

НУБІП України

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА

РОБОТА

13.01 – КМР. 1697 «С» 2022.11.14.040. ПЗ

ІСІКОВА ГЛІБА ОЛЕКСАНДРОВИЧА

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Факультет землепорядкування

НУБІП України

УДК

ПОГОДЖЕНО

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

НУБІП України

Декан факультету
землепорядкування

України

В. о. завідувача кафедри
геоінформатики та аерокосмічних
досліджень Землі

д.е.н. ЄВСЮКОВ Т.О.

к.т.н. МОСКАЛЕНКО А.А.

НУБІП України

« » 2023 р.

України

« » 2023 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

НУБІП України

«Геоінформаційне забезпечення цифрового
сільського господарства
(на прикладі Київського регіону)»

Спеціальність - 193 «Геодезія та землеутрій»

Освітня програма - Геодезія та землеутрій

Орієнтація освітньої програми - освітньо-професійна

НУБІП України

Гарант освітньої програми

доктор економічних наук, професор

МАРТИН А.Г.

(підпис)

НУБІП України

Керівник магістерської
кваліфікаційної роботи

кандидат технічних наук, доцент

України

МОСКАЛЕНКО А.А.

(підпис)

Виконав

ІСІКОВ Г. О.

НУБІП України

2023

України

(підпис)

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Факультет землепорядкування

ЗАТВЕРДЖУЮ

Т.в.о. завідувача кафедри
геоінформатики і аерокосмічних

Одосліджень Землі

к.т.н. ДРОЗДІВСЬКИЙ О.П.

« » 2023 р.

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
СТУДЕНТУ

Ісікову Глібу Олександровичу

Спеціальність 193. Геодезія та землеустрій

Тема випускної магістерської роботи: «Геоінформаційне забезпечення
цифрового сільського господарства (на прикладі Київського регіону)»

Затверджена наказом ректора НУБіП України від

Термін подання слухачем завершеної роботи на кафедру 26.11.2023 р.

Рік

місяць, число

Вихідні дані до роботи: різномірні геопросторові дані, у тому числі космічні
знімки, дані агрохімічних обстежень ґрунтів

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

- 1) Обґрунтування теоретико-методичних аспектів розвитку
геоінформаційних технологій;
- 2) Розгляд наукових засад використання геоінформаційного забезпечення
цифрового сільського господарства;
- 3) Аналіз геоінформаційних технологій в системі оцінювання сільського
господарства;
- 4) Дослідження наукових аспектів стратегії збереження та розвитку
територій;
- 5) Формування концептуальних основ діагностики ресурсного потенціалу
області на основі ГІС-технологій.

Дата видачі завдання

Керівник випускної магістерської роботи
д.т.н., професор

_____ Кохан С.С.

підпис

Завдання прийняв до виконання

_____ Ісіков Г. О.

підпис

ЗМІСТ	
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ВИКОРИСТАННЯ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ У ЦИФРОВОМУ СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ	7
1.1. Геопросторові дані: походження та властивості	7
1.2. Цифрове сільське господарство – основні поняття, компоненти, властивості	10
1.3. Стан цифрового землеробства в Україні та за кордоном	15
1.4. Класифікація видів завдань для геоінформаційного забезпечення цифрового сільського господарства	22
Висновки до першого розділу	24
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБЛЕННЯ УЗАГАЛЬНЕНОЇ СТРУКТУРИ ГІС ЦИФРОВОГО СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА	26
2.1. Узагальнена структура ГІС для забезпечення технологій цифрового сільського господарства	26
2.2. Програмні платформи для впровадження в цифрове сільське господарство	31
2.3. Способи інтеграції даних у технологіях цифрового сільського господарства	39
РОЗДІЛ 3. ГЕОІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЦИФРОВОГО СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА	53
3.1. Обґрунтування комплексного підходу до використання різномірних даних ДЗЗ у технологіях цифрового землеробства	53
ВИСНОВКИ	76

НУБІП України

НУБІП України

ВСТУП

НУБІП України

Актуальністю теми є дослідження підходів до організації точного та розумного землеробства в Україні й світі, аналіз сучасного стану та перспектив розвитку різномірних даних та впровадження ефективних засобів ведення цифрового землеробства. Актуальність роботи пов'язана з недостатністю застосувань комплексних підходів до розроблення системи геоінформаційного забезпечення технологій сучасного цифрового землеробства.

Метою роботи є поглиблення та узагальнення теоретико-методичних засад та практичних аспектів використання геоінформаційного забезпечення цифрового сільського господарства.

Об'єктом дослідження є процес забезпечення цифрового сільського господарства.

Предметом дослідження виступають теоретичні і прикладні аспекти використання ІІС-технологій в системі цифрового сільського господарства.

Завдання магістерської роботи:

- розглянути наукові засади використання геоінформаційного забезпечення цифрового сільського господарства;
- розробити моделі геоінформаційного забезпечення цифрового сільського господарства
- здійснити реалізацію моделей геоінформаційного забезпечення цифрового сільського господарства
- обґрунтувати теоретико-методичні аспекти розвитку геоінформаційних технологій;

Методи дослідження. Дослідження були виконані на основі таких методів: системного аналізу – при аналізі наукових засад використання геоінформаційних технологій у територіальних проєктах розвитку регіонів; монографічного – при вивченні та теоретичному узагальненні розвитку геоінформаційних технологій; абстрактно-логічного – при формуванні висновків

та пропозицій; порівняльного аналізу – при дослідженні геоінформаційних технологій в системі оцінювання міських територій; статистичного – для аналізу діагностики ресурсного потенціалу дослідної території на основі ГІС-технологій; графічний – для унаочнення результатів магістерської роботи.

Інформаційні джерела визначені науковими роботами вчених, таких як Москаленко А., Кохан С., Кучеренко Є., Палеха Ю., Бондаренко Е., Черваньов І., Шипулін В., Севрюков А., Скок С., Петрук Ю., Іванников А., Кулагін В., Тихонов А., Цветков В., Е. Капралов Е., Кошкар'юв А., Тікунов В., Курлович Д., Мусин О., Козаченко Т., Пархоменко Г., Молочко А., Малащук О., Савіних В., Світличний В., Андерсон В., Плотницький С. та багато інших.

Використані напрацювання іноземних вчених Дангермонда Д., Зейлера М., Митчелла Е., Ісмаїл Е. і інші.

Структура магістерської роботи: зміст, вступ та три розділи, де послідовно розкривається тема роботи, висновки, додатки та список використаної літератури.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ВИКОРИСТАННЯ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ У ЦИФРОВОМУ СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

1.1. Геопросторові дані: походження та властивості

Геопросторові дані – це дані, що ідентифікують властивості та географічне місце розташування штучних та природних створених об’єктів, також їх межі на Землі. Інформацію можна отримати за допомогою GPS або більш точних GNSS приймачів, також дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), картографування, різноманітних видів знімань тощо.

Як зазначили спеціальні дослідження, то 75-90% усієї інформації, що вони використовують різного рівня, містить у собі географічні (просторові, метричні) дані, тобто різні відомості про розподіл у просторі або по територіях явищ, об’єктів, подій, процесів.

Власне робота з геоданими і є суттю ГІС [6]. Розрізняють ГІС за предметною областю у інформаційному моделюванні, прикладом є, міська ГІС, муніципальна ГІС, чи природоохоронна ГІС. Найпоширенішим ГІС можна вважати земельно-інформаційну систему. А от геоінформаційна система у комп’ютерному моделюванні набула широкого використання у гірничодобувному підприємстві, консалтингових фірмах, геологічних організаціях, науково-дослідницьких та проектних установах. Одна з основних проблем ГІС орієнтації визначається у розв’язуванні задач в ній, серед таких є інвентаризація ресурсів (за приклад кадастр), аналіз, оцінка, підтримка прийняття рішень, моніторинг, планування і управління. Інтегровані ІГІС, ГІС поєднують в єдине спільне інтегроване середовище функціональні можливості ГІС та систем цифрової обробки зображень [4].

В багатьох різних формах обмінюються, створюються та зберігаються геопросторові дані. Растрові та векторні входять до основних типів

геопросторових даних. У вигляді ліній, точок чи багатокутників представлені векторні дані. Тематичні чи дискретні дані представлені найкраще у вигляді вектору. Зазвичай, відображаються як вектор дані з точним розташуванням, з чіткими межами.

Як знаряддя для вирішення ряду проблем та прийняття рішень, також для візуалізації даних у просторовому середовищі можна використовувати ГІС. Можна аналізувати геопросторові дані, для того, щоб визначити зв'язки з іншими об'єктами і розташування об'єктів, місце, де найменша частина або більшість об'єктів, у певному просторі щільність об'єктів, яка відбувається всередині цікавої області, яка відбувається поблизу певної функції або явища, також як зміниться конкретна область з часом [5].

1. Відображення місця розташування речей.

Можна нанести на карту просторове розташування об'єктів реального світу і візуалізувати просторові зв'язки між ними.

2. Відображення величин.

Скласти на карту величини, наприклад, де їх найменше та найбільше, щоб знайти місця, які відповідають їхнім критеріям, чи побачити співвідношення між місцями.

3. Пошук того, що всередині.

Можна використовувати ГІС, для того щоб визначити, що відбувається або які об'єкти розташовані в певній області/регіоні. Можна визначити характеристики «всередині», створивши конкретні критерії для визначення сфери інтересів (AOI)

4. Щільність відображення об'єктів.

Іноді важливіше нанести на карту концентрації або кількості, нормалізовану за площею чи загальною кількістю.

5. Пошук того, що є поруч.

Можна дізнатися, що відбувається на заданій відстані від об'єкта чи події, наносячи на карту те, що знаходиться поблизу, за допомогою інструментів геообробки, таких як BUFFER.

6. Зміна картографування.

Можна нанести на карту зміни в певній географічній зоні, щоб передбачити майбутні умови, прийняти рішення про курс дій або оцінити результати дії чи політики [5].

Будь-які об'єкти, що мають локалізацію в реальному земному просторі це властивості геопросторових даних, саме місце розташування форми та розміри об'єктів визначається та надається геодезичними координатами, все це описує змістовні характеристики об'єктів.

Зокрема, описують Джигирей І. М. та Путренко, В. В. [7]:

Дані, котрими описується змістовна та смислова інформація про властивості географічних об'єктів, самі географічні об'єкти – це семантичні дані. Категорія, яка виражає сторону об'єкта, а саме її сутність, що обумовлює її відмінність або схожість з іншими об'єктами та виявляє себе у порівнянні різних об'єктів – це властивість. Своїми ролями розрізняються властивості різних об'єктів конкретного типу: прикладом є будівлі, вони можуть мати різні матеріали, різне число поверхів, різне призначення і тому подібне. Аспектом тематики обумовлено наявність ознак визначеної предметної області або тематики. Це можуть бути соціальні, економічні, екологічні, технічні, статистичні, організаційні, управлінські та інші види даних. «Повнота» є вимогою до тематичних даних, що означає, цих даних повинно вистачити для вирішення тих або інших практичних завдань і нема необхідності робити додатковий збір даних.

Для більшості корпорацій геопросторові дані часто стають стратегічною інформацією, а ще широко використовуються в державній національній безпеці. Застосування ДІС в сучасному світі дуже широке, за допомоги таких даних можна планувати подання медичних послуг, визначити місце для будівництва будинку, планувати насадження, люди з усього світу мають доступ до тих або інших геоінформаційних ресурсів, при цьому застосовують геоінформаційні технології.

Багатий набір засобів має розвинений ГІС, що використовувати їх основний просторовий аналіз. Можливості ГІС, котрі дають можливість отримати відповідну множину у просторових запитах, версифікують значну кількість просторових завдань у різних предметних областях. Завдання просторового аналізу у більшості можна поділити на 5 пунктів категорії узагальнення:

- 1) Аналіз місця розташування
- 2) Часовий аналіз.
- 3) Задоволення просторових умов.
- 4) Оцінка різних сценаріїв
- 5) Виявлення структури. [7].

1.2 Цифрове сільське господарство – основні поняття, компоненти, властивості

Земля є найціннішим надбанням України, тому подальший розвиток у аграрному секторі буде залежати у більшості від того, наскільки ефективно ми зможемо використовувати даний ресурс.

Цифровізація у аграрному секторі виступає основою у ефективному функціонуванні суб'єктів господарювання і здатності його технологій позитивно впливати на відслідкування закономірностей, оптимізацію витрат та забезпечення прогнозування, виявлення проблемних місць бізнес процесів. Результатами у цих трансформаціях виступає ефективність та конкурентоздатність із створенням нових цінностей.

Цифрове землеробство – це застосування нових технологій, які об'єднані в єдиній системі, котра дозволяє сільському господарству збільшити виробництво і покращити якість у сільськогосподарській продукції. По традиції система цифрового землеробства включає в себе ряд етапів, таких як:

1. дистанційний чи польовий збори даних;
2. аналіз по зібраній інформації;
3. прийняття проаналізованих агротехнічних рішень.

Цифрове землеробство спрямовано на економічну ефективність та захист ґрунтів, підвищення врожайності з одного гектару землі та загалом на покращення коефіцієнта корисного використання земельних ресурсів країни, зменшення втрат врожаю на полях. Введення цифрових технологій на основі strip-till чи no-till дає можливість аграрним виробникам зберегти вологу, керувати нормою висіву, будувати карти на посів та внесення добрив, тобто працювати в зонах, у котрих поширені ризики землеробства, а також впливати на зміни клімату, й при цьому досягнути правильного екологічного ефекту.

Впровадження технології «цифрове землеробство» показує роботу з формуванням та обробкою великого масиву даних, котрі мають потребу у відповідному рівні кваліфікації персоналу організації, набуттям у ним професійних вмінь та навичок, обумовлюється це більш високим рівнем оплати праці. Тим часом, з уведенням ринку землі для України, то повноцінна інформація, що стосується окремого поля, помітно підвищує вартість на ринку, і привабливість такої земельної ділянки, а тому, є сприяття підвищення доходу її власника, що у свою чергу підвищує рівень соціальної ефективності [1].

Цифрове землеробство, яке відоме під назвою Farming 4.0, це є застосуванням інформаційних технологій та систем для того, щоб оптимізувати складні системи землеробства. При інтегруванні інтелектуальних сільськогосподарській технологій і сучасної технологій у обробці великих масивів даних, можна адаптувати посіви насіння до певних ділянок поля індивідуально, для того, щоб можна було забезпечити виробничий процес найпродуктивніший.

При застосуванні ІТ технологій для обробки даних, дає можливість допомогти аграріям при прийнятті обґрунтованих рішень на основі отримання конкретних даних. Це дає можливість відкрити шлях для ефективного, правильного застосування технологій, котрі застосовують для покращення зростання культур [2].

На сьогоднішні однією з найголовніших проблем є те, що аграріям все ще бракує підтримки держави і її стимулювання. З цього виходить, що органи

місцевого самоврядування покликані для створення аграріям сприятливих умов, щоб застосовувати цифрові технології, підтримувати і стимулювати їх.

Недивлячись на те, що перспективи в інтеграції практик, технологій і мислення в галузі сільського господарства в кінцевих підсумках є хорошими, їх прийняття потребує значного часу. Саме цей сектор у виробництві стикається із

достатньо значними проблемами - від стандартизації технологій до можливості інвестувати в модернізацію обладнання і допоміжну інфраструктуру підприємств. Цифровізація Farming 4.0 потребує нового технологічного стандарту для забезпечення сумісності обладнання між собою. Врахувавши

тривалість життя сільськогосподарського обладнання, стандарти є дуже необхідні для забезпечення того, аби будь-який технологічний вибір залишився сумісний із новим обладнанням та підтримувався у її апаратним забезпеченням.

Актуальна тема є проблема розробки стандартів обміну даних та комунікацій, котрі пов'язують різні системи різних виробників в одну єдину інтегровану ІС, яка має охопити усі аспекти сільськогосподарського виробництва [2].

Беручи весь загальний огляд поняття цифрового землеробства, можна сказати, що це саме та системи, яка дає можливість набагато покращити урожайність сільськогосподарських культур і при цьому добре заощадити ресурси. Дані, що отримують за рахунок автоматизованого збору та цілеспрямованих аналізів даних для мети підвищити рівень прозорості та покращити оцінки поточної ситуації, дають можливість покращити виробничі процеси, створивши нові можливості для операційного управління [3].

В останній час спостерігаємо значне зростання у темпах розвитку розумних технологій. Певні проєкти вже успішно почали застосовувати на практиці вітчизняні аграрні підприємства:

- системний облік палива – монтуються системи з програмним та апаратним забезпеченням які ведуть облік витрат палива, з похибкою максимум

1%,

- комплексне управління технікою;

• облік виконання робіт, або відстеження якості робіт, які виконуються: установка системи контролю бере початок з оснащення техніки, потім до програми вносять карти і створюють виробничі плани агрегатів. За допомогою цього диспетчер може вести облік і брати контроль за швидкістю проведення операцій та відстеженням можливості порушення. Проектування і розробка систем інформаційної підтримки аграрних підприємств з допомогою сучасних комп'ютерних і мобільних технологій є стратегічно потрібним завданням, щоб подальше у розвитку вітчизняного агробізнесу. Основний напрям є створення баз даних, комп'ютеризація землеробства, підвищення кваліфікації робочого персоналу, сільськогосподарських підприємств, навчання і зайнятих в сільськогосподарському виробництві, у перспективі – формування єдиного інформаційного агропростору [4].

Цифрове сільське господарство є у подальшому розвитком точного землеробства і в основному застосовується для підтримки прийняття рішень, оскільки обробка інформації стає більш складною із-за об'єднання та аналізу даних, котрі можна опанувати лише частковою чи все таки повною автоматизацією. Цифрове землеробство має потенціал щоб забезпечити більш продуктивне та стале сільськогосподарське виробництво на основі більш точних і ресурсозберігаючих методів [56].

Цифрове сільське господарство має базу на трьох взаємопов'язаних технологічних сферах: точному землеробстві, інформаційних системах управління та сільськогосподарській автоматизації та робототехніці. Інформаційні системи управління включають системи планування, що збирають, обробляють, зберігають а потім вже поширюють дані у формі, яка необхідна для виконання операцій і функцій ферми. Цифрове землеробство керується мінливістю в просторі і часі, для того щоб збільшити економічну віддачу після застосування ресурсів і зменшення впливу на навколишнє середовище. Процес при застосуванні робототехніки, автоматичному керуванні та методи штучного інтелекту у всіх рівнях сільськогосподарського виробництва, включаючи сільськогосподарські роботи та дрони [56].

Цифрове сільське господарство означає послідовне використання точних інтелектуальних сільськогосподарських методів, застосування внутрішньогосподарських мереж і мережевих платформ даних в поєднанні з аналітикою великих даних. Таким чином, цифровізація забезпечує сучасний підхід до комплексного збору, зберігання, зв'язування та оцінки даних ферми та виробництва. Зокрема, це може допомагати в агрегації і при аналізі даних, що в свою чергу покращить часто складні рішення щодо оптимізації сільського господарства, надаючи раніше недоступну інформацію. Це має розкрити заблокований досі потенціал підвищення ефективності використання ресурсів і захисту у навколишньому середовищі [56].

Впровадження цифровізації дає можливість повністю брати контроль за роботою теплиці з повністю автоматичним клімат-контролем. У полі різноманітні датчики рівня землі і культури дають інформацію в режимі реального часу про стан ґрунту, наявності води, потреби в родючості посівів та вплив шкідників і хвороб, а от супутники та дрони стежать за змінами погоди, умовами поля та врожаєм. Комплексне програмне забезпечення може аналізувати безперервний потік даних і надсилати корисну інформацію на мобільні телефони фермерам у режимі реального часу, подаючи точні пропозиції у наступному кроці [56].

В Україні з допомогою цифровізації землекористування проведено інвентаризацію земель сільськогосподарського призначення. Це одна з складових частин майнового обліку агробізнесу, за допомогою якого здійснюється контроль і перевірки наявності та стан ділянок для забезпечення достовірності даних бухгалтерського обліку та фінансової звітності. Надання допомоги в отриманні достовірної інформації щодо визначення щільності ґрунту та його вологості, одного з основних факторів отримання стабільних урожаїв. Результат гідрологічних спостережень за рівнями ґрунтових вод, вимірювання об'ємів води в річках і озерах, фіксації температури в прилеглих водоймах. Отримання точних агрометеорологічних даних – це виступає сукупністю стеження за швидкістю і напрямком вітру, за температурою і вологістю повітря,

опадями, температурою ґрунту, атмосферним тиском, сонячною радіацією. Кращою державною підтримкою для просування цифровізації сільського господарства в Україні виступає створення глобальної бази даних і картографування всієї наданої інформації, котре дозволить побачити справжню картину екологічного стану землі та дати можливість контролювати якість готової продукції [56].

1.3 Стан цифрового землеробства в Україні та за кордоном

Зробивши аналіз і дослідивши джерела різних за родом інформації, можна зазначити, що цифрове землеробство – є технологічним підходом до управління сільським господарством, котрий вимірює, спостерігає та аналізує потреби окремих полів і сільськогосподарських культур.

Даючи дозвіл землекористувачам використовувати індивідуальний догляд та ефективно управляти режимом поливу, який сприяє для збільшення виробництва, поліпшення економічної ефективності і мінімізації відходів й впливу на довкілля.

Розвиток його формується двома технологічними тенденціями: робототехнікою – аерофотознімками, датчиками, складними місцевими прогнозами погоди, з одного боку, та великими даними та можливостями передової аналітики – з іншого.

Плюси у цифровому землеробстві зрозумілі, проте технологічні інновації розвиваються у шалених масштабах.

Ручні інструменти виступали стандартами сотні років тому, аж потім Промислова революція спричинила бавовняний джін. У 1800 році з'явився зерновий елеватор, хімічні добрива і перший газовий трактор. Зараз землекористувачі почали застосовувати дані супутників, БПЛА та інші геодані для планування своїх робіт.

