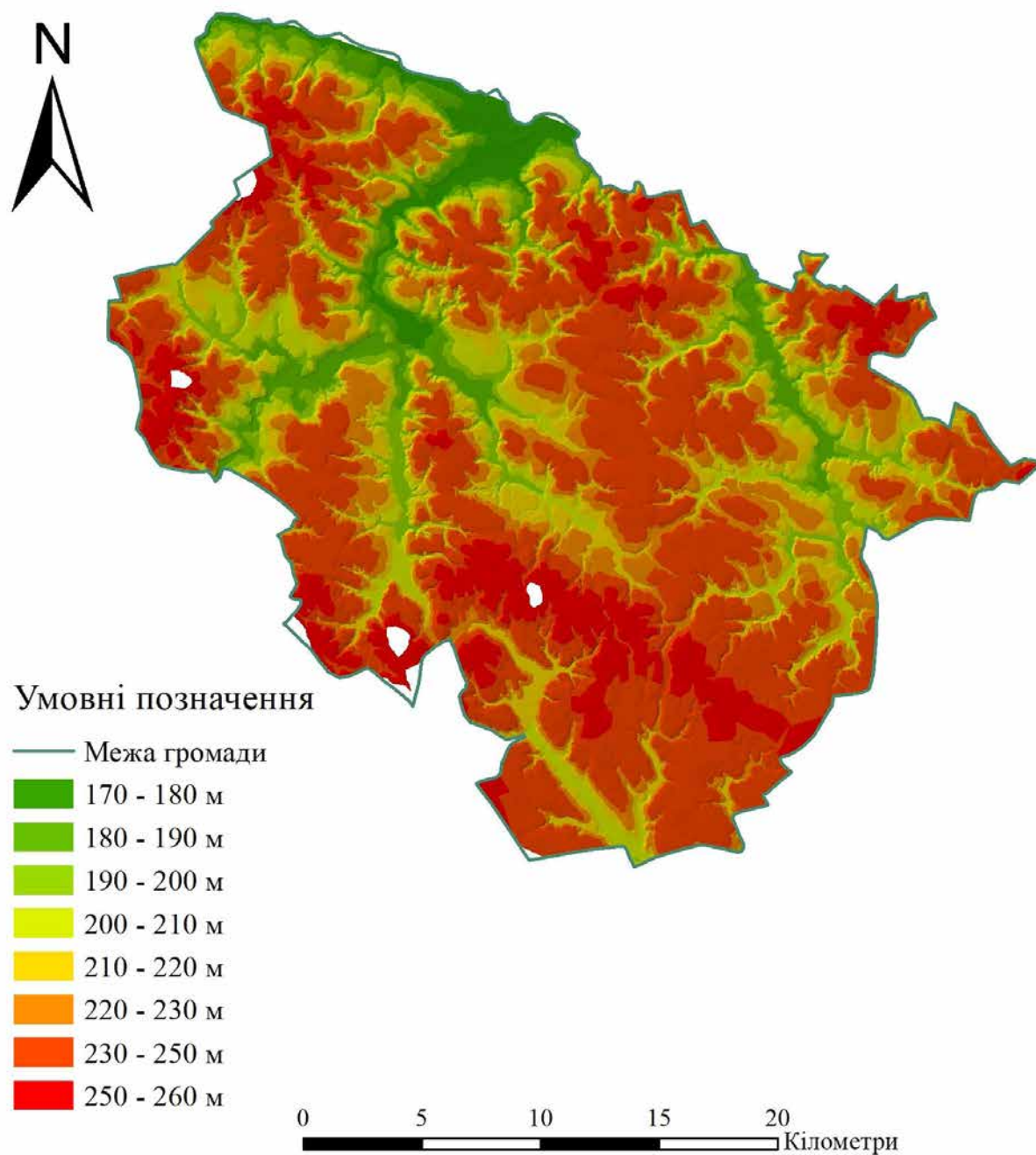


Рис. 3.5 – Картографічне подання цифрової моделі рельєфу

За SRTM було побудовано TIN модель рельєфу. Перепад між найвищою і найнижчою точкою близький до 90 м. Характер перепадів висот та мережі ярків диктується навністю річки Роська.

