

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: Геоінформаційних систем та управління територіями

Кафедра: Геоінформатики і фотограмметрії

Освітній рівень: «магістр за ОПП»

Спеціальність: 193 «Геодезія та землеустрій»

Спеціалізація: Геоінформаційні системи і технології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету

_____доцент., к.т.н. Олена НЕСТЕРЕНКО

«03» _____12_____ 2025 року

**З А В Д А Н Н Я
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

Ротачов Нікіта Юрійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Створення геоінформаційної системи для моніторингу діяльності сільськогосподарських підприємств на прикладі Полтавської області затверджена наказом ректора КНУБА №1844/22/25 від «31» 10 2025 року

2. Керівник роботи Кінь Данило Олексійович, PhD

(прізвище, ім'я та по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

3. Строк подання студентом роботи до захисту: «4» 12 2025 року

4. Зміст пояснювальної записки за розділами:

Р. 1. Аналіз використання геоінформаційних систем для моніторингу сільськогосподарської діяльності

1.1 Обґрунтування необхідності застосування геоінформаційних систем в сільському господарстві

1.2 Нормативно-правове регулювання щодо використання геоінформаційних систем у сільському господарстві

1.3 Аналіз досвіду використання геоінформаційних систем для моніторингу сільськогосподарської діяльності

Р. 2. Створення геоінформаційної системи для моніторингу діяльності сільськогосподарських підприємств на прикладі Полтавської області

2.1. Методика створення геоінформаційної системи для моніторингу діяльності сільськогосподарських підприємств на прикладі Полтавської області

2.2. Розроблення функціональної моделі ГІС МДСГП

2.3 Розроблення концептуальної моделі ГІС МДСГП

2.4 Розроблення логічної моделі ГІС МДСГП

Р. 3. Дослідна реалізація геоінформаційної системи для моніторингу діяльності сільськогосподарських підприємств на прикладі Полтавської області

- 3.1. Інформаційне забезпечення ГІС МДСГП
- 3.2. Програмне забезпечення ГІС МДСГП
- 3.3. Технічне забезпечення ГІС МДСГП
- 3.4. Методичне забезпечення ГІС МДСГП
- 3.5. Організаційне забезпечення ГІС МДСГП
- 3.6. Побудова тематичних карт за даними ГІС МДСГП

5. Графічний матеріал за розділами

- P. 2. UML-схеми концептуальної, логічної та функціональної БГД ГІС МДСГП
- P. 3. Інтерфейс веб-карти МДСГП, тематичні карти за даними розробленої ГІС

6. Календарний план виконання роботи:

| Назва етапів дипломного проекту (роботи) | Строк виконання етапів проекту (роботи) |
|--|---|
| Проект завдання дипломної роботи | 13.10.2025 |
| Проект вступу та Розділ 1. Аналіз проблематики дослідження малих річок у територіальних громадах | 27.10.2025 |
| Розділ 2. Розроблення бази геопросторових даних малих річок Вінницької МТГ | 10.11.2025 |
| Розділ 3. Практична реалізація геоінформаційної моделі малих річок Вінницької МТГ | 24.11.2025 |
| Попередній захист роботи на кафедрі | 04.12.2025 |
| Направлення роботи на рецензування, перевірку на плагіат | 08.12.2025 |
| Захист роботи на кафедрі | 23.12.2025 |

7. Консультанти розділів атестаційної випускної роботи

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Перевірив | |
|-----------|---|-----------|--------|
| | | дата | підпис |
| Розділ 1. | | | |
| Розділ 2. | Карпінський Ю.О. | | |
| Розділ 3. | Карпінський Ю.О. | | |

8. Дата видачі завдання: 13.10.2025 року

Зав. кафедри _____ **Юрій КАРПІНСЬКИЙ**
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник _____ **Данило КІНЬ**
(підпис) (прізвище та ініціали)

Студент _____ **Нікіта РОТАЧОВ**
(підпис) (прізвище та ініціали)

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет геоінформаційних систем і управління територіями

Кафедра геоінформатики і фотограмметрії

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

на тему:

Створення геоінформаційної системи для моніторингу діяльності
сільськогосподарських підприємств на прикладі Полтавської області

Ротачов Нікіта Юрійович

Київ – 2025 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет геоінформаційних систем і управління територіями

Кафедра геоінформатики і фотограмметрії

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ проф., д.т.н. Юрій КАРПІНСЬКИЙ

“_03_” __12__2025 року

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

Створення геоінформаційної системи для моніторингу діяльності
сільськогосподарських підприємств на прикладі Полтавської області

Виконав студент групи ГСТм-24
193 «Геодезія та землеустрій»
Геоінформаційні системи і технології
Ротачов Н.Ю.

Керівник: Кінь Д.О., доц., PhD
Ідентичність підтверджую

Київ 2025 р.

ЗМІСТ

| | |
|---|-----------|
| ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ..... | 6 |
| ВСТУП | 9 |
| РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ СІЛЬСЬКОГОСРОДПРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ | 11 |
| 1.1 Обґрунтування необхідності застосування геоінформаційних систем в сільському господарстві..... | 12 |
| 1.2 Нормативно-правове регулювання щодо використання геоінформаційних систем у сільському господарстві..... | 14 |
| 1.3 Аналіз досвіду використання геоінформаційних систем для моніторингу сільськогосподарської діяльності | 21 |
| РОЗДІЛ 2. СТВОРЕННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ДІЯЛЬНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ НА ПРИКЛАДІ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ..... | 34 |
| 2.1 Методика створення геоінформаційної системи для моніторингу діяльності сільськогосподарських підприємств на прикладі Полтавської області..... | 35 |
| 2.2 Розроблення функціональної моделі ГІС МДСГП | 41 |
| 2.3 Розроблення концептуальної моделі БГД ГІС МДСГП | 43 |
| 2.4 Розроблення логічної моделі БГД ГІС МДСГП | 51 |
| РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДНА РЕАЛІЗАЦІЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ДІЯЛЬНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ НА ПРИКЛАДІ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ..... | 54 |
| 3.1 Інформаційне забезпечення ГІС МДСГП..... | 55 |
| 3.2 Програмне забезпечення ГІС МДСГП..... | 57 |
| 3.3 Технічне забезпечення ГІС МДСГП..... | 59 |
| 3.4 Методичне забезпечення ГІС МДСГП..... | 65 |
| 3.5 Організаційне забезпечення ГІС МДСГП | 66 |
| 3.6 Побудова тематичних карт за даними ГІС МДСГП | 68 |
| ВИСНОВКИ | 78 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ..... | 80 |

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

API – Application Programming Interface.

IoT – Internet of Things.

ISO – International Organization for Standardization.

NDVI – Normalized Difference Vegetation Index.

OGC – Open Geospatial Consortium.

UML – Unified Modeling Language.

URL – Uniform Resource Locator.

AЗС – автозаправна станція.

APM – автоматизоване робоче місце.

BPM – віртуальне робоче місце.

Геопортал – комплекс програмно-технічних засобів, мережевих сервісів та сервісів геопросторових даних, що забезпечують відображення в мережі Інтернет геопросторових даних та метаданих, а також доступ користувачів до таких даних.

Геопросторові дані – сукупність даних про геопросторовий об'єкт.

ГІС – геоінформаційна система.

Держатель геопросторових даних (держатель даних) - орган державної влади, орган місцевого самоврядування, фізична або юридична особа, що замовляє, отримує та/або володіє геопросторовими даними та метаданими.

ДП – державне підприємство.

ДРРП – Державний реєстр речових прав.

ДСТУ – Державний стандарт України / Національний стандарт України.

ЄС – Європейський Союз.

ЗЗР – засоби захисту рослин.

Інтероперабельність - здатність геопросторових даних, метаданих, технічних і програмних засобів до функціональної та інформаційної автоматизованої взаємодії.

Крігінг – геостатистичний метод, заснований на статистичних моделях, що містять аналіз автокореляції (статистичні залежності між вимірюваними точками).

МДСГП – моніторинг діяльності сільськогосподарських підприємств.

Метадані – відомості про геопросторові дані та/або сервіси, що надають можливість їх пошуку та використання.

Національна інфраструктура геопросторових даних - взаємопов'язана сукупність організаційної структури, технічних і програмних засобів, базових та тематичних наборів геопросторових даних, метаданих, сервісів, технічних регламентів, стандартів, технічних специфікацій, необхідних для виробництва, оновлення, оброблення, зберігання, оприлюднення, використання геопросторових даних та метаданих, іншої діяльності з такими даними.

НДІГК – науково-дослідний інститут геодезії і картографії.

НІГД – національна інфраструктура геопросторових даних.

ПЗ – програмне забезпечення.

ПКК – публічна кадастрова карта.

Сервіс – програмно-технічний засіб, за допомогою якого надається можливість здійснювати пошук, перегляд, доступ, завантаження, перетворення геопросторових даних та метаданих та іншу діяльність з такими даними.

СК-42 – система координат 1942 року, референсна система координат СРСР.

СКБД – система керування базами даних.

США – Сполучені Штати Америки.

ТМЦ – технічно-матеріальні цінності.

ТОВ – товариство з обмеженою відповідальністю.

УСК-2000 – Державна геодезична референцна система координат.

ЦОД – центр обробки даних.

ВСТУП

Зважаючи на винятковий статус агропромислового сектора в економіці України та курсу, взятого на євроінтеграцію, що тягне за собою жорсткий контроль походження сільськогосподарської продукції, виникає потреба в високотехнологічних рішеннях в управлінні цією галуззю. Одним із найбільш перспективних напрямів є застосування геоінформаційних систем (ГІС), які дозволяють інтегрувати геопросторові дані про території сільськогосподарських підприємств із сервісами та іншими наборами даних.

Сьогодні на законодавчому рівні в Україні набрала чинності постанова Кабінету Міністрів України від 23 липня 2023 року №848 «Про затвердження Порядку проведення моніторингу земель і ґрунтів» [3]. Цей Порядок визначає механізм проведення моніторингу земель і ґрунтів з метою своєчасного виявлення зміни стану земель, забруднення і властивостей ґрунтів, оцінки здійснення заходів з охорони земель, збереження та відтворення родючості ґрунтів, попередження впливу негативних процесів і ліквідації наслідків такого впливу. Постановою передбачається створення, запровадження та використання інформаційно-комунікаційної системи, що забезпечує автоматизацію моніторингу земель і ґрунтів та доступ користувачів до його результату - автоматизованої інформаційної системи моніторингу земель і ґрунтів. Таким чином це є першим прикладом державної системи моніторингу, в тому числі, для земель сільськогосподарського на теренах України.

В умовах зростаючої конкуренції на внутрішньому та зовнішньому ринках сільськогосподарської продукції, а також потреби у прозорості та контролі за використанням земель, розробка ГІС для моніторингу діяльності сільськогосподарських підприємств набуває особливого значення.

Полтавська область є одним із ключових аграрних регіонів України, що зумовлює доцільність використання її території як прикладу для апробації методів і моделей побудови такої системи.

Мета роботи: створити геоінформаційну системи для моніторингу діяльності сільськогосподарських підприємств на прикладі Полтавської області.

Основні завдання:

- 1) Обґрунтувати необхідність застосування геоінформаційних систем в сільському господарстві;
- 2) проаналізувати нормативно-технічне і нормативно-правове забезпечення щодо використання геоінформаційних систем;
- 3) створити функціональну модель ГІС для моніторингу діяльності сільськогосподарських підприємств;
- 4) створити концептуальну модель ГІС для моніторингу діяльності сільськогосподарських підприємств;
- 5) створити логічну модель ГІС для моніторингу діяльності сільськогосподарських підприємств.

Об'єкт дослідження: землі сільськогосподарського призначення на території Полтавської області.

Предмет дослідження: геоінформаційна система для моніторингу діяльності сільськогосподарських підприємств на прикладі Полтавської області.

**РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ
ДЛЯ МОНІТОРИНГУ СІЛЬСЬКОГОСРОДПРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ**

1.1 Обґрунтування необхідності застосування геоінформаційних систем в сільському господарстві

З початку 1990-х років сучасне сільське господарство та фермерство зазнали кардинальних змін. Сільське господарство стало високотехнологічною галуззю. Завдяки можливості відслідковувати сільськогосподарську техніку в полі за допомогою технологій глобальних навігаційних супутникових систем (ГНСС) та зростаючій доступності просторової інформації в цифровому вигляді у вищій якості, фермери тепер можуть вимірювати просторову та часову мінливість ґрунту, рослинності, рельєфу, тощо в межах поля та ефективніше реагувати на виклики природи. Фермери ведуть електронні польові записи та щоденники, які вони можуть використовувати на місці за допомогою кишенькового персонального комп'ютера (КПК) для введення або отримання інформації. Сільськогосподарська техніка також постійно розвивається, оскільки через неоднорідність поля багато різних операцій (від картографування врожайності до захисту рослин) виконуються на місці та реєструються, щоб їх пізніше можна було оцінити за допомогою комп'ютера. Завдяки правовим нормам, геоінформаційні системи (ГІС), геовеб-сервіси та орієнтованість на інформацію в виробництві сільськогосподарських культур стають звичайними інструментами в сільському господарстві, які повинні бути інтегровані у звичайну сільськогосподарську практику.

Сільське господарство – це бізнес-сектор, ідеально пристосований для застосування географічних інформаційних систем, оскільки він базується на природних ресурсах, вимагає переміщення, розподілу та/або використання великої кількості продукції, товарів та послуг, а також дедалі частіше потребує запису деталей своїх бізнес-операцій з поля на ринок. Майже всі сільськогосподарські дані мають певну форму просторової складової, а ГІС дозволяє візуалізувати інформацію, яку інакше було б важко інтерпретувати. Цінність ГІС для сільського господарства постійно зростає, оскільки розвиток

технологій прискорює потребу та можливості для отримання, управління та аналізу просторових даних.

Як технологія, ГІС значно просунулася з моменту свого початкового використання в 1960-х роках картографами, які хотіли впровадити комп'ютерні методи картографування, до універсального інструментарію, яким вона є сьогодні. Інструментарій ГІС, доступний сьогодні, значною мірою розвинувся завдяки інноваціям, створеним в одному додатку ГІС, які були спільно використані та вдосконалені в наступних додатках. Таким чином, користувачі ГІС, ділячись своїми інноваціями та застосунками формально та неформально, були дуже важливими для розвитку інструментів ГІС, доступних сьогодні. Обмін застосуваннями та інноваціями між користувачами залишається важливим аспектом ГІС як у межах дисциплін, так і в межах бізнес-сектору.

Ті, хто використовує ГІС в агросекторі, розуміють, що його потенційне застосування сягає різних масштабів. Однак, спільнота користувачів ГІС у виробничому сільському господарстві є досить малою порівняно з іншими секторами бізнесу. Існує брак офіційних можливостей для обміну інформацією, щодо застосування та інновацій в сфері ГІС, спеціально орієнтованими на сільське господарство.

Викладена вище інформація знаходить своє підтвердження та відгук у зарубіжній науковій літературі [31 - 34].

Говорячи про необхідність та поширеність використання ГІС-рішень в сільськогосподарському секторі, вважаю за потрібне висвітлити власні спостереження за час професійної діяльності. На основі отриманого досвіду роботи в ТОВ «Астарта-Київ» на посаді фахівця з геоінформаційних систем встановлено, що основною потребою у використанні ГІС в сільському господарстві виступає облік та контроль земельних ресурсів. Проте, використання ГІС в аграрному секторі в Україні поширене лише серед агрохолдингів та великих фермерських господарств, тоді як одноосібники та малі фермери утримуються від технологічних рішень. Під час роботи в складі комісії з інвентаризації земельного банку найбільшого регіонального

підприємства агрохолдинга довелося встановлювати обставини великої кількості неформалізованих обмінів земельними ділянками. Поширеним явищем в цьому процесі було нерозуміння фермерами реальної кількості ділянок, які належать до їхнього земельного банку, були отримані та/або передані по обміну. Таке нерозуміння викликано підходом до обліку власних земельних банків, який полягає в зберіганні відповідної інформації «на папері».

Не менш затребуваним є й використання ГІС в агросекторі для тематичного картографування. Тематичне картографування в ГІС дозволяє візуалізувати пропозиції з придбання земельних активів, формальні та неформальні обміни земельними ділянками між конкурентами та, згадуючи про великі аграрні підприємства, вирішувати більш нетривіальні задачі. Однією з таких задач за час моєї професійної діяльності в ТОВ «Астарта-Київ» було створення карт опадів за різні періоди на територію України. Результати такого тематичного картографування були представлені на розширеній дирекції агрохолдингу у якості вихідних даних для формування стратегії з розширення.

1.2 Нормативно-правове регулювання щодо використання геоінформаційних систем у сільському господарстві

Аналізуючи нормативно-правове регулювання щодо використання геоінформаційних систем, встановлено такий перелік актів:

- Закон України «Про національну інфраструктуру геопросторових даних» [1];
- Постанова Кабінету Міністрів України від 26 травня 2021 р. № 532 «Про затвердження Порядку функціонування національної інфраструктури геопросторових даних» [4];
- Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України від 10 листопада 2021 року №347 «Про затвердження технічних вимог до геопросторових даних, метаданих і геоінформаційних сервісів національної інфраструктури геопросторових даних» [2];

– Постанова Кабінету Міністрів України від 23 липня 2023 року №848 «Про затвердження Порядку проведення моніторингу земель і ґрунтів».

1. Закон України «Про національну інфраструктуру геопросторових даних» визначає геоінформаційну систему такою інформаційною системою, що призначена для провадження діяльності з геопросторовими даними та метаданими.