Окрім існування методу цифрового землеробства, є й більш модернізований метод, там праця людини за кермом робочого пристрою

анується і на допомогу прийшов лише ГІС, супутникові дані ДЗЗ, дані моніторингу та математичні розрахунки. Даний метод поєднує себе як цифрове землеробство.

Цифрове сільське господарство є вже звичним явищем серед виробників продукції рослинництва, а високотехнологічне землеробство швидко стає стандартом завдяки датчикам і дронам.

Землекористувачі уже почали використовувати деякі високотехнологічні технології та технології ведення сільського господарства, для того щоб підвищити ефективність своєї повсякденної роботи [10].

Прикладом є датчики, які розміщені на полях, котрі дозволяють отримувати докладні карти як рельєфу, так і ресурсів у цій місцевості, а також таких змінних, як кислотність та температура ґрунту. Вони також можуть отримувати доступ до кліматичних прогнозів для прогнозування погодних схем у найближчі дні та тижні.

Усі датчики коригуються в режимі реального часу з врахуванням змін погодних умов. Датчики ґрунту та аерофотознімки дають можливість централізовано управляти зростанням врожаю, це через автоматизовані системи виявлення, котрі забезпечують ранні попередження про відхилення від очікуваних темпів зростання врожайності чи якості [11].

Автоматизовані системи, які відображають продуктивність, стан та потенційні вузькі місця критичного обладнання в режимі реального часу, можуть використовуватися для оптимізації управління автопарком, який підвищить надійність доставки та зможе запобігти псуванню. Час для транспортування можна скоротити вдвічі, застосовуючи розумні лічильники для поліпшення маршруту. Поєднання систем управління транспортом із сільськогосподарськими датчиками може дозволити уніфіковану тягу в'їзних перевезень, котрий призведе до середньої економії від 10 до 20 відсотків [11].

З підрахунків міжнародної організації, очікується, що глобальний ринок сільськогосподарської робототехніки зросте з поточного 1 млрд. доларів до 14-18 млрд. доларів до 2021 року [11].

Землекористувачі використовують свої смартфони для віддаленого спостереження за обладнанням та за посівами. Вони навіть можуть застосовувати цю технологію для складання статистичних прогнозів для своїх посівів і худоби. Дрони стали безцінним інструментом для фермерів, а саме для обстеження своїх земель і отримання даних по врожаю [10].

За приклад, один із фермерів підключив свої трактори до Інтернету та створив метод відображення даних про врожайність сільськогосподарських культур. Подібно до розумного автомобіля, створюють самохідний трактор, що буде дозволяти фермерам виконувати інші завдання та підвищувати ефективність у виробництві [10].

Всі дані методи допоможуть скласти цифрове землеробство, процес застосування супутникових зображень і інших технологій, для спостереження та запису даних з метою покращення випуску продукції при мінімізації витрат та збереженні ресурсів.

Цифрове сільське господарство та цифрове землеробство стали все більш популярними, проте вони можуть просто стати попередниками ще більшого застосування технологій у сільському господарстві [10].

Інтернаціональне агрохолдингове видавництво прогнозує, що до 2024 року в світі буде встановлено майже 12 мільйонів сільськогосподарських датчиків. Окрім того, підраховано, що середня ферма зможе генерувати півмільйона точок даних на день – даючи допомогу фермерам покращити врожайність та збільшувати прибуток [10].

З огляду на всі переваги у сільському господарстві, стає зрозуміло, що фермери все частіше звертаються до безпілотників та супутників для застосування [10].

Позитивні сторони у цифровому землеробстві, насамперед, криються у революції системи, коли автоматично та постійно можна отримувати дані про клімат-контроль у приміщеннях і інших спорудах [12].

Переваги розумних фермерських систем дають уявлення про стан пасовища чи сінокосу. Розумна система ведення сільського господарства візуалізує та аналізує дані, зібрані на протязі доби [12].

Також, при наявності певної кількості датчиків, цифрове землеробство може працювати й з тваринницькими господарствами. Система передбачає контроль системи клімату, годівлі і біометрії [12].

А от що стосується подачі вигляду даних про пайки ферму, то тут цифрове землеробство надає щоденний огляд із легкими для читання звітами даних.

Концепція цифрового землеробства, орієнтована на забезпечення аграрної галузі інфраструктурою для застосування передових технологій – включаючи великі обсяги даних, автоматизації та аналізу операцій, хмари – для відстеження, моніторингу. Також відомо як цифрове землеробство, інтелектуальне землеробство управляється програмними забезпеченнями і контролюється датчиком. Цифрове землеробство набуває більшого значення через необхідності ефективно використовувати природні ресурси, поєднання зростаючого світового населення, зростаючого попиту на більш високий урожай сільськогосподарських культур, зростаючого використання та вдосконалення інформаційно-комунікаційних технологій та зростаючої потреби в кліматичних умовах сільське господарство.

Цифрове господарство включає використання таких технологій, як:

- телекомунікаційні технології, такі як передові мережі та GPS;
- інструменти аналізу даних для прийняття рішень та прогнозування. Збір даних є важливою частиною інтелектуального землеробства, оскільки кількість даних про врожайність сільськогосподарських культур, картографування ґрунтів, зміну клімату, застосування добрив, дані про погоду, техніку та стан здоров'я тварин продовжує зростати;

- датчики для сканування ґрунту та регулювання води, світла, вологості та температури;

- інструменти аналізу даних для прийняття рішень та прогнозування. Збір даних є важливою частиною інтелектуального землеробства, оскільки кількість

даних про врожайність сільськогосподарських культур, картографування ґрунтів, зміну клімату, застосування добрив, дані про погоду, техніку та стан здоров'я тварин продовжує зростати:

- апаратне та програмне забезпечення для спеціалізованих програм та для забезпечення рішень, робототехніки та автоматизації;

- супутники та дрони для збору даних у межах полів. Ця інформація передається IT-системам для відстеження та аналізу, щоб отримати «око в полі», що робить можливим віддалений контроль [33].

Поєднання цих технологій дає полегшення для отримання даних від машини і до машини. Такі дані подаються в систему підтримки прийняття рішень, для того щоб фермери могли бачити, що ж відбувається на більш детальному рівні, ніж у минулому. От прикладом є точно вимірюючи варіації в межах поля та відповідно адаптуючи стратегію, фермери можуть значно підвищити ефективність пестицидів та добрив та застосовувати їх більш розумно.

Подібним чином, розумні методи ведення господарства дають можливість краще контролювати потреби окремих тварин і коригувати їх харчування, щоб запобігти хвороби та зміцнити здоров'я стада [33].

Таким чином, цифрове землеробство – є наступним етапом інформаційних дата-технологій для процесу оптимізації складних землеробських систем.

На сьогоднішні, землевласник та землекористувач щоденно користується мобільним пристроєм. Дехто надає перевагу планшетам, а хтось – смартфонам, а от загалом цінність цих двох гаджетів є однаковою.

У реальному часі типовий землекористувач може отримати доступ до даних про стану рослинності, місцезнаходження, клімату, стану ґрунту, погоди тощо. Як результат, землевласники/землекористувачі отримують інформацію, яка є необхідною для приймання та обґрунтування рішень, для майбутнього розвитку господарства.

Ідеєю цифрового землеробства є надання значущості даним, котрі були отримані. Такий вид цифрового господарства передбачає вихід за ознаки простої

доступності даних, і також експлуатацію даних, із провадженням до застосування штучного інтелекту для того щоб отримати змістовну додаткову інформацію.

Цифровий вид землеробства передбачає інтеграцію двох складових: точного і розумного землеробства. Зробивши аналіз статті «Сільськогосподарське товариство Німеччини», там розуміння цифрового ресурсу землеробства трактують, як «логічне впровадження методів розумного і точного видів землеробства, внутрішніх і зовнішніх взаємовідносин господарств, а також використання як онлайн-платформ, що вміщують дані, так і аналізу великих даних» [37]

А от що стосується питання цифрового землеробства у світі та України, то нині на аграрний сектор припадає понад 30% експорту України та 12% валового внутрішнього продукту в розмірі 100 мільярдів доларів в рік, значна частина сільськогосподарського потенціалу України залишилася без використання.

Один із способів щоб змінити це – є залучення передових інформаційних технологій у реальність.

Фото полів, у Додатку 4, зроблене БПЛА у Київській області. Українським стартапом під назвою «Agrieye» застосовує такі дрони для накопичення різних даних. Він створює точну карту, яка описує ряд показників стану ґрунту та стан рослинності. Потім штучний інтелект компанії аналізує землю і прогнозує урожайність, даючи рекомендації з питання зрошення і удобрення.

Завдяки датчикам, даним БПЛА і досягненням в галузі управління даними, можна буде істотно підвищити аграрний потенціал України.

Дослідження Світового банку показують, що Україна кожен рік втрачає близько 50 000 гектарів сільськогосподарських угідь лише від ерозії ґрунту та деградації земель – збитки, котрі коштують Україні приблизно 10 мільярдів доларів в рік.

А отже, можна запобігти 50% цієї втрати шляхом впровадження високотехнологічних Інтернет-систем землеустрою.

Система збирає дані за допомогою мультиспектрального дистанційного зондування, безпілотників та величезних відкритих наборів даних із супутників NASA. На основі цих даних створюють точну карту поля, яка описує хімічний склад ґрунту – рівні нітратів, фосфору та калію і стан рослинності. Потім штучний інтелект забезпечує аналіз даних та прогнозує врожайність сільськогосподарських культур, даючи рекомендації щодо зрошення та удобрення сільськогосподарських угідь. Такий підхід називається «цифрове землеробство». Саме це допомагає отримати максимальну віддачу від наявної земельної ділянки: землекористувачі можуть бюджетувати витрати, правильно обробляти свою землю, маючи надійні прогнози щодо врожайності сільськогосподарських культур, навіть продавати свій урожай за кілька місяців наперед [38].

Наступна велика справа полягає в тому, аби пов'язати фізичні речі з онлайн – світом. Буде технологія, що братиме дані з кожного господарства і розмішуватиме їх у мережі. Тоді ж банки зможуть застосовувати цю інформацію, для швидкого вирішення, де видавати кредити фермерам. «Це вплине на ефективність бізнесу в цій сфері. Виробництво їжі – це бізнес, який ніколи не зникне. Тому важливо, щоб ця сфера була ефективною» [38].

Інший стартап «Skokaagro» вже має клієнтів у таких країнах як Канаді, Австралії та Німеччині. В Україні він також працює з великими агрохолдингами, такими як Kernel, Ukprominvest – Ahro, Cygnet [39].

Роблячи висновки, то можна сказати, що українські землекористувачі потребують значних вкладень у сфері цифрового землеробства.

Цифрове землеробство, як галузь виступає інноваційною стихією для сучасного землеволодіння по всьому світу. Контроль проводиться із ближнього електронного девайсу власниками/землекористувачами земельних ділянок. І, неперевірена перевага цифрового землеробства це обґрунтований аналіз, який сприяє обробці сталої інформації для кращого обробітку і норми внесення тих

чи інших добрив. Тобто, роботизоване землеробство не тільки працює як обчислювальна машина, але як аналітик помічник.

1.4. Класифікація видів завдань для геоінформаційного забезпечення цифрового сільського господарства

На основі опрацьованого матеріалу здійснено Класифікація видів завдань для геоінформаційного забезпечення цифрового сільського господарства та подано через UML діаграму варіантів використання на рис. 1.1.



Рис. 1.1 – Класифікація видів завдань для геоінформаційного забезпечення цифрового сільського господарства

Діаграма, що наведена у на рис. 1.1., містить 4 актори та 3 прецедентів.

Акторами є: Державна служба з питань геодезії, картографії та кадастру, Міністерство аграрної політики та продовольства України, сільськогосподарські виробники та інші зацікавлені особи.

Прецедентами є:

НУБІП УКРАЇНИ

збір даних.

визначення стану сільськогосподарських земель;

створення тематичних карт.

На початку роботи виникає потреба в отриманні інформації про сільськогосподарські землі та їх розташування. Це завдання допоможе зрозуміти та охарактеризувати чергування різних культур на полях. Також статистичні дані та рельєф. Рельєф зазвичай є неоднорідним на ділянках поля. Також схили, їх крутизна, експозиція, спектральні канали. Це найголовніший показник, який може оцінити стан і розвиток культур дистанційно, вегетаційні індекси (далі –

ВІ), карти на внесення азотних добрив (отримані на основі ВІ)

Визначення стану сільськогосподарських земель включає визначення кісних показників, до яких належать азот, фосфор, калій і гумус. Вивчення ґрунтового покриття, його варіювання. А також визначення необхідного рівня забезпеченості елементами живлення запланованих до вирощування культур.

Створення тематичних карт – завдання, що включає створення карт полив, картограм елементів живлення та чергування культур в сівозміні, що слугуватимуть основою для розрахунку внесення добрив, щоб забезпечити отримання стабільних врожаїв.

До основних акторів моделі належать: Державна служба України з питань геодезії, картографії та кадастру, сільськогосподарські виробники, Міністерство аграрної політики та продовольства України та інші зацікавлені сторони.

Державна служба України з питань геодезії, картографії та кадастру як актор працює зі збором та наданням даних, реалізує державну політику у сфері земельних відносин, топографо-геодезичної і картографічної діяльності, землеустрою, у сфері Державного земельного кадастру, державного нагляду в агропромисловому комплексі[1].

Сільськогосподарські виробники як актори моделі зацікавлені у виробництві сільськогосподарської продукції та отриманні інформації з усіх завдань геоінформаційного забезпечення цифрового сільського господарства.

Міністерство аграрної політики та продовольства України як актор зацікавлене в отриманні стабільних врожаїв та забезпечення продовольчої безпеки країни [6].

Типи зв'язку між елементами в моделі описує тип взаємодії.

Кожен з кадастрів постійно збирає інформацію, проводить відстеження, займається моніторингом ресурсів, управляє земельними ресурсами та створює можливі картосхеми, тип зв'язка – «зв'язок використання».

Землевласникам та користувачам необхідний доступ до витягів документації не на постійній основі. Дані щодо ділянок, відстежень у ґрунтах, результати моніторингу та картосхеми надаються користувачам згідно терміну подання заяви на надання інформації, тобто періодичне використання, тип зв'язка – «зв'язок розширення».

Інші зацікавлені особи, тип зв'язка – це «зв'язок узагальнення актора».

Висновки до першого розділу.

В першому розділі магістерської кваліфікаційної роботи розглянуто цифрове сільське господарство та геопросторові дані, вивчено стан цифрового землеробства в Україні та за кордоном. Проведений аналіз показав, що навіть при наявності великої кількості досліджень цифрове сільське господарство потребує подальшого вдосконалення та існує потреба в акцентуванні уваги на даному питанні. На основі проведеного аналізу розроблено класифікацію видів завдань для геоінформаційного забезпечення цифрового сільського господарства, визначена мета, яка полягає в узагальненні та поглибленні теоретико-методичних засад і практичних аспектів використання геоінформаційного забезпечення цифрового сільського господарства.

Для досягнення визначеної мети магістерської кваліфікаційної роботи необхідно вирішити наступні завдання:

- Розробити узагальнену структуру геоінформаційного забезпечення цифрового сільського господарства

• Розробити функціональну модель геоінформаційного забезпечення цифрового сільського господарства

НУБІП України

• Розробити та наповнити модель бази геопросторових даних геоінформаційного забезпечення цифрового сільського господарства

• Підібрати програмний засіб для реалізації розроблюваного геоінформаційного забезпечення

НУБІП України

• Здійснити реалізацію моделей геоінформаційного забезпечення цифрового сільського господарства та побудувати набір тематичних карт.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 2. РОЗРОБЛЕННЯ УЗАГАЛЬНЕНОЇ СТРУКТУРИ ГІС ЦИФРОВОГО СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

2.1. Узагальнена структура ГІС для забезпечення технологій цифрового сільського господарства

Існують певні суперечки з приводу того, коли дійсно почалася справжня історія ГІС. Завдяки різномірним технологіям, які об'єднались, щоб забезпечити нас геоінформаційними даними, ГІС фактично існує з початку 1960-х [15].

Адвокати говорять, що технологія ГІС зародилася насправді у 1962 році з першою конференцією CLI (Канадський земельний інвентар), котра мала за мету одержати масиви даних карт Канади, які охоплюють велику кількість потенційних потреб та наборів даних [16].

Так, учасники конференції, що займались виробництвом карт за старими методами, вперше висунувши теорію, яка в майбутньому ці дані можна буде отримувати з використанням обчислювальної технології, які розвиваються, оскільки дані збільшуються, а потенціал їх дослідження стає все більш і більш складним [17].

У наступні кілька десятиліть технологія була суворо обмежена саме для тих, хто мав ресурси апаратного і програмного забезпечення. У 1980-х роках, коли домашні обчислення стали все більш нормою, а ІТ-технології почали розширювати свої можливості, сформувався бізнес ESRI. Сьогодні компанія відома пакетом ARCGIS. Іншим за популярністю на сьогодні пакетом у світі є MapInfo [18].

Історики технологій говорять, що зростаючий портативний характер Інтернету за останні десять років дійсно допоміг ГІС-технології пережити її зростання в той же період. Чому? Оскільки збір та передача даних стали набагато простішими та дешевшими, ніж це було раніше [19].

А от згодом ГІС стала доступна не просто великим компаніям, котрі могли дозволити собі інвестувати в цю технологію, для того щоб зібрати та

маніпулювати даними, але й усім. Благодійні організації можуть збирати дані порівняно дешево, як і природоохоронні організації та земельні органи, міські ради та містобудівники [19].

Наразі некомерційні організації та широка громадськість у світі стали мати доступ до тих самих даних, котрі раніше надавалися лише приватним промисловцям та уряду. Чудовим прикладом цього є веб-сайт Британського агентства з охорони навколишнього середовища, котрий зібрав дані ряду державних установ та НУО (Неурядових організації) і зробив їх вільно доступними для загального користування [20,21]. Це чудовий приклад для України.

Сьогодні більшість організацій, котрі збирають і використовують дані, роблять інформацію доступною майже для всіх. Хоча конфіденційні дані можуть вимагати, для того щоб користувач зареєструвався на веб-сайті і підписав угоду про нерозголошення, природа великих даних у поєднанні з експоненціальним зростанням Web 2.0 та те, як ці дані використовуються, означає те, що кожен може створювати корисні карти [19].

Геоінформаційні системи стали з'являтися в останнє десятиліття, як важливий інструмент для планування та управління ресурсами. Їх здатність зберігання, отримання, аналізу, моделювання та картографування великих територій з величезними обсягами геопросторових даних призвели до надзвичайного поширення ГІС програм.

ГІС дає можливість людям пов'язувати інформацію з її фізичним розташуванням і краще зрозуміти поняття про місцезнаходження. Коли ми можемо надати об'єкту відносне місце про його розташування, то ми здатні візуалізувати і зрозуміти геоморфологічну та геологічну характеристику об'єкта.

ГІС та геопросторові дані щодня застосовуються людьми та компаніями у всьому світу. Урядові організації застосовують ГІС для планування та документування послуг інфраструктури; природоохоронні організації використовують його для відстеження закономірностей міграції дикої природи та виявлення критичних місць існування; громадські організації охорони

здоров'я використовують ГІС для відстеження епідемій, спалахів та тенденцій здоров'я [14].

Служби про визначення місцезнаходження на мобільних телефонах, демографічної інформації, про місце спалаху, погодні умови та багато інших типів інформації містять або можуть бути покращені своїм географічним розташуванням та будь-якою інформацією, котра має географічну складову, може бути інтегрована в ГІС [14].

Наразі географічні інформаційні системи застосовуються для управління комунальними послугами, моделювання екосистем, планування землекористування, оцінки та планування ландшафту, аналізі ринку, управлінні об'єктами, у транспорті та інфраструктурі планування, податковій справі, аналізі нерухомості тощо [13].

До функцій ГІС належать: ввід даних, показ даних, управління цими даними, пошук інформації і аналіз.

ГІС виступає системою апаратного забезпечення також програмного забезпечення і процедур, щоб полегшити управління, маніпуляції, аналіз, моделювання, представлення і відображення географічних даних, щоб вирішити складні проблеми, які стосуються планування і управління ресурсами [13].

Результатом є, аналіз тематичних та просторових характеристик всіх шарів у єдиній системі для кращого знання цієї зони. Шари поділяються на два типи: векторні (населення, вулиці, ділянки) і растрові (землекористування, рельєф та реальна модель) на поточній схемі.

Загалом, базовий пакет даних геоінформаційного аналізу виглядає так:

- оцифровані та відскановані дані;
- БГД (база геоданих);
- вибірка атрибутів за даними GPS;
- дистанційне зондування та аерофотозйомка. [13].

Типи даних, які мають просторову складову, мають назву геопросторові дані. Вони існують або в одному з двох форматів, векторному чи растровому.

Векторні дані – це набір даних з явними координатами, які представлені у вигляді точок, ліній чи багатокутників. Точкові дані часто називаються просто «даними про місцезнаходження», тому що вони представляють місце в просторі [14].

Об'єкти, які мають довжину або відстань, такі як наприклад річки та дорога, називають лініями, тоді як об'єкти з площею називають багатокутником. Полігон використовується для представлення таких регіонів, як посилки, міста, ліси, штати чи країни.

Растри часто використовуються в ГІС для відображення висот, супутникових зображень або паперових карт, які були відскановані у цифровий формат та надані географічні масштаби.

Багато хто вважає ураган «Катріна» першим випадком використання ГІС управління катастрофами [19]. Через доступну технологію перші очевидці, котрі знаходилися на місці події, ділилися великою кількістю даних про вуличний стан, а особливо, вулицями які піддалися повені. Багато хто погоджується з тим, що зусилля щодо передачі даних під час подій негоди, з наданням допомоги, були життєво важливими для людства [22].