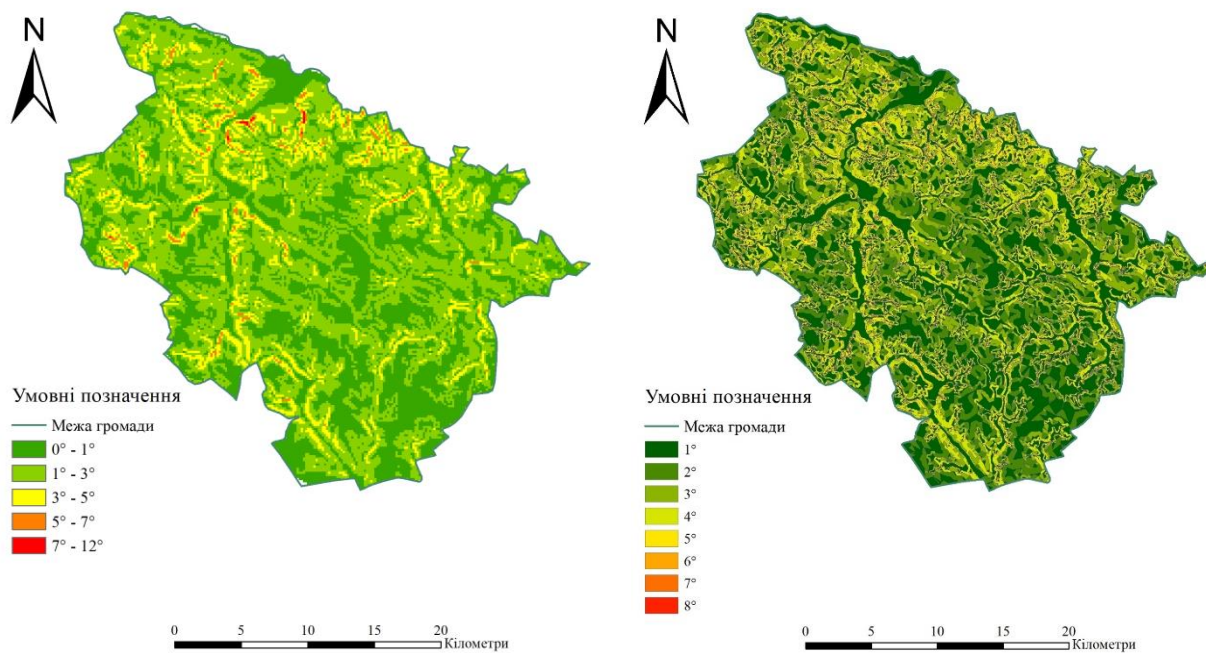


Рис. 3.6 – Картографічне подання схиловості території у растровому та векторному форматах

Територія громади, переважно, рівнинна, та Північна частина містить схили із крутістю 7° - 12° , а Північно-Західна частина містить найбільше земель із схоловістю 3° - 5° .

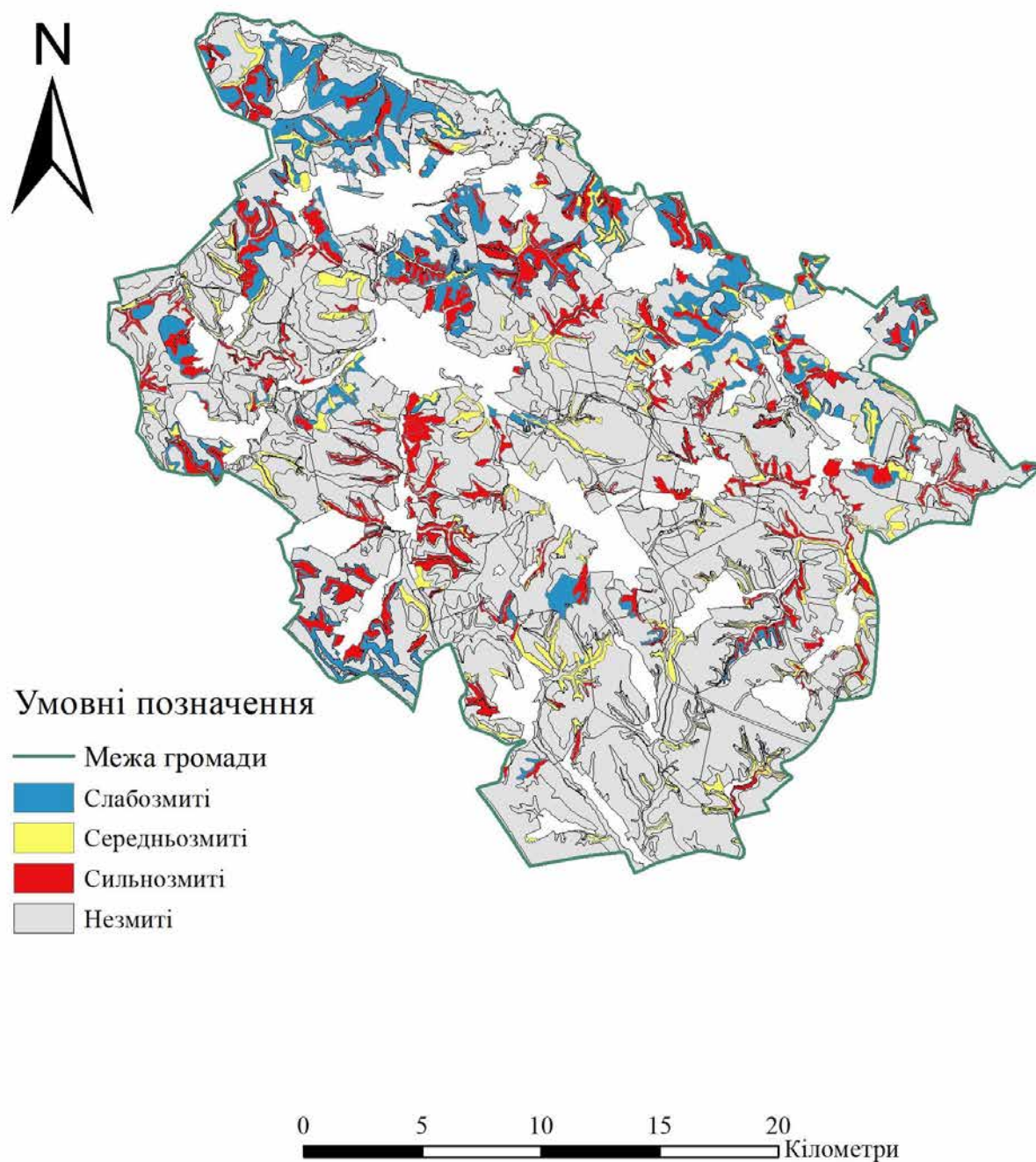


Рис. 3.7 – Картографічне подання розподілу ґрунтів за різною інтенсивністю змитості

Переважає більшість сильнозмитих ґрунтів знаходиться на землях із крутістю схила від 3° , а центри концентрацій груп середньої та сильної змитості співпадають із центрами найбільш схилових земель по громаді.

