

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет землевпорядкування

ПОГОДЖЕНО

Декан факультету
землевпорядкування
Олександр ШЕВЧЕНКО

(підпис)

«___» _____ 2026р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри геоінформатики і
аерокосмічних досліджень Землі
Антоніна МОСКАЛЕНКО

(підпис)

«___» _____ 2026р.

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему: Геоінформаційне картографування придатності земель до
виросування основних сільськогосподарських культур Бучанської
громади**

Спеціальність «Геодезія та землеустрій»

Освітньо-професійна програма «Геодезія та землеустрій»

Гарант освітньої програми

д. геогр. н., професор
(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис) **Іван КОВАЛЬЧУК**

**Керівник бакалаврської
кваліфікаційної роботи,**

к.т.н., доцент
(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис) **Антоніна МОСКАЛЕНКО**

Виконала

(підпис) **Софія КОЗЕРЄВА**

КИЇВ – 2026

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет землепорядкуванням

ЗАТВЕРДЖУЮ

**Зав. кафедри геоінформатики і
аерокосмічних досліджень Землі**

_____ **Антоніна МОСКАЛЕНКО**

« ____ » _____ 2025 р.

**ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ БАКАЛАВРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
Козеревій Софії Сергіївні**

Спеціальність – 193 «Геодезія та землеустрій»

Тема бакалаврської кваліфікаційної роботи: «Геоінформаційне картографування придатності земель до вирощування основних сільськогосподарських культур Бучанської громади», що затверджена наказом ректора НУБіП України від «27» листопада 2025 р. № 2899 «С».

Термін подання завершеної кваліфікаційної роботи на кафедру – за десять днів до захисту

Початкові дані для бакалаврської кваліфікаційної роботи: дані про агровиробничі групи ґрунтів (просторові), межі Бучанської громади (просторові), SRTM (просторові), дані про придатність земель до вирощування основних сільськогосподарських культур (атрибутивні)

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

- Стан геоінформаційного картографування, теоретичний огляд визначення придатності земель;
- Опис Бучанської громади;
- Розробка моделей геоінформаційного картографування ;
- Реалізація геоінформаційного картографування придатності земель до вирощування основних сільськогосподарських культур .

Дата видачі завдання “ 20 ” листопада 2025 р.

**Керівник бакалаврської
кваліфікаційної роботи**

_____ **Антоніна МОСКАЛЕНКО**

Завдання прийняла до виконання

_____ **Софія КОЗЕРЄВА**

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	4
ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. ГЕОІНФОРМАЦІНЕ КАРТОГРАФУВАННЯ ПРИДАТНОСТІ ЗЕМЕЛЬ.....	9
1.1. Геопросторові дані як складова геоінформаційного картографування.....	9
1.2. Придатність сільськогосподарських земель.....	17
1.3 Характеристика Бучанської територіальної громади Київської області...	23
Висновки до першого розділу.....	29
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБЛЕННЯ МОДЕЛЕЙ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОГО КАРТОГРАФУВАННЯ	30
2.1. Розроблення моделей геоінформаційного картографування.....	30
2.2. Функціональна модель геоінформаційного картографування	32
2.3. Розроблення моделей бази геопросторових даних як складової геоінформаційного картографування.....	35
2.4. Розроблення моделі бази знань як складової геоінформаційного картографування.....	39
Висновки до другого розділу	42
РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДНА РЕАЛІЗАЦІЯ РОЗРОБЛЕНИХ МОДЕЛЕЙ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОГО КАРТОГРАФУВАННЯ	43
3.1. Визначення придатності ґрунтів до вирощування основних сільськогосподарських культур	43
3.2. Визначення придатності ґрунтів до вирощування основних сільськогосподарських культур з врахування додаткових умов до придатності ґрунтів.....	46
Висновки до третього розділу.....	60
ВИСНОВКИ.....	61
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:	63

РЕФЕРАТ

Бакалаврська кваліфікаційна робота має таку структуру: вступ, три розділи, висновки та список використаної літератури. Загальний обсяг роботи: 68 сторінок, з них основного тексту: 55 сторінок, що включає 26 рисунків, 0 таблиць. Список використаної літератури включає 36 найменувань.

У розділі 1 дослідження розглянуто теоретичні засади геоінформаційного картографування та наукові підходи до визначення придатності земель (за методикою Добряка). Наведено детальну характеристику Бучанської міської територіальної громади, включаючи її адміністративний статус, географічне положення та кліматичні умови, що є основою для подальшого моделювання.