Зараз ГІС є життєво важливим для правоохоронних органів та планування з точки зору статистики злочинності. Мати можливість, щоб ділитися картами і шукати взаємозв'язок між різними видами злочинів зможе дати поліції набагато краще уявлення про загальну картину більш широкого регіону [23].

Цікавим прикладом є інтеграція ГІС у археології. ГІС виступає критично важливим для багатьох елементів археології, тому що галузь набуває більшої кількості елементів та характеристик у екологічній науці [24].

Безперечно, ГІС виступає чудовим інструментом, щоб планувати сільські, селищні та міські території протягом останніх кількох десятиліть, розробляючи місцеві картографічні карти [25,27].

Кожен рік кожна з галузей розвивається, тому не є невинною чути про «цифрове землеробство». Цифрове сільське господарство на сьогодні – це є застосування нових, а також передових технологій, які інтегровані в одну

систему, котра дає змогу фермерам або іншим зацікавленим сторонам у сільськогосподарському ланцюжку створення вартості покращити виробництво продуктів харчування [29].

Цифрове сільське господарство зможе зробити сільське господарство ще більш продуктивним, більш послідовним та ефективніше застосовувати час і ресурси. Це принесе критичні переваги для фермерів і широкі соціальні вигоди для всього світу. Це також дозволить організаціям обмінюватися інформацією за межами традиційних галузей, для того щоб відкрити нові ринкові можливості [30].

Цифрове сільське господарство може змінити спосіб виробництва світової продукції, однак підхід все ж ще дуже новий, витрати є дуже високі. А це означає, що для забезпечення його широкого прийняття потрібна співпраця та консенсус по ланцюжку створення вартості щодо того, як можна буде подолати ці виклики [31].

Можна привести приклади деяких програм у цифровому землеробстві:

1. Аквакультури.
2. Картопля та зменшення використання води.
3. Виробництво салатів [29].

Роблячи висновки можна сказати, що цифрове землеробство є дуже цінним у світовому масштабі, особливо якщо це буде стосуватися здоров'я і продовольства населення. Звичайно, усе це масштабне забезпечення не обходиться без застосування ГІС систем.

Технології ГІС можуть сприяти заощадженню часу і фінансів.

Деякі з ГІС додатків землекористувач може використовувати для наступних застосувань:

- одержання просторової карти вологості ґрунтів;
- оцінки вмісту вуглецю;

– для планування території [32].

На основі дослідження особливостей геоінформаційних систем та вимог цифрового сільського господарства. Для формування геоінформаційного

забезпечення цифрового сільського господарства необхідно розробити і як статичні моделі так і моделі поведінки.

Узагальнену структуру геоінформаційного забезпечення для цифрового сільського господарства можна подати через перелік необхідних для розробки моделей UML (рис. 2.1.). До основних моделей належать діаграма варіантів використання, діаграма класів та діаграма діяльності.

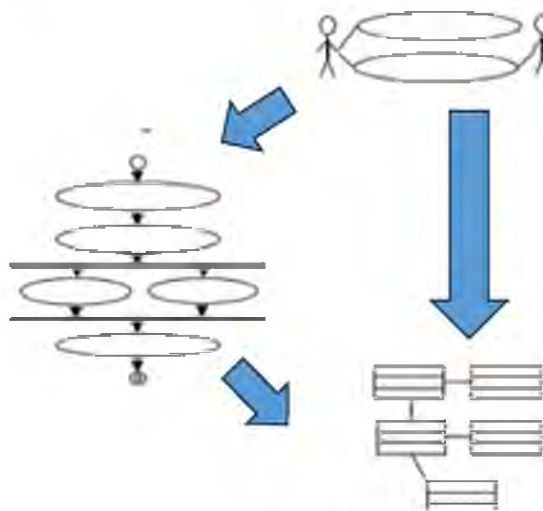


Рис. 2.1. Узагальнена структура геоінформаційного забезпечення для цифрового сільського господарства

2.2 Програмні платформи для впровадження в цифрове сільське господарство

Економіку розвинених країн світу довгий час базували на швидкому розвитку інновацій а також цифрових технологій. Застосування інформаційних технологій дає підвищення плідності управлінської діяльності даючи змогу більш ефективно вирішити поставлені поточні завдання. Геоінформаційні технології забезпечують накопичення, збереження та обробку великої кількості даних, аналіз котрих дає можливість прийняти ефективні рішення [21].

При нашому часі сільське господарство виступає лідером при експорті нашої держави, не дивлячись на це, як в Україні, так і у світі, не існує нормального комплексного системного підходу до розвитку виробництва галузі

на основі використання геоінформаційних технологій за концепцією «Четвертої промислової революції». Сучасні агропідприємства достатньо частіше застосовують у своїй діяльності сучасні технології, а саме: інтернет-платформи, дрони, спеціалізовані мобільні додатки, метеостанції й системи обробки даних.

При цьому все більше підприємств використовують ці технології саме не системно та не проводять облік та відстеження інформації, котре в свою чергу не дає зрости ефективності діяльності як окремих підприємств, так і галузі загалом [21].

Пропонується на локально-місцевому рівні величезна кількість ГІС систем, котрі є адаптованими для прийняття управлінських рішень в системі обліку сільського господарства, зокрема: MapInfo, Atlas GIS, та ін. На вітчизняному ринку найбільшого поширення набула ArcGIS, із спеціальними модулями у оперативному обліку, виведення зображення у 3D формат, за допомогою просторового аналізу. Геоінформаційні системи ArcGIS та MapInfo Professional мають широкий набір інструментів, щоб створити електронні карти [24].

Загалом ринок ГІС достатньо великий та зроблений для покриття значної кількості проблем людства. А от як правило і в будь-якій діяльності є свої лідери, прикладом є в ГІС одна з найбільш масштабних компаній Esri та її платформа ArcGIS Desktop, на сьогоднішній день вона має набір інтегрованих програм: ArcMap, ArcCatalog, ArcScene і ArcGlobe, а ще інформаційних засобів ArcToolbox і ModelBuilder. З їх допомогою можна вирішити велику кількість поставлених задач в землеробстві різного призначення та складності, це може бути картографування, обробка візуалізація, управління базами даних та геообробка даних, моделювання, прогнозування. В умовах застосування програмного забезпечення ArcGIS і підключення його до мережі Інтернет можна проводити дистанційно порівняння тривимірного просторового аналізу врожайності сільськогосподарських культур відносно фактичних запасів вологи і поживних речовин, їх динаміка впродовж вегетації і тому подібне [23].

Нижче наведено десять найбільш популярних станом на 2020-2023 рік програмних засобів для роботи з просторовою (географічною) інформацією.

До цієї класифікації включено програмні продукти, в котрих є можливість:

- Використовувати методи ГІС або використовувати ГІС-платформу;
- Здійснювати візуалізацію просторових даних для відображення географічної інформації;
- Зберігати, упорядковувати, редагувати та аналізувати географічні дані;
- Обробляти та / або маніпулювати даними з карт та інших джерел.

1. ArcGIS виступає інтегрованим набором програмних продуктів ГІС для розробки функціональної ГІС. ArcGIS дає можливість користувачу застосовувати функціональність ГІС в тому місці, в котрому вона потрібна в десктопному варіанті, серверному чи у вигляді спеціального додатка: для Web або для роботи при польових умовах. Настільна ГІС є основною платформою, що об'єднує ГІС професіоналів, яка може створити і використати географічні знання та їх інформацію.

Серверна ГІС дає можливість програмному забезпеченню ArcGIS бути централізованим на багатьох серверах ГІС, дозволяючи великому числу споживачів через мережі застосовувати продукт.

Мобільна ГІС дає можливість польовим користувачам компанії збирати, зберігати, оновлювати, обробляти, аналізувати та мати відображення географічної інформації [22].

Незважаючи в подібності до інших систем, ArcGIS забезпечена перевіреною моделлю для роботи в базі геоданих. База геоданих є загальне середовище, яке дає кожному продуктам і додаткам сімейства ArcGIS можливості:

Отримувати доступ до великих обсягів географічних даних які зберігаються в файлах і базах даних,

Застосовувати витончені правила і зв'язку,
Працювати з різноманітними типами даних [22].

2. MapInfo Professional, програмний засіб дає можливість землекористувачам зробити електронну карту для тих чи інших потреб, а також забезпечити збір і зберігання даних у база даних з зібраними просторовими властивостями об'єктів завдяки широкому набору інструментів, які є представленими в програмному забезпеченні.

Система MapInfo дає можливість відображати безліч даних, які мають просторову прив'язку. Вона має відношення до класу настільних GIS. Велика особливість MapInfo це є універсальність, а саме те, що система має можливість робити інтегровані геоінформаційні технології Intergraph і в свою чергу MapInfo реалізує геоінформаційні системи, розроблення різних операційних систем, цифрові картографічні системи, технічні і програмні засоби формування та аналізу геоінформаційних даних. В MapInfo можна відображати одержані дані за допомоги GPS, чи інших електронних геодезичних приладів [25].

3. DIGITAL. Це відоме Українське програмне забезпечення також має свої переваги на ринку GIS платформ для землеробства, тут є забезпечення створено для багатьох сфер, що є зв'язані з земельними ресурсами, однак в сфері землеробства воно також зайняло свою нішу. Основним напрямком застосування платформи DIGITAL виступає створення і ведення карт та баз просторового аналізу.

Функції, котрі є важливими для технологій цифрового землеробства присутні в даному програмному забезпеченні, основні є три додаткові модулі - модуль геостатистичного аналізу, модуль просторового аналізу і модуль обробки знімків. Два модуля дають можливість відновити картину просторового розподілу показників (наприклад, урожайних, чи агрохімічних) по точковим вимірюванням, а ще робити дослідження залежності між різними показниками, які в свою чергу мають вплив на продуктивність сільгоспугідь. Відмінністю геостатистики від звичайних статистичних методик є те, що тут саме враховується та використовується просторовий аспект досліджуваних явищ. А ще можна виявляти не тільки просторові тренди, а ще і часові.

Важливий чинник інформатизація сільськогосподарства, у тому числі і впровадження ГІС, це віддаленість користувачів (фахівців, господарств) від великих міст, які мають розвинені інформаційні інфраструктури. Програма DIGITAL може працювати і з локальними даними, які перебувають на тому ж комп'ютері, і будь-якими іншими наборами даних, які доступні через Інтернет/Інтранет при допомозі інтернет-сервера [26].

4. Surfer - є повнофункціональним програмним пакетом для двовимірного та тривимірного відображення, моделювання і аналізу для науковців і інженерів.

Витончений механізм інтерполяції Surfer швидко перетворює дані XYZ у карти якості публікацій. Практично кожен аспект карти налаштовується. Також можна налаштувати карти за допомогою профілів, легенд, назв та підписів або зовнішніх карт із будь-якої служби у веб-картографуванні.

5. QGIS (раніше відома як Quantum GIS) – виступає безкоштовною міжплатформною програмою де є відкритий код. Програма для розроблення основи географічних даних (GIS), котра підтримує різні види зйомки, а ще зміну й дослідження геопросторових даних та їх інформацію.

QGIS – відкрита крос-платформа ГІС, що складається з настільної версії та серверної частини:

- QGIS Desktop – є настільною версією ГІС, яка застосовується для створення, редагування, аналізу, візуалізації, а також публікації геопросторової інформації. Під «QGIS» часто мають на увазі версію QGIS Desktop.

- QGIS Server і QGIS Web Client – серверні додатки щоб публікувати у мережі проекти, створені у QGIS Desktop, які є сумісними з OGC – стандартами (WMS, WFS) [27].

Географічна інформаційна система (ГІС) з відкритим кодом, яка розповсюджується на умовах GNU General Public License. QGIS є проектом OpenSource Geospatial Foundation (OSGeo). Вона працює на Linux, Unix, Mac OS X, Windows та Android, також підтримує безліч растрових та векторних форматів, бази даних і має широкі можливості.

6. GRASS – є безкоштовною ГІС з відкритим вихідним кодом, що пропонує програми з підтримкою обробки векторної, комп'ютерної графіки, растрової інформації, графічного дизайну та просторового моделювання, ці дії проводяться через взаємодію з графічним інтерфейсом користувача і командним процесором в різних платформах, зокрема в MS Windows, UNIX та Linux. Головна особливість GRASS це модульна структура, що дає можливість з окремих функціональних одиниць формулювати ГІС, яка оптимізована під виробничі потреби для користувача [28].

На сьогоднішні система GRASS достатньо широко застосовується у багатьох наукових та комерційних напрямках діяльності, завдяки котрому установи мають можливість полегшити опрацювання геоінформації що надходить до ГІС спеціалістів.

7. ERDAS IMAGINE. Це растровий графічний редактор і програмний продукт, який був розроблений компанією ERDAS Inc., з призначенням обробки даних дистанційного зондування, який об'єднує в собі дистанційне зондування, аналіз LiDAR, фотограмметрію та базові векторні аналізи з радіолокаційною обробкою в один продукт. На сьогоднішні продукт випускає корпорація Intergraph дочірня компанія Hexagon. Програмний засіб ERDAS IMAGINE призначався для роботи з растровими даними. Він дає можливість відображати, обробляти й готувати для подальшої обробки в програмних додатках ГІС і САДР різного роду картографічних зображень. ERDAS IMAGINE може також працювати в режимі набору інструментів котрих налічується до 320 (Toolbox), які дозволяють робити перетворення растрових картографічних зображення для подальшої взаємодії з ними.

8. GeoMedia – це є зріла і ґрунтовна компонентна ГІС-платформа. Програмне забезпечення нового покоління, що показує напрям розвитку ГІС, яка була запущеною американською компанією INTER-GRAPH. Основна перевага цієї платформи є WEB орієнтованість, котру можна застосовувати для професійного опрацювання інформації в браузері. Функціональність GeoMedia

робить його ідеальним для отримання інформації з масиву даних, яка динамічно змінюється, щоб підтримати прийняття обгрунтованих та розумніших рішень.

Програма дає можливість працювати в єдиній екосистемі даних з різних джерел, котрі представлені в різних форматах і проекціях, а ще вона дає можливість формувати і виконувати комплексні запити просторових та атрибутивних даних, робити безліч візуалізацій картографічних даних і робити формати виконаних робіт для інших програмних застосунків [29].

9. AutoCAD Map 3D дає фахівцям з ГІС можливість прямого доступу до формату даних САПР і ГІС, їх візуалізація, редагування та аналіз в знайомому середовищі AutoCAD. В основі лежить платформа AutoCAD Map 3D яка являє собою останню версію AutoCAD, що є доповненою набором інструментів для роботи з геопросторовими даними. Програмний засіб містить всі функціональні можливості AutoCAD, а це означає, ми можемо працювати в перевіреному і надійному середовищі, який вважають стандартом у всіх комерційних та наукових галузях промисловості [30].

Основною перевагою AutoCAD Map 3D є створення різноманітних видів карт і 3d моделей на базі топографічних зйомок в системі AutoCAD і здійснювати їх обмін, це в свою чергу дає інформацію для подальших точних планувань посівів, а саме створення ЦМР моделей, котрі програмний засіб робить автоматично через утилітупо висотам, який дає можливість землекористувачам передбачити низини із застоюванням води, чи ж навпаки - це швидко осушувані землі.

10. Maptitude (Maptitude Landkarten Software) програмне забезпечення ГІС що дає користувачам інструмент, карти і дані, які необхідні для аналізу та розуміння того, що місце розташування ресурсів має вплив на діяльність організації. Створена програма була всім відомою організацією Caliper. Програмне забезпечення має призначення - полегшення географічної візуалізації та аналізу включеної інформації, чи спеціальної зовнішньої статистики розроблений для візуалізації даних і географічного аналізу, Maptitude постачається з повною бібліотекою карт та даних ГІС для країни, яка потрібна.

Це не є некомерційною програмою, але вона всеодно конкурується на всіх рівнях ринку ГІС у багатьох виняткових секторах. Завдяки Mapitude можна створити карти та візуалізувати дані з електронних таблиць, а ще існує можливість відображати зовнішні дані на картах із різних джерел, тут включені KML / KMZ файли Google Maps.

Описавши перелічену загальну структуру основних ГІС платформ для цифрового землеробства можна прийти до таких висновків, що основним критерієм для програмного забезпечення виступає можливість зберігати, аналізувати та робити візуалізацію просторової інформації, створювати бази даних та СУБД (система управління базами даних), створення ґрунтових, тематичних, інших карт тощо. Платформа ГІС виступає за основу для ефективного ведення сільського господарства, через широкі функції можна системазувати та підвищити продуктивність праці не тільки техніки, а ще й людей. Кожного дня сфера землеробства розвивається й технології в сільському господарстві набувають більшої цінності.

Запровадження комп'ютерних технологій дає можливість значно спростити формування інформаційних баз даних і понизити вірогідність створення помилок, також запровадження нових методів підтримки ухвалення управлінських рішень на основі зібраних даних і, також, підвищити продуктивність праці. Оскільки фактично вся інформація про сільськогосподарські ресурси має просторову прив'язку, очевидно те, що в якості базових інформаційних технологій найкраще всього використовувать це геоінформаційні системи. Безперечно, це все не означає те, що будь-які інші технології тут непотрібні. Якщо заглянути ширше, то головною перевагою сучасних засобів ГІС - у їх сумісності і відкритості для інших інформаційних технологій (ІТ) та систем обробки даних [26].

Підсумовуючи можна зазначити, що найпотужнішим функціоналом володіє ArcGIS, що і буде використовуватись при виконанні цієї роботи

2.3 Способи інтеграції даних у технологіях цифрового сільського господарства

У цілому основними застосуваннями БГД-ГІС є наступні:

- застосування взаємозв'язків між даними;
- надійне та якісне зберігання даних;
- зберігання наборів геопросторових даних у поточному місці;
- інтеграція просторових даних з іншими БД;
- підтримка цілісності даних;
- надання доступу у багатокористувацькому режимі;
- цілісне і повне використання даних.

Для такого достатньо великого потоку інформації треба мати потужні системи. Серед найпопулярніших: «COoRdination of INformation on the Environment (CORINE)», вона ж «Copernicus»; «Global Monitoring for Environment and Security (GMES)»; «The Global Earth Observation System of Systems (GEOSS)».

Перша, це так звана «COoRdination of INformation on the Environment (CORINE)», іншими словами – це Координація інформації про навколишнє середовище. Вона характеризується збором інформації про стан навколишнього середовища; координування збору даних та організацією інформації на міжнародному рівні; забезпеченням узгодженості інформації та сумісності даних. Вперше запроваджена 27 червня 1985 року. Дана програма є оцінювачем: географічного розподілу та стану природних територій; стану окремих середовищ; якості та кількості водних ресурсів; географічного розподілу і великої кількості дикої фауни та флори; структури земельного покриття та стану ґрунту; кількості токсичних речовин, які скидаються до навколишнього середовища; перелік природних небезпек тощо [34].

Програма CORINE за мету має розробку процедур збору, стандартизація та обмін даними про навколишнє середовища в державах-членах ЄС, створення географічної інформаційної системи, щоб надавати інформацію про навколишнє

середовище, котра є важлива при підготовці та реалізації політики Співтовариства [34].

Друга, це є так звана «Global Monitoring for Environment and Security (GMES)»

– Програма глобального моніторингу навколишнього середовища та безпеки. Дає точну, своєчасну та легкодоступну інформацію для вдосконалення управління навколишнім середовищем, розуміння та пом'якшення наслідків зміни клімату та забезпечення цивільної безпеки. Її очолює Європейська комісія (ЕК) у партнерстві з Європейським космічним агентством (ЄКА) та Європейським агентством з навколишнього середовища (ЄЗС) [35].

Для забезпечення цих програм, космічний компонент GMES (GSC), котрий керує ESA, включає два типи супутників, що відповідають пріоритетам європейської політики та потребам користувачів [35].

Третя, це так звана «The Global Earth Observation System of Systems (GEOSS)», іншими словами – Глобальна система спостереження за землею на системній платформі.

Ця програма активно пов'язує існуючі та заплановані системи спостережень по всьому світу і підтримує розробку нових систем там, де є прогалини. Платформа GEOSS сприяє застосуванню загальних технічних стандартів, для того аби дані з тисяч різних приладів можна об'єднати в узгоджені набори даних.

Портал GEOSS пропонує єдину точку доступу до Інтернету до даних спостереження за Землею, інформації і знань з усього світу для користувачів з різним досвідом та з різних дисциплін. Портал має інтуїтивно зрозумілий, простий у використанні інтерфейс для виявлення доступу та застосування постійно зростаючих обсягів ресурсів GEO. За допомогою Порталу платформа GEOSS зв'язує користувачів з безліччю різномірних колекцій баз даних та інших порталів і дає надійну, сучасну і зручну (поточну та історичну) інформацію, іноді вона життєво необхідна. Обслуговується як державний, так і приватний сектор, а також громадянський [36].

Користувачам можна знаходити дані, при врахуванні часових, тематичних та географічних критерій пошуку, і застосовувати прогресивну фільтрацію для швидкого і точного отримання необхідних ім ресурсів. Інформація про дані перевіряється або через інформаційне вікно, чи візуально на різних фонових картах, якщо є дозвіл перед завантаженням.

Для користувачів з обмеженим доступом до Інтернет чи відсутністю в ньому існують регіони, котрі надають подібну інформацію через супутникову службу GEONETCast. Платформа GEOSS – це посередницька інфраструктура.

GEO Discovery and Access Broker (GEO DAB) є основним механізмом, за допомогою якого всі дані та інформація показується та отримується до них. GEO DAB реалізує необхідні послуги посередництва та гармонізації через інтерфейси прикладних програм (API). Ці API дозволяють постачальникам даних обмінювати ресурси без необхідності вносити серйозні зміни у свої технології чи стандарти [36].