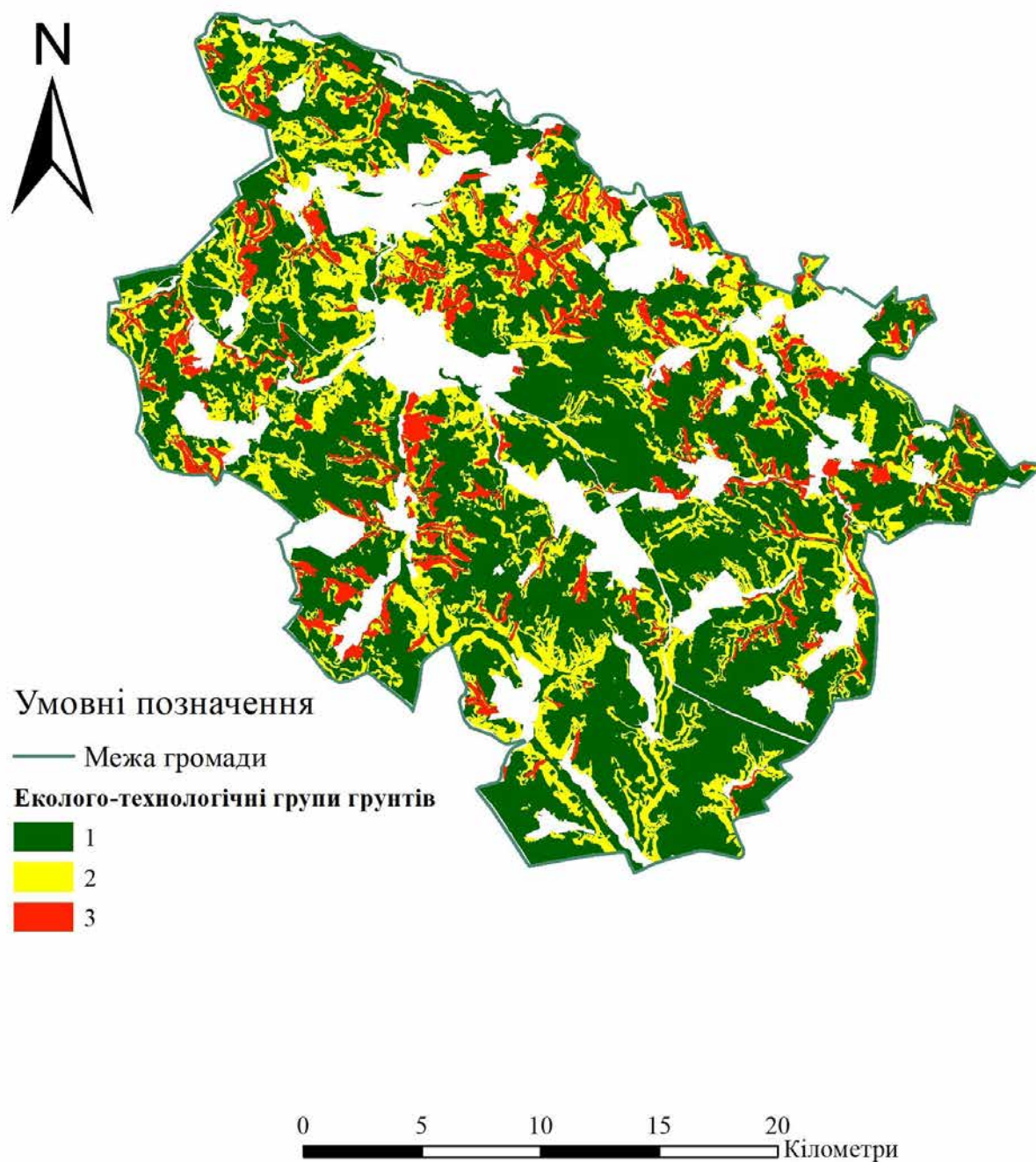


Рис. 3.8 – Картографічне подання еколого-технологічних груп
Більша частина території потарпляє до 1 ЕТГ, що не має обмежень для сільськогосподарського використання.