У розділі 2 розроблено функціональну модель геоінформаційного картографування, моделі картографічних даних та логічну структуру бази геопросторових даних (БГД). Це дозволяє уніфікувати різномірну інформацію про земельні ресурси громади для їх системного аналізу.

У розділі 3 проведено дослідну реалізацію розроблених моделей на прикладі території Бучанської громади. Виконано класифікацію та картографування придатності ґрунтів для вирощування основних сільськогосподарських культур. Фінальна візуалізація отриманих результатів у середовищі ГІС дозволяє наочно відобразити придатність територій з урахуванням додаткових екологічних факторів, що забезпечує зручне та зрозуміле представлення даних для потреб управління громадою.

Ключові слова: геоінформаційне картографування, придатність земель, ГІС.

ABSTRACT

This bachelor's thesis is structured as follows: an introduction, three chapters, conclusions, and a list of references. The total length of the thesis is 67 pages, of which 55 pages consist of the main text, including 26 figures and 0 tables. The list of used references includes 36 titles.

Section 1 of the study examines the theoretical foundations of geoinformational mapping and scientific approaches to determining land suitability (using Dobryak's methodology). A detailed description of the Bucha City Territorial Community is provided, including its administrative status, geographical location, and climatic conditions, which serve as the basis for further modeling.

Chapter 2 develops a functional model of geoinformation mapping, cartographic data models, and the logical structure of the geospatial database (GDB). This allows for the unification of diverse information on the community's land resources for their systematic analysis.

Chapter 3 presents an experimental implementation of the developed models using the Bucha community as a case study. Classification and mapping of soil suitability for growing major agricultural crops were performed. The final visualization of the obtained results in a GIS environment allows for an intuitive representation of land suitability taking into account additional environmental factors, which ensures a convenient and understandable presentation of data for community management needs.

Keywords: geoinformation mapping, land suitability, GIS.

ВСТУП

Актуальність дослідження: Україна займає 3-тє місце світового рейтингу за часткою орних земель від загальної площі землі країни. Такі останні актуальні дані за 2023 рік містяться на сайті Світового банку. В Україні 32,92 млн га орних земель, з яких близько 30 млн га знаходяться у володінні й користуванні сільгосппідприємств[31]. Ця площа становить масиви, на яких виробляється основна маса продукції землеробства. В окремих районах лісостепу і степу розораність досягає 80-90%, що є небажаним оскільки, різко зменшує загальний природній потенціал території, робить її одноманітною, а господарство однобоким[21]. Понад 5 млн га орних земель в Україні на сьогодні не використовуються[24]. При сучасних змінах в землекористування Бучанської територіальної міської громади спричинені воєнними діями, зумовлюють нагальну потребу в актуалізації просторових даних та оцінці реального стану орних земель. У зв'язку з цим особливої актуальності набуває розроблення моделі геопросторової бази для зберігання та структурування даних, що забезпечить оперативне формування карт придатності земель до вирощування основних сільськогосподарських культур. За таких умов геоінформаційне картографування придатності земель є ефективним інструментом для науково обґрунтованого планування агровиробництва на рівні громади.

Об'єкт дослідження: сільськогосподарські землі Бучанської міської територіальної громади

Предмет дослідження геоінформаційне картографування придатності земель до вирощування основних сільськогосподарських культур.

Мета і завдання дослідження. Мета бакалаврської кваліфікаційної роботи полягає в виконанні геоінформаційного картографування придатності земель до вирощування основних сільськогосподарських культур на території Бучанської громади Київської області. Для досягнення мети необхідно виконати наступні завдання: проаналізувати стан геоінформаційного картографування та здійснити теоретичний огляд визначення придатності земель; здійснити опис

Бучанської громади (об'єкти дослідження); здійснити розробку моделей геоінформаційного картографування та виконати реалізацію геоінформаційного картографування придатності земель до вирощування основних сільськогосподарських культур

Алгоритм дослідження включає такі етапи:

- аналіз наукових джерел та нормативної бази щодо методів оцінки придатності ґрунтів, зокрема класифікації земель за методикою Добряка;
- збір та систематизацію вихідних даних про адміністративний устрій, кліматичні умови та ґрунтовий покрив Бучанської громади;
- розроблення функціональної моделі геоінформаційного картографування, що визначає послідовність опрацювання просторових даних про ґрунтовий покрив;
- проектування моделей структурування даних;
- створення набору тематичних карт, що включає класифікацію ґрунтів за придатністю до вирощування сільськогосподарських культур та їх візуалізацію у середовищі ГІС.