На даний час брокерами платформи GEOSS являються понад 150 автономних каталогів даних та інформаційних систем, корисних для різних областей GEO, включаючи дані з: CAFF, Data.gov, Data.uk, EEA, GBIF, Iris, Каталог відкритих даних JRC, NASA, NCAR, NOAA, OCHA HDX, RCMRD, UNEP, UNOSAT, USGS, Web Energy Services, WMO WIS та багато інших [36].

Постачальники даних весь час додаються та надають посередницькі послуги відповідно до потреб користувача, тематичного та географічного балансу даних і відповідності спільних ресурсів.

Постачальники даних платформи GEOSS станом на березень 2017 року є NASA, ESRI, GEOS, ENERGO, ADS, EOMAP, EUMETSAT, IGN, ICIMOD, IRIS, ISPRA, IDE, IRENA, LRIS, JAXA, MEDINA, NCAR, TWAP, BIS, POLAR DATA, ORNLDAAC, GMOS, USGS й інші відомі корпорації [36].

А ще, моніторинг земельних ресурсів можна умовно ділити на деякі категорії, які наведені у Додатку 1, під назвою «Класифікація видів моніторингу земель фермерського призначення». Схема показує 4 групи даних:

- за призначенням,

НУБІП України

- за періодичністю,
- за виявленням процесів,
- за методами проведення.

Поглянувши популярні програми інтеграції даних, вернемося до власне інтеграції.

Коли ми накопичуємо дані, то існує така система накопичення, яка зможе описати геопросторові дані у базі. У Додатку 2, який має назву «Інтерпретація схеми БД ГІС», показано схему того, як сирі дані, потрапляючи у модельну проекцію, розкладаються на категорії та впорядковуються таким чином, де вихідними даними виступає готовий об'єкт.

Так звані «пакети даних», які ми отримуємо на виході – це є БД, що містить об'єкти ГІС.

Інтеграція даних – це процес, що використовується для об'єднання даних з різних джерел у значущу та цінну інформацію.

Методи інтеграції даних наступні.

1. Консолідація даних. Консолідація даних фізично об'єднує дані з кількох окремих систем, створюючи версію консолідованих даних в одному сховищі даних. Часто метою консолідації даних є зменшення кількості місць зберігання даних. Технологія вилучення, перетворення та завантаження (ETL) підтримує консолідацію даних [51].

ETL витягує дані з джерел, перетворює їх у зрозумілий формат, а потім передає в іншу базу даних або сховище даних. Процес ETL очищає, фільтрує та перетворює дані, а потім застосовує ділові правила, перш ніж дані заповнюватимуть нове джерело.

2. Поширення даних. Поширення даних – це використання програм для копіювання даних з одного місця в інше. Він керується подіями і може виконуватися синхронно або асинхронно. Більшість синхронних розповсюджень даних підтримує двосторонній обмін даними між джерелом і цілью. Інтеграція прикладних програм для підприємств (EAK) та технологія реплікації даних підприємств (EDR) підтримують розповсюдження даних [51].

EAI інтегрує прикладні системи для обміну повідомленнями та транзакціями. Він часто використовується для обробки ділових операцій в режимі реального часу. Інтеграційна платформа як послуга (iPaaS) - це сучасний підхід до інтеграції EAI [51].

Зазвичай EDR передає великі обсяги даних між базами даних, а не програмами. Базові тригери та журнали використовуються для захоплення та розповсюдження змін даних між вихідною та віддаленою базами даних [51].

3. Віртуалізація даних. Віртуалізація використовує інтерфейс для забезпечення уніфікованого перегляду даних із різних джерел з різними моделями даних майже в режимі реального часу. Дані можна переглядати в одному місці, але не зберігаються в цьому одному місці. Віртуалізація даних отримує та інтерпретує дані, але не вимагає рівномірного форматування або єдиної точки доступу [51].

4. Федерация даних. Федерация технічно є формою віртуалізації даних. Він використовує віртуальну базу даних і створює загальну модель даних для неоднорідних даних з різних систем. Дані об'єднуються та переглядаються з однієї точки доступу. Інтеграція корпоративної інформації (EII) - це технологія, яка підтримує об'єднання даних. Він використовує абстракцію даних, щоб забезпечити єдиний перегляд даних з різних джерел. Ці дані потім можна представити або проаналізувати по-новому за допомогою додатків [51].

Віртуалізація та федерация є хорошими шляхами вирішення ситуацій, коли консолідація даних є надто низькою або може спричинити занадто багато проблем із безпекою та дотриманням вимог [51].

5. Складування (зберігання) даних включено до цього списку, оскільки це загальнозживаний термін. Однак його значення є більш загальним, ніж інші методи, згадані раніше. Сховища даних - це сховища для зберігання даних. Однак, коли використовується термін «зберігання даних», це означає очищення, переформатування та зберігання даних, що в основному є інтеграцією даних [51].

Засобом, які дають дозвіл на об'єднання підходів, є уніфікована мова моделювання (далі - UML), яка була створена для формування загальної,

семантично і синтаксично багатій мови візуального моделювання для архітектури, проектування та реалізації складних програмних систем як структурно, так і стосовно поведінки. UML має додаткові програми, окрім розробки програмного забезпечення, це такі як технологічний процес у виробництві [40].

Він є аналогічно кресленню, які застосовуються в інших областях, і складається з різних типів діаграм. У сукупності діаграми UML описують межу, структуру і поведінку системи та об'єктів у ній.

UML не виступає мовою програмування, але є інструменти, що можна застосовувати для генерації коду різними мовами за допомогою діаграм UML. UML має пряме відношення до об'єктно-орієнтованого аналізу і проектування [40].

У комп'ютерних науках є безліч парадигм чи моделей для вирішення проблеми, яка виникає при вивченні алгоритму та даних. Існує чотири категорії моделей вирішення проблеми: імперативна, функціональна, декларативна та об'єктно-орієнтована мови. У спільно орієнтованих мовах алгоритми виражаються у визначення «об'єктів» та забезпечення взаємодії об'єктів між собою. Ці об'єкти – це речі, котрими слід маніпулювати, та вони існують у реальному світі. Ми можемо бути побудованими, відійти на робочому століття або людей [40].

Об'єктно-орієнтована мова домінує у світі програмування, вона моделює об'єкти реального світу. UML – це поєднання кількох об'єктно-орієнтованих знань: об'єктно-орієнтоване проектування, техніки об'єднане моделювання та об'єктно-орієнтоване програмної інженерії [42].

Існують наступні види діаграм:

- класів (class diagram);
- варіантів використання;
- станів (statechart diagram);
- кооперації (collaboration diagram);
- компонентів (component diagram);

- послідовності (sequence diagram);
- діяльності (activity diagram);
- компонентів (component diagram);
- розгортки (deployment diagram) [41].

Для інтеграції геопросторових даних у технології землеробства розроблено декілька моделей діаграми із вищезазначеного списку, що забезпечать опис геопросторових даних стосовно послідовуваної проблеми у базі геоданих ГІС. Однак ще однією перевагою UML є те що при проектуванні ми можемо застосовувати лише ті діаграми, які необхідні для вирішення цього завдання. Інші проектувати не потрібно.

Першою діаграмою при проектуванні відповідно до описаної узагальненої схеми (див. рис. 2.1) є діаграма прецедентів. Діаграма прецедентів чи діаграма варіантів використання є основоположницею збудови на концептуальному рівні моделі функціонування системи у довіллі. Головний елемент моделі є: актор – елемент, який виконує роль юзера(користувача); прецедент – елемент, який відображає діяння, які реалізується системою. З використанням цієї діаграми здійснено класифікація видів завдань для геоінформаційного забезпечення цифрового сільського господарства (див. рис. 1.1.).

Оскільки для геоінформаційного забезпечення важливе не тільки подання атрибутів, а й просторові та часові характеристики. Структурування інформації в базі геопросторових даних можна подати через діаграму пакетів (рис. 2.2.)

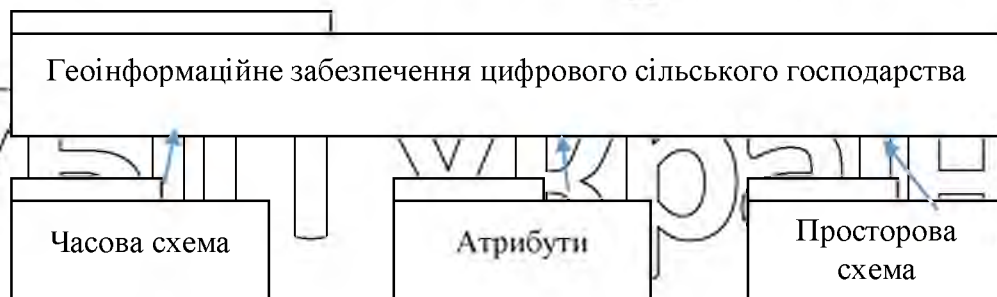


Рис.2.2. Структура інтегрування даних геоінформаційного забезпечення цифрового сільського господарства

На розробленій діаграмі пакетів інтеграції геопросторових даних у системи цифрового землеробства, де пакет:

– «Часова схема» містить опис часових примітивів (відповідно до ISO 19108) для подання об'єктів подання моменту та періоду проведення дослідження (додаток 4);

– «Просторова схема» містить опис геометричних примітивів (відповідно до ISO 19107) для подання об'єктів картографування щодо оцінку стану земель (додаток 5)

– «Атрибути» містить опис показників стану земель, що необхідні при аналізі та картографуванні об'єкту у момент дослідження [43].

У *Додатку 4*, покладаючись на ISO 19107 позначено такі класи, на ілюстрації:

– ГМ_Примітив – це абстрактний кореневий клас геометричних примітивів. Геометричний примітив – це геометричний об'єкт, який ще не розділяється на інші примітиви в системі.

– ГМ_Об'єкт – це кореневий клас геометричної таксономії об'єктів і підтримує інтерфейси, спільні для всіх геометричних об'єктів, на котрі посилаються географічні об'єкти.

– ГМ_ОрієнтованийПримітив – це набір примітивів, який посилається на геометричні об'єкти з врахуваннямих внутрішньої локальної системи координат.

– ГМ_Точка – це тип даних для геометричного представлення об'єктів, що складається з однієї точки. Точкою будуть позначені місця відбору зразків.

– ГМ Крива – є класом-основою для одновимірної геометрії. Криві мають вимір довжини з точки зору системи координат.

– ГМ_ОрієнтованаКрива – це клас, який складається з кривої і успадкованих властивостей орієнтації від ГМ_ОрієнтованийПримітив.

– ГМ_ОрієнтованаПоверхня – це клас, що укладається з поверхні і успадкованих властивостей орієнтації від ГМ_ОрієнтованийПримітив.

– ГМ_Поверхня – є класом-основою для двовимірної геометрії [43].

Це включає в себе криві і поверхні, навіть якщо вони складаються з кривих сегментів та поверхневих патчів [43].

У Додатку 5, орієнтуючись на ISO 19108 подано такі класи, дивлячись на ілюстрацію:

– ЧС_Період – клас, що визначає часову характеристику опису задану між вибраними моментами часу, наприклад, час вирощування культури на заданій ділянці поля у певний період.

– ЧС_Момент це клас, що подає часову характеристику опису в заданій точці часу, наприклад, якісний показник вмісту кислотності ґрунту [43].

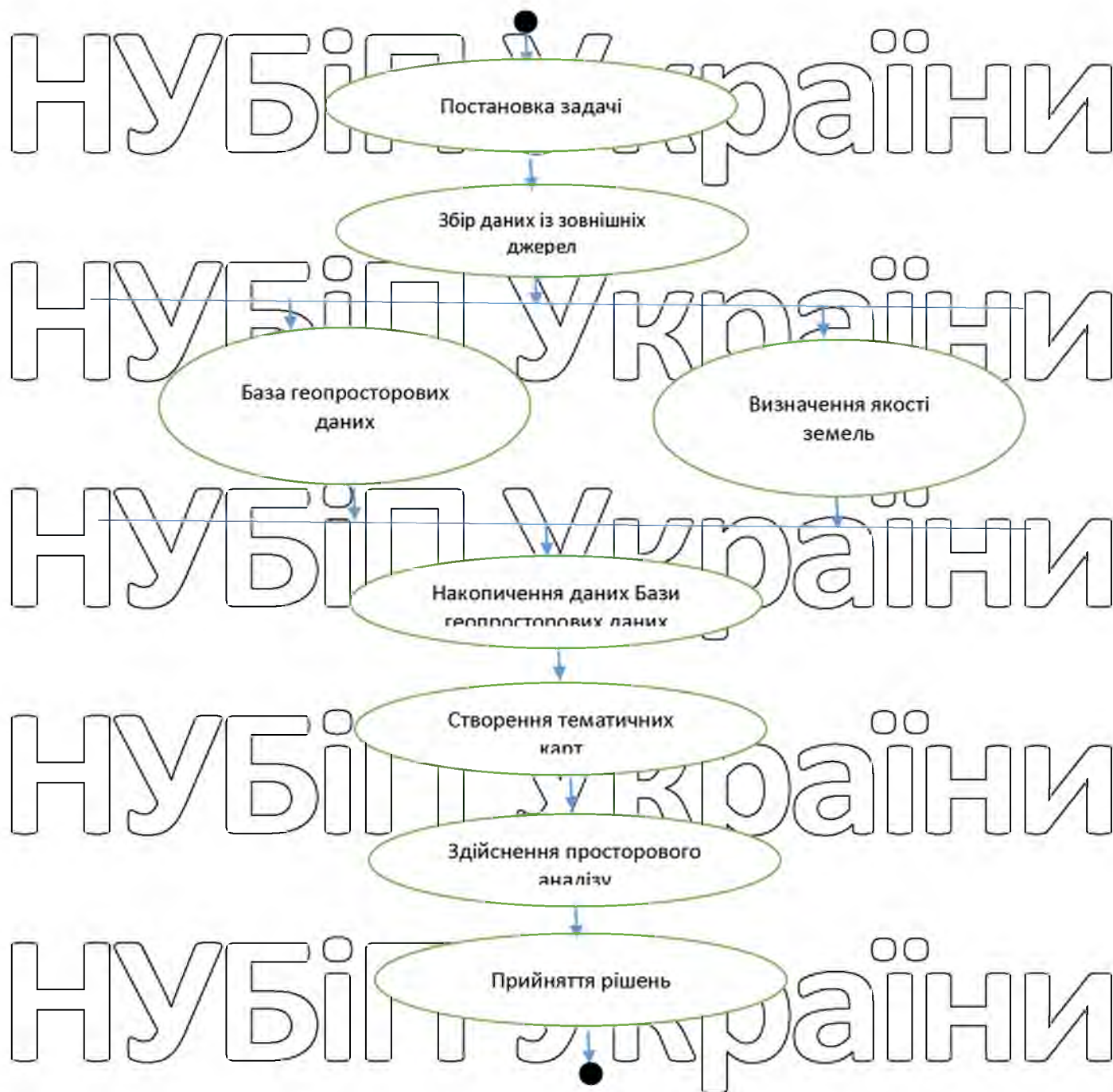
Зміни або порядок дій в системі геоінформаційного забезпечення цифрового сільського господарства можна подати через функціональну модель (рис. 2.3.)

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України



2.3. Функціональна модель геоінформаційного забезпечення цифрового сільського господарства.

Функціональна модель подана через діаграму діяльності. Дана модель виступає фундаментальною для послідовності і вирішення задач. До принципів складових даного типу діаграми відноситься: постановка задачі, збір даних із зовнішніх джерел, накопичення даних бази геопросторових даних,

створення тематичних карт території дослідження, котрі є основою для прийняття землепорядних рішень [43].

Поставлена задача діаграми діяльності: визначити завдання та функціональні можливості забезпечення, зберігання та належної передачі даних.

Аналіз вимог діаграми діяльності:

– розпочинається зі збору даних про наявні земельні ресурси в територіальній громаді із зовнішніх джерел;

– наступним відбувається завантаження даних із бази геопросторових даних із зовнішніх джерел та визначення якості земель;

– потім йде накопичення даних бази геопросторових даних;

– надалі – створення тематичних карт, де визначаються всі тематичні шари карти територіальної громади, які будуть використані для підбору земельних ділянок;

– здійснюється просторовий аналіз, який дає окреслення зон навколо небезпечних об'єктів і безпечної відстані від місця проживання людей;

Підтримка прийняття рішень виступає у заключному етапі. При основі розробленої тематичної карти здійснення прийняття рішень дає можливість підвищити їх ефективність.

Для накопичення даних та структурованого їх зберігання в системі геоінформаційного забезпечення цифрового сільського господарства необхідно розробити, реалізувати та наповнити базу геопросторових даних. База геопросторових даних реалізується через діаграму класів (рис. 2.4.)

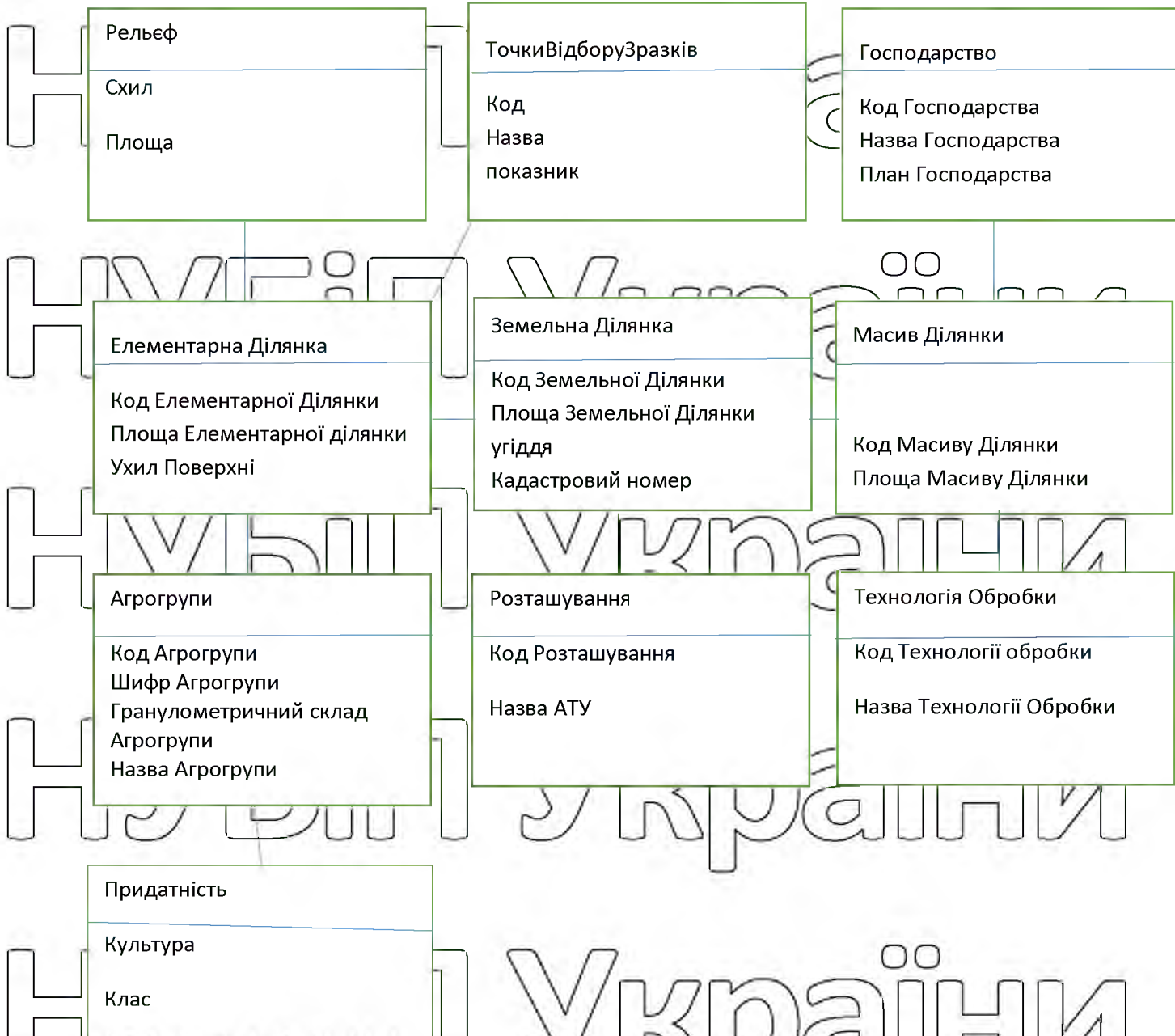


Рис. 2.4) Модель бази геопросторових даних геоінформаційного забезпечення цифрового сільського господарства.

В класі Рельєф є опис характеристик схилу і площі, В класі Елементарної Ділянки є опис характеристик агровиробничих груп ґрунтів, що подана через атрибути код Елементарної Ділянки, площа Елементарної ділянки, ухил

Поверхні. В класі Агрогрупи є опис характеристик агровиробничих груп ґрунтів, що подано через атрибути кодАгрогрупи, шифрАгрогрупи, гранулометричнийСклад назваАгрогрупи. В класі точки відбору зразків є опис характеристик: код, назва, показник. В класі Земельної Ділянки опис характеристик агровиробничих груп ґрунтів подана через атрибути: код Земельної Ділянки, площа Земельної Ділянки угіддя, кадастровий номер. В класі Розташування опис характеристик коду розташування та назви АТУ. В класі Господарство: код Господарства, назва Господарства, план Господарства. В класі Масив Ділянки опис характеристик агровиробничих груп ґрунтів подана через атрибути: кодМасиву ділянки, площа масиву ділянки. В класі Технологія Обробки атрибути: код Технології Обробки, назва Технології Обробки. В класі Придатність: код Культура, клас

Висновки до другого розділу

Підсумовуючи все вищеописане, було розглянуто поняття інтеграція даних. Визначені методи інтеграції даних, серед яких консолідація даних, поширення даних, віртуалізація даних, федерація даних, складування даних.