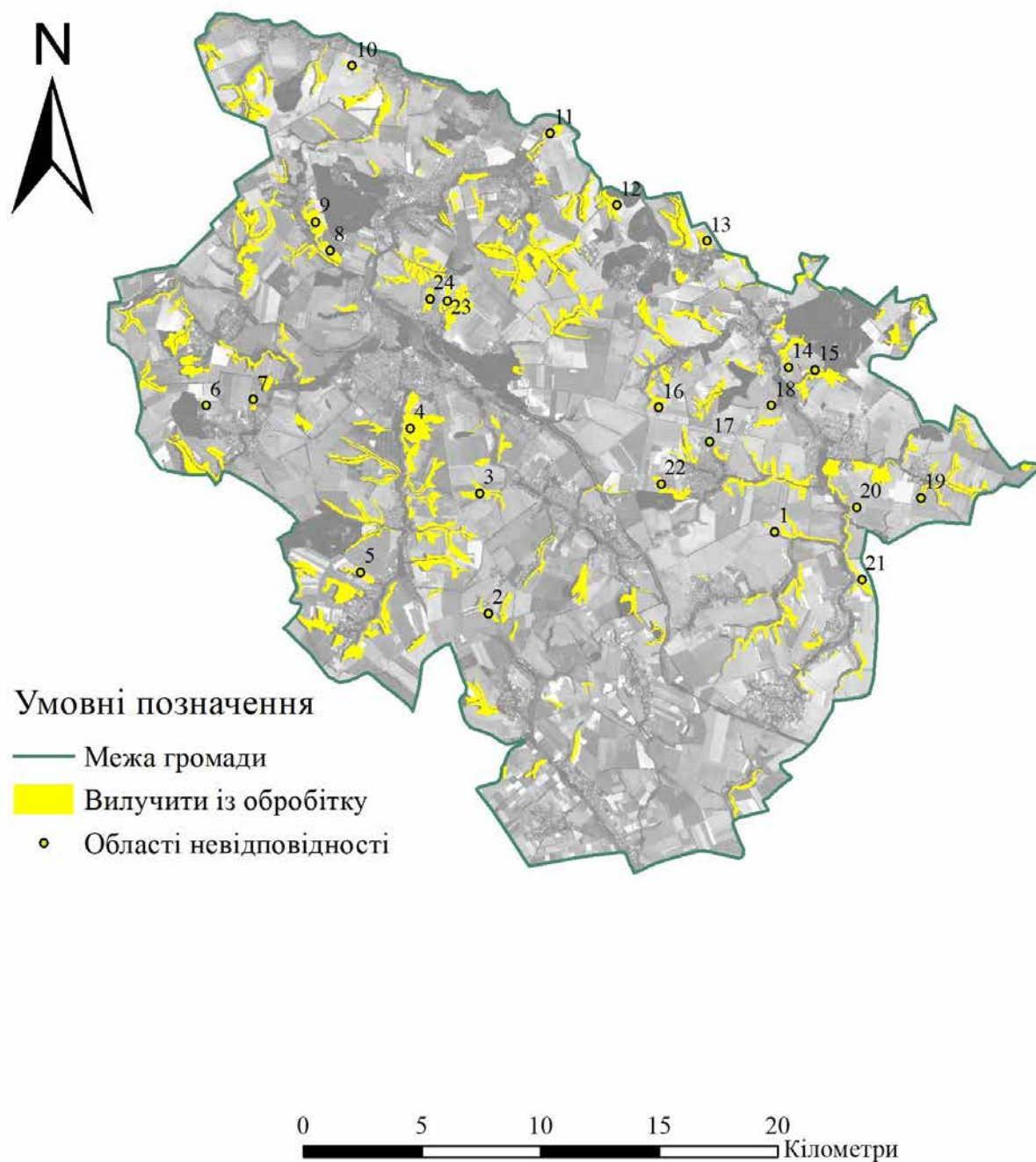


Рис. 3.9 – Картографічне подання невідповідності використанню земель

На рисунку визначено території, котрі мають бути виведені із обробітку та заліснені або залужені, точками позначено окремі області, що візуально були дешифровані як невідповідні до цих заходів згідно із растром-підложкою. Для точної ідентифікації потрібно розглядати ці точки на знімку високого просторового розрізнення.

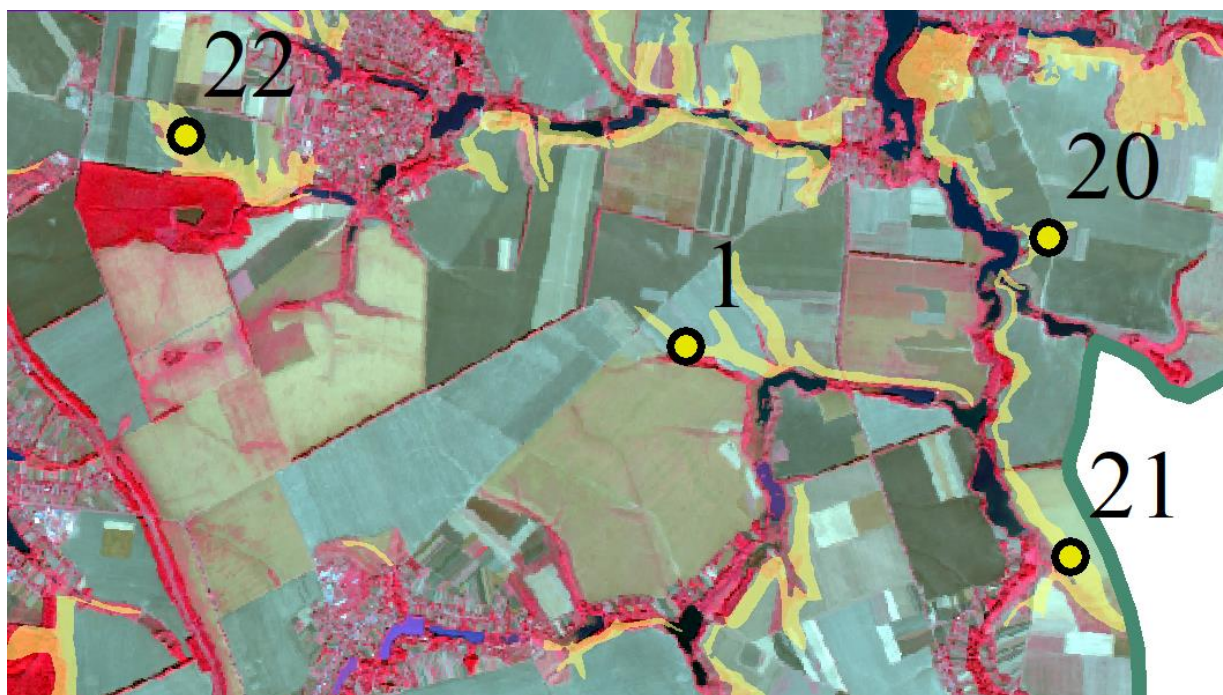


Рисунок 3.10 – Збільшений фрагмент картографічного подання території невідповідності використанню земель



Рисунок 3.11 – Знімок високого просторового розрізнення на 2021 рік (точка 21)

На знімку чітко видно обротинок поля, а також проміїни, що підтверджує попередньо проведений аналіз.