2. В постанові Кабінету Міністрів України від 26 травня 2021 р. № 532 «Про затвердження Порядку функціонування національної інфраструктури геопросторових даних» зазначається наступне:

Органи виконавчої влади, органи місцевого самоврядування та інші держателі даних забезпечують зберігання та захист тематичних геопросторових даних та метаданих у геоінформаційних системах та базах даних, що створюються для виконання повноважень держателів даних.

Держателями геопорталів, що взаємодіють в Інтернеті, здійснюється підтримка двох режимів доступу користувачів до геопросторових даних та метаданих національної інфраструктури геопросторових даних:

– інтерактивний з використанням веб-клієнтів геоінформаційних сервісів геопорталу для формування запитів до геоінформаційних сервісів, отримання результатів таких запитів, їх перегляд, збереження та документування на комп'ютері користувача;

– електронної взаємодії геоінформаційних систем користувачів з геоінформаційними сервісами геопорталів з використанням їх уніфікованих адрес в Інтернеті типу URL та інтерфейсів прикладного програмування геоінформаційних сервісів за специфікаціями Відкритого геопросторового консорціуму OGC.

3. Наказом Міністерства аграрної політики та продовольства України від 10 листопада 2021 року №347 «Про затвердження технічних вимог до геопросторових даних, метаданих і геоінформаційних сервісів національної інфраструктури геопросторових даних» затверджується додаток «Технічні вимоги та методи забезпечення інтероперабельності і сумісності наборів

геопросторових даних та геоінформаційних сервісів». В додатку, в свою чергу, викладені такі положення:

Відповідно до національного стандарту ДСТУ ISO 19101:2017 інтероперабельність геопросторових даних і сервісів повинна забезпечувати вільне використання компонентів різних геоінформаційних систем без ризику для успішної роботи всієї системи. Вона стосується можливості:

- знаходити інформацію та засоби її оброблення і, коли це необхідно, незалежно від їх фізичного місцезнаходження;
- сприймати та застосовувати виявлену інформацію і засоби, незалежно від того, якою платформою вони підтримуються, локально чи дистанційно;
- розбудовувати середовище оброблення для використання геопросторових даних без необхідності обмежуватися єдиним постачальником;
- використовувати інформацію та інфраструктури оброблення з різних джерел ринку послуг без ризику втрати функціональності у разі застарілості або зміни базової інфраструктури;
- бути учасником ринку, де товари і послуги відповідають потребам споживачів і де товарні канали відкриваються саме тоді, коли ринок стає достатнім для їх підтримки.

Технічний рівень інтероперабельності компонентів НІГД стосується методів та засобів подолання:

- системної неоднорідності, що характеризується відмінностями апаратних засобів, операційних систем, систем керування базами даних (далі - СКБД) та геоінформаційних систем як джерел даних;
- синтаксичної неоднорідності, що стосується фізичного уявлення даних та визначається відмінностями у форматах даних, які використовуються для передавання даних в повідомленнях від джерел даних.

Для забезпечення сумісності геопросторових даних в геоінформаційних системах вони повинні бути представлені в Державній геодезичній референційній системі координат УСК-2000 та Балтійській системі висот 1977 року.

У разі відсутності можливості подання геопросторових даних безпосередньо в УСК-2000 припустимі такі варіанти їх подання:

- в іншій системі геодезичних координат (попередніх єдиних державних системах геодезичних координат: СК-42, місцевих системах координат) з обов'язковим описом способу переходу від цієї системи координат до УСК-2000;

- у картографічній проекції, пов'язаної з УСК-2000 через формули проекції або з попередніми єдиними державними системами координат СК-42, або місцевою чи іншою системою координат, з обов'язковим додатком відповідних формул проекції, що пов'язують її з УСК-2000 чи іншою зазначеною системою координат (з обов'язковим описом в останньому випадку способу переходу від цієї системи координат до УСК-2000);

- в іншій прямокутній системі координат із обов'язковим описом способу переходу від цієї системи координат до УСК-2000.

Топологічні обмеження на рівні об'єкта належать до специфічного виду доменного обмеження для типу даних *geometry*, що використовується для подання геопросторових даних в геоінформаційних системах та базах геопросторових даних. Для кожного екземпляра об'єкта координатні описи повинні відповідати оголошеному типу просторової локалізації об'єкта як підтипу *geometry* (точка, полілінія, полігон, мультиламана, мультиполігон тощо), геометричні елементи екземплярів повинні бути простими, тобто без самоперетинання контурів. Можуть також висуватися обмеження щодо відстані між точками сегментів лінії, кутів, між сегментами лінії чи полігону тощо.

4. У постанові Кабінету Міністрів України від 23 липня 2023 року №848 «Про затвердження Порядку проведення моніторингу земель і ґрунтів» наведено відомості та положення про автоматизовану інформаційну систему моніторингу земель і ґрунтів, яка, фактично є геоінформаційною системою, оскільки використовується для роботи з просторовими даними. Зазначено наступну інформацію:

Автоматизована інформаційна система моніторингу земель і ґрунтів - інформаційно-комунікаційна система, що забезпечує автоматизацію моніторингу земель і ґрунтів та доступ користувачів до його результатів.

Для забезпечення прозорості даних та обміну інформацією щодо моніторингу земель і ґрунтів, стану земель і землекористування, а також інформаційних потреб у сфері охорони земель запроваджується та використовується автоматизована інформаційна система моніторингу земель і ґрунтів.

У межах інформації, що отримується у сфері охорони земель і використовується для інформаційних потреб управління в галузі охорони навколишнього природного середовища, забезпечується технологічна сумісність і здійснюється інформаційна взаємодія автоматизованої інформаційної системи моніторингу земель і ґрунтів із загальнодержавною екологічною автоматизованою інформаційно-аналітичною системою забезпечення прийняття управлінських рішень та доступу до екологічної інформації та з її мережею.

Внесення до автоматизованої інформаційної системи моніторингу земель і ґрунтів показників агрохімічного обстеження ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення як базових (вихідних, що фіксують стан об'єкта спостережень на момент початку проведення моніторингу земель і ґрунтів) здійснюється за даними X-туру агрохімічного обстеження земель сільськогосподарського призначення (2011-2015 роки).

Власником (держателем) автоматизованої інформаційної системи моніторингу земель і ґрунтів та виключних майнових прав на її програмне забезпечення і володільцем інформації, яка міститься в цій системі, є держава в особі Держгеокадастру, який:

- 1) забезпечує створення та функціонування автоматизованої інформаційної системи моніторингу земель і ґрунтів;

- 2) визначає вимоги до програмного забезпечення автоматизованої інформаційної системи моніторингу земель і ґрунтів, організовує його розроблення;

3) спрямовує діяльність адміністратора автоматизованої інформаційної системи моніторингу земель і ґрунтів;

4) оприлюднює один раз на рік на офіційному веб-сайті Держгеокадастру результати проведення моніторингу земель і ґрунтів.

До автоматизованої інформаційної системи моніторингу земель і ґрунтів не вносяться відомості, що становлять державну таємницю.

Адміністратором автоматизованої інформаційної системи моніторингу земель і ґрунтів є державне підприємство “Центр державного земельного кадастру”, що належить до сфери управління Держгеокадастру.

Адміністратор автоматизованої інформаційної системи моніторингу земель і ґрунтів:

5) здійснює заходи з розроблення, впровадження, підтримки, супроводу програмного забезпечення автоматизованої інформаційної системи моніторингу земель і ґрунтів, забезпечує її технічне обслуговування та безперебійне функціонування;

6) відповідає за технічне і технологічне забезпечення автоматизованої інформаційної системи моніторингу земель і ґрунтів;

7) забезпечує технічний супровід електронної інформаційної взаємодії з національним геопорталом, іншими державними електронними інформаційними ресурсами;

8) забезпечує суб'єктам проведення моніторингу земель і ґрунтів доступ до автоматизованої інформаційної системи моніторингу земель і ґрунтів для внесення показників агрохімічного обстеження земель;

9) відповідає за збереження та захист інформації в автоматизованій інформаційній системі моніторингу земель і ґрунтів відповідно до законодавства.

Адміністрування автоматизованої інформаційної системи моніторингу земель і ґрунтів здійснюється відповідно до цього Порядку та договору, який укладається між Держгеокадастром та адміністратором автоматизованої інформаційної системи моніторингу земель і ґрунтів.

Електронна інформаційна взаємодія автоматизованої інформаційної системи моніторингу земель і ґрунтів з іншими електронними інформаційними ресурсами здійснюється за принципом інтероперабельності з національним геопорталом засобами системи електронної взаємодії державних електронних інформаційних ресурсів “Трембіта” із дотриманням Законів України “Про національну інфраструктуру геопросторових даних”, “Про електронну ідентифікацію та електронні довірчі послуги”, “Про захист персональних даних”, “Про публічні електронні реєстри”, “Про захист інформації в інформаційно-комунікаційних системах”.

У разі відсутності технічної можливості для передачі даних засобами системи електронної взаємодії державних електронних інформаційних ресурсів “Трембіта” електронна інформаційна взаємодія може здійснюватися із використанням інших інформаційно-комунікаційних систем із застосуванням відповідних комплексних систем захисту інформації з підтвердженою відповідністю за результатами державної експертизи в порядку, встановленому законодавством.

Обсяг та структура даних, якими обмінюються суб’єкти інформаційної взаємодії через програмні інтерфейси електронних інформаційних ресурсів (сервіси), визначаються договорами про інформаційну взаємодію або протоколами відповідно до законодавства.

Суб’єкти проведення моніторингу земель і ґрунтів у строк, обумовлений відповідними договорами про інформаційну взаємодію або протоколами, передають необхідну інформацію у визначеному обсязі адміністратору автоматизованої інформаційної системи моніторингу земель і ґрунтів.

Електронну інформаційну взаємодію технічно забезпечують адміністратор автоматизованої інформаційної системи моніторингу земель і ґрунтів та суб’єкти інформаційної взаємодії.

За допомогою автоматизованої інформаційної системи моніторингу земель і ґрунтів проводиться збір, обробка, передавання, збереження та аналіз інформації про стан земель і ґрунтів, отриманої шляхом систематичних

спостережень за станом земель і ґрунтів, після чого формуються результати проведення моніторингу земель і ґрунтів.

Під час розроблення загальнодержавної та регіональних програм із використання та охорони земель та/або визначення першочергових і перспективних заходів з охорони земель враховуються результати моніторингу земель і ґрунтів, що свідчать про необхідність вжиття заходів з охорони земель, збереження та відтворення родючості ґрунтів.

Результати проведення моніторингу земель і ґрунтів можуть формуватися у текстовій, графічній, картографічній і табличній формі за допомогою програмного забезпечення автоматизованої інформаційної системи моніторингу земель і ґрунтів.

Адміністратор автоматизованої інформаційної системи моніторингу земель і ґрунтів забезпечує надання Держгеокадастру один раз на рік результатів проведення моніторингу земель і ґрунтів для їх оприлюднення на офіційному веб-сайті Держгеокадастру.

1.3 Аналіз досвіду використання геоінформаційних систем для моніторингу сільськогосподарської діяльності

Аналізуючи досвід використання геоінформаційних систем для моніторингу сільськогосподарської діяльності, варто почати з вітчизняного. ІоТ платформа «Агроконтроль» - за суттю своєю ГІС, українське технологічне рішення, що дозволяє оптимізувати витрати та автоматизувати виробничі процеси в сільському господарстві. Розробники пропонують доступ до ГІС у вигляді 24 модулів, в залежності від потреб користувача:

1. «Заправки».

Цей модуль дозволяє виконувати моніторинг використання палива за допомогою датчиків та рівнемірів, що встановлені на паливних цистернах. При додаванні або редагуванні на платформі цистерни вказується тип автоматизації:

датчик рівня палива та вибирається АЗС з терміналом. Після чого в цій формі з'являється нова вкладка "датчики", де прописуються датчики та параметри для виведення інформації з рівнемірів. Також на платформі можна переглянути інформацію по стану колонок: дата та час останніх даних від терміналу. Реалізовано можливість додати інформацію про RFID-картку, за якою можна отримати паливо, а за наявності встановленої системи відеомоніторингу є можливим перегляд на платформі прямих трансляцій з камер. У функціоналі присутні можливості формування звітів з видачі палива за певний період та стосовно руху палива на АЗС: залишок в резервуарі після кожної заправки, прихід палива, інвентаризація залишків [18].

2. «Вагова/Елеватор».

З цим модулем та автоматизованою системою зважування користувач має можливість отримувати за допомогою системи відеомоніторингу фотознімки кузову автомобіля, передньої та задньої частини, де видно державний номер, продукцію яку везе та інше. Після кожного зважування на платформі можна переглянути таку інформацію: дата, господарство, вагова, водій, культура, вага (брутто), дата тари, вага (нетто), вага (тара), тощо [9].

3. «Метео».

При підключенні цього модуля та встановлені метеостанцій на території господарства, користувачу стає доступна можливість здійснювати моніторинг реальних погодних показників для конкретної місцевості. Система «Агроконтроль» дозволяє сформувати звіти за будь-який період та переглянути кількість опадів: температуру ґрунту, його вологість, температуру та вологість повітря, тощо. В ГІС на карті маркерами відображаються фактичні місця положення метеостанцій, що змінюються в онлайн режимі, інформуючи про реальний стан погоди. Якщо клікнути на маркер, відкривається вікно з інформаційною довідкою по кожному датчику на метеостанції [10].

4. «Карта поля».

Цей модуль дозволяє створювати полігони полів, формуючи карту, задаючи їм такі атрибути як рік опрацювання, культура, сорт, фактичні та

планові врожайність, площу, валовий збір, дати початку, закінчення робіт та уборки. Присутня можливість перегляду історії виконання агрооперацій, фіксації внесених ЗЗР, добрив, затрат на ТМЦ [25].

5. «Супутникові знімки».

Користувачу доступна можливість перегляду зміни індексу вегетації NDVI, який обраховується розробниками ГІС [30].

6. «Уборка».

На основі інформації GPS-трекерів, встановлених на зерновози, користувач може переглядати місця, де відбулося вивантаження, та отримувати інформацію про нього: час початку, час закінчення, поле, координати вивантаження, тощо. Також у звіт з вивантаження входять такі атрибути як дата, назва комбайну, назва авто, культура, об'єм, вага. Окремо формується звіт про доставку зерна на вагову/елеватор: час останнього вивантаження, час початку руху, , культура, час прибуття на вагову, елеватор, об'єм, об'єкт, водій [28].

7. «Маршрути».

Підключення модуля «Маршрути» дозволяє користувачу прокладати маршрути переміщення власної сільськогосподарської техніки. Можливо зазначити поля, в яких може знаходитися техніка, дозволене відхилення від маршруту, дозволений час стоянки та контроль швидкості. У разі порушення водієм вказаних параметрів, користувач отримає повідомлення [6].

8. «Агрооперації».

Можна створювати план польових/технологічних операцій по кожному полю: тип роботи, прогнозований початок/закінчення, площа, машини-учасники. Система в онлайн-режимі фіксує, в якому полі йде робота, який тип технологічної операції виконується, які машини задіяні, загальна оброблена площа, витрачене паливо – як по полю, так і по техніці. Кожна операція має статус: «Запланована», «Виконується», «Виконана», «Скасована». Агроном/відповідальна особа може змінити статус вручну (наприклад, з «Виконується» на «Виконано») або система автоматично закриє операцію, якщо по ній більше не надходять роботи. Доступно декілька типів звітів: дорожній

лист (за технікою або механізатором – всі польові роботи за період), загальний (скільки всього оброблено, скільки витрачено палива за технологічними операціями за підприємством або кластерами), оперативні дані (онлайн-дані – за кожну годину, скільки оброблено площі по технологіям, кластерам або загалом), облік ТМЦ (скільки матеріалів витрачено, на яку площу, скільки коштів – по кожному полю/культурі) [12].

9. «Відеомоніторинг».

Користувач має цілодобовий доступ до перегляду об'єктів через систему – фото/відео можуть передаватись через мережу 3G або завантажуватись локально через WiFi при недостатньому покритті. Контролер зберігає дані на внутрішній флеш-накопичувачі (мінімум місяць) і дає можливість завантаження віддалено. Модуль не просто транслює відео безупинно, а «розумно» фільтрує події: наприклад, підозрілі заправки, робота шнека, скидання труби, видача пального в каністри. У звітах системи можна налаштувати, щоб у певних ситуаціях автоматично прикріплювались фото з камери: наприклад, при видачі пального за даними датчиків [27].

10. «Земельний банк».

Модуль дозволяє вести повний реєстр ділянок, включаючи прив'язку до полів/паїв, угод оренди, строків дії договорів, контрагентів. Автоматичний моніторинг реєстрів для виявлення змін: видалено ділянку, зміна орендодавця тощо. Групування та фільтрація ділянок: за господарствами, кластерами, полями, сільрадами. Також присутня можливість перегляду карти, на якій можна позначити свої, чужі, ділянки, що знаходяться в обмінах, та ділянки з технічними втратами. Аналітична складова модуля складається з панелі перегляду за статусами (ділянок, договорів, обмінів) та аналітики по орендарях, полях, сільрадам [22].

11. «Повідомлення».

Завдяки цьому модулю користувач має можливість налаштувати вигляд, в якому надходитиме повідомлення, та умови, за яких буде отримувати повідомлення. Також реалізовано архів сповіщень [14].

12. «ТМЦ».

Проведення інвентаризації за складами (вводяться фактичні залишки матеріалів), облік приходу від постачальників, повернення постачальнику, списання по агрооперації. Також функціонал модулю дозволяє бачити сумарні витрати на матеріали (насіння, добрива, ЗЗР) по кожному полю, по гектару, по підприємству в цілому. На карті поля видно історію: сторінка поля показує, які роботи виконані, яка техніка, які витрати по матеріалах [21].