Віртуалізація та федерація є хорошими шляхами вирішення ситуацій, коли консолідація даних є надто низькою або може спричинити Занадто багато проблем із безпекою та дотриманням вимог.

Також, досліджена мова UML, що була створена для формування загального візуального моделювання архітектури, проектування, реалізації складних програмних систем тощо.

Для досягнення визначеної мети магістерської кваліфікаційної було розроблено:

- узагальнену структуру геоінформаційного забезпечення цифрового сільського господарства
- функціональну модель геоінформаційного забезпечення цифрового сільського господарства

• модель бази геопросторових даних геоінформаційного забезпечення цифрового сільського господарства

НУБІП України

За дослідженням проведеним в розділі визначено програмний засіб для реалізації розроблених моделей – це ArcGIS

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 3. ГЕОІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЦИФРОВОГО СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

3.1. Характеристика об'єкту дослідження

Об'єктом дослідження обрано Калинівську територіальну громаду Фастівського району Київської області. У складі громади: Калинівка, Варшвині, Велика Солтанівка, Хлепча, Данилівка, Бобриця, Кожухівка, Липовий Скиток, Діброва, Багрин, Мала Солтанівка, Скрипки, Плесецьке, Порадівка, Руликів.

Площа громади становить 193,66 км².

Територія громади розташована у лісостеповій рівнинній частині в межах річки Ірпін'я і Стугна в районі витоку річки Бобриця (правої притоки р. Ірпін'). Абсолютні відмітки становлять 170-191 м над рівнем моря. Через

Калинівську громаду проходить територіальна автомобільна дорога Т-1038 Васильків – Стояка, яка з'єднує селення з автодорогами міжнародного значення Київ – Одеса (М-05) та Київ – Чоп (М-06) [54] (Рис. 3.1.).



Рис. 3.1. Розташування дослідної території в межах Київської області

Територія громади розташована на схилі Українського кристалічного масиву, котре обумовило неглибоке залягання

В геоструктурному відношенні кристалічного фундаменту (глибиною близько 150 м), які покриті різновіковими осадовими породами. Інженерно-будівельний, верхній шар представлений четвертинними відкладами - пісками, глинами, лісовидними суглинками. Для водопостачання підземні води є придатними, для централізованого водопостачання слугує водоносний горизонт еоценових відкладів, котрий представлений водонасиченими піщаними відкладами бучанської та канівської світ.

Клімат Кадинівської громади помірно-континентальний з характерною м'якою зимою і теплим літом.

Територія населеного пункту характеризується малосприятливими умовами розсіювання викидів в атмосферу, оскільки метеорологічні умови обумовлюють підвищений природний потенціал забруднення атмосфери.

На території домінують ґрунтоутворюючі породи, такі як воднольодовикові, льодовикові, алювіальні відклади та місцями лесовидні суглинки.

Ґрунтовий покрив громади має різновид дерново-підзолистих ґрунтів, містами ясно-сірі, сірі та темно-сірі опідзолені, в зниженнях - лучно-чорноземні, лучні та дернові переважно з легким механічним складом (рис. 3.2).

Родючість у них невисока, проте вони є придатними без обмеження та використання допоміжних заходів для озеленення території в зональній рослинності.

На великій території ґрунти зазнали антропогенний вплив у результаті рекультивації та окультурення.

Природний ґрунтовий покрив зберігся, в більшості, в природних зелених зонах.

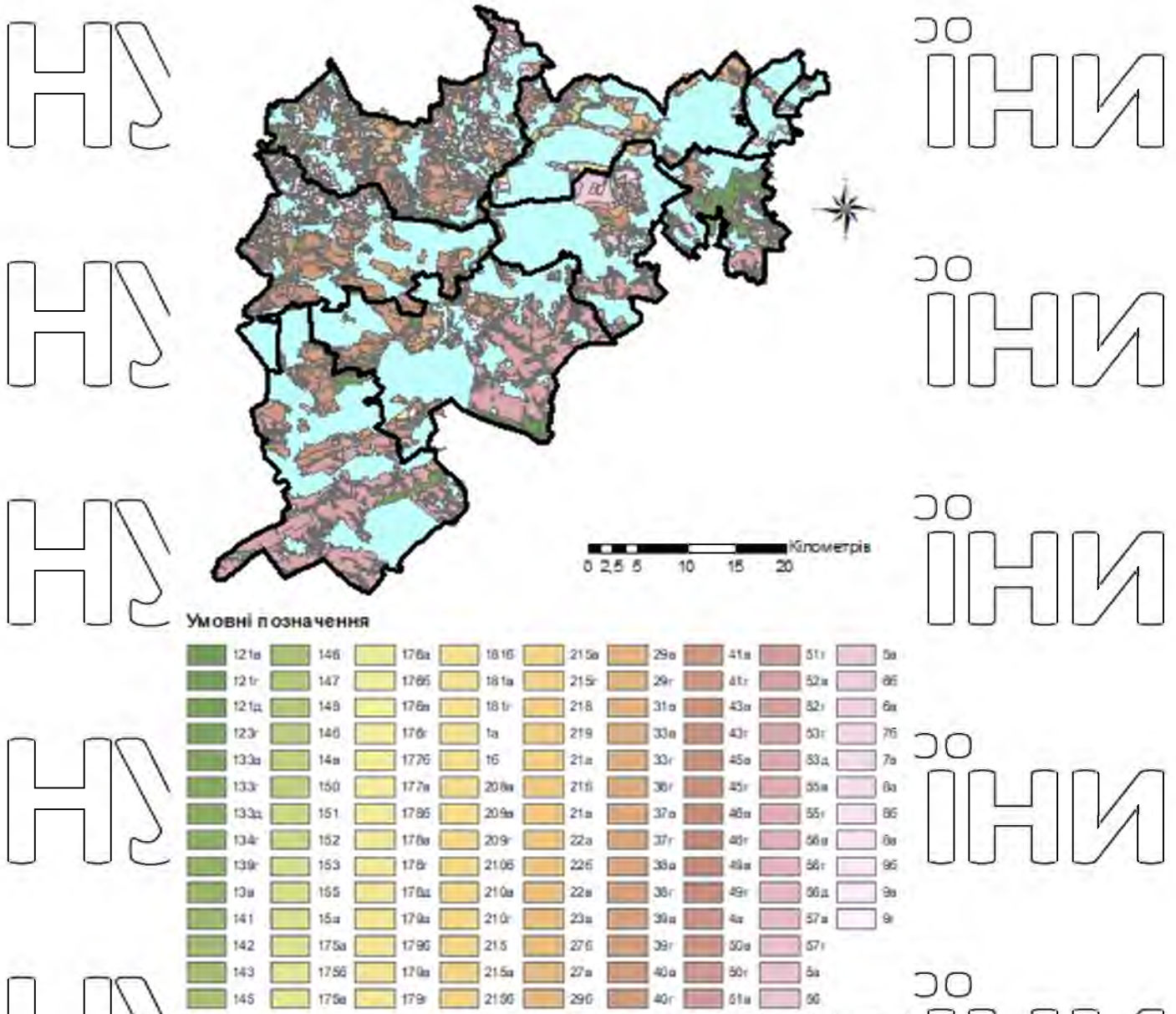


Рис. 3.2. Ґрунтовий покрив Фастівського району Київської області

Щоб поліпшити родючість ґрунтів необхідно застосовувати агро меліоративні заходи, зокрема удобрення органічними та мінеральними добривами.

На основі даних Калинівської територіальної громади, в її межах відсутні еродовані, порушені та малопродуктивні землі, кар'єри. ґрунтовий покрив Калинівської громади подано на рис. 3.3. З екологічної точки зору ґрунти громади зазнають локального забруднення в місцях накопичення побутових відходів, оскільки на території немає сучасного звалища або полігону побутових

відходів. Видалення побутових відходів відбувається на комплексі з сортування та переробки твердих побутових відходів ТОВ «Укрвторенергоресурс», котрий знаходиться на території Погребівецької сільської ради.

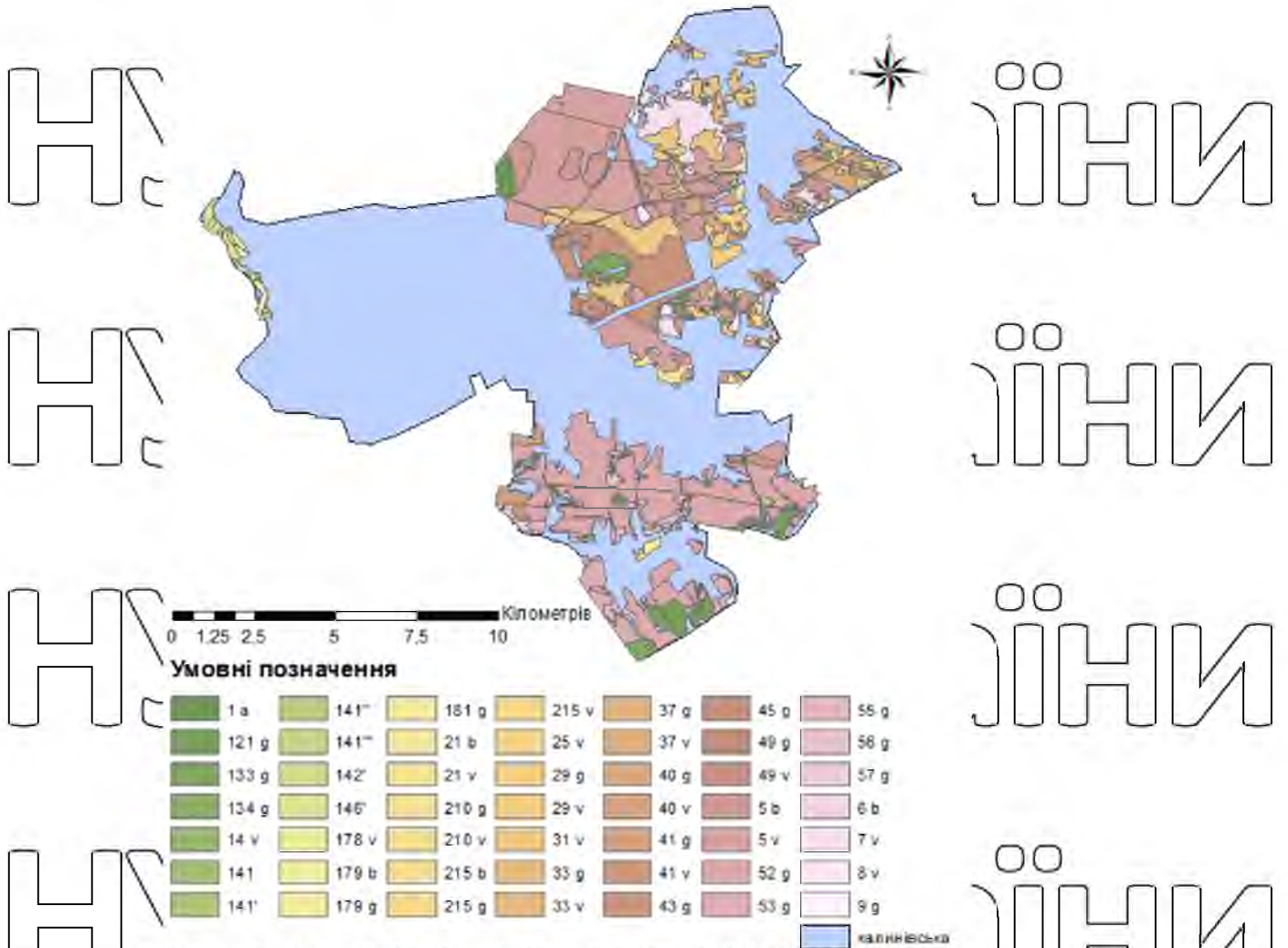


Рис. 3.3. Ґрунтовий покрив Калинівської територіальної громади

Фастівського району Київської області

3.2. Створення наборів тематичних геоінформаційних продуктів для використання у технологіях цифрового землеробства на прикладі модельної території

Однією зі складових цифрового сільського господарства є вірний вибір набору культур в сівозміні. За дослідженнями Добряка Д.С.[4] визначено 5 класів придатності ґрунтів для вирощування сільськогосподарських культур. Ці

залежать від агровиробничої групи ґрунтів, гранулометричного складу та ухилу поверхні.

За визначеними шкалами придатності агровиробничих груп ґрунтів та ухилами поверхні визначено придатність ґрунтів досліджуваної території для зростання основних сільськогосподарських культур.

Карти побудовано на основі поверхневого аналізу шарів та перекласифікацією (рис. 3.4 – 3.7). На картах відповідно до методики Добряка Д.С.[4] виділено такі класи придатності: I – найпридатніші землі; II – землі середньої придатності; III – обмежено придатні землі; IV – землі низької придатності (придатні після проведення меліорації, яка є екологічно й економічно обґрунтованою); V – непридатні землі.

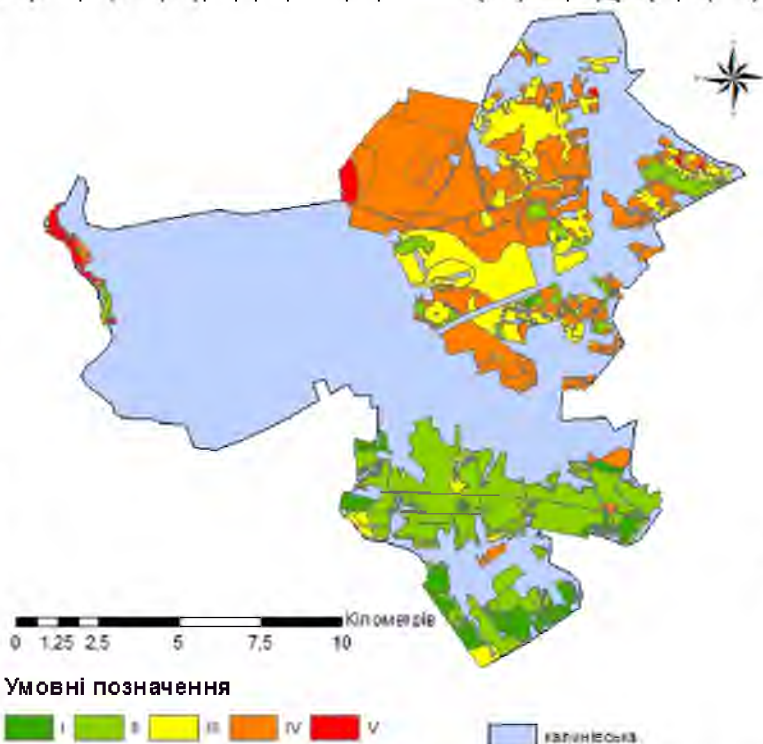


Рис. 3.4. Карта придатності ґрунтів Калинівської громади до вирощування озимої пшениці

На рисунку 3.4 Карта придатності ґрунтів Калинівської громади до вирощування озимої пшениці переважає IV клас придатності, а найменше V класу – непридатних земель.

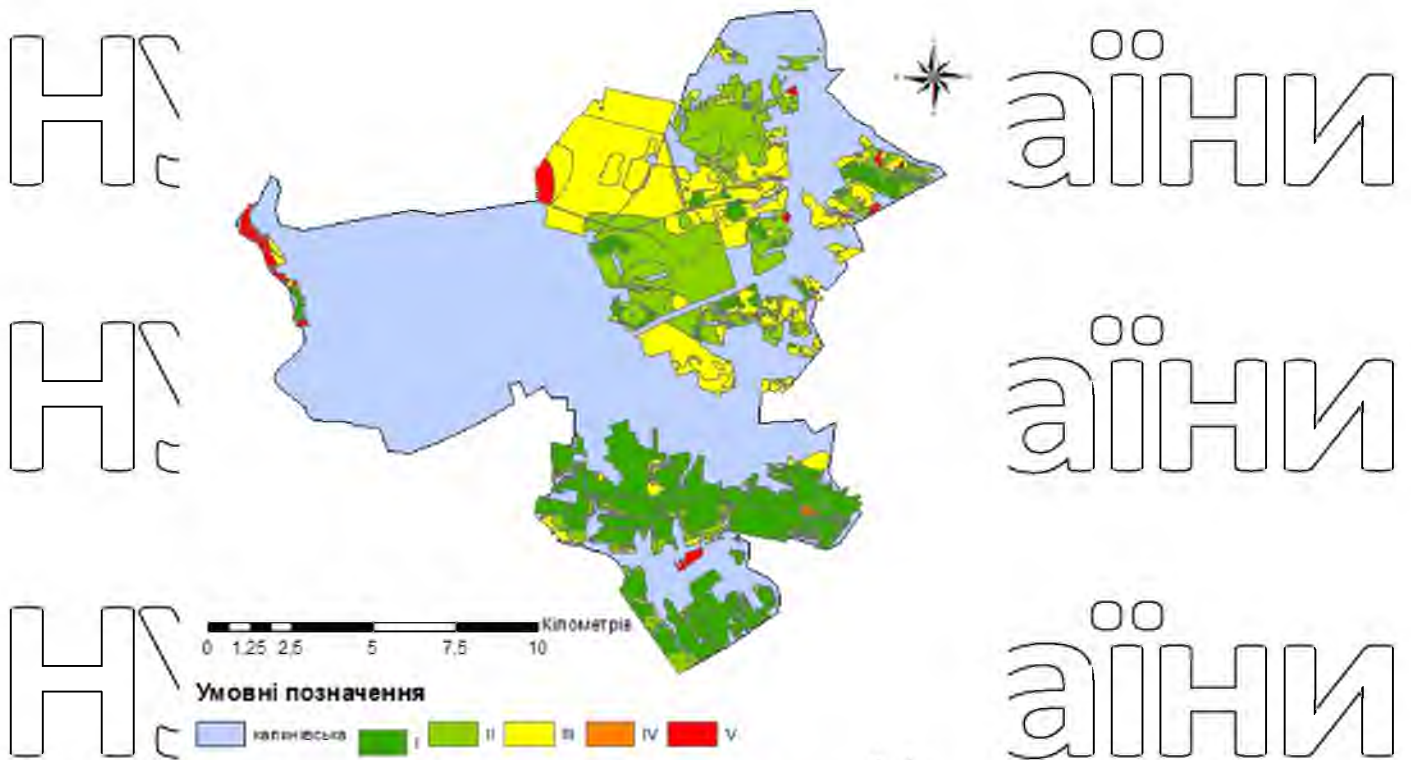


Рис. 3.5. Карта придатності ґрунтів Калинівської громади до вирощування

озимого жита

На рис. 3.5. Карта придатності ґрунтів Калинівської громади до вирощування озимого жита переважає I клас, найприватніші землі, а от IV класу придатності найменше.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

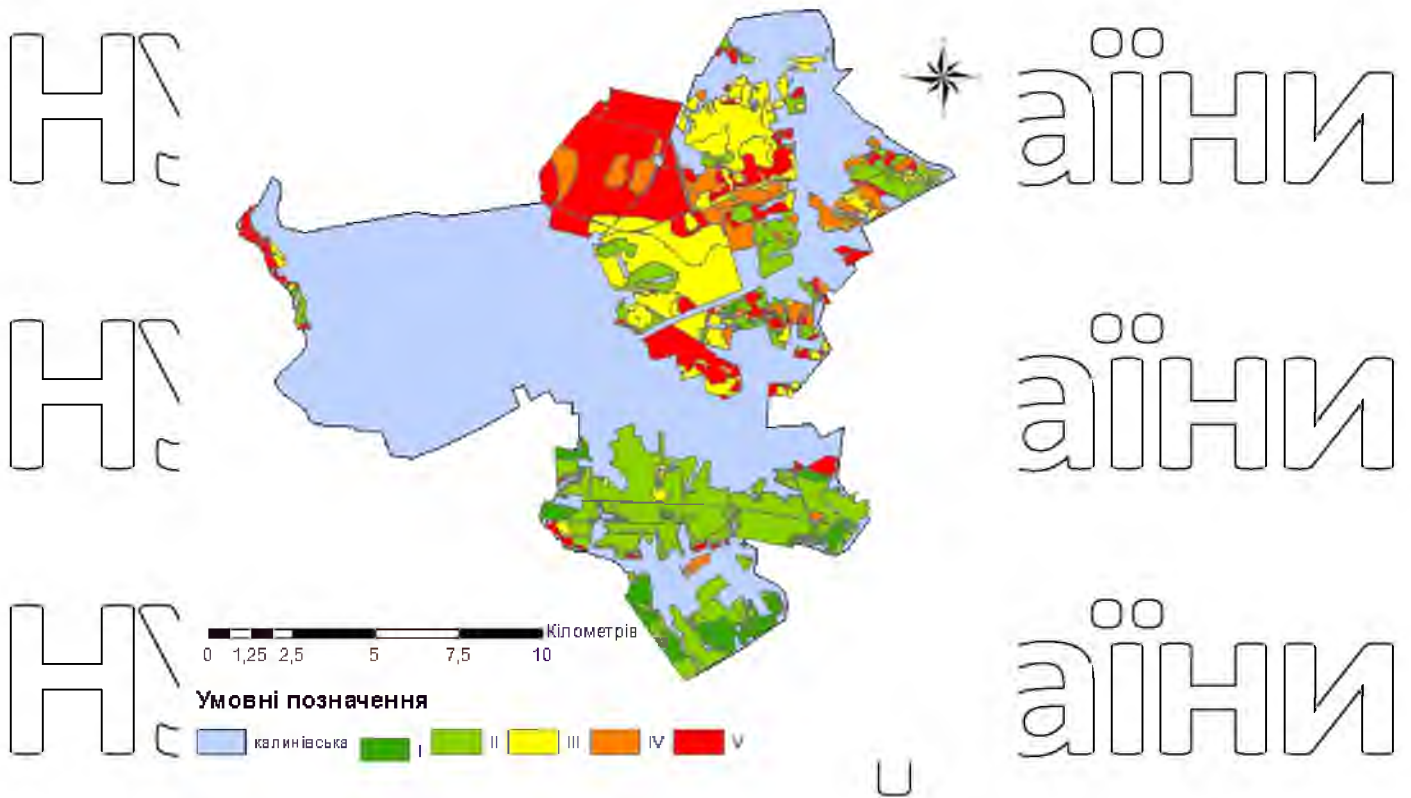


Рис. 3.6. Карта придатності ґрунтів Калинівської громади до вирощування ячменю

На рис. 3.6. Карта придатності ґрунтів Калинівської громади до вирощування ячменю найбільше переважає V клас, непридатних земель, а найменше IV класу.