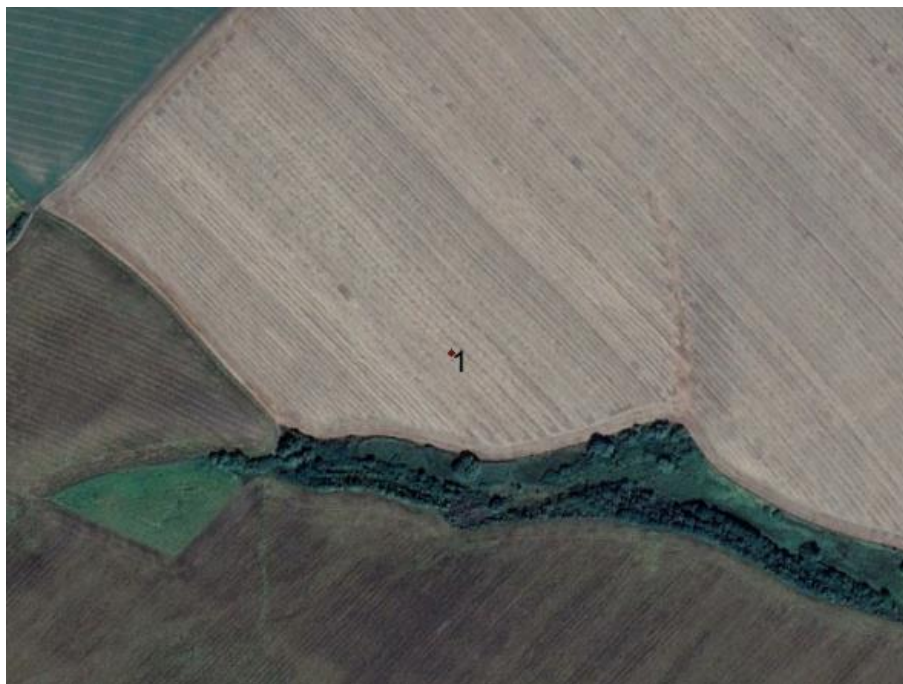


Рисунок 3.12 – Знімок високого просторового розрізнення на 2019 рік (точка 1)

Така ж картина – видно обробіток поля, поряд яр та одна промоїна.



Рисунок 3.13 – Знімок високого просторового розрізнення на 2019 рік (точка 1)

Помітно обробіток поля, горбистість та нерівномірну рослинність або зволоженість.



Рисунок 3.14 – Знімок високого просторового розрізнення на 2019 рік (точка 22)

Точка знаходиться на межі оброблюваної та необроблюваної ділянки поля, тобто ця ділянка вже привертала увагу та частково була врахована, та з часом ділянка була розмита більше і потребує оновлення меж.



Рисунок 3.15 – Знімок високого просторового розрізнення на 2018 рік (точка 3)

Точка 3 знаходиться у смузі, що по кольору відрізняється від іншої частини поля, що свідчить про інший тип обробітку для цієї області. Можливо ця ділянка вже у процесі залуження.



Рисунок 3.16 – Знімок високого просторового розрізнення на 2019 рік (точка 23)



Рисунок 3.17 – Знімок високого просторового розрізнення на 2019 рік (точка 9)

Помітно, що точка потрапляє у ділянку котра не оброблюється, а аналіз часового ряду знімків показує, що наявна межа поля була як мінімум з 2011 року.



Рисунок 3.18 – Знімок високого просторового розрізнення на 2019 рік (точка 10)

Точка 10 потрапляє у середину поля, поблизу нема ярів, візуально непомітно промоїн, та ці землі мають бути виведені із обробітку.



Рисунок 3.19 – Знімок високого просторового розрізнення на 2018 рік (точка 11)

Точка 11 потрапляє у поле, що оброблюється, видно область підвищення із низькою вологістю ґрунту та область пониження із перезволоженням.



Рисунок 3.20 – Знімок високого просторового розрізнення на 2018 рік (точка 11)

Точність вихідних даних щодо рельєфу не дає точно визначити чи області невідповідності позначені точками №14 та №15 дійсно не враховані і мають бути видені із обробітку, чи ці області були некоректно визначені та відображені, так як точки лежать на межі оброблюваного поля та луку.