13. «Прогнозування врожайності».

Основу функціоналу цього модуля становить прогнозування врожайності за допомогою штучного інтелекту: модуль передбачає майбутню врожайність базуючись на історичних даних, сучасному стану посівів, супутниковим знімкам та індексу NDVI [26].

14. «Агроскаутинг».

Модуль дозволяє створювати польові звіти-огляди: агроном може в полі виконати огляд, зафіксувати стан рослин, фазу розвитку культури по шкалі BBCH, кількість рослин на метр квадратний, густоту покриття, вологість ґрунту (достатня, недостатня, критична, надлишкова) та коментар. До звітів можна додавати фото та відео, прикріплені до конкретних координат, завдяки мобільному додатку або завантаженню із дронів – система автоматично візуалізує, де було зроблено фото, ставить маркер на карті [7].

15. «Онлайн доставка на елеватор».

Модуль дозволяє в реальному часі відстежувати рух транспортних засобів, які перевозять зерно з поля на елеватор: коли завантажили, коли виїхали з поля, час у дорозі, стан об'єкта (рухається чи стоїть), коли прибули. Після зважування інформація зберігається в «історію», доступну до перегляду в будь-який час. В загальній таблиці відображається загальна інформація за день: кількість зерновозів на завантаженні, на території елеватора, на шляху до елеватора та кількості закінчених рейсів [24].

16. «Мобільний агроном».

Модуль «Мобільний агроном» дозволяє агроному виконувати роботу та звітувати про неї, знаходячись безпосередньо у полі: створення та виконання завдань і оглядів полів, контроль техніки, агрооперацій і полів у реальному часі; можливість закривати операції та наряди безпосередньо з мобільного пристрою [11].

17. «Аналізи ґрунту».

Цей модуль дозволяє створювати картограми на основі внесених результатів аналізу ґрунтів двома методами: крігінг та полігони Вороного [8].

18. «Журнал КПП».

Модуль призначений для працівників служби безпеки та, за своєю суттю, є електронною версією журналу реєстрації в'їзду та виїзду автотранспорту з можливістю завантаження знімків з камер відеоспостереження [19Vf].

19. «Облік робочого часу».

Цей модуль дозволяє відслідковувати час роботи працівника, завдяки датчикам, що встановлюються на вході в офіс, прохідних на тракторних бригадах, тощо [23].

20. «Зарплата».

Облік всіх витрат підприємства: пального, ЗЗР, добрива, посівний матеріал, зарплати, запчастини, ремонт техніки, орендна плата та інше. На основі технологічної карти система розраховує потребу в матеріалах (кількість + вартість) за культурами/полями/кластерами. Також є можливість план-факт аналізу одразу після виконання агрооперацій – списання ТМЦ зі складу, фіксація фактичних витрат онлайн [20].

21. «Щільність ґрунту».

Модуль дозволяє імпортувати за API результати вимірювання пенетрометрів та побудувати на основі отриманих даних картограми щільності ґрунтів. Картограми будуються методами інтерполяції крігінг та полігони Вороного. Оскільки, підвищена щільність ґрунту може призводити до втрат врожаю, такий модуль дозволяє вчасно відреагувати та попередити втрати [16].

22. «Дошувальні машини».

Цей модуль дозволяє в автоматичному або ручному режимі обліковувати кількість вилитої через системи поливу води, кількість поливів, норми, план/факт, площу поливу. Також можна налаштувати повідомлення у разі збоїв та незапланованих ситуацій. У випадку з ручним режимом, необхідно внести інформацію про дощувальні машини, додати координати їх центрів, початкового положення, основний та додатковий радіуси. Після цього необхідно створити плани поливу для кожної дощувальної машини: дата початку та кінця, норма поливу, загальна кількість води [13].

23. «Планшет механізатора».

Модуль «Планшет механізатора» забезпечує такі потреби користувача:

- можливість отримувати наряд на роботу механізатору/водію на планшет чи смартфон, бачити хід та об'єм виконання своєї роботи по наряді або без наряду;
- фіксувати поїздки автопарку, вказувати тип поїздки для подальшого розрахунку заробітної плати в залежності від типу роботи(поїздки);
- бачити механізатору/водію свою заробітну плату та за яку роботу вона нарахована, за день, тиждень, місяць та кількість змін [15].

24. «Якість посівів».

Цей модуль дозволяє автоматично обрахувати якість посівів за показником однорідності відстані висіву насіння на основі введених агрономом даних. Для цього агроному потрібно:

- визначити рядок з якого почати обстеження і зафіксувати відстань між 10-15 рослинами або насінинами, всі показники зафіксувати в таблиці;
- повторити цю ж процедуру на інших рядках, щоб отримати приблизно 100 результатів [17].

Після збереження результату обстеження система розрахує якість посіву у відсотках значенні та розрахує кількість рослин на гектар, а відповідно густоту посіву. Всі результати передаються на сервер і завжди доступні для перегляду, по кожному результату відображається агроном, який робив обстеження [17].

По кожному запису в таблицю фіксуються координати і при перегляді звіту, відображаються маркери в полі, де було виконано замір. Також є можливість прикріпити фото місця, де було проведено обстеження, які будуть відображатися в полі за геолокацією [17].

Продовжуючи аналіз досвіду використання геоінформаційних систем для моніторингу сільськогосподарської діяльності, варто зазначити, що куди більш поширеним є використання усталених ГІС, таких як QGIS та ArcGIS, ніж створення специфікованих нових. Одним з таких прикладів є управління рівнем азоту в цукрових буряках, використовуючи дистанційне зондування землі та ГІС.

Одним із найуспішніших ранніх застосувань дистанційного зондування та геоінформаційних систем (ГІС) у сільському господарстві було покращення управління вмістом азоту цукрового буряка. Цукровий буряк – це культура, яка залишає значну частину азоту, який вона поглинає протягом вегетаційного періоду, на полі під час збору врожаю. Частину цього азоту можна зарахувати на рахунок додаткового азоту добрив, необхідного для наступної культури. Супутникові знімки можна використовувати для визначення ділянок на полях цукрових буряків, де можна застосовувати вищі або нижчі азотні добавки для наступної культури. Кількість азотних добавок для наступних культур безпосередньо пов'язана з відбивною здатністю зеленого покриву цукрового буряка [34].

Колір листя під час збору врожаю пов'язаний з кількістю азоту, що міститься в рослині. Жовта верхівка цукрового буряка під час збору врожаю свідчить про те, що листя містить низький рівень азоту, тоді як зелена верхівка свідчить про те, що рослини містять значну кількість азоту. Колір листя може бути використаний як основа для визначення азотних залишків з цукрового буряка. Для жовтого листя азотні залишки відсутні, тоді як для темно-зеленого листя визначено залишок 90 кг/га. Для оцінки кольору рослин можна використовувати дистанційне зондування [34].

Цукрові кооперативи можуть придбати недорогі дані LANDSAT. Дані LANDSAT мають розмір пікселя приблизно 30 м. Ці дані можна обробляти для

створення низки різних продуктів. Одним з найпопулярніших є індекс різниці азоту в рослинності (NDVI). Зображення, які є найбільш корисними для оцінки залишкового азоту, збираються між серпнем і жовтнем. Перевага надається зображенням ближче до збору врожаю, але через можливі перешкоди від хмарного покриву, зображення, отримані влітку, можна використовувати для збільшення шансів на успішне зображення в будь-якій заданій області. Коли агрономи цукрових кооперативів отримують зображення від постачальника, вони відвідують кілька ферм у кожному ракурсі та визначають, чи пов'язане вимірювання NDVI на зображенні із зеленим, жовто-зеленим чи жовтим. Цей зв'язок потім переноситься на інші поля в цьому районі. Значення NDVI на кожному зображенні потім класифікуються на основі цього наземного зв'язку за допомогою програмного забезпечення ArcView. Поля класифікуються на три-п'ять зон на основі встановленого наземного зв'язку між кольором верхівки цукрового буряка та значеннями NDVI на зображенні [34].

Коли для розробки зон використовується один шар даних, такий як зображення, класифікація зазвичай обирається як метод виконання завдання. Класифікація означає, що значення даних (на зображеннях кольори або відтінки мають значення від 1 до 256) поділяються на категорії або класи. Метод класифікації може змінюватися залежно від досвіду та уподобань користувача. Загальним вибором для окремих шарів даних в ArcView є рівні інтервали, природні інтервали (Дженкс) та стандартне відхилення. Вибір рівних інтервалів буде доцільним для даних, які рівномірно розподілені в гістограмі даних. Стандартне відхилення – це більш статистичний підхід до нормально розподілених даних. Природні інтервали (Дженкс) – це процедура, яка групує дані в класи, що є відносно відокремленими від інших класів, покладаючись на природне групування даних, а не на більш суб'єктивний поділ [34].

Для того, щоб зобразити зони вмісту азоту, можна використати програму Erdas Imagine. В ArcView відобразіть зображення .tif. На панелі файлів ліворуч від екрана клацніть лівою кнопкою миші на назві файлу зображення. Виберіть «Дані», а потім «Експортувати дані». Серед трьох варіантів є файл зображення

(.img). Виберіть варіант зображення та правильний шлях для збереження даних. Після створення файлу .img його можна відкрити або обробити за допомогою програмного забезпечення Imagine. Щоб створити класи на зображенні, клацніть лівою кнопкою миші на значку Класифікатора на панелі інструментів Imagine у верхній частині екрана перегляду. Виберіть «Неконтрольована класифікація» з варіантів у стовпці «Класифікатор». Після відкриття вікна «Неконтрольована класифікація» введіть файл зображення (.img), який буде класифіковано, та створіть вихідний файл і файл сигнатури, які будуть супроводжувати остаточну класифікацію. Під кнопкою «Параметри ініціалізації» можна вибрати діапазон стандартного відхилення, на якому буде базуватися класифікація. Також можна вибрати кількість класів у просторі, позначеному як класи. Вихідний файл матиме розширення .img, тому його можна буде завантажувати як у Imagine, так і в ArcView [34].

Наглядним прикладом використання цього методу є випадок на полях поблизу міста Сейнт Томас, штат Північна Дакота. Сівозміна у цій місцевості була такою: спочатку цукровий буряк, пшениця, картопля та знову цукровий буряк. Це дуже прибуткова сівозміна, але на цьому полі цукрові буряки мали високу врожайність з низьким вмістом цукру, що призводило до значно нижчих платежів за цукор, ніж виробники в інших районах з різними сівозмінами. Хоча логічною причиною низького цукру та високої врожайності був би високий рівень залишкового азоту в ґрунті, на ділянці рівень азоту в ґрунті був низьким до глибини чотирьох футів, і нічого незвичайного не спостерігалось. Було прийнято рішення взяти проби гички цукрових буряків на вміст азоту, щоб оцінити це як джерело спостережуваної проблеми [34].

З чотирьох полів площею 16–20 га восени кожного року протягом чотирирічного дослідження було відібрано проби ґрунту з глибини 2 м у квадратах площею 0,2 га. Колір бадилля цукрових буряків варіювався від світло-зеленого до дуже темно-зеленого. У роки вирощування цукрових буряків було зібрано 3-метровий рядок у кожному квадраті для отримання коренеплодів та верхівкового врожаю. Вміст азоту в гичках цукрового буряка коливався від 112

кг/га до 448 кг/га. Супутникове зображення Landsat 5 NDVI одного поля цукрового буряка показало діапазон відмінностей у відтінках, що відповідає діапазону від низької до високої енергії росту. У цьому прикладі, на ранніх етапах використання дистанційного зондування гички цукрового буряка, ГІС використовувалася лише на останньому етапі для розробки карти внесення азотних добрив для наступної культури пшениці. Сьогодні ГІС легше використовувати для усунення суб'єктивності у визначенні зон внесення добрив на знімках. У цьому випадку зони внесення азотних добрив були окреслені вручну навколо ділянок з подібною зеленню та силою росту. Отримана карта внесення азотних добрив показує, що залишки азоту коливалися від 0 (168 кг азоту на га для пшениці) до 78 кг азоту на га (90 кг азоту на га для пшениці). Результат змінного внесення азоту не показав різниці у врожайності пшениці між зонами, де були надано великі та малі залишки азоту (табл. 1.1), що свідчить про те, що залишки азоту, надані зонам, були доцільними [34].

Таблиця 1.1

Різниця у врожайності пшениці між зонами на полях поблизу м. Сент-Томас (Північна Дакота), у яких були різні азотні залишки від очікуваного внеску азоту з бадилля цукрових буряків попередньої осені [34]

| Зона, кг азоту на гектар | Врожай пшениці, кг/га |
|---------------------------------|------------------------------|
| 168 | 3790 |
| 112 | 3823 |
| 90 | 3695 |

Якби були занадто великі залишки, врожайність була б нижчою за нижчих норм азоту. З моменту цього дослідження якість цукрового буряка на полях значно покращилася завдяки використанню зображень для виявлення гички цукрового буряка з надмірним вмістом азоту та відповідного зниження норм азоту для наступної культури. Ця практика також допомогла зменшити залишковий рівень азоту, коли в сівозміні знову сіють цукровий буряк. Зони,

визначені протягом року цукрового буряка, також виявилися такими, що відповідають областям з відповідними залишковими рівнями азоту в ґрунті протягом усієї сівозміни. Зони, виділені протягом року вирощування цукрових буряків, використовуються для визначення зон відбору ґрунтових зразків після пшениці та картоплі, що дозволяє покращити норми внесення азоту на полях як у роки вирощування буряків, так і в роки без них [34].

Кооператив American Crystal Sugar повідомив, що близько 30% площ їхніх виробників у 2005 році використовували показники забарвлення листкового покриву цукрових буряків для зменшення рівня внесення азотних добрив під наступні культури. Опитування виробників показало економічну вигоду для тих, хто використовував ці самі зони як основу для відбору ґрунтових проб на залишковий нітратний азот перед вирощуванням цукрових буряків на полі [34].

Отже, зображення крони цукрового буряка використовуються для зменшення норм внесення азоту на культури, які відразу після цукрового буряка ростуть у сівозміні. Аерофотознімки, здається, найбільше підходять для встановлення зв'язку між кольором крони цукрового буряка та кількістю N для внесення наступних культур. Однак отримання супутникових знімків NDVI є більш простим та економічним. Використання ГІС зробило використання цього зв'язку практичним для великої кількості виробників цукру та площ [34].

Карта зон залишкового азоту також використовується як шаблон для відбору проб ґрунту залишкового нітрату протягом усієї сівозміни. Використання цих зон для безпосереднього відбору проб ґрунту призвело до зниження рівня залишкового азоту в ґрунті, коли поле знову засівають цукровими буряками, що підвищує ймовірність високої якості цукрових буряків та прибутковості виробників [34].

Отже, проаналізувавши досвід використання ГІС в сільському господарстві та відповідну наукову літературу, можна дійти висновку, що ця тема не є новою, але лишається актуальною й в теперішній час. Проте, є серйозна відмінність між Україною та західними країнами у поширеності та розумінні застосування ГІС в аграрному секторі. Пізня інтеграція ГІС в сільському

господарстві України, у порівнянні, наприклад, із США, є наслідком історичних, економічних та технологічних факторів. До прикладу, розглянутий випадок з управлінням вмісту азоту в ґрунті за матеріалами ДЗЗ під час вирощування цукрових буряків, було реалізовано в США на початку двохтисячних років, тоді як в українському сільськогосподарському бізнесі такої практики немає й по нині. Аналогічна ситуація склалася й в науково-публіцистичній сфері. Саме через загальний брак розуміння та практичного досвіду у вітчизняному застосуванні ГІС в аграрному секторі, мною було вирішено створити та дослідити геоінформаційну систему для моніторингу діяльності сільськогосподарських підприємств на прикладі Полтавської області.

**РОЗДІЛ 2. СТВОРЕННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ
МОНІТОРИНГУ ДІЯЛЬНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ
ПІДПРИЄМСТ НА ПРИКЛАДІ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

2.1 Методика створення геоінформаційної системи для моніторингу діяльності сільськогосподарських підприємств на прикладі Полтавської області

Геоінформаційна система для моніторингу діяльності сільськогосподарських підприємств призначена для відслідковування нецільового використання земельних ресурсів України. Користувачем даної ГІС виступає департамент контролю за використанням та охороною земель – структурний підрозділ Державної служби України з питань геодезії, картографії та кадастру.

За наповнення та адміністрування системи відповідальне державне підприємство «Науково-дослідний інститут геодезії та картографії». Система повинна взаємодіяти за API-протоколом з Публічною кадастровою картою України та Державним реєстром речових прав.

У якості вихідних даних виступає шейп-файл з межами сільрад на територію Полтавської області. Стейкхолдером вихідних даних є ТОВ «Астарт-Київ». Шар з межами сільрад на територію Полтавської області було атрибутивно уніфіковано наступним чином:

- назва підприємства, яке діє в межах сільради;
- назва сільради;
- кількість пайовиків, що підписали договір оренди з підприємством, шт;
- площа ділянок в оренді на території сільради, га.

Робочий варіант вихідних даних представлено у системі координат World Geodetic System 1984 в проекції Меркатора (WGS-84 / Pseudo-Mercator), проте наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України від 10 листопада 2021 року №347 «Про затвердження технічних вимог до геопросторових даних, метаданих і геоінформаційних сервісів національної інфраструктури геопросторових даних» зобов'язує усіх держателів геопросторових даних

використовувати УСК-2000 у своїй професійній діяльності. Отже, з огляду на забезпечення сумісності геопросторових даних в геоінформаційних системах, було створено копію робочого шару та переведено його в УСК-2000 за допомогою перетворення координат.