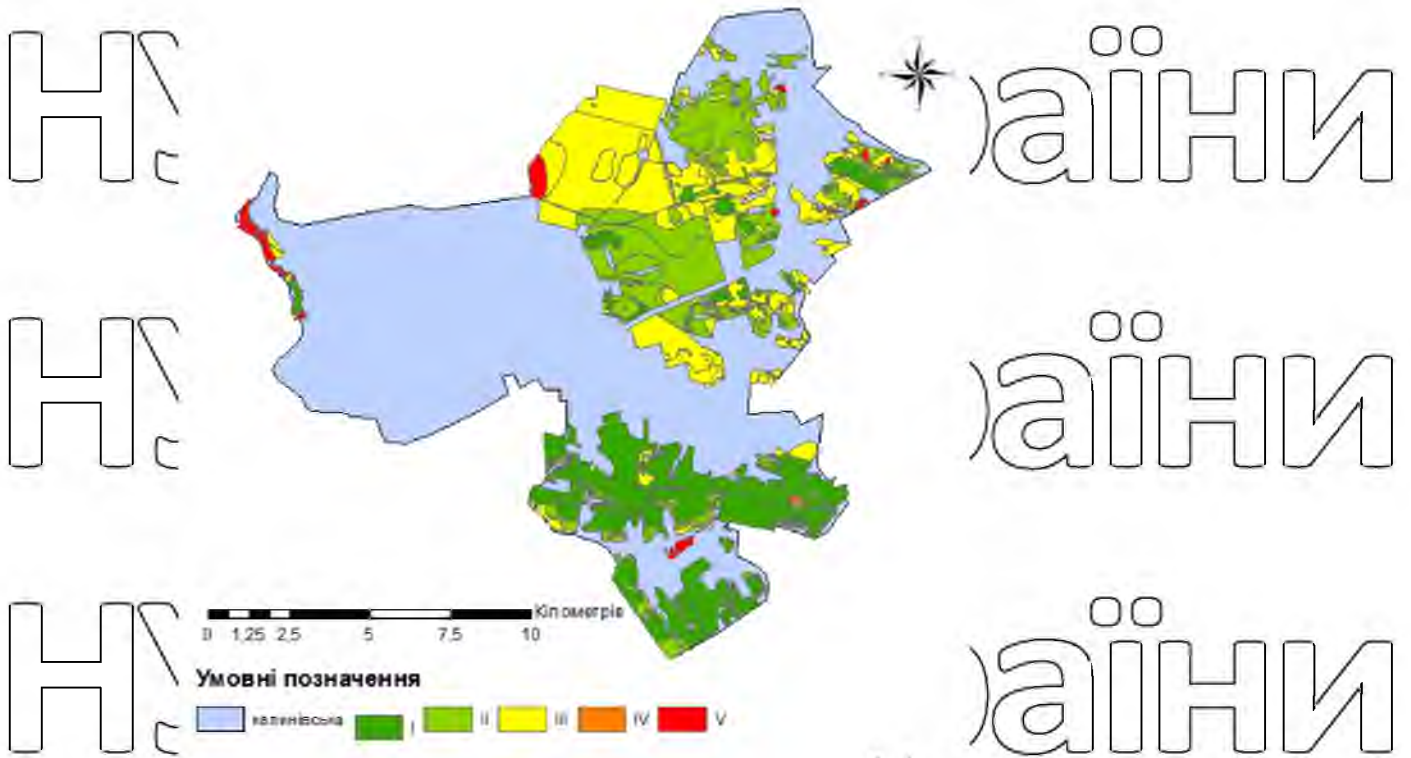


Рис. 3.7. Карта придатності ґрунтів Калинівської громади до вирощування

вівса

На рис. 3.7. Карта придатності ґрунтів Калинівської громади до вирощування вівса переважає I і II класи, придатні ґрунти а IV і V класів мінімальна кількість.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

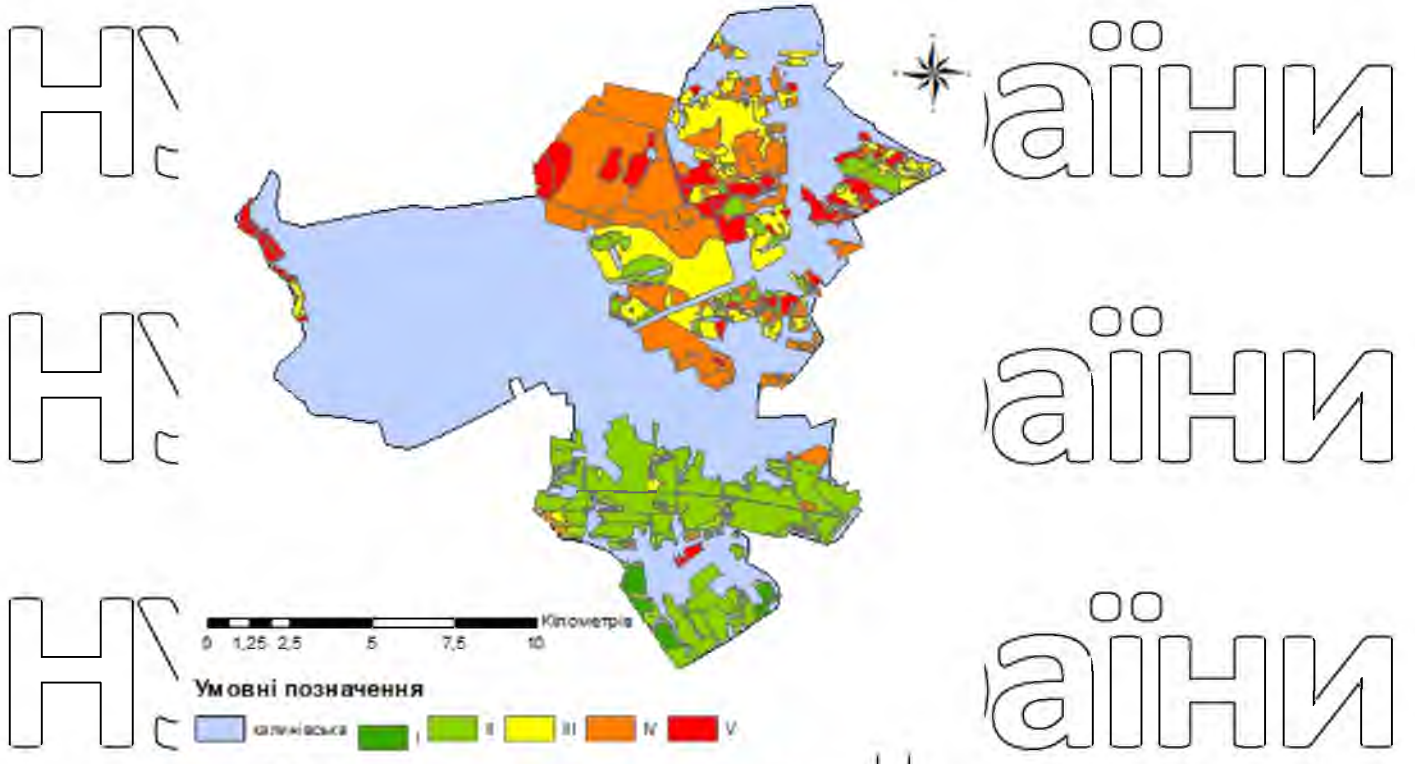


Рис. 3.8. Карта придатності ґрунтів Калинівської громади до вирощування

кукурудзи

На рис. 3.8. Карта придатності ґрунтів Калинівської громади до вирощування кукурудзи переважає II і IV класи, а V класу найменше.

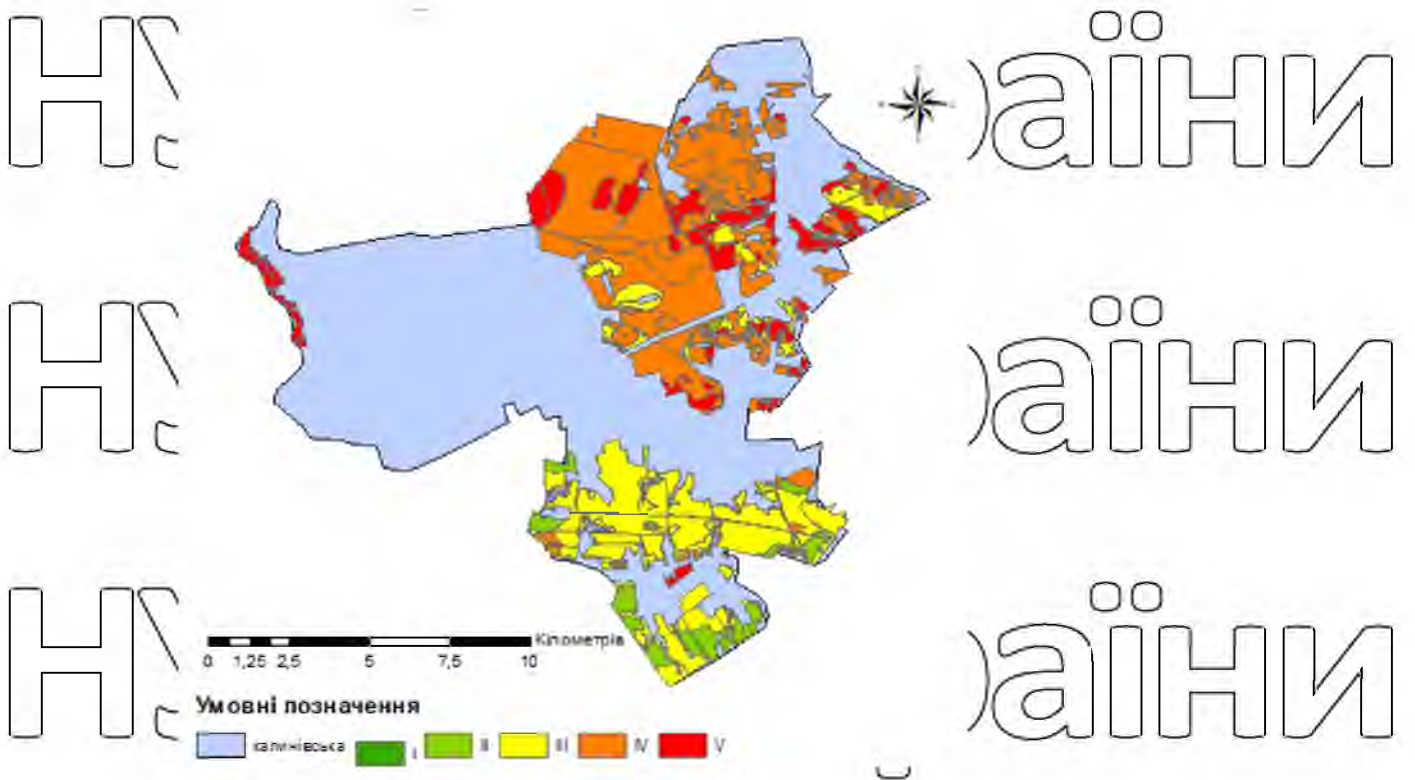
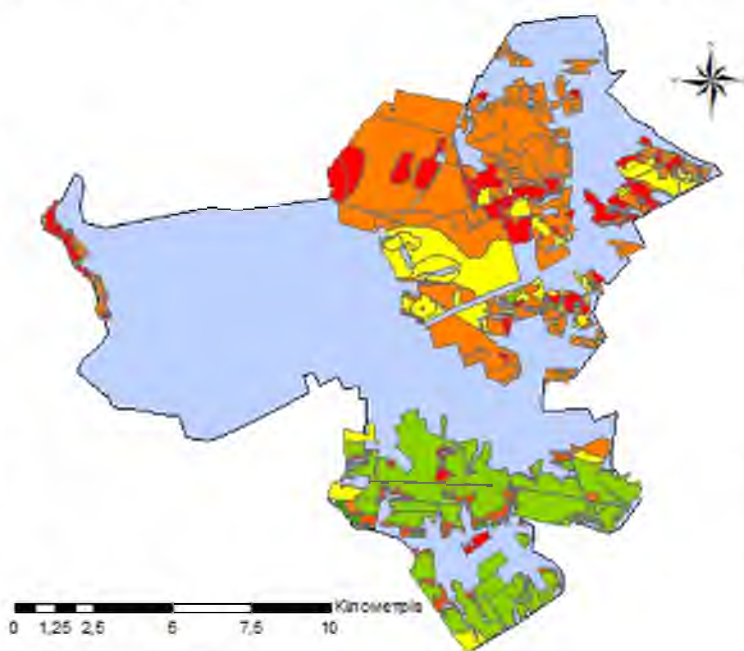


Рис. 3.9. Карта придатності ґрунтів Калинівської громади до вирощування цукрового буряка

На рис. 3.9. Карта придатності ґрунтів Калинівської громади до вирощування цукрового буряка переважає IV клас, а II і V класу найменше.



Умовні позначення

Калинівська I II III IV V

Рис. 3.10. Карта придатності ґрунтів Калинівської громади до вирощування соняшника

На рис. 3.10. Карта придатності ґрунтів Калинівської громади до вирощування соняшника переважає IV клас, а III і V класу найменше.

Цифрове землеробство застосовує новітні технології при аналізі стану ґрунту. А саме, будь-який посівний матеріал або добрива корегують і реалізують у певній мірі подачі для заданої ділянки поля. Аналіз ґрунту – це є, безпосередньо, диференційований метод внесення добрив, є так званим ідеальним методом інтерполяції даних.

Інтерполяція – це є процес застосування точок з відомими значеннями чи точок вибірки, щоб оцінити значення у інших невідомих точках.

Існують наступні види інтерполяції:

- метод найближчого сусіда (NNIDW);
- метод зважених відстаней (IDW);
 - точковий (PointInterp);
 - метод сплайну (Spline);
- метод крігінгу (Kriging);
- растровий топографічний метод (Toro to Raster);
- метод тренду (Trend);
- метод компактності/ щільності (Density) [45].

Метод зважених відстаней, ще відомий, як інтерполятор зважування зворотної відстані, припускає, що кожні вхідні точки мають локальний вплив, що зменшується при відстані. Він зважує точки, які розташовані ближче до осередку обробки, більше, ніж ті, які знаходяться далі. Зазначена кількість точок чи ж усі точки в межах зазначеного радіуса можуть бути застосовані для визначення вихідних значень кожного місця. Застосування даного методу передбачає, що змінна, яка відображається, зменшується під впливом із віддаленням саме від місця вибірки [45].

Алгоритмом зворотного зважування відстані (IDW) ефективно є інтерполятором ковзного середнього, котрий частіше використовується до дуже змінних даних. Для певних типів даних можна повернутись за місцем збору та записати нові значення, що статистично відрізняються від початкових зчитувань, але в межах загальної тенденції для даної області [45].

Інтерпольована поверхня, яка розраховується за допомогою техніки ковзного середнього, менша в порівнянні з місцевим максимальним значенням та більше за місцеве мінімальне значення.

Інтерполяція IDW помітно реалізує припущення, те що речі, котрі перебувають близько один до одного, є більш схожими, аніж ті, які перебувають далі. Для прогнозування значення для будь-якого невиміряного місця IDW використовуватиметься виміряні значення, які оточують місце прогнозування. Ті виміряні значення, які є найближчими до місця передбачення, матимуть більший

вплив на передбачуване значення, аніж ті, які знаходяться далі. Таким чином, IDW припускає, саме кожна вимірня точка має місцевий вплив, котрий стає менший з відстанню. Функцію IDW треба застосовувати, коли набір точок є досить щільним, для охоплення ступені локальних змін поверхні, які необхідні для аналізу. IDW визначає значення комірок при допомозі лінійно зваженого комбінованого набору точок у вибірці. Він зважує точки, які розташовуються ближче до місця передбачення, більші, ніж ті, які віддалені, звідси і виходить назва, зважена на відстань [45].

Метод IDW обчислює значення для кожного вузла сітки, досліджуючи оточуючі точки даних, які знаходяться в заданому користувачем радіусі пошуку. Деякі чи всі точки даних можуть бути використані в процесі інтерполяції. Значення вузла розраховується шляхом усереднення зваженої суми всіх балів. Точки даних, котрі прогресують далі від вузла, мають вплив на обчислюване значення набагато менше, аніж ті, які лежать ближче до вузла [45].

Навколо кожного вузла сітки генерується радіус, з якого вибираються точки даних, що будуть застосовані при розрахунках. Параметри контролю використання IDW включають в себе потужність, радіуси пошуку, фіксовані радіуси пошуку, змінні радіуси пошуку та бар'єри [45].

Тож, переваги методу зважених відстаней (IDW) такі:

- щільні рівномірно космічні точки добре інтерполюються (рівні ділянки зі скелями);

- можна оцінити екстремальні зміни рельєфу, такі як: скелі, лінії розломів;
- може збільшувати або зменшувати кількість точок вибірки, щоб впливати на значення комірок [45].

Недоліки у методі зважених відстаней (IDW) також присутні:

- не дуже добре працює для умов гірських районів [45];
- неможливо оцінити вище максимального або нижчого мінімального значення.

Метод найближчого сусіда має в собі багато позитивних рис, бо можна застосовувати як для інтерполяції, так і для екстраполяції, і, зазвичай, добре

працює з кластерними точками розсіювання. Інший середньозважений метод, основне рівняння, яке застосовується при природній сусідській інтерполяції, ідентичне такому, яке застосовується при інтерполяції IDW. Даний метод ефективно обробляє великі набори даних у точках введення. При застосуванні методу Natural Neighbor місцеві координати показують ступінь впливу будь-яких точок розсіювання у вихідні комірки [45].

Метод Natural Neighbor – є методом геометричної оцінки, котрий застосовує природні регіони сусідства, які генеруються навколо кожної точки в наборі даних [45].

Як і IDW, даний метод інтерполяції є середньозваженим у методі інтерполяції. Але замість того, аби знайти значення інтерпольованих точок за допомогою всіх вхідних точок, зважених на їх відстані, Natural Neighbors interpolation робить триангуляцію вхідних точок і обирає найближчі вузли, які утворюють опуклу оболонку навколо точки інтерполяції, а вже потім зважує їх значення за пропорційною площею. Даний метод є найбільш доцільним, при точках даних вибірки розподіляються з нерівномірною щільністю. Це гарний метод інтерполяції загального призначення і дає ту перевагу, що вам не треба вказувати такі параметри, як на приклад радіус, кількість сусідів чи ваги [45].

Цей прийом створений щоб дотриматися локальних мінімальних та максимальних значень у файлі точок і встановлений для обмеження перевищення локальних високих значень і зниження місцевих низьких значень.

Таким чином, цей метод дає змогу створювати точні поверхневі моделі з наборів даних, що є дуже зрідка розподіленими чи дуже лінійними в просторовому розподілі [46].

Отож, перевагою методу найближчого сусіда виступає ефективність обробки великої кількості точок вибірки.

Метод сплайну оцінює значення за допомогою математичної функції, що робить мінімізацію загальної кривизни поверхні, в результаті чого гладка поверхня проходить точно через вхідні точки [46].

Концептуально він аналогічний згинанню листа гуми для проходження через відомі точки, мінімізуючи загальну кривизну поверхні. Підходить він для математичної функції до заданої кількості найближчих точок входу під час проходження через точки вибірки. Даний метод найкраще підходить для плавно змінюваних поверхонь, а саме таких як висота, висота рівня води чи концентрація забруднень [46].

Метод сплайнової інтерполяції оцінює невідомі значення, згином поверхні через відомі значення.

Існує два методи сплайну: регулярний а також натяжний.

Регулярний метод створює гладкі, поступово мінливі поверхні зі значеннями, що можуть лежати поза діапазоном даних вибірки. Він включає першу похідну (нахил), другу похідну (швидкість зміни нахилу) і третю похідну (швидкість зміни другої похідної) у свої розрахунки при мінімізації [46].

Хоча натяжний сплайн застосовує лише першу та другу похідні, він включає в себе більше точок у розрахунках сплайна, не зазвичай створює більш гладкі поверхні, хоча збільшує час обчислення. Даний метод натягує поверхню над отриманими точками, а це призводить до ефекту розтягування. Сплайн застосовує криві лінії (метод криволінійних ліній) щоб обчислити значення комірок [46].

Поверхня, яка створена за допомогою сплайн-інтерполяції, проходить через кожену точку вибірки і може перевищити діапазон значень набору точок вибірки [46].

Важливо вибір ваги для сплайн-інтерполяції.

Регулярний сплайн: чим більше вага, тим гладша поверхня. Підходять ваги від 0 до 5. Типовими значеннями є 0, 001, 01, 1 та 5 [46].

Натяжний сплайн: Чим більший вага, то тим грубіша поверхня та більше значень відповідають діапазону даних зразків. Значення ваги повинні бути більшими або дорівнювати нулю. Типовими значеннями є 0, 0,5 і 10 [46].

Тож, перевагами методу сплайна є:
створює ефект гладкої поверхні

– корисно для оцінки балів вище і нижче мінімуму.