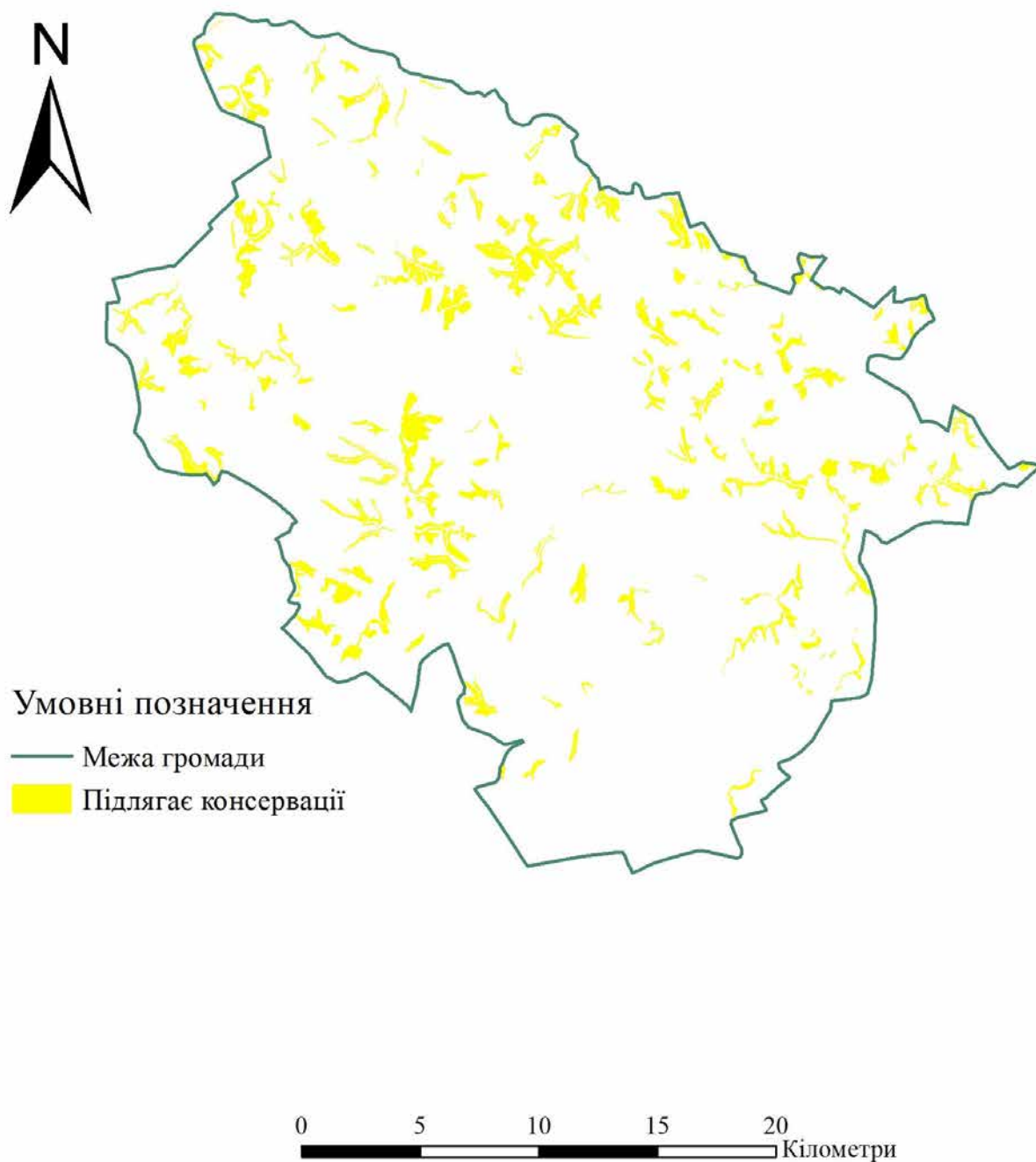


Рис. 3.21 – Картографічне подання територій, що підлягають консервації

Більшість точок, що були попередньо визначені як центри ерозійних процесів підтвердили цей статус після детального розгляду на знімках високого просторового розрізнення. Деякі точки потрапляють у область, що на межі із залуженими ділянками – це свідчить про продовження ерозійних процесів, через неефективність виконаних заходів із охорони земель.

Опираючись на аналіз рельєфу, наявні агровиробничі групи ґрунтів та детальний огляд територій, що були визначені як потребуючі консервації,

землі виділені жовтим кольором на рис. 3.21 мають бути залужені або заліснені.

Висновки до розділу

Комплексний аналіз Тетіївської міської територіальної громади дозволив виявити, що природоохоронна діяльність у громаді носить переважно реактивний характер, зосереджуючись на поводженні з відходами.

Сформована модель еколого-технологічних груп земель виокремила критичні ділянки, використання яких у риллі суперечить нормативам та призводить до деградації ґрунтів.

Валідація результатів моделювання за допомогою супутникових знімків високого просторового розрізнення підтвердила попередньо визначені зони невідповідності використанню земель. Дешифрування знімків зафіксувало факти активного обробітку схилових земель, наявність промоїн та ерозійних процесів навіть на межах із вже залуженими ділянками, що свідчить про недостатність або неефективність існуючих заходів з охорони.

Також, було розроблено:

1. Картографічне подання схиловості території у растровому та векторному форматах.
2. Картографічне подання цифрової моделі рельєфу.
3. Картографічне подання розподілу ґрунтів за різною інтенсивністю змитості.
4. Картографічне подання еколого-технологічних груп ґрунтів.
5. Картографічне подання невідповідності використанню земель
6. Картографічне подання територій, що підлягають консервації

ВИСНОВКИ

У магістерській роботі вирішено актуальне завдання інформаційного забезпечення охорони земель на локальному рівні шляхом застосування геоінформаційних технологій та даних дистанційного зондування Землі. Аналіз сучасного стану земельних ресурсів виявив поширення деградації ґрунтів по Україні вцілому, а також довів, що проблема не нова.

На основі аналізу наукових розробок, законодавства України та стану вивчення питання використання ГІС і ДЗЗ, було визначено потребу в розробленні структури накопичення та інтеграції даних для охорони земель. Встановлено, що інтеграція різнорідних даних у середовищі ГІС є ефективним підходом для виявлення центрів деградації ґрунтів та планування охоронних заходів.

Як об'єкт дослідження обрано Тетіївську міську територіальну громаду, територія якої характеризується високим рівнем розораності та містить ерозійно-небезпечні землі через наявність розвинутої гідрографічної мережі. Для реалізації поставлених завдань було сформовано базу вхідних даних, що включає дані із таких джерел:

1. Open Street maps
2. SRTM
3. Kadastr live
4. Copernicus

У рамках дослідження (в другому розділі) було розроблено набір моделей для інтеграції геопросторових даних для забезпечення охорони земель, а саме:

1. Узагальнена модель інтегрування даних для забезпечення охорони земель – подає накопичення даних та структурування даних, що надходять в базу геопросторових даних з різних джерел.
2. Функціональна модель інтегрування даних для забезпечення охорони земель – включає постановку задачі, збір даних із визначених джерел,

їх накопичення в БГД і БКЗ, створення тематичних карт та їх аналіз і використання для підтримки прийняття рішень.