Метадані вихідних даних відповідно до ISO 19115-1:2014 представлено в таблиці нижче:

Таблиця 2.1

Метадані набору геопросторових даних Межі сільських рад на територію
Полтавської області

| № з/п | Назва елемента метаданих та його позначка за ISO 19115-1:2014 | Коментар | Значення метаданих |
|-----------|--|---|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Унікальний ідентифікатор метаданих: (MD_Metadata.metadataIdentifier: MD_Identifier) | Унікальний ідентифікатор для метаданих, що формується програмними засобами підготовки метаданих | 2759020221488263985 |
| 2 | Назва ресурсу: (MD_Metadata.identificationInfo > MD_DataIdentification.citation > CI_Citation.title) | Характерна унікальна назва, що ідентифікує ресурс (набір даних або комплект наборів даних) | Набір геопросторових даних Межі сільських рад на територію Полтавської області |
| 3 | Дата створення/оновлення ресурсу: (MD_Metadata.identificationInfo > MD_DataIdentification.citation > CI_Citation.date та CI_Citation.dateType) | за класифікатором CI_DateTypeCode | |
| | | створення | 2025-06-10T12:00:00 |
| | | публікація | |
| | | перевірка | |
| | | закінчення терміну | |
| | | останнє оновлення | 2025-06-21T12:11:38 |
| | | остання перевірка | 2025-06-21T12:11:38 |
| | | наступне оновлення | |
| | | недоступний | |
| | | діючий | |
| | | прийняття | 2025-06-21T12:11:38 |
| | | застарілий | |
| замінений | | | |

| № з/п | Назва елемента метаданих та його позначка за ISO 19115-1:2014 | Коментар | Значення метаданих |
|-------|---|---|--|
| | | період визначення чинності | |
| | | дата припинення чинності | |
| | | випуск | |
| | | розповсюдження | 2025-06-21T12:11:38 |
| 4 | Контактна інформація відповідальних за ресурс: (MD_Metadata.identificationInfo > MD_DataIdentification.PointOfContact > CI_Responsibility) | за класифікатором CI_RoleCode | |
| | | постачальник | ТОВ «Астарта-Київ» |
| | | держатель | ТОВ «Астарта-Київ» |
| | | власник | ТОВ «Астарта-Київ» |
| | | розповсюджувач | ТОВ «Астарта-Київ» |
| | | ініціатор | ТОВ «Астарта-Київ» |
| | | контакт | ТОВ «Астарта-Київ» |
| | | головний дослідник | ТОВ «Астарта-Київ» |
| | | обробник | ТОВ «Астарта-Київ» |
| | | автор | ТОВ «Астарта-Київ» |
| | | спонсор | ТОВ «Астарта-Київ» |
| | | співавтор | |
| | | редактор | ТОВ «Астарта-Київ» |
| | | посередник | |
| | | правовласник | ТОВ «Астарта-Київ» |
| 5 | Просторове охоплення: (MD_Metadata.identificationInfo > MD_DataIdentification.extent > EX_Extent.geographicElement > EX_GeographicExtent > EX_GeographicBoundingBox або EX_BoundingPolygon або EX_GeographicDescription) | Опис просторового охоплення території даними ресурсу | POLYGON(3738019.103, 6243777.765 : 3871320.503, 6380203.528) |
| 6 | Мова ресурсу: (MD_Metadata > MD_DataIdentification.defaultLocale > PT_Locale) | Код мови та код набору символів, що використовуються в ресурсі. За замовчуванням: код мови: Ukr; код набору символів: utf-8. | UKR; UTF-8 |
| 7 | Тематична категорія ресурсу: (MD_Metadata.identificationInfo > MD_DataIdentification.topicCategory > MD_TopicCategoryCode) | за класифікатором базових категорій, що визначені в ISO 19115-1:2014, який | Межі |

| № з/п | Назва елемента метаданих та його позначка за ISO 19115-1:2014 | Коментар | Значення метаданих |
|-------|---|---|--|
| | | може доповнюватися. | |
| 8 | Просторове розрізнення: (MD_Metadata.identificationInfo > MD_Identification.spatialResolution > MD_Resolution.equivalentScale, MD_Resolution.distance, MD_Resolution.vertical або MD_Resolution.angularDistance або MD_Resolution.levelOfDetail) | Числовий масштаб (рівень деталізації) | 1:661 034 |
| 9 | Тип ресурсу: (MD_Metadata.metadataScope > MD_Scope.resourceScope) | за класифікатором MD_ScopeCode | dataset |
| 10 | Стислий опис ресурсу: (MD_Metadata.identificationInfo > MD_Identification.abstract) | Реферативний опис, призначення, структури, складу та змісту набору геопросторових даних та інші відомості про ресурс. | |
| 11 | Додаткова інформація про часове та/або вертикальне охоплення ресурсу: (MD_Metadata.identificationInfo > MD_Identification.extent > EX_Extent > EX_TemporalExtent або EX_VerticalExtent) | Вказується період часу, охоплений вмістом ресурсу (тип даних TM_Primitive за ДСТУ ISO 19108:2017) та/або інтервал значень відміток висоти у визначеній системі висот. | |
| 12 | Походження ресурсу: (MD_Metadata > resourceLineage > LI_Lineage) | Опис джерел ресурсу та основних технологічних процесів, що використовувалися для виробництва ресурсу. | Вхідний набір – база топографічних даних масштабу 1:50 000, яка створена на основі сворених/оновлених цифрових топографічних карт масштабу 1:50 000, що містять векторні дані у форматах *.gdb бази геоданих ArcGIS. |
| 13 | Онлайн доступ до ресурсу: (MD_Metadata.identificationInfo > | Вказуються URL адреси онлайн | |

| № з/п | Назва елемента метаданих та його позначка за ISO 19115-1:2014 | Коментар | Значення метаданих |
|-------|--|--|---|
| | MD_DataIdentification.citation > CI_Citation.onlineResource > CI_OnlineResource) | доступу до ресурсу, геоінформаційних сервісів та додаткової інформації про ресурс. | |
| 14 | Ключові слова: (MD_Metadata > MD_DataIdentification > descriptiveKeywords > MD_Keywords) | Слова або фрази, що описують ресурс та використовуються для індексування в пошукових системах. | Межі, сільрада, ГІС, шейп-файл |
| 15 | Обмеження щодо доступу та використання ресурсу: (MD_Metadata > MD_DataIdentification > MD_Constraints > MD_Constraints.useLimitations та/або MD_LegalConstraints та/або MD_SecurityConstraints) | за класифікатором MD_RestrictionCode | Ліцензія не потрібна. Публічна ліцензія CC BY-SA |
| 16 | Дата створення/оновлення метаданих: (MD_Metadata.dateInfo:CI_Date) | Дата створення та оновлення метаданих | 21.06.2025 |
| 17 | Контактна інформація відповідальних за метадані: (MD_Metadata.contact: CI_Responsibility) | Назва та контактні дані сторони, відповідальної за створення та оновлення метаданих | ТОВ «Астарта-Київ» |
| 18 | Інформація про референцну систему координат (SRC) ресурсу: (MD_Metadata > MD_ReferenceSystem > referenceSystemIdentifier: MD_Identifier) | Ідентифікатор (код) SRC та системи висот згідно з базою даних міжнародного репозитарію параметрів систем координат EPSG. | EPSG: 5561; EPSG: 5705 |
| 19 | Статус ресурсу: (MD_Metadata.identificationInfo > MD_Identification.status > MD_ProgressCode) | за класифікатором MD_ProgressCode | Поточний, дійсний, прийнятий |
| 20 | Інформація про відповідність ресурсу: (MD_DataQualityCommon > DQ_Result > DQ_ConformanceResult > обов'язково DQ_ConformanceResult.specification: CI_Citation та DQ_ConformanceResult.pass: Boolean і за потреби | Подається як клас метаданих про якість даних у відповідності до ISO 19157:2013. Обов'язково | |

| № з/п | Назва елемента метаданих та його позначка за ISO 19115-1:2014 | Коментар | Значення метаданих |
|-------|---|---|--------------------|
| | DQ_ConformanceResult.Explanation: CharacterString) | вказується посилання на специфікацію набору геопросторових даних або на інший документ з вимогами до даних та показник відповідності (1= так; 0= ні), а за потреби надається текстове пояснення рівня відповідності | |
| 21 | Інформація про формат даних ресурсу: (MD_Metadata > MD_Format.formatSpecificationCitation: CI_Citation) | Вказується загальноприйнята позначка формату даних, версії формату та/або URL адреса посилання на специфікацію для формату даних | SHP |
| 22 | Інформація про підтримку ресурсу: (MD_Metadata > MD_MaintenanceInformation > MD_MaintenanceInformation.maintenanceAndUpdateFrequency або userDefinedMaintenanceFrequency) | за класифікатором MD_Maintenance FrequencyCode або визначена виробником періодичність оновлення | нерегулярно |
| 23 | Інформація про мову метаданих: (MD_Metadata.defaultLocale:PT_Locale) | Код мови та код набору символів, що використовуються в ресурсі. За замовчуванням: код мови: Ukr; код набору символів: utf-8 | UKR; UTF-8 |
| 24 | Інформація про відповідність метаданих стандартам: (MD_Metadata.metadataStandard: CI_Citation та/або MD_Metadata.metadataProfile: CI_Citation) | Вказується позначення та назва стандарту (стандартів) та/або профілю, яким відповідає набір елементів метаданих | ISO 19115-1:2014 |

Результати дослідження сприяють досягненню одразу двох цілей сталого розвитку: подолання голоду та збереження екосистеми суші [5]. Наприклад, завдяки встановленню відповідності використання земель їх призначенню, виконується одна з вимог регламенту ЄС по боротьбі зі знелісненням European Union Deforestation-free Regulation (EUDR) – відповідність джерел та виробництв товару місцевим нормам. Виконання вимог EUDR, в свою чергу, відкриває українській сільськогосподарській продукції шлях на європейський ринок та підтверджує дотримання екологічних зобов’язань їх виробниками. Відповідність результатів дослідження досягненню цілей сталого розвитку наведено в таблиці:

Таблиця 2.2

Цілі сталого розвитку та індикатори, досягненню яких сприяють результати дослідження

| Цілі сталого розвитку | Ціль | Індикатор | Сприяння результатами дослідження |
|---|-------------------|---|---|
|  | 2.1 2.2 2.c | 2.1.1 2.1.2 2.2.2 2.2.4 2.c.1 | Моніторинг діяльності сільськогосподарських підприємств дозволить підтвердити законне походження експортної сільськогосподарської продукції |
|  | 15.2 | 15.2.1 | Моніторинг діяльності сільськогосподарських підприємств дозволить відслідковувати відповідності використання земель їх призначенню |

2.2 Розроблення функціональної моделі ГІС МДСГП

Функціональна модель - узагальнене уявлення про систему через її функції. Іншими словами, функціональна модель описує діяльність або процеси, які відбуваються всередині системи, без деталізації технічної реалізації.

Функціональна модель ГІС МДСГП складається з чотирьох блоків:

1. Імпорт/експорт даних.

Цей блок забезпечує користувача таким функціоналом:

- імпорт та експорт векторних даних. До прикладу, можна завантажити контури полів обробітку конкретного сільськогосподарського підприємства та досліджувати земельні ділянки у його межах;
- імпорт та експорт растрових матеріалів. За потреби, є можливість завантаження актуальних матеріалів дистанційного зондування землі або аерофотознімання на досліджувану територію;
- підключення сервісів. Підключення за API-протоколом до Публічної кадастрової карти України та Державного реєстру речових прав дозволить забезпечити доступ до усієї інформації, необхідної для ґрунтового аналізу діяльності сільськогосподарських підприємств.

2. Здійснення геопросторового аналізу.

До цього блоку належать такі функції геопросторового аналізу як метрична та топологічна. Метрична функція дозволить виміряти точну площу нецільового використання ділянки. Топологічна функція дозволить виконувати оверлейний аналіз: вибірка ділянок, що потрапляють у межі полів обробітку конкретного сільськогосподарського підприємства.

3. Ведення обліку ділянок з нецільовим використанням.

Блок дозволяє додавати, вилучати та редагувати атрибутивні відомості та ділянки, використання яких не відповідає їх цільовому призначенню.

4. Формування звітів.

Цей блок дозволяє користувачу формувати звіти, що умовно поділені на якісні та кількісні. Звіти за кількісними показниками дозволяють сформувати таблицю, що містить відомості про загальну кількість земельних ділянок, що використовуються не за цільовим призначенням, сумарну площу таких ділянок, сумарну площу нецільового використання на території ділянок та сумарний відсоток цих ділянок від загальної кількості. Звіти за якісними показниками дозволяють сформувати таблицю з інформацією про усі ділянки, що використовуються не за цільовим призначенням:

- кадастровий номер;
- цільове призначення ділянки;
- вид земельних угідь;
- площа, га;
- фактичне використання земельної ділянки;
- орендар земельної ділянки.

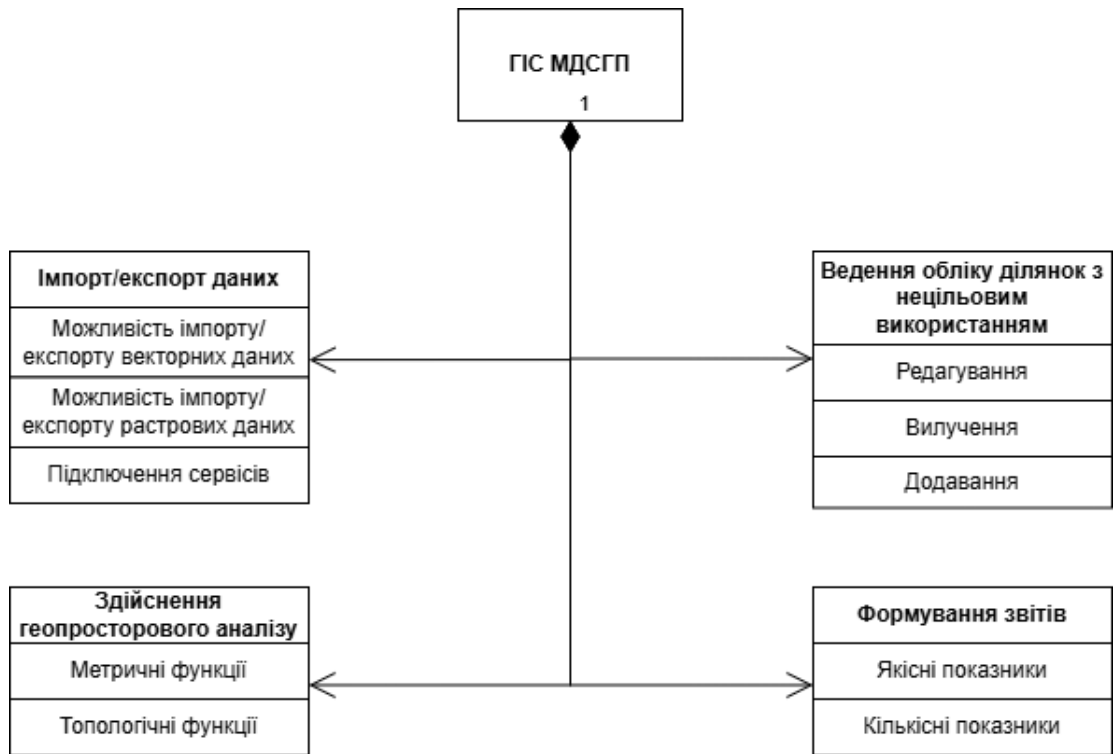


Рис. 2.1 UML-схема функціональної моделі геоінформаційної системи для моніторингу діяльності сільськогосподарських підприємств на прикладі Полтавської області

2.3 Розроблення концептуальної моделі БГД ГІС МДСГП

Концептуальна модель – модель, що використовується для логічного опису предметної області. Вона відображає основні об’єкти, їхні атрибути, зв’язки між ними та не містить технічних деталей (типів даних, форматів файлів, способів зберігання тощо).

Згідно концептуальної моделі було розроблено каталог типів об'єктів та атрибутів БГД ГІС МДСГП (табл. 2.3, табл. 2.4, табл. 2.5, табл. 2.6, табл. 2.7, табл. 2.8, табл. 2.9, табл. 2.10, рис. 2.2).