А от недоліками методу сплайна є:

коли точки вибірки знаходяться близько один до одного і мають надзвичайні відмінності у значенні, інтерполяція сплайну також не працює. Це пояснюється тим, що сплайн використовує розрахунки нахилу (зміна на відстань), щоб з'ясувати форму гнучкого гумового листа [46];

– скелі та лінії розломів погано представлені через ефект згладжування.

Метод крігінгу – це геостатистична техніка інтерполяції, що враховує як відстань, так і ступінь варіації між відомими точками даних при оцінці значень у невідомих областях. Крігінг-оцінка - це зважена лінійна комбінація відомих значень вибірки навколо точки, що підлягає оцінці [47].

Процедура Крігінга, що генерує розрахункову поверхню з розсіяного набору точок зі значеннями z. Крігінг припускає, відстань або напрямок між точками зразків відображає просторову кореляцію, що може бути застосована для пояснення змін у поверхні. Інструмент Kriging підбирає математичну функцію до певної кількості точок або всіх точок у межах заданого радіуса для визначення вихідного значення для кожного місця. Крігінг - багатоступеневий процес; котрий включає дослідницький статистичний аналіз даних, моделювання варіограми, створення поверхні, (за бажанням) дослідження поверхні дисперсії. Крігінг виступає найбільш доречним, коли ви знаєте, що в даних є просторово корельована відстань або напрямлений ухил. Його часто застосовують у ґрунтознавстві та геології [47].

Прогнозовані значення отримують із міри взаємозв'язку у зразках із застосуванням складної техніки середнього зваженого. Він застосовує радіус пошуку, котрий може бути фіксованим або змінним. Сформовані значення комірки можуть перевищувати діапазон значень зразків, і поверхня не проходить через зразки [48].

Крігінг подібний до IDW тим, що він зважає навіколишні виміряні значення, для отримання прогноз для невиміряного місця.

Загальна формула для обох інтерполяторів формується як зважена сума даних:

$$(S_0) = Z(S_i), \quad (3.1.1.)$$

де: $Z - (s_i)$ = вимірне значення в i -му місці;

– λ_i = невідома вага для вимірного значення в i -му місці;

– s_0 = місце передбачення;

– N = кількість вимірних величин [48].

У IDW вага λ_i залежатиме виключно від відстані до місця передбачення.

Але, за допомогою методу крігінгу, ваги базуються не тільки на відстань між вимірюваними точками та місцем прогнозування, а також на загальному просторовому розташуванні вимірюваних точок.

Для застосування просторового розташування у вагах просторова автокореляція повинна бути кількісно визначена. Таким чином, у звичайному крігінгу вага λ_i залежить від пристосованої моделі до вимірюваних точок, відстані до місця передбачення та просторових співвідношень між вимірними значеннями навколо місця передбачення.

Також, існують такі види крігінгу:

– простий крігінг може використовувати як просторові залежності, так і коваріації, використовувати перетворення та допускати похибки вимірювання;

– звичайний крігінг може використовувати як просторові залежності, так і коваріації, використовувати перетворення та видаляти тренди, а також допускати помилку вимірювання;

– індикатор крігінгу може використовувати як просторові залежності, так і коваріації;

– універсальний крігінг може використовувати як просторові залежності, так і коваріації, використовувати перетворення та допускати помилку вимірювання;

– імовірний крігінг який застосовується як просторові залежності, так і коваріації, перехресні коваріації та перетворення, але це не може допускати похибки вимірювання;

– диз'юнктивний крігінг може використовувати як просторові залежності, так і коваріації та перетворення, але він не може допускати помилки вимірювання [48].

Отже, позитивними сторонами крігінгу є:

– перевищує мінімальне та максимальне значення балів;

– можуть бути враховані спрямовані впливи: ерозія ґрунту, потік замулення, потік лави та вітри.

Недоліками крігінгу є:

– не проходить через жодне з точкових значень і призводить до того, що інтерпольовані значення є вищими або нижчими від реальних значень [45].

Точковий метод – метод, подібний до IDW, функції якого дозволяють більше контролювати околиці вибірки. Вплив конкретного зразка на значення інтерпольованої комірки сітки залежить від того, чи розташовані точка зразка в околиці комірки, і як далеко від інтерпольованої комірки вони знаходяться.

Точки за межами району впливу не мають [45].

Зважене значення точок усередині сусідства обчислюється із застосуванням зваженої на відстані інтерполяції або зворотної експоненціальної інтерполяції відстані.

Метод тренду – це статистичний метод, котрий визначає поверхню, що відповідає точкам вибірки, застосовуючи регресію з найменшим квадратом. Він підходить для одного поліноміального рівняння на всю поверхню. Це призводить до появи поверхні, що мінімізує дисперсію поверхні щодо вхідних значень.

Поверхня побудована таким чином, аби для кожної вхідної точки сукупність різниць між фактичними значеннями та розрахунковими значеннями (тобто дисперсія) була якомога меншою [45].

Отримана поверхня зрідка проходить через вхідні точки. Можна зробити висновок, що це неточний інтерполятор. Але цей метод виявляє тенденції у вибіркових даних і подібний до природних явищ, що зазвичай плавно змінюються [45].

Перевага методу тренду є те, що поверхні тренду корисні для виявлення грубих масштабних моделей у даних; інтерпольована поверхня зрідка проходить через точки зразків [45].

Растровий топографічний метод інтерполюючи значення висоти для растру, накладає обмеження, які забезпечують гідрологічно правильну цифрову модель висоти, що містить підключену дренажну структуру і правильно відображає хребти та потоки з вхідних контурних даних. Він застосовує ітераційний метод інтерполяції з кінцевою різницею, що оптимізує обчислювальну ефективність локальної інтерполяції без втрати поверхневої безперервності глобальної інтерполяції. Він був спеціально розроблений для інтелектуальної роботи з контурними входами [45].

Отже, растровий топографічний метод – це спеціалізований інструмент, щоб створювати гідрологічно правильні растрові поверхні на основі векторних даних компонентів рельєфу, таких як точки висоти, контурні лінії, лінії потоків, озерні багатокутники, точки поглинання і полігони кордону дослідження [45].

Метод компактності або щільності робить поверхню, що представляє, скільки якоїсь речі є на одиницю площі. Інструмент щільності корисний для створення поверхонь, які відображають розподіл популяції дикої природи за сукупністю спостережень чи ступінь урбанізації району на основі щільності доріг [45].

Дослідну ділянку Калинівської громади наведено на рис. 3.11. Ділянка складається із 35 просторових показників – точок. Планується інтерполювати ділянку у програмному забезпеченні ArcGIS. До програмного забезпечення ArcMap було завантажено 35 просторових показників. Через функцію ArcToolBox було проведено інтерполяцію по кожному показнику таблиці атрибутів.

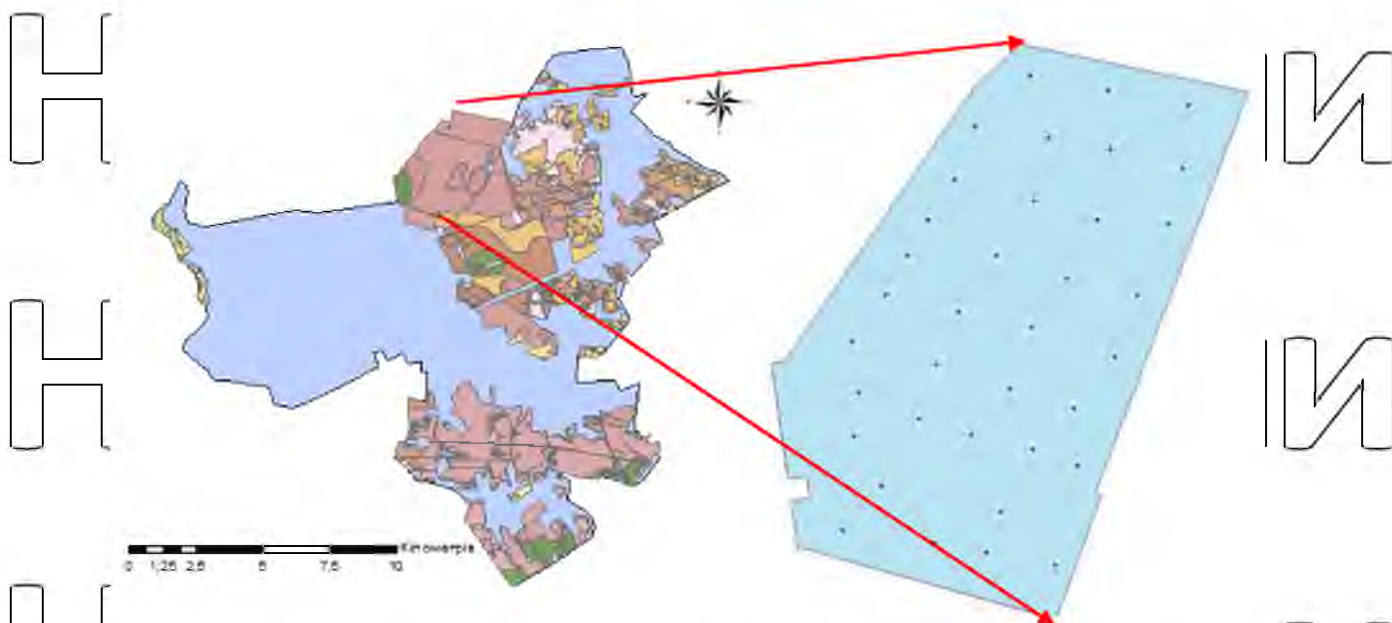


Рис. 3.11. Картографічне подання дослідної Калнівськї громади для вирощування соняшника

Ґрунти території, які прилегли до автомагістралі міжнародного значення Київ-Одеса, зазнають забруднення викилами через автотранспорт.

Для оптимізації ведення сільськогосподарського виробництва є потреба володіти інформацією, що містить дані про власників та користувачів, про саму земельну ділянку, про прийоми вирощування культур, альтернативні способи ефективного та раціонального використання земель, покращення родючості ґрунтів.

Головною характеристикою ґрунту є родючість. Під терміном родючості криється здатність ґрунтового шару задовольняти потребу культур у поживних речовинах та воді [53].

Щодо ступеня еродованості ґрунти поділяють на:

– слабоеродовані – втрата гумусу 20%; трапляються на слабопохилих вододілах;

– середньоеродовані - втрата гумусу 20-40%; трапляються на похилих вододілах; піддаються безодньому розмиву;

– сильноеродовані – втрата гумусу 40-60%; піддаються поверхневому змиву, можливі утворення ярів; розташовані на стрімких та хвилястих вододілах [53].

У дослідженні проаналізовано варіювання ґрунтової родючості на основі використання регулярного способу відбору зразків ґрунту та інтерполяції показників з подальшою статистичною обробкою результатів. Використано метод IDW - метод зважених відстаней (рис. 3.12 – 3.14).



Рис. 3.12 Картографічне подання поверхні досліджуваної ділянки за вмістом фосфору

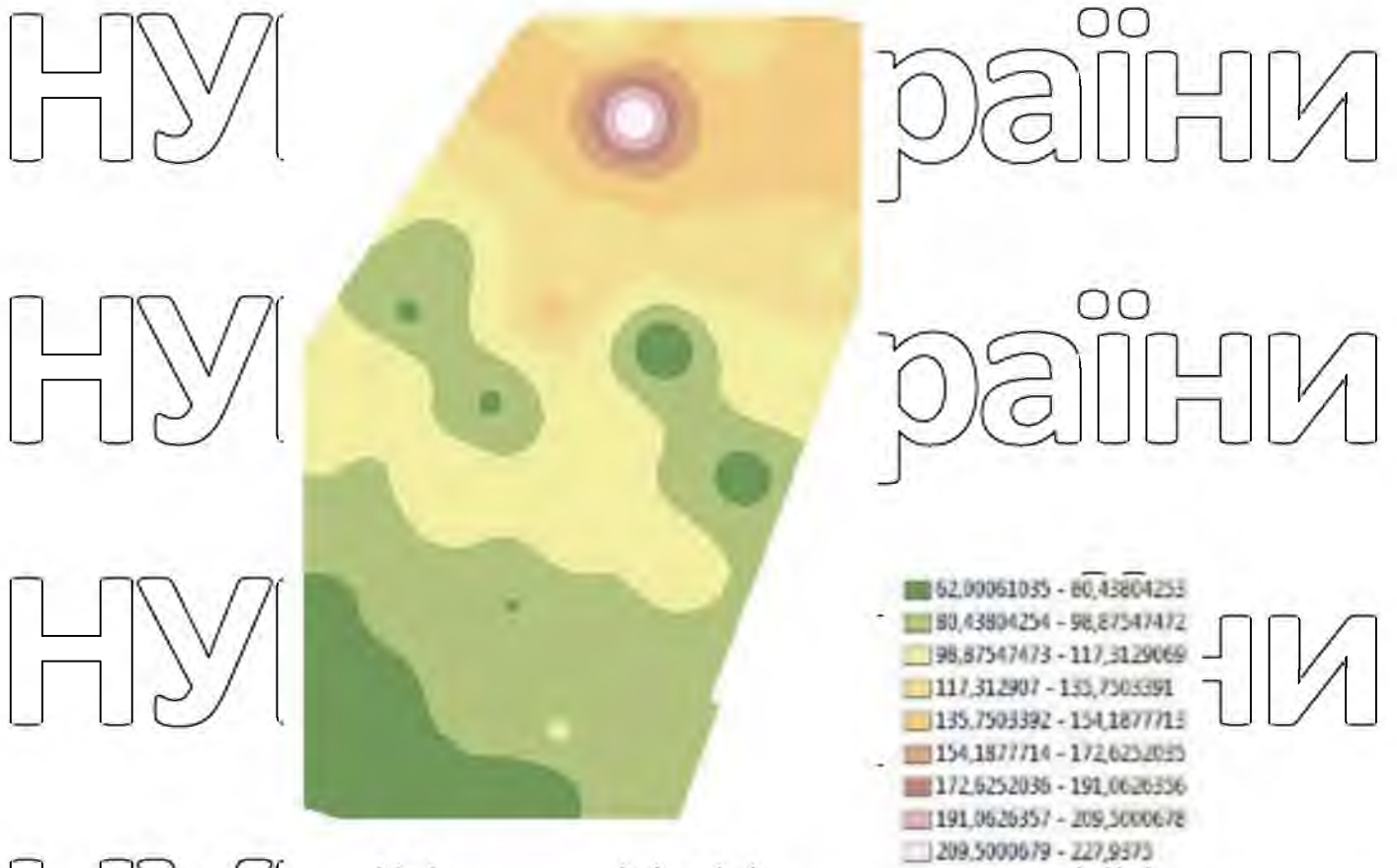


Рис. 3.13 Картографічне подання поверхні досліджуваної ділянки за вмістом калію

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

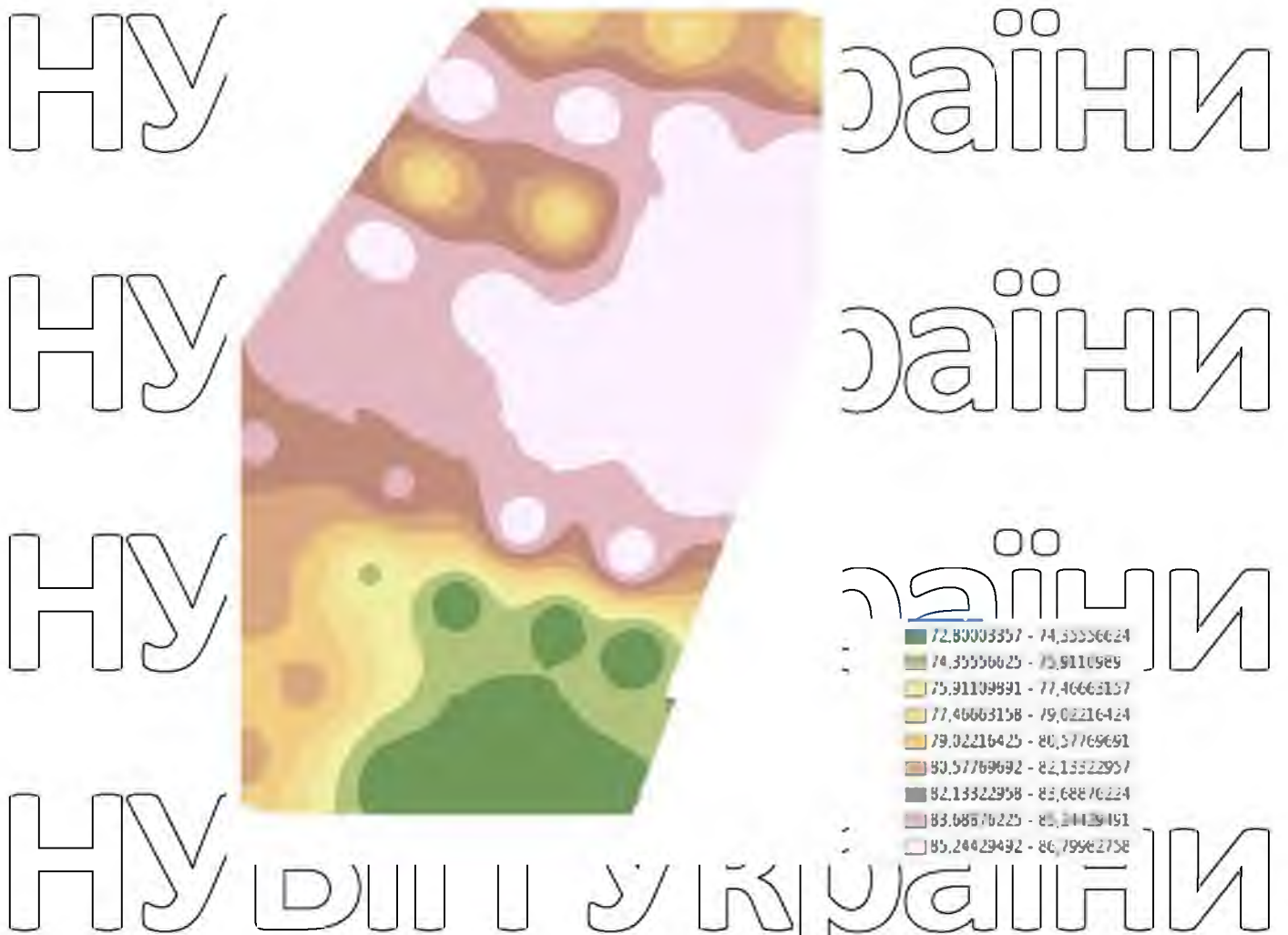


Рис. 3.14 Картографічне подання поверхні досліджуваної ділянки за вмістом лужногідролізованого азоту

НУБІП УКРАЇНИ

Отже, шляхом інтерполяції з точкових даних створені картограми показників родючості ґрунтів, їх розподіл. Можна сказати, що вміст лужногідролізованого N коливається слабо. Існує два класи, що групуються за стандартною класифікацією - низький та середній. Характеристики поживних речовин класифікували на 2-3 класи, тоді як 5 класів було визначено для шару скелю.

НУБІП УКРАЇНИ

Висновки до третього розділу

В розділі 3 досліджено територію Калинівської територіальної громади Фастівського району Київської області. Досліджувана територія має сприятливі кліматичні умови та ґрунти для сільськогосподарського виробництва.

Досліджено ґрунтовий покрив Фастівського району загалом, та окремо Калинівської громади;

Картографічно подано таку інформацію, як:

- придатності ґрунтів Калинівської громади до вирощування озимої пшениці;

- придатності ґрунтів Калинівської громади до вирощування озимого жита;

- придатності ґрунтів Калинівської громади до вирощування ячменю;

- придатності ґрунтів Калинівської громади до вирощування вівса;

придатності ґрунтів Калинівської громади до вирощування кукурудзи;

- придатності ґрунтів Калинівської громади до вирощування цукрового буряка;

- придатності ґрунтів Калинівської громади до вирощування

соняшника;

- подання поверхні досліджуваної ділянки за вмістом фосфору;

- подання поверхні досліджуваної ділянки за вмістом калію;

- подання поверхні досліджуваної ділянки за вмістом

лужнодірлізованого азоту

ВИСНОВКИ

У магістерській роботі проведено дослідження інтеграції геопросторових даних у технологіях цифрового землеробства.

В ході виконання завдання на магістерську роботу було проаналізовано стан вивчення питання та розвитку сучасного цифрового землеробства, визначено принципи геоінформаційного забезпечення технологій цифрового землеробства.

У роботі досліджено та розроблено концептуальну модель ГІС. Створені базові моделі на основі мови UML: діаграми діяльності, класів, пакетів та варіантів використання для забезпечення інтегрування різномірних геопросторових даних у задачах цифрового землеробства.

Отже, у магістерській роботі:

- визначені поняття цифрового землеробства;
- обґрунтовані теоретичні засади цифрового землеробства, проаналізовано сучасний стан розвитку цифрового землеробства в Україні та закордоном;
- створено концептуальну модель ГІС для забезпечення інтегрування геопросторових даних у технологіях цифрового землеробства;
- досліджено територію Калинівської територіальної громади, Фастівського району, Київської області;
- Досліджено ґрунтовий покрив Калинівської громади;
- визначені перспективи розвитку цифрового землеробства в Україні.

У магістерській роботі відображено процес розроблення структури геоінформаційної системи для інтегрування різномірних даних, у тому числі геопросторових даних, у технологіях цифрового землеробства. Обґрунтовано підхід до обробки та збору різномірних даних в ГІС для подальшої інтеграції у цифрове землеробство.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Нормативно-правові акти:

1. Земельний Кодекс України від 25.10.2001 р. Відомості Верховної Ради України. 2002. № 3-4. Ст. 27.