3. Концептуальна модель бази геопросторових даних інтеграції даних для охорони земель – визначає класи і їх атрибути і зв'язки між ними.

4. Логічна модель бази геопросторових даних інтеграції даних для охорони земель – визначає кратність зв'язків між класами та тип даних атрибутів.

5. База знань інтеграції даних для охорони земель – описує рух блоків даних, таких як: об'єкти охорони земель, методи візуалізації, методи дослідження та нормативні документи.

6. Алгоритм пошуку рішення, який пропонує аналіз нових джерел даних з метою отримання більш повної картини стану земель та пошук першопричин наявного стану, нейтралізацію негативних чинників.

Також визначено класифікаційні групи об'єктів, типи об'єктів каталогу бази геопросторових даних інтеграції даних та побудовано UML-діаграми варіантів використання системи.

Результатом моделювання та просторового аналізу стала серія створених тематичних картографічних моделей території Тетіївської громади:

1. Картографічне подання схиловості території у растровому та векторному форматах
2. Картографічне подання цифрової моделі рельєфу
3. Картографічне подання розподілу ґрунтів за різною інтенсивністю змитості
4. Картографічне подання еколого-технологічних груп
5. Картографічне подання невідповідності використанню земель
6. Картографічне подання територій, що підлягають консервації

На основі комплексного аналізу цих моделей розроблено підсумкову схему заходів з охорони земель, яка містить просторово-прив'язані рекомендації щодо впровадженн заходів з охорони земель. Отримані результати підтверджують ефективність застосування ГІС-технологій для

інформаційної підтримки прийняття рішень у сфері управління земельними ресурсами та охорони ґрунтів на рівні територіальної громади.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ачасов А. Б., Ачасова А. О. Особливості візуального дешифрування проявів водної ерозії за даними дистанційного зондування. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2020. Вип. 33. С. 145–155. URL: https://www.researchgate.net/publication/342103770_OSOBLIVOSTI_VIZUALNOGO_DESIFRUVANNA_PROAVIV_VODNOI_EROZII_ZA_DANIMI_DISTANCIJNOGO_ZONDUVANNA (дата звернення: 23.10.2025).
2. Ачасова А. О. Сучасні підходи до еколого-економічної оцінки збитків від ерозії ґрунтів. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія : Екологія*. 2020. Вип. 22. С. 8–20. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VKhNU_2020_22_3
3. Балюк С. А., Медведєв В. В., Мірошніченко М. М., Скрильник Є. В., Тимченко Д. О., Фатєєв А. І., Христенко А. О., Цапко Ю. Л. Екологічний стан ґрунтів України. *Український географічний журнал*. 2012. № 2. С. 38–42. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/UGJ_2012_2_9
4. Гебрин-Байди Л. В. Визначення та оцінювання кількісних показників родючості ґрунтів методами дистанційного зондування Землі. *Геоінформатика*. 2017. № 3 (63). С. 67–74. URL: <https://nasplib.isofts.kiev.ua/handle/123456789/158474>
5. Дегтярьов В. В., Анісімова О. В. Дегуміфікація як основний чинник деградації ґрунтів України. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2011. Спец. вип. до VIII з'їзду УТГА. Кн. 2. С. 132–137. URL: <https://repo.btu.kharkiv.ua/server/api/core/bitstreams/c75b3ebb-7409-452f-80ad-7e9b29c7e7f1/content>
6. ДСТУ ISO 19110:2017 Географічна інформація. Методологія каталогізації об'єктів (ISO 19110:2016, IDT). [Чинний від 2017-10-01]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2017. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=72723
7. Зацерковний В. І., Бурачек В. Г., Железняк О. О., Терещенко А. О. *Геоінформаційні системи і бази даних*: Монографія. Ніжин : Видавництво

НДУ ім. М. Гоголя, 2014. 492 с. URL: <https://er.kai.edu.ua/items/3199a6af-5dfd-42a5-8795-093fb08fa77d>

8. Земельна реформа П. Столипіна та її наслідки в Україні. *Освіта.ua*. URL: <https://osvita.ua/vnz/reports/history/4697/>

9. Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського. *Енциклопедія Сучасної України*. URL: <https://esu.com.ua/article-25848>

10. Карпінський Ю. О., Лященко А. А., Лазоренко-Гевель Н. Ю. *Основи ГІС. Стандартизація географічної інформації*: навч. посіб. Київ : КНУБА, 2021. 152 с. URL: https://library.knuba.edu.ua/books/15_1_21_3.pdf

11. Карпінський Ю. О., Лященко А. А., Рунець Р. В. Еталонна модель бази топографічних даних. *Вісник геодезії та картографії*. 2010. № 2. С. 28–36. URL: https://gki.com.ua/files/uploads/documents/TK_103/Karp_Lyashchenko_TDB_Ref_Model.pdf

12. Кохан С. С., Москаленко А. А. Розроблення структури бази знань системи геоінформаційного моніторингу для оцінювання якісного стану земель сільськогосподарського призначення, 2015. DOI: 10.15587/1729-4061.2015.51050

13. Лященко А., Карпінський Ю., Гаврилюк Є., Черін А. Методи та засоби забезпечення інтероперабельності компонентів національної інфраструктури геопросторових даних. *Містобудування та територіальне планування*. 2021. Вип. 77. С. 309–319. DOI: <https://doi.org/10.32347/2076-815x.2021.77.309-319>