Таблиця 2.3

Опис типу об'єкта UnitAdminTerritory

| | |
|---------------------------|--|
| Ім'я типу об'єкта | UnitAdminTerritory |
| Назва типу | Територія адміністративно-територіальних одиниць і територіальних громад |
| Визначення | Територія адміністративно-територіальних одиниць і територіальних громад в межах, визначених у відповідності до адміністративно-територіального устрою України |
| Код типу | 0205 |
| Ознака абстрактного класу | FALSE |

Таблиця 2.4

Опис типу об'єкта Plot

| | |
|---------------------------|---|
| Ім'я типу об'єкта | Plot |
| Назва типу | Земельна ділянка |
| Визначення | Земельна ділянка – це частина земної поверхні з установленою межею, певним місцем розташування, з визначеними щодо неї правами та унікальним кадастровим номером. |
| Код типу | 0206 |
| Ознака абстрактного класу | FALSE |

Опис типу об'єкта Fields

| Ім'я типу об'єкта | Fields |
|---------------------------|---|
| Назва типу | Контури обробітку СГ підприємств |
| Визначення | Контури обробітку СГ підприємств – це межі, в яких виробник сільськогосподарської продукції обробляє земельні ділянки |
| Код типу | 0207 |
| Ознака абстрактного класу | FALSE |

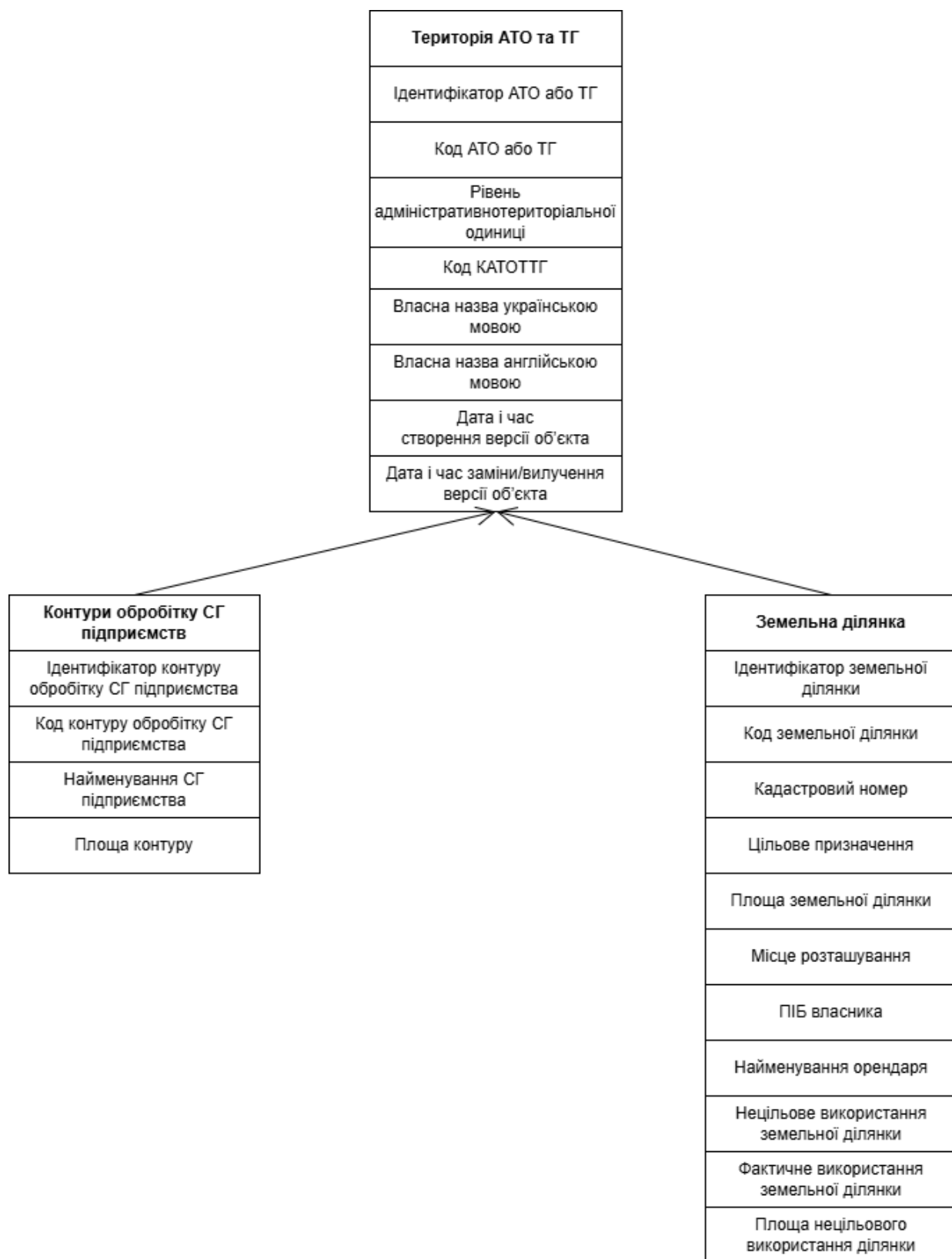


Рис. 2.2 UML-схема концептуальної моделі бази геопросторових даних геоінформаційної системи для моніторингу діяльності сільськогосподарських підприємств на прикладі Полтавської області

Опис атрибутів об'єкта UnitAdminTerritory

| Ім'я атрибута | Назва атрибута | Визначення | Тип значення | Кратність | Одиниці вимірювання | Обмеження |
|----------------------|--|---|--------------|-----------|---------------------|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| TOID | Ідентифікатор АТО або ТГ | Унікальний ідентифікатор топографічного об'єкта за правилами визначення UID | Char (16) | 1 | - | Унікальність Voidable – False |
| featureTypeCode | Код типу АТО або ТГ | Код типу топографічного об'єкта, визначений для цієї специфікації | Char (4) | 1 | - | 0205 Voidable – False |
| LevelAdminUnit | Рівень адміністративної територіальної одиниці | Рівень територіальної одиниці в ієрархії адміністративно-територіального устрою України | SInteger | 1 | - | CodeList Level AdministrativeUnit Voidable – False |
| CodeKATOTTG | Код КАТОТТГ | Значення коду КАТОТТГ адміністративно-територіальної одиниці | Char (19) | 1 | - | Відповідність КАТОТТГ Voidable – False |
| UkrName | Власна назва українською мовою | Власна назва об'єкта українською мовою | Char (128) | 0...1 | - | Рядок мовного тексту Voidable – Truth |
| EngName | Власна назва англійською мовою | Власна назва об'єкта англійською мовою | Char (128) | 0...1 | - | Рядок мовного тексту Voidable – Truth |
| beginLifeSpanVersion | Дата і час створення об'єкта | Дата і час, коли версія просторового об'єкта була введена або змінена в ГІС | Date Time | 1 | Date Time | Voidable – False |

| Ім'я атрибута | Назва атрибута | Визначення | Тип значення | Кратність | Одиниці вимірювання | Обмеження |
|--------------------|--|---|--------------|-----------|---------------------|------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| endLifespanVersion | Дата і час заміни/вилучення версії об'єкта | Дата і час, коли версію просторового об'єкта було вилучено або замінено в ГІС | Date Time | 1 | Date Time | Voidable – False |

Таблиця 2.7

CodeList levelAdministrativeUnit

| Рівень адміністративно-територіальної одиниці | Код |
|--|-----|
| Перший рівень – Автономна Республіка Крим, область, місто, що має спеціальний статус | 1 |
| Другий рівень – район в Автономній Республіці Крим, області | 2 |
| Третій рівень – територіальна громада | 3 |
| Додатковий рівень – район у місті (у тому числі в місті, що має спеціальний статус) | 4 |

Таблиця 2.8

Опис атрибутів об'єкта Plot

| Ім'я атрибута | Назва атрибута | Визначення | Тип значення | Кратність | Одиниці вимірювання | Обмеження |
|-----------------|---------------------------------|---|--------------|-----------|---------------------|----------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| TOID | Ідентифікатор земельної ділянки | Унікальний ідентифікатор топографічного об'єкта за правилами визначення UID | Char (16) | 1 | - | Унікальність Voidable – False |
| featureTypeCode | Код типу земельної ділянки | Код типу топографічного об'єкта, визначений для у цій специфікації | Char (4) | 1 | - | 0206 Voidable – False |

| Ім'я атрибута | Назва атрибута | Визначення | Тип значення | Кратність | Одиниці вимірювання | Обмеження |
|---------------|--|---|--------------|-----------|---------------------|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| CadastralNum | Кадастровий номер | Значення кадастрового номеру земельної ділянки | Char (22) | 1 | - | Voidable – False |
| PlotPurpose | Цільове призначення | Законодавчо визначена мета використання земельної ділянки, що складається з коду та назви | Char (80) | 1 | - | Voidable – False |
| PlotArea | Площа земельної ділянки | Значення площі земельної ділянки | Real (6) | 1 | - | Voidable – False |
| PlotLocation | Місце розташування | Місце розташування земельної ділянки у форматі: область, район, сільська рада | Char (128) | 0...1 | - | Рядок мовного тексту Voidable – Truth |
| OwnerName | ПІБ власника | ПІБ власника земельної ділянки | Char (128) | 0...1 | - | Рядок мовного тексту Voidable – Truth |
| RenterName | Найменування орендаря | Найменування орендаря земельної ділянки | Char (128) | 0...1 | - | Рядок мовного тексту Voidable – Truth |
| MisusePlot | Нецільове використання земельної ділянки | Використання земельної ділянки за класифікатором | SInteger | 1 | - | CodeList MisusePlot Voidable – Truth |
| FactUsePlot | Фактичне використання земельної ділянки | Опис фактичного використання земельної ділянки | Char (128) | 0...1 | - | Рядок мовного тексту Voidable – Truth |
| MisuseArea | Площа нецільового | Значення площі | Real (6) | 1 | - | Voidable – False |

| Ім'я атрибута | Назва атрибута | Визначення | Тип значення | Кратність | Одиниці вимірювання | Обмеження |
|---------------|----------------------|--|--------------|-----------|---------------------|-----------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | використання ділянки | земельної ділянки, що використовується не за цільовим призначенням | | | | |

Таблиця 2.9

CodeList MisusePlot

| Використання земельної ділянки | Код |
|--------------------------------|-----|
| Цільове | 1 |
| Нецільове | 2 |

Таблиця 2.10

Опис атрибутів об'єкта Fields

| Ім'я атрибута | Назва атрибута | Визначення | Тип значення | Кратність | Одиниці вимірювання | Обмеження |
|-----------------|---|---|--------------|-----------|---------------------|----------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| TOID | Ідентифікатор контуру обробітку СГ підприємства | Унікальний ідентифікатор топографічного об'єкта за правилами визначення UID | Char (16) | 1 | - | Унікальність Voidable – False |
| featureTypeCode | Ідентифікатор контуру обробітку СГ підприємства | Код типу топографічного об'єкта, визначений для у цій специфікації | Char (4) | 1 | - | 0207 Voidable – False |
| FarmName | Найменування СГ підприємства | Найменування фізичної або | Char (128) | 0...1 | - | Рядок мовного тексту |

| Ім'я атрибута | Назва атрибута | Визначення | Тип значення | Кратність | Одиниці вимірювання | Обмеження |
|--------------------------|--|---|--------------|-----------|---------------------|------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | | юридичної особи, що обробляє певну територію | | | | Voidable – Truth |
| FieldsArea | Площа контуру | Площа контуру обробітку СГ підприємства | Real (6) | 1 | - | Voidable – False |
| beginLifeSpan Version | Дата і час створення об'єкта | Дата і час, коли версія просторового об'єкта була введена або змінена в ГІС | DateTime | 1 | DateTime | Voidable – False |
| endLifespan Version | Дата і час заміни/вилучення версії об'єкта | Дата і час, коли версію просторового об'єкта було вилучено або замінено в ГІС | DateTime | 1 | DateTime | Voidable – False |

2.4 Розроблення логічної моделі БГД ГІС МДСГП

Логічна модель даних – це формалізований опис структури даних системи, який показує, як саме будуть зберігатися й пов'язуватися дані у базі даних. Логічна модель даних визначає сутності, атрибути, ключі та зв'язки між ними у більш формальному вигляді, ніж концептуальна модель.

На основі концептуальної моделі та каталогів атрибутів типів об'єктів БГД ГІС МДСГП було створено логічну модель (рис. 2.3).

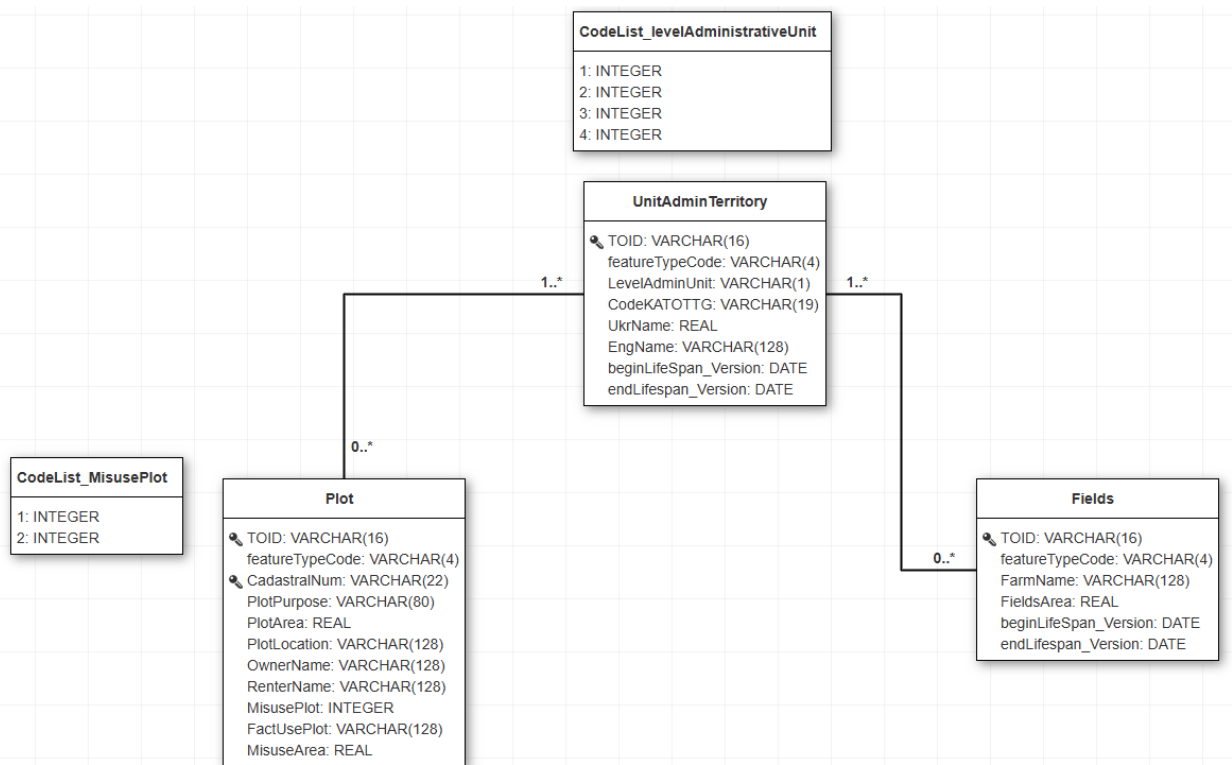


Рис. 2.3 UML-схема логічної моделі бази геопросторових даних геоінформаційної системи для моніторингу діяльності сільськогосподарських підприємств на прикладі Полтавської області

Згідно UML-схеми, можна побачити, що між класами об'єктів Plot - UnitAdminTerritory та Fields – UnitAdminTerritory встановлено відношення. Цим встановленим відношенням є асоціація. Асоціація - структурний зв'язок між двома або більше класами, який показує, що об'єкти одного класу пов'язані або взаємодіють з об'єктами іншого класу. У цьому конкретному випадку асоціація пояснюється так: кожна земельна ділянка (Plot) належить певній території адміністративно-територіальної одиниці або територіальної громади (UnitAdminTerritory) та кожен контур (Fields) розташований у межах певної адміністративної території (UnitAdminTerritory). До того ж, кардинальність відношень UnitAdminTerritory до Fields та Plot становить один до багатьох (1..*), оскільки на території однієї адміністративно-територіальної одиниці або

територіальної громади може знаходитися більше однієї ділянки або контуру сільськогосподарського підприємства.

**РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДНА РЕАЛІЗАЦІЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ
ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ДІЯЛЬНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ
ПІДПРИЄМСТВ НА ПРИКЛАДІ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

3.1 Інформаційне забезпечення ГІС МДСГП

Обов'язковою складовою інформаційного забезпечення ГІС МДСГП є доступ до реєстрів за API, а саме:

- до публічної кадастрової карти України задля отримання, візуалізації відомостей та геометрії земельних ділянок;
- до Державного реєстру речових прав для отримання відповідної інформації про суб'єктів права власності на земельну ділянку, речового права на земельну ділянку, строки договорів оренди, тощо.

Відповідності імпорту та експорту даних системам координат наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Відповідність імпорту та експорту даних системам координат

| Тип даних | Система координат для імпорту | Система координат для експорту |
|---------------|-------------------------------|--------------------------------|
| Растрові дані | WGS-84 | WGS-84 |
| Векторні дані | WGS-84 | WGS-84 |

Геоінформаційна система для моніторингу діяльності сільськогосподарських підприємств на прикладі Полтавської області має «приймати» та «видавати» дані в системі координат World Geodetic System 1984 (WGS-84). World Geodetic System 1984 – це геодезична референсна система, що визначає форму Землі, її розміри, орієнтацію в просторі та систему координат для точного позиціонування на глобальному рівні, є найбільш розповсюдженою. Параметри цієї системи координат наведено в наступній таблиці:

Геометричні параметри WGS-84

| Назва параметра | Позначення параметра | Значення параметра | Одиниці виміру |
|---|--------------------------|--------------------|----------------|
| Велика піввісь (екваторіальний радіус) | a | 6 378 137.0 | м |
| Стиснення | f | 1 / 298.257223563 | - |
| Мала піввісь (полярний радіус) | $b = a \times (1 - f)$ | 6 356 752.3142 | м |
| Перший ексцентриситет | $e^2 = 2f - f^2$ | 0.00669437999014 | - |
| Другий ексцентриситет | $e'^2 = e^2 / (1 - e^2)$ | 0.00673949674227 | - |
| Середній радіус Землі | R_m | 6 371 000 | м |

Користувачами даної ГІС виступають працівники департаменту контролю за використанням та охороною земель – структурного підрозділу Державної служби України з питань геодезії, картографії та кадастру.

Геоінформаційна система для моніторингу діяльності сільськогосподарських підприємств на прикладі Полтавської області повинна утворювати автоматизоване робоче місце користувача ГІС МДСГП, у якому необхідно передбачити:

- 1) інтерфейс для завантаження та вивантаження векторних та растрових даних;
- 2) інтерфейс формування звітів за якісними та кількісними показниками з подальшою можливістю їх експорту в форматі таблиці Excel.
- 3) інтерфейс для ведення обліку ділянок з нецільовим використанням, що представляє з себе візуалізацію геометрії земельних ділянок та підкладок, з

можливістю перегляду атрибутивної інформацію, отриманої за API з ПКК та ДРРП, та додаванням, вилученням, редагуванням наповнення окремих атрибутів.