Електронні ресурси (віддаленого доступу):

2. Економіка Київської Русі (IX - XII ст.). URL: https://osvita.ua/vnz/reports/ekonom_history/24791.

3. Господарське життя та економіка Київської Русі. URL: https://edera.gitbook.io/ed-era-book-history/poltichnii_ustri/gospodarske_zhittya_ta_ekonomka_rus.

4. Точне землеробство. URL: <https://superagronom.com/slovník-agronoma/tochne-zemlerobstvo-id18871>.

5. Неоднорідність пласта. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Неоднорідність_пласта.

6. Послуги точного землеробства. URL: <https://agrotek.in.ua/nashi-brendi/Poslugi-tochnogo-zemlerobstva>.

7. Yield Monitoring. URL: <https://www.farms.com/precision-agriculture/yield-monitoring>.

8. What is Variable Rate Technology and how is it Shaping the Farming Future? URL: <https://agrodaily.com/2017/08/11/what-is-variable-rate-technology-and-how-is-it-shaping-the-farming-future>.

9. Precision Agriculture in the Ukraine. URL: <https://www.ispag.org/article-display/?id=516>.

10. Smart Farming in 2020: How IoT sensors are creating a more efficient precision agriculture industry. URL: <https://www.businessinsider.com/smart-farming-iot-agriculture>.

11. How big data will revolutionize the global food chain. URL: <https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-digital/our-insights/how-big-data-will-revolutionize-the-global-food-chain>.

12. Smart farming. URL: [https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/news/magazine/ISOfocus%20\(2013NOW\)/en/2017/ISOfocus_122/ISOfocus_122_EX.pdf](https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/news/magazine/ISOfocus%20(2013NOW)/en/2017/ISOfocus_122/ISOfocus_122_EX.pdf).

13. Introduction to GIS. URL: <http://www.geogra.uah.es/patxi/gisweb/GISMModule/GISTheory.pdf>.

14. GIS & Geospatial Data. URL: <https://libguides.library.arizona.edu/GIS/about-gis>.

15. Geography. URL: <https://www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/intro/intro.html>.

16. ESRI. URL: <https://www.esri.com/news/arcnews/fall12/articles/the-fiftieth-anniversary-of-gis.html>.

17. Tomlinson, R. F. 1962 Computer Mapping: An Introduction to the Use of Electronic Computers In the Storage, Compilation and Assessment of Natural and Economic Data for the Evaluation of Marginal Lands. URL: <https://gisandscience.files.wordpress.com/2012/08/4-computermapping.pdf>.

18. Open Source GIS History. URL: https://wiki.osgeo.org/wiki/Open_Source_GIS_History.

19. Longley, P.A., Goodchild, M.F., Maguire, D.J. & Rhind D.W. 2011: Geographic Information Systems & Science (Third Edition). Wiley Hoboken, New Jersey.

20. What Is GIS? URL: <https://mapcruzin.com/what-is-gis.htm>.

21. Environmental data to inform actions and decisions. URL: <http://www.geostore.com/environment-agency>.

22. GIS Mapping, Education and Research/Transforming Data and Information Into Knowledge. URL: <http://mapcruzin.blogspot.com/2014/09/drought-maps-and-charts-updated-weekly.html>.

23. Utilizing GIS to Support Advocacy and Social Justice A Case Study of University-Led Initiatives. URL: <http://kirwaninstitute.osu.edu/does/publications/gis-mapping-research-paper.pdf>.

24. Predicting Prehistoric Site Location in the Southern Caucasus By Christopher M. Nicholson, Charles P. Egeland, and Boris Gasparian. URL: <https://www.esri.com/news/arcnews/winter1112/articles/predicting-prehistoric-site-location-in-the-southern-caucasus.html>.

25. GIS for Green Government. URL: <https://www.esri.com/library/brochures/pdfs/gis-for-green-government.pdf>.

26. Government Digital Service (GDS). URL: <https://www.gov.uk/government/organisations/public-health-england>.

27. HS2 GIS INFORMATION. URL: <http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20141027142236/http://www.hs2.org.uk/news-resources/hs2-gis-information>.

28. Digital Agriculture. URL: <http://breakthrough.unglobalcompact.org/disruptive-technologies/digital-agriculture>.

29. API for natural integration of satellite images to agricultural applications and machine learning. URL: https://agromonitoring.com/?gclid=CjwKCAjww5r8BRB6EiwArcckCTV0YmMFINx0XR7m3fW20AD4SqwjKQrSle5UGZrowFFGA1eb3MNBhoCPGkQAvD_BwE.

30. Digital Agriculture. URL: <http://www.fao.org/digital-agriculture/en>.

31. Technology and digital in agriculture. URL: <https://www.oecd.org/agriculture/topics/technology-and-digital-agriculture>.

32. GIS Water Irrigation in Digital Agriculture. URL: <https://digitalagrevolution.wordpress.com/2019/11/06/gis-water-irrigation-in-digital-agriculture>.

33. Smart farming technologies. URL: <https://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/smart-farming#:~:text=Smart%20farming%20is%20a%20management,monitoring%20and%20automating%20and%20analyzing%20operations>.

34. CORINE Land cover - Part 2: Nomenclature. URL: <https://www.eea.europa.eu/publications/COR0-landcover>.

35. Global Monitoring for Environment and Security (GMES). URL: https://www.esa.int/About_Us/Ministerial_Council_2012/Global_Monitoring_for_Environment_and_Security_GMES.

36. What is the GEOSS Platform? URL: <http://www.earthobservations.org/gci.php>.

37. Digital Farming: what does it really mean? URL: https://www.cema-agri.org/images/publications/position-papers/CEMA_Digital_Farming_-_Agriculture_4.0_13_02_2017_0.pdf.

38. How technology is changing Ukrainian agriculture for better. URL: <https://www.agroberichtenbuitenland.nl/actueel/nieuws/2019/05/27/how-technology-is-changing-ukrainian-agriculture-for-better>.

39. Главный сайт об агробизнесе. URL: <https://latifundist.com>.

40. What is Unified Modeling Language. URL: <https://www.lucidchart.com/pages/what-is-UML-unified-modeling-language>.

41. Проектування інформаційних системи на основі уніфікованої мови моделювання. URL: <https://sites.google.com/site/analizvimogdopz/lekcii/uml>.

42. UML and data modeling. URL: <https://www.lucidchart.com/pages/what-is-UML-unified-modeling-language>.

43. Самоучитель UML. URL: http://www.telenir.net/uchebniki/samouchitel_uml.

44. Діаграма класів. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Class_diagram.

45. Interpolation Methods. URL: https://www.gisresources.com/types-interpolation-methods_3/

46. Comparing interpolation methods. URL: <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/tool-reference/3d-analyst/comparing-interpolation-methods.htm>.

47. TWELVE DIFFERENT INTERPOLATION METHODS. URL: <https://www.isprs.org/proceedings/xxxv/congress/comm2/papers/231.pdf>.

48. How Kriging (3D Analyst). URL: http://resources.esri.com/help/9.3/ArcGISDesktop/com/Gp_ToolRef/3d_analyst_tools/how_kriging_3d_analyst_works.htm.

49. What is Remote Sensing? URL: <https://earthdata.nasa.gov/learn/remote-sensing>.

50. Remote Sensing. URL: <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/remote-sensing>

51. 5 Types of Data Integration You Need to Know. URL: <https://www.globalscape.com/blog/5-types-data-integration>.

52. Кохан С. С. Аерокосмічні дослідження стану посівів сільськогосподарських культур: монографія / С. С. Кохан – Корсунь-Шевченківський: ФОП Майдаченко І. С., 2014. – 310 с.

53. РОДЮЧИСТЬ ҐРУНТІВ, ЇЇ ВИДИ ТА ФАКТОРИ, ЩО ЛІМІТУЮТЬ РОДЮЧИСТЬ ҐРУНТУ. URL: <http://www.tsatu.edu.ua/rosi/wp-content/uploads/sites/20/lekcija-16-rodjuchist.pdf>.

54. <https://www.kalynivskarada.gov.ua/wp-content/uploads>

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП **ДОДАТКИ** України

НУБІП України

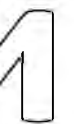
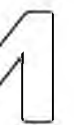
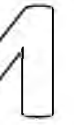
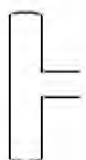
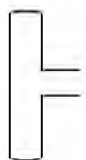
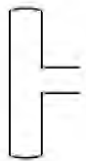
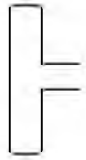
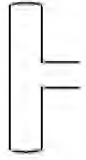
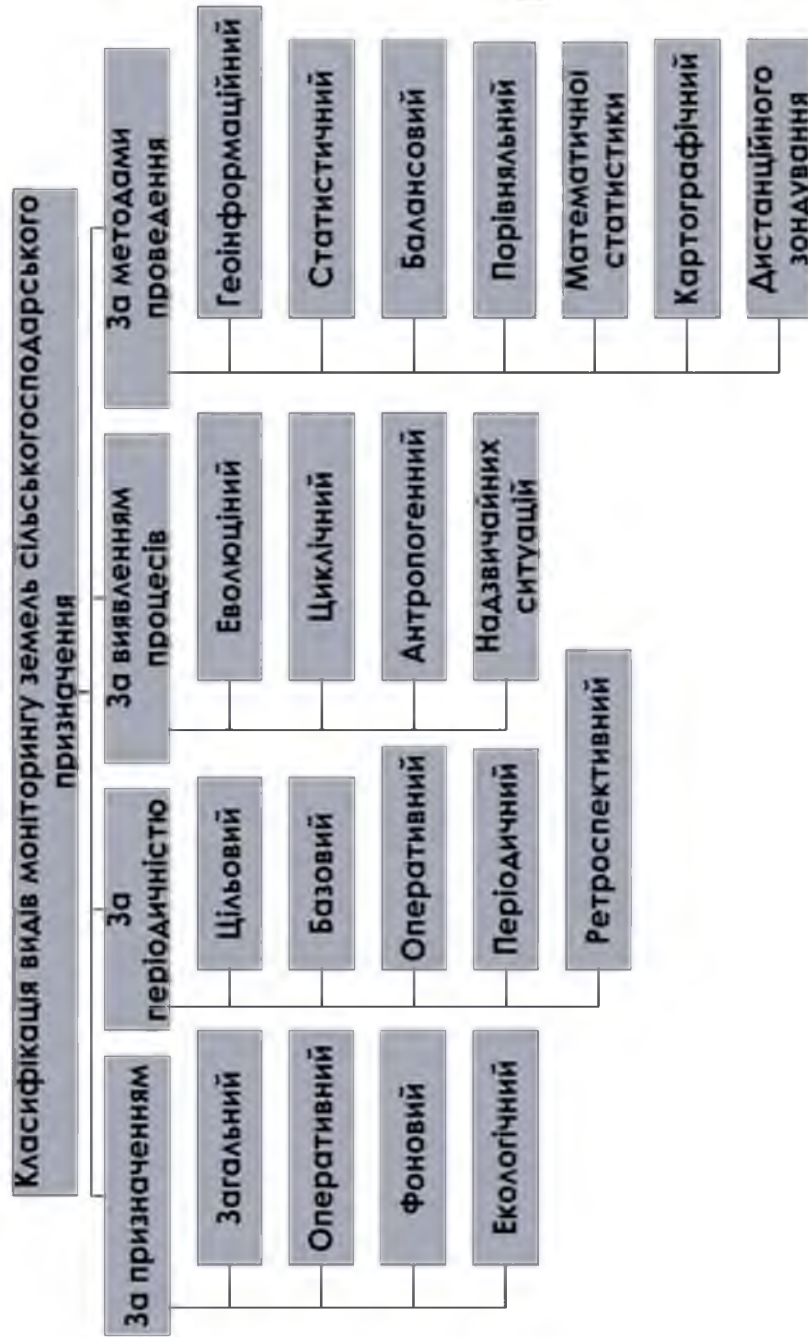
НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

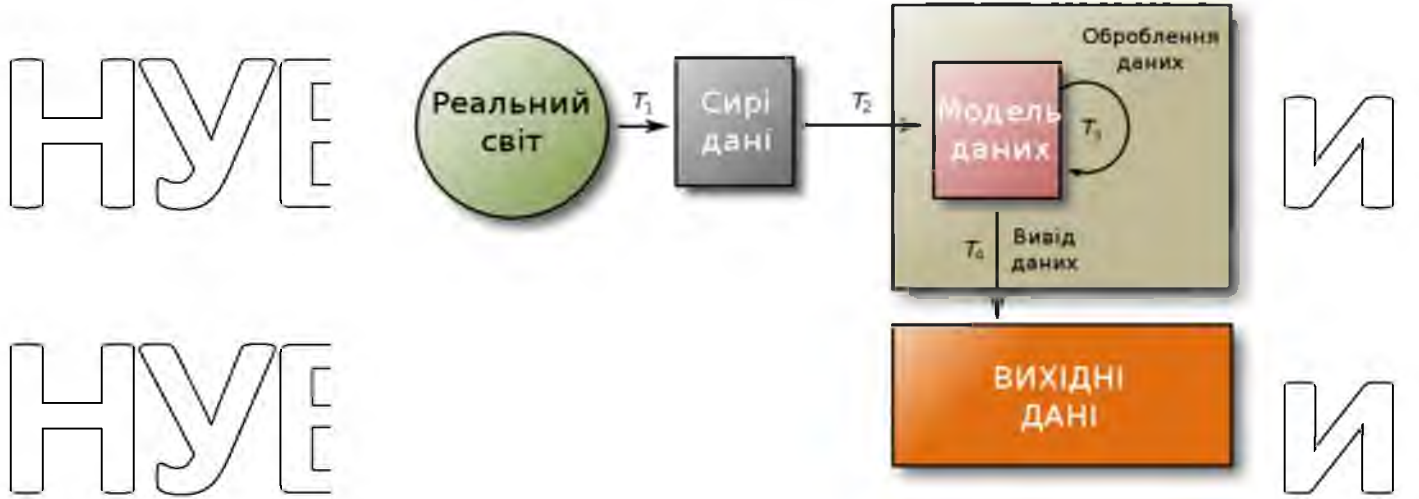
НУБІП України

Схема класифікації видів моніторингу земель сільськогосподарського призначення



НУБІП України

Інтерпретація схеми БД ГІС



НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Фрагмент знімку з БНДАу
Київській області (GoPro, RGB)



НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

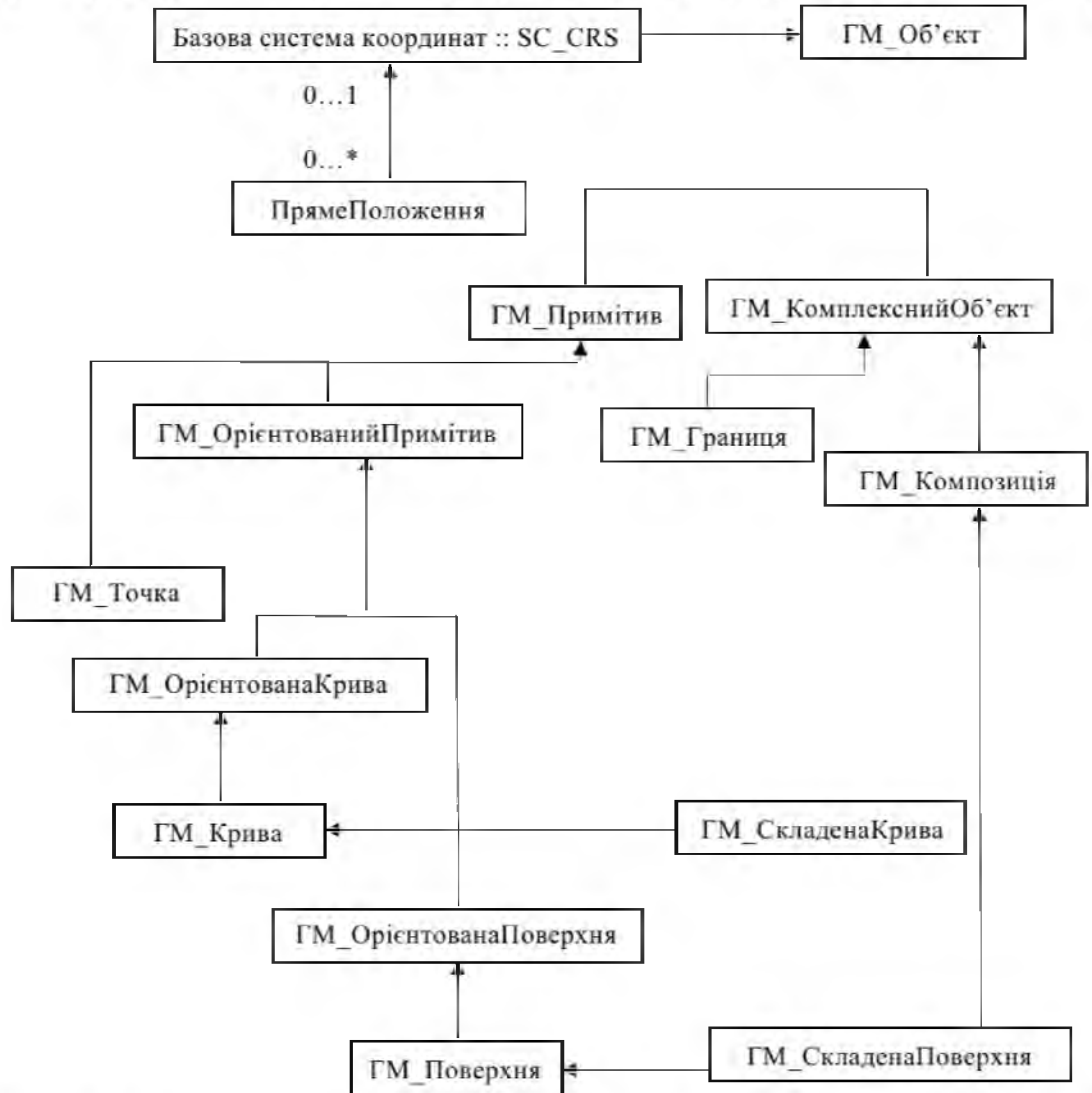
НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Пакет «Просторова схема»

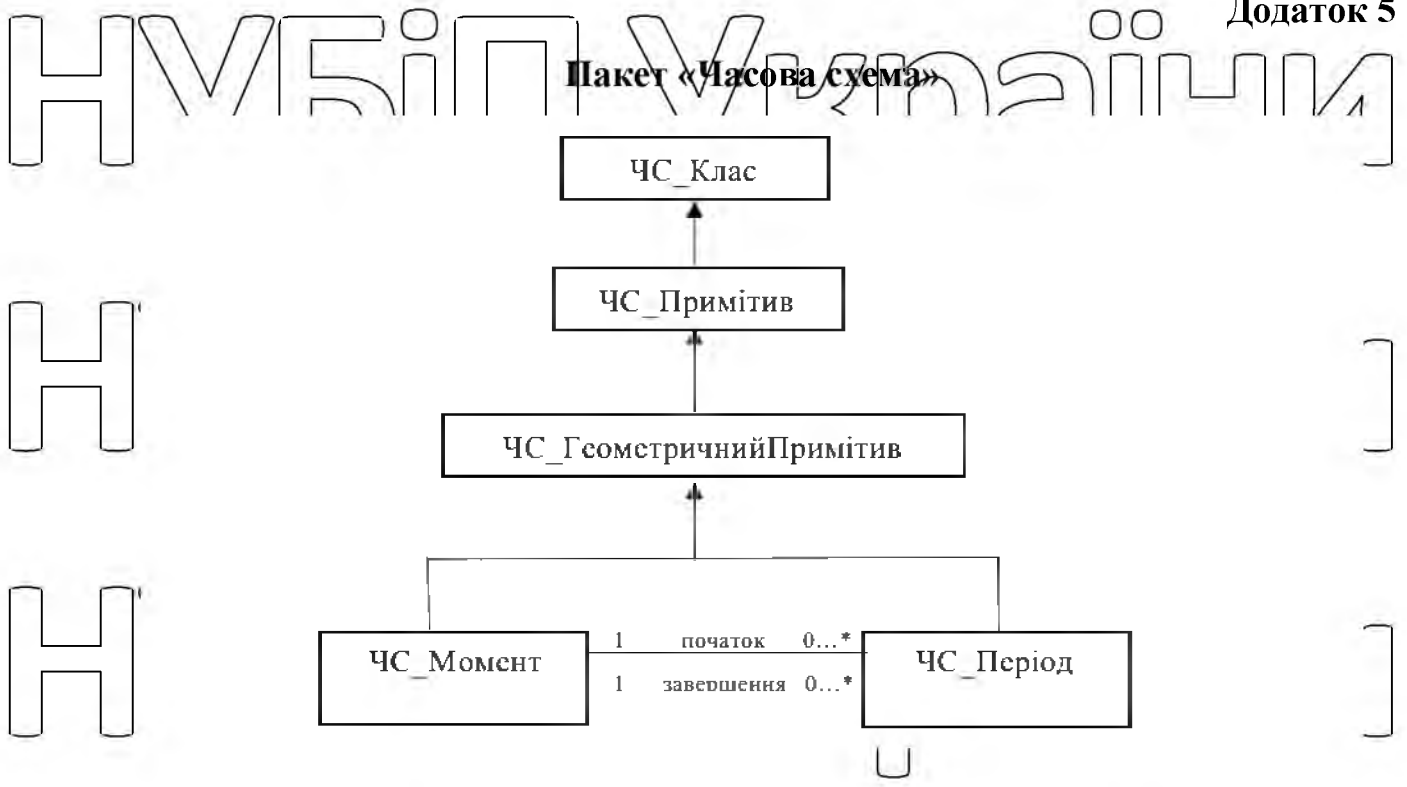


НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Пакет «Часова схема»



НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України