14. Лященко А. А., Черін А. Г. Базові моделі та методи інтеграції геопросторових даних в ГІС містобудівного кадастру. *Містобудування та територіальне планування*. 2019. Вип. 70. С. 351–365. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/MTP_2019_70_34

15. Охорона ґрунтів і відтворення їх родючості. [Робоча програма або силабус]. Умань : Кафедра агрохімії і ґрунтознавства, Уманський національний університет садівництва. URL:

<https://agrochem.udau.edu.ua/assets/files/robochi-programi-ta-silabusi-14.06.20/ohorona-gruntiv-i-vidtvorennya-ih-rodyuchosti.pdf>

16. *План дій сталого енергетичного розвитку та клімату м. Теміїв на 2021-2030 рр.* Угода Мерів. URL: https://mycovenant.eumayors.eu/storage/web/mc_covenant/documents/31/yRhTpCgnxBYiTkCERKRwRT8jyAfJhRcz.pdf
17. Позняк С. П. Соціальне ґрунтознавство – новий напрям науки про ґрунти. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2018. Вип. 87. С. 52–56. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/agrohimigrn_2018_87_10
18. *Про Державний земельний кадастр*: Закон України від 07.07.2011 № 3613-VI. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3613-17>
19. *Про землеустрій*: Закон України від 22.05.2003 № 858-IV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/858-15>
20. *Про національну інфраструктуру геопросторових даних*: Закон України від 13.04.2020 № 554-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/554-20>
21. *Про охорону земель*: Закон України від 19.06.2003 № 962-IV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/962-15>
22. *Становлення і розвиток земельного законодавства України*: монографія / за заг. ред. Н. В. Онищенко, В. І. Семчика. Київ : Національна школа суддів України, 2018. 488 с. URL: https://nsj.gov.ua/files/1529050295Land%20law_A5_verska%2029%20May%2018_perenosi_SEMIFIN.pdf
23. *Сучасний стан ґрунтів та шляхи їх раціонального використання* : матер. Всеукр. наук.-практ. конф., (23-25 вересня 2015 року). Миколаїв : МНАУ, 2015. 244 с. URL: <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/3810/1/2015%20%D0%A1%D1%83%D1%87%D0%B0%D1%81%D0%BD%D0%B8%D0%B9%20%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%20%D2%91%D1%80%D1%83%D0%BD%D1%82%D1%96%D0%B2%20%20%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%84.pdf>

24. Тараріко О. Г., Ільєнко Т. В., Кучма Т. Л. Формування сталих систем землекористування та охорони ґрунтів: актуальність та проблеми у сучасних умовах. *Український географічний журнал*. 2016. № 3. С. 56–60. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/UGJ_2016_3_11
25. Тетіївська міська рада. *ПРОГРАМА соціально-економічного та культурного розвитку Тетіївської міської територіальної громади на 2024-2026 роки*. URL: https://e-petition.bissoft.org/uploads/yeas_and_nays/attachment/file/93769/1-_____.docx
26. Тетіївська міська рада. *Програма розвитку земельних відносин та охорони земель Тетіївської міської ради на 2024-2026 роки*. (11.01.2024). URL: <https://tetiivmiskrada.gov.ua/news/1737965154/>
27. Тетіївська міська територіальна громада. Вікіпедія : вільна енциклопедія. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Тетіївська_міська_територіальна_громада
28. Тетіївській громаді повернули земельні ділянки вартістю понад 89 млн грн. Київщина 24. URL: <https://kyivschina24.com/news/tetiyivskij-gromadi-povernuly-zemelni-dilyanky-vartistyu-ponad-89-mln-grn>
29. Фесюк В. О., Мороз І. А., Карпюк З. К., Чижевська Л. Т. *Методика дослідженнях структури земельного покриву для розробки схем екологічної мережі локального рівня з використанням методів ГІС та ДЗЗ*. Географія та туризм : матер. V Всеукр. наук.-практ. Інтернет-конф., (28 лютого 2022 року) : зб. наук. праць. Харків : ХНПУ ім. Г.С.Сковороди, 2022. С. 43–50. URL: <https://evnuir.vnu.edu.ua/handle/123456789/20345>
30. Copernicus. *Copernicus Data Space Ecosystem Browser*. URL: <https://browser.dataspace.copernicus.eu/>
31. Kienast-Brown S., Libohova Z., Boettinger J. Digital Soil Mapping. *Soil Survey Manual* (Chapter 5). USDA-NRCS. URL: <https://www.nrcs.usda.gov/sites/default/files/2022-09/SSM-ch5.pdf>

32. Moskalenko A., Ievsiukov T. Development of a Geospatial Database Model for Registration and Monitoring of Detected Cases of a Dangerous Anthrax Disease. *Synergy in Terra : матер. Міжнар. конф., (12-13 червня 2025 року)*. Львів, 2025.
33. OpenStreetMap Foundation. *OpenStreetMap*. URL: <https://www.openstreetmap.org/>
34. Rumbaugh J., Jacobson I., Booch G. *The unified modeling language reference manual*. Addison Wesley Longman Inc., 1999. 576 p. URL: <https://archive.org/details/unifiedmodelingl00rumb/page/n583/mode/2up>
35. U.S. Geological Survey. *EarthExplorer*. URL: <https://earthexplorer.usda.gov/>
36. U.S. Geological Survey. *USGS EROS Archive - Digital Elevation - Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)*. URL: <https://www.usgs.gov/centers/eros/science/usgs-eros-archive-digital-elevation-shuttle-radar-topography-mission-srtm>
37. *Ukraine Crop Maps*. URL: <https://ukraine-cropmaps.com/>