4) інтерфейс для здійснення геопросторового аналізу, а саме: метричної (інструменти лінійка та вимірювання площі) та топологічної функцій (оверлейний аналіз);

3.2 Програмне забезпечення ГІС МДСГП

Програмно-технологічний комплекс геоінформаційної системи моніторингу діяльності сільського господарства на прикладі Полтавської області повинен будуватися на основі загальної інфраструктури обміну даними в корпоративних та глобальній інформаційних мережах з використанням сучасних веб-портальних та сервіс-орієнтованих технологій виробництва, зберігання та забезпечення доступу до ресурсу.

В процесі реалізації ГІС МДСГП повинна бути сформована та забезпечена відповідною експлуатаційною документацією програмно-технологічна системна платформа геоінформаційної системи, що ґрунтується переважно на використанні відкритих загальносистемних програмних рішеннях та відкритих засобах зберігання, опрацювання та використання геопросторових даних з дотриманням стандартів OGC, W3C та міжнародних стандартів серії ISO 19100 «Географічна інформація/Геоматика». Платформа ГІС повинна забезпечувати реалізацію геоінформаційної системи за концепцією сервіс-орієнтованої архітектури та відповідати принципам взаємодії відкритих систем на основі стандартизованих протоколів. В частині опрацювання геопросторових даних, які складають основу ГІС МДСГП, платформа повинна відповідати вимогам національного стандарту ДСТУ ISO 19101 «Географічна інформація – Еталонна модель» та еталонній архітектурі геопорталів за специфікацією OGC.

Ядром платформи є сервер сховища геопросторових даних, метаданих документів та інших даних в середовищі об'єктно-реляційної системи керування

базами даних (ОР СКБД) з функціональними розширеннями для підтримки зберігання і опрацювання геопросторових даних на основі дотримання стандарту мови SQL 23 (SQL 4). На сервері повинна використовуватись операційна систем типу UNIX. Інші компоненти системи повинні створюватись переважно шляхом інтегрування програмних продуктів з відкритим кодом (OpenSource) та розроблення на їх основі додаткових прикладних програмних засобів.

Серверна компонента ГІС МДСГП повинна бути реалізована на основі відкритої СКБД PostgreSQL з функціональним розширенням для роботи з геопросторовими даними PostGIS, яка досить широко та успішно використовується в практичних реалізаціях в геоінформаційних кадастрових системах та системах територіального управління за кордоном і в Україні. СКБД повинна мати розвинену підтримку вбудованих сучасних мов програмування для створення вбудованих прикладних процедур та функцій для підтримання нових визначених користувачем типів даних, включаючи типи для геопросторових та мультимедійних даних.

Для реалізації рівня клієнта повинна використовуватись JavaScript-бібліотеки типу Leaflet та Open Layer з відкритим кодом на основі API доступу за стандартами OGC до Публічної кадастрової карти України та Державного реєстру речових прав.

Для реалізації рівня веб-сервера із сервером застосунків повинна бути використана платформа, наприклад, Node.js або еквівалентна платформа з відкритим кодом для реалізації веб-серверів та серверів застосунків, геосервісів та прикладних сервісів з можливістю виконання JavaScript на сервері та відправляти користувачеві результати їх виконання.

Ядром для реалізації картографічного веб-сервера повинні використовуватись, засоби типу Mapnik або еквівалент з відкритим кодом, що дозволяє генерування зображення електронних карт і картографічних тайлів з використанням різних джерел геопросторових даних у векторних форматах.

3.3 Технічне забезпечення ГІС МДСГП

Технічне забезпечення функціонування геоінформаційної системи для моніторингу діяльності сільськогосподарських підприємств на прикладі Полтавської області має включати такі складові:

- серверне обладнання;
- мережеве обладнання та інформаційно-телекомунікаційні мережі;
- робочі станції персоналу;
- комплекси забезпечення середовища функціонування засобів оброблення та зберігання інформації, мережевого обладнання [29].

1. Вимоги до серверного обладнання.

Серверне обладнання повинне забезпечувати роботу геоінформаційної системи та надавати наступні функціональні можливості:

- підвищену відмовостійкість та відсутність єдиної точки відмови;
- єдину точку керування та моніторингу ресурсів серверної інфраструктури;
- уніфіковане резервне копіювання та оперативне відновлення з резервних копій будь-якої частини програмної інфраструктури [29].

Серверне обладнання повинне мати наступні функціональні, технічні, якісні та експлуатаційні характеристики:

- програмно-апаратний комплекс, який складається з набору серверів відповідної потужності з комплектом накопичувачів;
- повинен містити не менше чотирьох високопродуктивних обчислювальних вузлів (опис та ресурсні характеристики обчислювальних вузлів будуть надаватися на етапі робочого проектування);
- взаємодія вузлів має здійснюватися через високопродуктивну мережу 10/25/40G Ethernet;
- загальна ємність підсистеми зберігання даних повинна становити не менше 100 ТБ.

– не менше двох блоків живлення в кожному вузлі з резервуванням за схемою 1+1 і можливістю гарячої заміни [29].

Комплекс збереження даних повинен:

– базуватись на технологіях програмно-визначеної архітектури доступу до даних з можливістю балансування навантаження та відмовостійкості між всіма апаратними компонентами на рівні ядра гіпервізора та використовувати технології флеш накопичувачів, дедуплікації та компресії в реальному часі. Система повинна мати не менше 120 ТБ дискового простору, який можливо конфігурувати в різних рівнях захисту даних: без захисту, в дзеркалі, подвійному дзеркалі, в 3+1 та 4+2 erasure coding в залежності від критичності даних та використовувати для кешування операцій запису;

– забезпечувати логічну сегментацію доступу до даних на рівні кожної віртуальної машини чи файлу віртуальної машини. (збій доступу до даних однієї віртуальної машини не повинен позначатись на роботі інших). Комплекс збереження даних повинен підтримувати створення єдиного кластеру в масштабах двох ЦОД з одночасним доступом до даних на обох майданчиках;

– забезпечувати захист даних на рівні виходу з ладу як мінімум одного диску або серверного вузла;

– забезпечувати дисковий склад кожного вузла кластера: не менше 3 дисків об'ємом 1,6ТВ SSD WI (10WPD) для кешування запису та не менше 21 диску об'ємом 3.84ТВ для збереження інформації;

– мати можливість масштабуватись в рамках кожного вузлу кластеру та шляхом додавання додаткових вузлів. В рамках вузлу кластеру кількість підтримуваних SSD дисків повинна бути не менша 24. Кількість вузлів кластеру повинно масштабуватись не менше ніж до 64;

– допускати можливість синхронної та асинхронної реплікації між різноманітними системами як програмно-визначеними так і класичними на основі контролерів [29].

Вимоги до сервер-вузлів що інтегруються в інфраструктуру складаються з апаратних вимог та вимог до управління.

Апаратні вимоги включають:

- наявність не менше ніж два процесори Intel® Xeon®, 20C/40T, 10.4GT/s, 35.75M Cache, Turbo, HT (205W) DDR4-2933 або еквівалент. Підтримка вузлами процесорів до 3.6 Гц;
- наявність оперативної пам'яті об'ємом не менше 512 Гб, планками пам'яті не менше ніж 64 Гб;
- можливість збільшення об'єму оперативної пам'яті не менше ніж до 2 TB. Пам'ять не гірше 2666Mhz RDIMMs;
- наявність не менше 3 дисків 1,6TB SSD, 2,5" з параметрами не гірше 10WPD та підтримкою функції "гарячої" заміни;
- наявність не менше ніж 21 диск 3.84TB SSD, 2,5" з параметрами не гірше 1WPD та підтримкою функції "гарячої" заміни;
- можливість встановлення не менш ніж 24 дисків 2,5";
- наявність завантажувальних дисків 2x M.2 SATA 240GB RAID1;
- блоки живлення не менше 2x 1600W 250v з підключенням кабелями C13-C14 до PDU;
- не менш ніж 4 порти 10/25 Гбіт/с Ethernet Opt SFP28;
- можливість розширення додаванням додаткових PCIe NIC [29].

Вимоги до управління включають:

- графічний інтерфейс;
- віддалене управління живленням;
- платформи-незалежна текстова або графічна консоль для відображення управління активністю віддаленого сервера;
- інтерфейс командної стрічки і сценаріїв;
- шифрування SSL. Можливість діагностики CPU і сервера. Підтримка DNS\DHCP;
- можливість підключення образів як локальних дискових пристроїв [29].

Платформа віртуалізації повинна:

- підтримувати роботу необхідної кількості віртуальних машин користувачів, віртуальних машин системи керування та застосунків;
- мати централізоване управління платформою віртуалізації і автоматизація процесів адміністрування;
- підтримувати механізми перерозподілу навантаження між вузлами кластера без зупинки роботи віртуальних машин;
- підтримувати механізми зміни конфігурації віртуальних машин;
- надавати механізми миттєвих знімків гостьових систем;
- підтримувати інтеграцію з системою управління віртуальними робочими місцями;
- підтримувати розподілені віртуальні комутатори для серверів віртуалізації, керованих централізовано;
- підтримувати створення ієрархічної структури пулів обчислювальних ресурсів (CPU / RAM) фізичних серверів з призначенням пріоритетів або виділеного резерву по ресурсам;
- підтримувати «гаряче» додавання процесорів і оперативної пам'яті для працюючої гостьової ОС (для підтримуваних ОС – без зупинки роботи гостьової ОС);
- надавати можливість створення клонів працюючих ВРМ зі зміненими параметрами мережі та введенням в домен MS AD;
- мати архітектурну можливість використання мікросегментації мережі для Virtual Desktop з можливістю її прозорої інтеграції з іншими сегментами існуючого ЦОД;
- мати архітектурну можливість використання власної віртуалізації мережі для рішення;
- підтримувати ПЗ антивірусного захисту на рівні гіпервізора без необхідності встановлення агентів всередину ВРМ [29].

2. Вимоги до мережевого обладнання та інформаційно-телекомунікаційни мереж.

Мережа адміністрування ГІС МДСГП має бути двох типів:

- мережа публічного сегменту, в якому інформація та геодані будуть відкриті і доступні через мережу Інтернет;
- мережа закритого сегменту, в якому з інформацією та даними можуть працювати лише співробітники, які підключені до закритої локальної мережі передачі даних [29].

Мережа передачі даних повинна використовувати дворівневу архітектуру Clos (spine-and-leaf), яка дозволяє нарощувати продуктивність мережі горизонтально. У цій дворівневій архітектурі кожен комутатор нижчого рівня (рівень leaf) підключений до кожного з комутаторів верхнього рівня (spine рівень) у топології full-mesh [29] (Рис. 3.1).

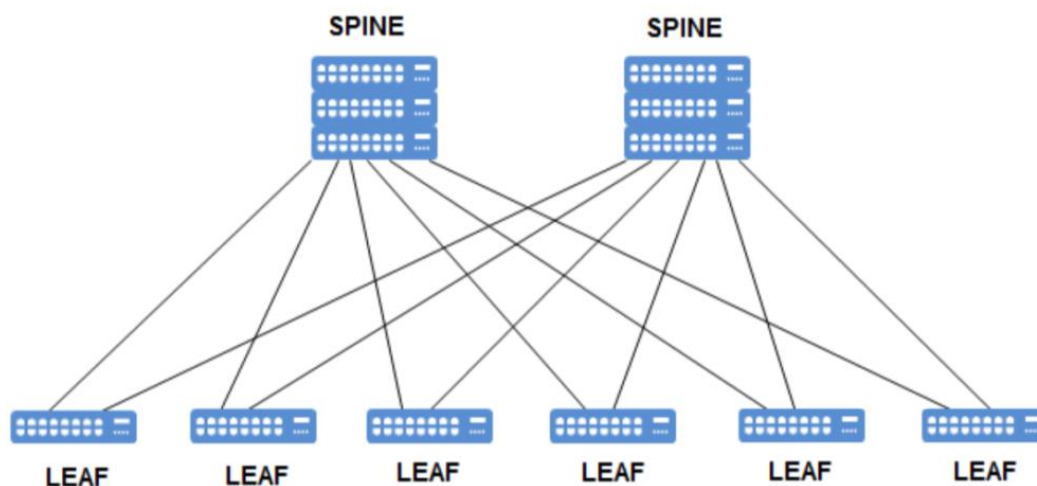


Рис. 3.1 Дворівнева архітектура Clos (spine-and-leaf) [29]

Рівень leaf складається з комутаторів доступу, які підключаються до таких пристроїв: серверів, систем збереження даних тощо. Spine рівень є основою мережі і відповідає за взаємозв'язок всіх leaf комутаторів. Кожен leaf комутатор підключається до кожного комутатору spine в фабриці [29].

Саме ця архітектура мережі має бути як для закритого, так і для відкритого сегменту мережі передачі даних. Для побудови однієї Spine-and-leaf фабрики необхідний комплект, що складається з щонайменше двох Spine комутаторів та двох leaf комутаторів [29].

3. Вимоги до робочих станцій персоналу.

Характеристики робочих місць користувачів геоінформаційної системи для моніторингу діяльності сільськогосподарських підприємств на прикладі Полтавської області наведено у таблицях нижче:

Таблиця 3.3

Характеристики процесорного блоку робочих станцій користувачів ГІС

| № | Назва блоку | Основні характеристики блоку |
|----|---|---|
| 1 | Процесор | Не нижче Intel Core i9. |
| 2 | Інтерфейси | ≥2 PCI- Express 16, ≥2 PCI Expressc 1/2, ≥4 зовнішні порти 4x USB 3.0, HDMI, DisplayPort, audio |
| 3 | Корпус | Міди-Tower, мінімум два вентилятори (на блоці живлення і додатково на корпусі) |
| 4 | Блок живлення | Не менше 750 Вт |
| 5 | Оперативна пам'ять | ≥64 Gb з можливістю збільшення до 96 Gb |
| 6 | Накопичувач SSD | ≥ 1000 Gb |
| 7 | Накопичувач на жорсткому магнітному диску | ≥ 10000 Gb, SATA 3.0Gb/s з можливістю встановлення другого накопичувача на жорсткому магнітному диску |
| 8 | Мережева карта | Gigabit Ethernet 10/100/1000 |
| 9 | Клавіатура | Латиниця, кирилиця (з українськими літерами), USB |
| 10 | Миша | Оптична, з колесом, USB, килимок |

Характеристики моніторів робочих станцій користувачів

| № | Назва блоку | Основні характеристики блоку |
|---|---------------------|-----------------------------------|
| 1 | Діагональ екрану | Не менше ніж 27" |
| 2 | Інтерфейс | HDMI, DisplayPort |
| 3 | Роздільна здатність | Не гірше, ніж 3840x2160 при 60 Hz |
| 4 | Рівень контрасту | Не менше 1000:1 |
| 5 | Яскравість | Не гірше, ніж 300 кд./кв.м |
| 6 | Час реагування | Не більше 5 мс |
| 7 | Кут огляду | Не менше, ніж 175°/175° |
| 8 | Покриття | Матове |
| 9 | Підсвітка | WLED (світлодіодна) |

4. Вимоги до комплексів забезпечення середовища функціонування засобів оброблення і зберігання інформації та мережного обладнання.

Склад комплексу забезпечення середовища функціонування засобів оброблення і зберігання та мережного обладнання включає:

- систему електрозабезпечення (включаючи освітлення і розподільну мережу);
- систему безперебійного живлення (включаючи розподіл живлення всередині серверних шаф);
- монтажні конструктиви (шафи) та кабелеутримуючі системи для розміщення обладнання та прокладання телекомунікаційних та силових кабелів між обладнанням СП і компонентами інженерної інфраструктури;
- систему кондиціонування;
- систему контролю параметрів навколишнього середовища та керування інфраструктурою [29].

3.4 Методичне забезпечення ГІС МДСГП

Методичне забезпечення геоінформаційної системи для моніторингу діяльності сільськогосподарських підприємств на прикладі Полтавської області складається з комплексу методичних вказівок, рекомендацій і положень стосовно впровадження, експлуатації та супроводу геоінформаційної системи у вигляді сукупності правил, документів, інструкцій та положень, які забезпечують створення системи та взаємодію її складових частин у процесі функціонування, зокрема:

- технологічні інструкції (керівництва, вказівки, методики, щодо формування, супроводження та експлуатації геоінформаційної системи);
- посадові інструкції для фахівців з адміністрування геоінформаційної системи;
- методичні та навчальні матеріали для користувачів геоінформаційної системи щодо її використання [29].

3.5 Організаційне забезпечення ГІС МДСГП

Функціонування геоінформаційної системи забезпечує його адміністратор - державне унітарне підприємство, яке визначене центральним органом виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері державного земельного кадастру та землевпорядкування.

Адміністратором геоінформаційної системи призначено державне підприємство «Науково-дослідний інститут геодезії і картографії» (ДП «НДІГК»).

В зв'язку з покладанням на Науково-дослідний інститут геодезії і картографії спеціальної державної функції – адміністрування геоінформаційної системи для моніторингу сільськогосподарської діяльності на прикладі Полтавської області необхідно розробити та затвердити зміни до уставу підприємства щодо мети, завдання і предмету діяльності підприємства та його структури.

Адміністратором національного геопорталу має бути сформований підрозділ – відділ, що відповідає за створення, розвиток та експлуатацію геоінформаційної системи.

У складі цього підрозділу необхідно передбачити створення таких професійних груп:

1. група адміністрування ГІС МДСГП;
2. група програмного забезпечення та адміністрування баз даних;
3. група технічного та технологічного забезпечення.

Група адміністрування ГІС МДСГП має забезпечувати:

- доступ користувачів до функціональної частини геоінформаційної системи;
- проведення моніторингу функціонування геоінформаційної системи;
- здійснення заходів щодо усунення виявлених недоліків у роботі геоінформаційної системи та вдосконалення його функціонування;
- методичну та консультативну підтримку користувачів ГІС МДСГП з питань інформаційної взаємодії з геоінформаційною системою.

Група програмного забезпечення має забезпечувати:

- створення та супроводження прикладного програмного забезпечення для функціонування та розвитку ГІС МДСГП;
- підключення користувачів до ПКК та ДРРП за АРІ та контроль його сталості;
- створення та супроводження функціональних підсистем;
- адміністрування баз геопросторових даних в середовищі СКБД, включаючи проектування, створення та експлуатацію баз даних;
- супроводження забезпечення програмних засобів комплексної системи захисту інформації.

Група технічного та технологічного забезпечення має забезпечувати гарантовану безвідмовної роботи технічних та технологічних засобів геоінформаційної системи:

- серверне обладнання;
- мережне обладнання передачі та ліній зв'язку;
- периферійні технічні засоби збирання, накопичення, оброблення, передачі та виводу інформації, включаючи сканери, плотери, принтери;
- робочі станції.

Створення підрозділу – відділу, що відповідає за створення, розвиток та експлуатацію ГІС МДСГП передбачає розроблення та прийняття положення про відділ та посадових інструкції співробітників.

3.6 Побудова тематичних карт за даними ГІС МДСГП

У ході дослідної реалізації геоінформаційної системи для моніторингу діяльності сільськогосподарських підприємств було розроблено відповідну веб-карту (Рис. 3.2).

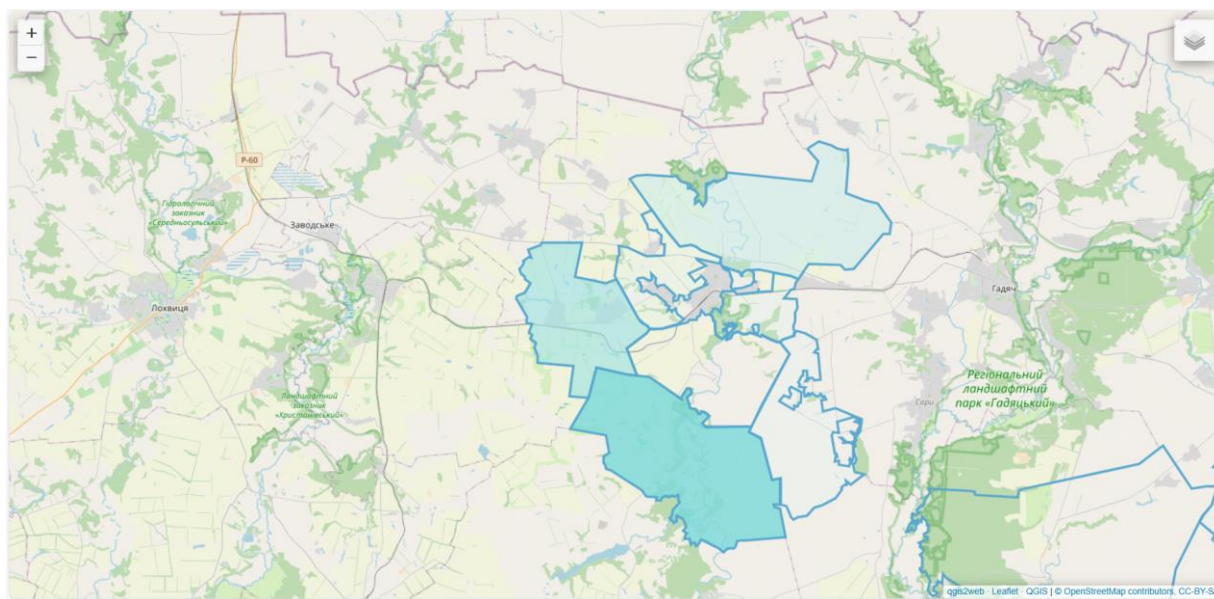


Рис. 3.2 Зображення інтерфейсу ГІС МДСГП у вигляді веб-карти

За матеріалами геоінформаційної системи було побудовано тематичні карти, що відображають посіви на територіях Сергіївської, Середняківської,

Петрівсько-Роменської, Березоволуцької, Ручківської та Харковецької сільських рад Полтавської області за період 2022-2025рр.

Станом на 2022 рік можна побачити, що на території Березоволуцької сільської ради основною культурою для вирощування став соняшник. Його засіяно великими консолідованими масивами, що свідчить про діяльність агрохолдингів або великих фермерських господарств. Також наявні невеликі площі засіяні кукурудзою, соєю та ячменем. Зрозуміло, що вирощуванням на цих площах займаються невеликі аграрні підприємства або одноосібники (рис. 3.3).

Територія Середняківської сільради засіяна такими культурами: соняшник, озима пшениця, кукурудза, ячмінь, соя. Найбільші масиви засіяно соняшником та кукурудзою. Озиму пшеницю, ячмінь та сою засіяно невеликими масивами або ж точково. Також значна територія (близько 320 га) не обробляється через заболоченість та особливості рельєфу місцевості.

Площі для вирощування сільськогосподарських культур у межах Ручківської сільської ради рівномірно розподілено між такими культурами: соняшник, озима пшениця, кукурудза, соя, ячмінь. Площі, на яких вирощувалися соняшник, озима пшениця, кукурудза та ячмінь розташовано консолідованими масивами, тоді як місця вирощування сої подекуди мають розпорошену структуру.

Територія Харковецької сільської ради розмістила практично в однаковому співвідношенні та великими консолідованими масивами соняшник, озиму пшеницю та кукурудзу. Також вона засіяна порівняно невеликими площами сої та ячменю.

Домінантною культурою на території Петрівсько-Роменської сільської ради станом на 2022 рік був соняшник. Присутні великі масиви кукурудзи та озими пшениці, менші площі засіяні ячменем та соєю. Значна територія зайнята деревною рослинністю та заболоченнями.

Територія в межах Сергіївської сільської ради зберігає тенденцію до великих масивів під соняшник. Окрім цього наявні великі масиви кукурудзи,

озими пшениці, розпорошене вирощування сої. До усього цього додаються невеликі масиви ярих зернових.

Загалом, за 2022 рік домінантною культурою для вирощування на територіях сілрад Полтавської області, що розглядалися, було обрано соняшник. Він вирощувався великими консолідованими масивами, а це свідчить про операційну організацію та можливість оренди значних площ, що притаманно агрохолдингам. Також присутні невеликі у порівнянні з соняшником масиви кукурудзи та озими пшениці, точкове вирощування сої, ячменю та інших культур. На територіях представлених сілрад вибірка вирощуваних культур є стандартною для сівозміни між собою та, в наступні роки, в тій чи іншій мірі буде замінити попередні культури.

Станом на 2023 рік на зміну соняшнику переважно було засіяно кукурудзу та навпаки – кукурудзу замінено соняшником, також збільшено площі посіву під сою. У межах Березоволуцької, Ручківської та Сергіївської сільських рад з'явилися площі засіяні цукровим буряком, чого у 2022 році не було. На територіях Петрівсько-Роменської та Середняківської сілрад створено невеликі масиви ярих зернових. Також цікавим фактом є поява некласифікованих площ (близько 222 гектарів) на території Ручківської сільської ради, що може свідчити про наслідки бойових дій та неможливість оброблення земельних ділянок (рис. 3.4).

Карта посівів на територію Сергіївської, Середняківської, Петрівсько-Роменської, Березоволуцької, Ручківської та Харковоцької сільських рад Полтавської області за 2022 рік

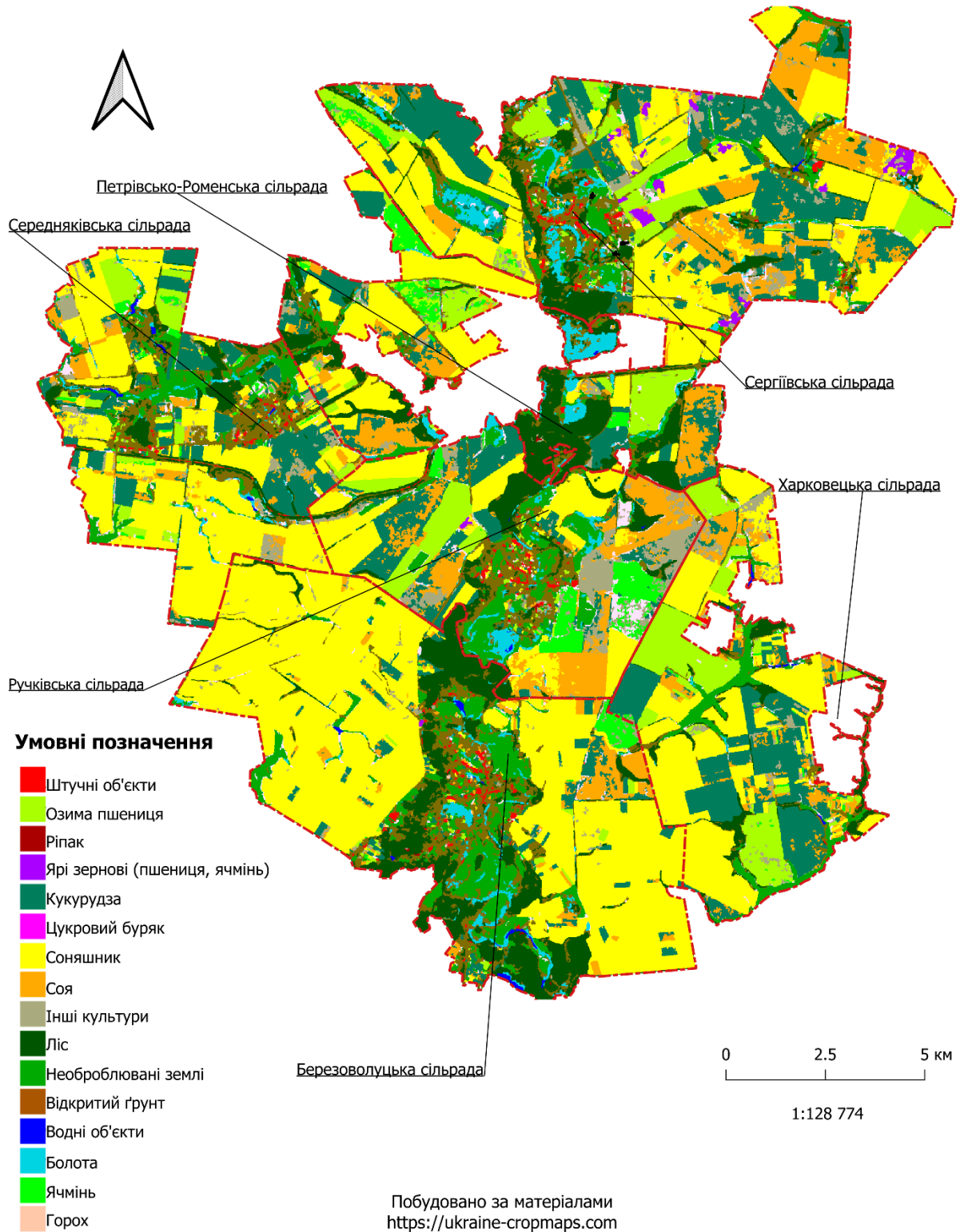


Рис 3.3 Тематична карта посівів на прикладі сільрад Полтавської області за 2022 рік

Карта посівів на територію Сергіївської, Середняківської, Петрівсько-Роменської, Березоволуцької, Ручківської та Харковецької сільських рад Полтавської області за 2023 рік

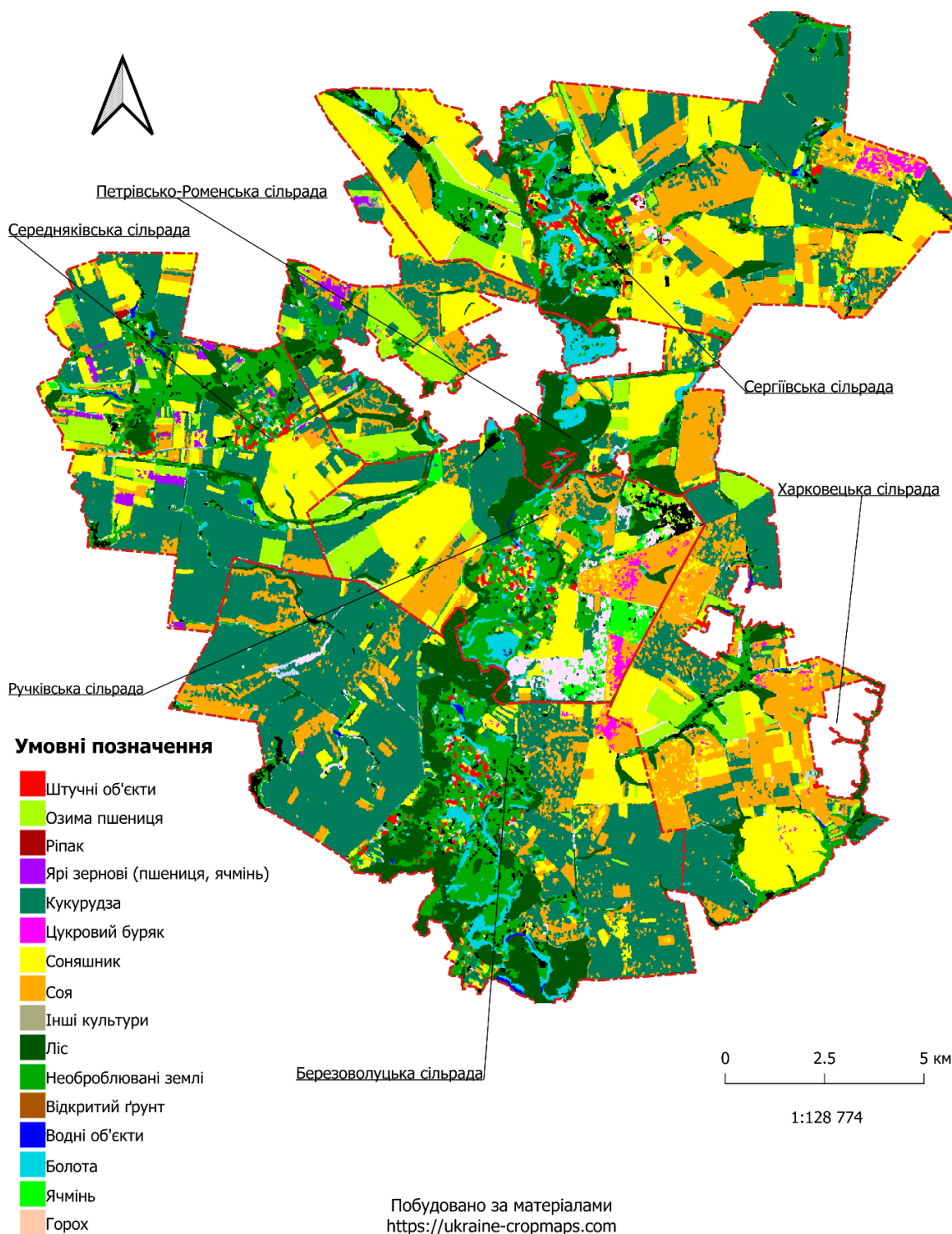


Рис. 3.4 Тематична карта посівів на прикладі сільрад Полтавської області за 2023 рік

Протягом 2024 року збережено тенденцію до збільшення площ посівів під соєю: близько половини площі консолідованих масивів кукурудзи було засіяно соєю, інша половина – соняшником. Також можна помітити збільшення появи ділянок та невеликих масивів всередині консолідованих, що свідчить про вихід орендодавців від агрохолдингів та перехід до одноосібного оброблення земель або ж до здачі ділянок в оренду невеликим фермерським господарствам. На територіях Харковецької, Ручківської та Сергіївської сільських рад з'явилися консолідовані масиви ріпаку з середньою площею близько 63,5 гектарів (рис. 3.5).

Карта посівів на територію Сергіївської, Середняківської, Петрівсько-Роменської, Березоволуцької, Ручківської та Харківської сільських рад Полтавської області за 2024 рік

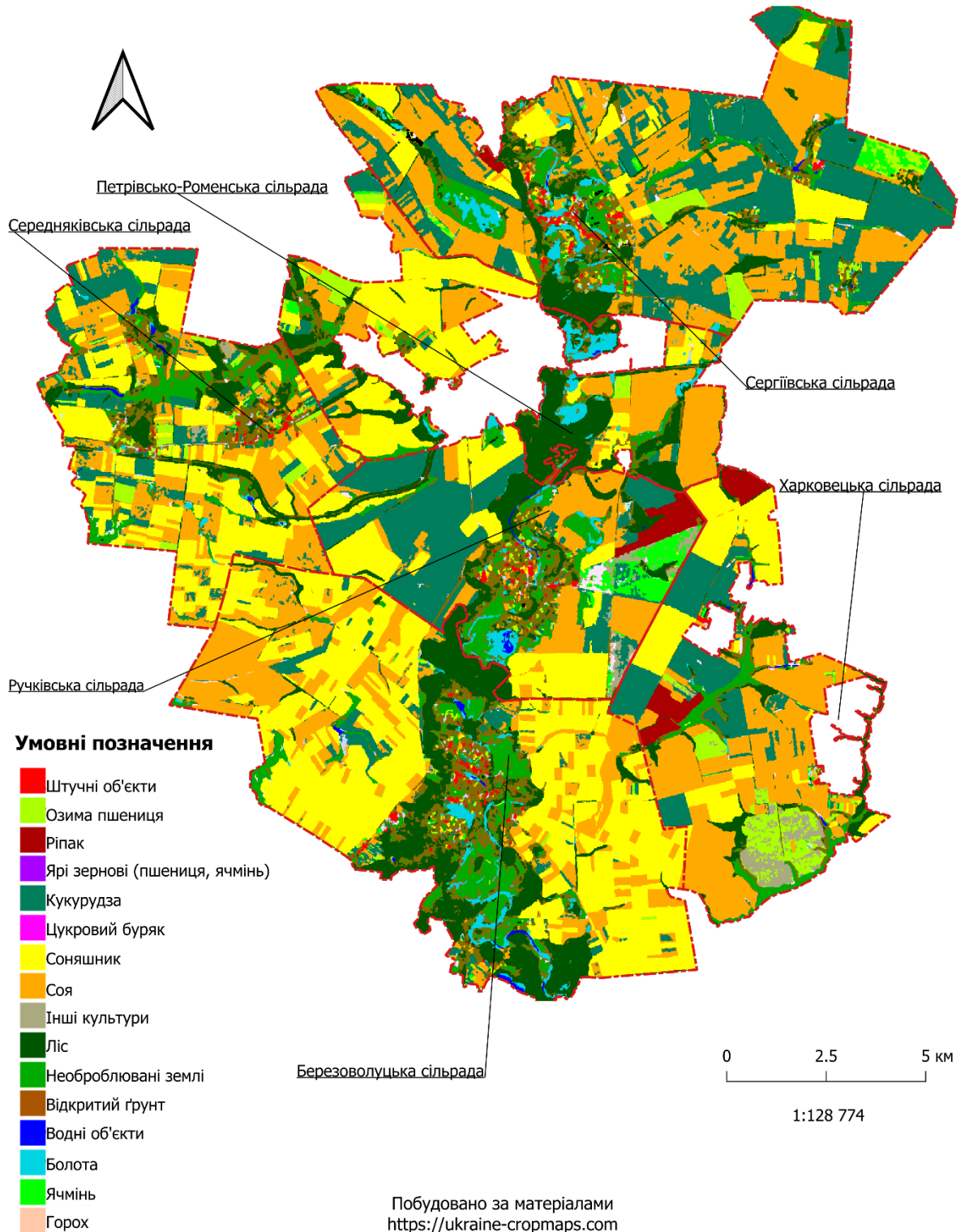


Рис. 3.5 Тематична карта посівів на прикладі сільрад Полтавської області за 2024 рік

У 2025 році явище «виходу» орендодавців та дроблення консолідованих масивів продовжило набирати обертів: невеликі масиви, утворені в ході цих процесів, як правило, було засіяно кукурудзою та соєю. Спостерігалось збільшення площ посівів кукурудзи (як великими консолідованими плозами, так і невеликими масивами) – вона стала доміантною культурою. Також було помічено зменшення площ посівів ріпаку та, навпаки, збільшення площ посівів озими пшениці. Посів ячменю та інших сільськогосподарських культур лишився без істотних змін (рис. 3.6).

Карта посівів на територію Сергіївської, Середняківської, Петрівсько-Роменської, Березоволуцької, Ручківської та Харковецької сільських рад Полтавської області за 2025 рік

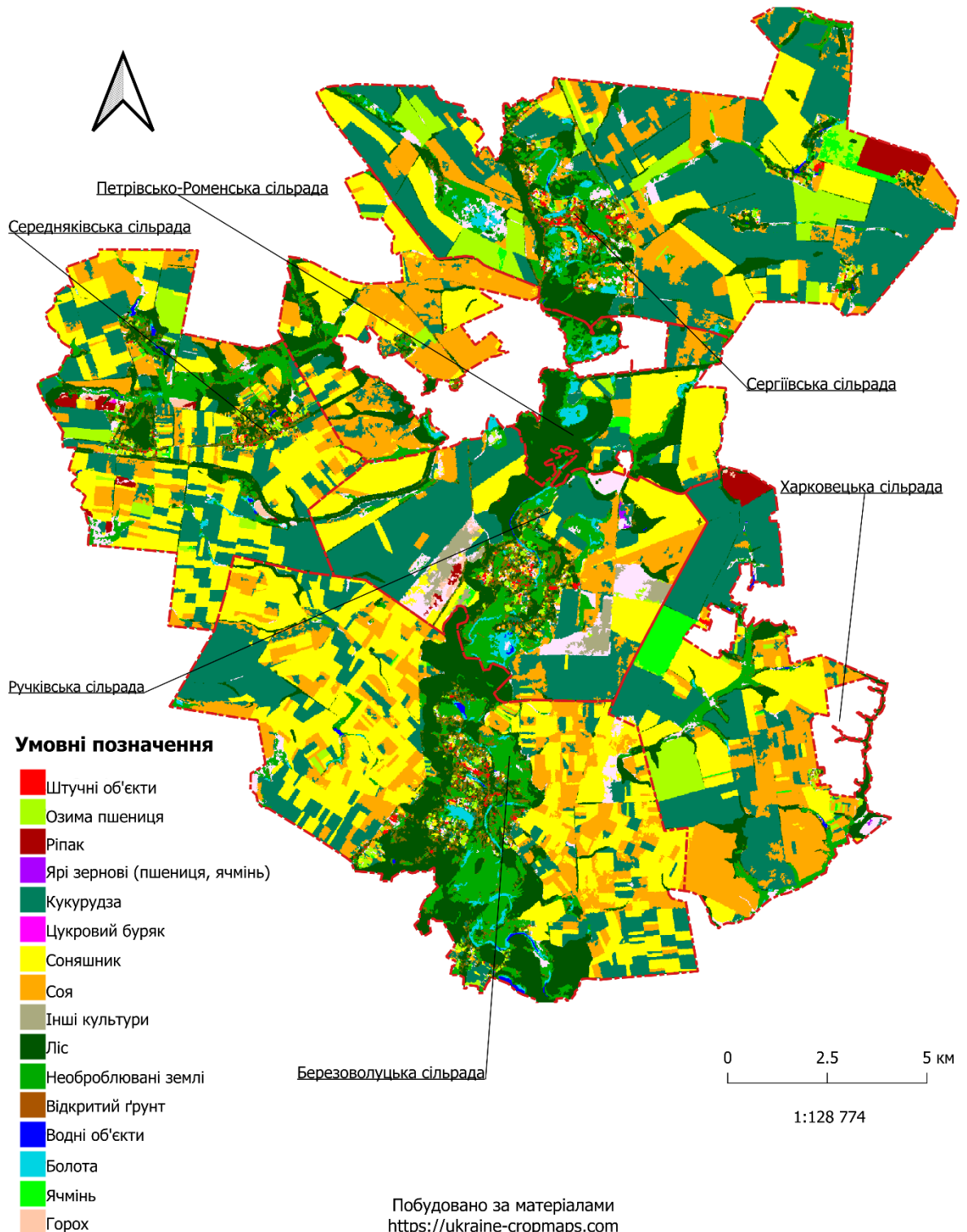


Рис. 3.6 Тематична карта посівів на прикладі сільрад Полтавської області за 2025 рік

Проаналізувавши тематичні карти посівів на території Сергіївської, Петрівсько-Роменської, Березоволуцької, Ручківської та Харковецької сільських рад за 2022-2025рр., можна зробити наступні висновки:

- в зоні інтересу спостерігається діяльність як великих агрохолдингів, так і невеликих аграрних підприємств та одноосібників;
- тип орендаря земель сільськогосподарського призначення можна визначити за масштабом оброблюваних площ під одну культуру та рівнем їх консолідації: чим більша площа масиву та рівень його консолідації, тим більша ймовірність, що площа обробляється агрохолдингом;
- на територіях сільрад, що були розглянуті, вибірка вирощуваних культур є стандартною для сівозміни між собою;
- помічено тенденцію до збільшення появи ділянок та невеликих масивів всередині консолідованих, що свідчить про вихід орендодавців від агрохолдингів та перехід до одноосібного оброблення земель або ж до здачі ділянок в оренду невеликим фермерським господарствам.

ВИСНОВКИ

У цій дипломній роботі вирішено такі задачі:

1) Обґрунтовано необхідність застосування геоінформаційних систем в сільському господарстві. В першу чергу, використання ГІС в сільському господарстві є ідеальним інструментом для моніторингу та обліку земельних активів аграрних підприємств. Окрім цього, існує велика кількість варіантів використання ГІС, в залежності від знань та умінь користувача: від створення тематичних карт посівів та опадів до прогнозування врожайності сільськогосподарської культури за NDVI-індексом.

2) Проаналізовано нормативно-технічне і нормативно-правове забезпечення щодо використання геоінформаційних систем. Було розглянуто 4 акти, що регламентують використання геоінформаційних систем. Зокрема, в них викладено вимоги до використання ГІС та опрацювання в них геопросторових даних для забезпечення їх інтегруєбельності. В тому числі розглянуто постанову Кабінету Міністрів України від 23 липня 2023 року №848 «Про затвердження Порядку проведення моніторингу земель і ґрунтів», в якій зазначено відомості та положення про функціонування автоматизованої інформаційної системи моніторингу земель і ґрунтів, яка, за своєю суттю, є геоінформаційною системою.

3) Створено функціональну модель ГІС для моніторингу діяльності сільськогосподарських підприємств. Вона складається з таких блоків:

- імпорту/експорту даних;
- здійснення геопросторового аналізу;
- ведення обліку ділянок з нецільовим використанням;
- формування звітів.

Функціональна модель представлена у вигляді UML-схеми.

4) Створено концептуальну модель ГІС для моніторингу діяльності сільськогосподарських підприємств. Концептуальна модель складається з трьох типів об'єктів:

- територія адміністративно-територіальних одиниць і територіальних громад;
- земельна ділянка;
- контури обробітку СГ підприємств.

Між типом об'єкту територія адміністративно-територіальних одиниць і територіальних громад та типами об'єктів земельна ділянка, контури обробітку СГ підприємств встановлено зв'язок типу асоціація. Окрім типів об'єктів, також представлено каталог атрибутів, проте без технічних деталей. Концептуальна модель представлена у вигляді UML-схеми.

5) Створено логічну модель ГІС для моніторингу діяльності сільськогосподарських підприємств. Логічна модель даних визначає сутності, атрибути, ключі та зв'язки між ними у більш формальному вигляді, ніж концептуальна модель. Окрім того, в логічній моделі наведено код-лісти. Вона представлена у вигляді UML-схеми.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Закон України «Про національну інфраструктуру геопросторових даних»
2. Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України від 10 листопада 2021 року №347 «Про затвердження технічних вимог до геопросторових даних, метаданих і геоінформаційних сервісів національної інфраструктури геопросторових даних»
3. Постанова Кабінету Міністрів України від 23 липня 2023 року №848 «Про затвердження Порядку проведення моніторингу земель і ґрунтів»
4. Постанова Кабінету Міністрів України від 26 травня 2021 р. № 532 «Про затвердження Порядку функціонування національної інфраструктури геопросторових даних»
5. Указ Президента України від 30.09.2019 № 722/2019 «Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року»
6. «Агроконтроль», маршрути та сповіщення – автоматизація, якій немає аналогів. URL: <https://blog.agrocontrol.net/?p=304> (дата звернення 01.12.2025)
7. Агроскаутинг в Агроконтролі. Огляди полів агрономами, дронами, польові звіти. URL: <https://blog.agrocontrol.net/?p=1742> (дата звернення 01.12.2025)
8. Аналізи ґрунту в IoT платформі Агроконтроль. URL: <https://blog.agrocontrol.net/?p=2837> (дата звернення 01.12.2025)
9. Вагова 3.0. Повна автоматизація, зважування без участі оператора, ідентифікація по UHF, BLE, RFID. Контроль доступу, шлагбауми, світлофори, екрани. URL: <https://blog.agrocontrol.net/?p=4056> (дата звернення 01.12.2025)
10. Метеорологічна станція “Агроконтроль”. URL: <https://blog.agrocontrol.net/?p=533> (дата звернення 01.12.2025)

11. Мобільний агроном у IoT платформі Агроконтроль v.1.7. URL: <https://blog.agrocontrol.net/?p=3075> (дата звернення 01.12.2025)
12. Модуль "Агро операції". Вся робота підприємства як на долоні. Обробка в один клік. URL: <https://blog.agrocontrol.net/?p=875> (дата звернення 01.12.2025)
13. Модуль "Дощувальні машини (зрошення)". Облік вилитої води через системи поливу, кількість поливів, норми, план/факт, площа поливу. Повідомлення при збоях чи позаштатних ситуаціях. URL: <https://blog.agrocontrol.net/?p=3646> (дата звернення 01.12.2025)
14. Модуль "Сповіщення" в IoT платформі "Агроконтроль". Отримуйте важливі сповіщення на смартфон для швидкого реагування та ефективного прийняття рішень. URL: <https://blog.agrocontrol.net/?p=1402> (дата звернення 01.12.2025)
15. Модуль "Планшет механізатора", цифровізація – нова реальність в сільському господарстві. URL: <https://blog.agrocontrol.net/?p=4354> (дата звернення 01.12.2025)
16. Модуль "Щільність ґрунту". Як щільність ґрунту не дає можливості нормально розвиватись кореневій системі рослини, порушує водопроникність та як це впливає на врожай. URL: <https://blog.agrocontrol.net/?p=4030> (дата звернення 01.12.2025)
17. Модуль "Якість посівів". Обстеження посівів за допомогою мобільного додатку Агроконтроль. URL: <https://blog.agrocontrol.net/?p=4381> (дата звернення 01.12.2025)
18. Модуль «Заправки» V.3. Стан колонок, відеомоніторинг, рівнеміри, статуси карт, показання лічильника. URL: <https://blog.agrocontrol.net/?p=3820> (дата звернення 01.12.2025)
19. Модуль Журнал – цифрування, мобільність, захист інформації, зручність роботи. URL: <https://blog.agrocontrol.net/?p=2939> (дата звернення 01.12.2025)

20. Модуль обліку витрат сільгосп підприємства. URL: <https://blog.agrocontrol.net/?p=3118> (дата звернення 01.12.2025)
21. Модуль ТМЦ в Агроконтролі. Облік насіння, добрив та ЗЗР. Постачальники, склади, залишки, переміщення. Загальні витрати по підприємству на полі та на гектар. URL: <https://blog.agrocontrol.net/?p=1550> (дата звернення 01.12.2025)
22. Облік земельного банку – зменшення ризиків втрати землі. Електронна карта земельних ділянок, реєстр договорів оренди. URL: <https://blog.agrocontrol.net/?p=1135> (дата звернення 01.12.2025)
23. Облік робочого часу співробітників у IoT платформі Агроконтроль. Модуль "Співробітники". URL: <https://blog.agrocontrol.net/?p=3026> (дата звернення 01.12.2025)
24. Онлайн доставка зерна на елеватор. Автоматичний моніторинг та контроль вивезення врожаю. URL: <https://blog.agrocontrol.net/?p=2171> (дата звернення 01.12.2025)
25. Оновлення Агроконтроль 1.058. Сівобіг, планування, аналітика та багато іншого. URL: <https://blog.agrocontrol.net/?p=569> (дата звернення 01.12.2025)
26. Прогнозування врожайності в IoT платформі Агроконтроль. URL: <https://blog.agrocontrol.net/?p=1681> (дата звернення 01.12.2025)
27. Розумний "Відеомоніторинг" в IoT платформі "Агроконтроль". Забезпечення безпеки всіх можливих матеріальних цінностей у сільському господарстві. URL: <https://blog.agrocontrol.net/?p=1072> (дата звернення 01.12.2025)
28. Свій-чужий – гарантія безпеки та збереження продукції під час збирання врожаю та переміщення з поля до зернохосвищ. URL: <https://blog.agrocontrol.net/?p=2282> (дата звернення 01.12.2025)
29. СТВОРЕННЯ НАЦІОНАЛЬНОГО ГЕОПОРТАЛУ НАЦІОНАЛЬНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ: ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ / Ю.О. Карпінський та інші – К : Державна служба

України з питань геодезії, картографії та кадастру, 2022. – 226 с. URL: https://land.gov.ua/wp-content/uploads/2023/01/%D0%A2%D0%97-%D0%93%D0%B5%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%82%D0%B0%D0%BB-%D0%9D%D0%86%D0%93%D0%94-13_12_2022.pdf (дата звернення 01.12.2025).

30. Супутниковий моніторинг посівів, NDVI – індекс розвитку рослин в Агроконтролі. URL: <https://blog.agrocontrol.net/?p=764> (дата звернення 01.12.2025)

31. Steven M.D., Clarck J.A. (1990). Applications of Remote Sensing in Agriculture. URL: https://books.google.com.ua/books?hl=uk&lr=&id=bRHLBAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=remote+sensing+in+Agriculture&ots=0upVR3Vxzw&sig=LUUcA2GV4z7Gjw86cEL5hWbD1YE&redir_esc=y#v=onepage&q=remote%20sensing%20in%20Agriculture&f=false

32. Bill, R., Nash, E., Grenzdörffer, G. (2011). GIS in Agriculture. In: Kresse, W., Danko, D. (eds) Springer Handbook of Geographic Information. Springer Handbooks. Springer, Berlin, Heidelberg. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-540-72680-7_24

33. Gao, F. (2021). Remote Sensing for Agriculture. In: Di, L., Üstündağ, B. (eds) Agro-geoinformatics. Springer Remote Sensing/Photogrammetry. Springer, Cham. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-030-66387-2_2

34. Pierce F.J., Clay D. (2007). GIS Applications in Agriculture. URL: <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.1201/9781420007718/gis-applications-agriculture-francis-pierce-david-clay>