Методи дослідження: в роботі використовуються методи аналізу наукової літератури та нормативної бази, збору та систематизації геопросторових даних про стан земельних ресурсів, класифікації ґрунтового покриття, а також методи проектування баз даних та візуалізації результатів за допомогою цифрових тематичних карт.

Практичне значення роботи полягає у можливості використання розроблених карт та моделей для підтримки управлінських рішень органами місцевого самоврядування. Отримані результати можуть бути застосовані для оновлення земельно-кадастрової інформації, планування сільськогосподарського виробництва, оцінки екологічних ризиків та раціонального використання земельних ресурсів громади. Запропонований підхід може бути адаптований для інших територіальних громад України.

Інформаційна база дослідження: наукових праць щодо методики оцінки якості ґрунтів, картографічних матеріалів природно-ресурсного потенціалу

Київської області, а також статистичних даних про кліматичні та адміністративні умови Бучанської територіальної громади. У роботі використано просторові дані відкритих державних реєстрів та результати попередніх ґрунтових обстежень. У 2 розділі було використано наукову літературу для опису теоретичних засад створення функціональної моделі структури бази геопросторових даних та технічної бази створення тематичних карт в програмно продукті.

Результати роботи були представлені в І туру Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з галузей знань і спеціальностей у 2025/2026 навчальному році зі спеціальності «Геодезія та землеустрій» з темою роботи «GIS-інтеграція ґрунтового-кліматичних даних для оцінки агровиробничого потенціалу земель Бучанської громади»

Результати представлено на конференції та опубліковані тези:

Козерєва С.С. (2026) Розробка концептуальної моделі бази геопросторових даних придатності сільськогосподарських земель до вирощування основних сільськогосподарських культур. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференція, м. Київ, Україна, 5-6 березня 2026 року. Київ: НУБіП України. 2026. С 216-221.

РОЗДІЛ 1. ГЕОІНФОРМАЦІЙНЕ КАРТОГРАФУВАННЯ ПРИДАТНОСТІ ЗЕМЕЛЬ

1.1. Геопросторові дані як складова геоінформаційного картографування

Геопросторові дані — це відомості про об'єкти у просторі. Їхня базова складова є загальнодоступною і формує уніфіковану цифрову основу (координатну та просторову) для створення, інтеграції та подальшого використання будь-якої іншої інформації такого типу. Вони використовуються у географічних інформаційних системах (ГІС), картографії, міському плануванні та багатьох інших галузях [26].

Оскільки просторові дані можуть надходити з різних джерел і зберігатися у різних форматах, виникає потреба у їх об'єднанні та узгодженні. Саме для цього застосовується процес інтеграції просторових даних. Інтеграція дозволяє поєднати інформацію з різних систем у єдину базу даних, що значно підвищує ефективність аналізу та використання інформації.

Геопросторовий об'єкт має своє певне місцезнаходження на земній поверхні у визначеній системі координат. Такі об'єкти можуть поділятися на:

- **природні** (річки, рослинність);
- **рукотворні** (дороги, трубопроводи, свердловини, будівлі і споруди);
- **умовні** (адміністративні та державні межі, земельні ділянки).

Просторові дані поділяються на **базові** та **тематичні** дані. Базові дані визначені Законом України «Про інфраструктуру геопросторових даних»[26]. До **тематичних даних** належать усі види геопросторових даних, що створюються на основі базових даних або як самостійні набори даних. (схема базових наборів)

Набори даних ГІС представляють набори окремих об'єктів з їх географічним положенням і формою, але доповнюють їх описовою інформацією, що зберігається в атрибутах. Основні типи географічних представлень такі:

- просторові об'єкти (набори точок, ліній і полігонів);
- безперервні поверхні (наприклад, висота);
- зображення;
- атрибути.

Базові дані, що інтегруються в будь-який програмний продукт, поділяються на два основні типи: **векторні** та **растрові**. Існує також третій тип даних, який безпосередньо не відображається на карті — **атрибутивні дані**.

Атрибутивні дані в ГІС – це деталі, які описують властивості та характеристики просторових об'єктів. Ці просторові об'єкти можуть бути точками, лініями або багатокутниками, які представляють явища реального світу на карті. Атрибутивні дані складається з інформації, що вноситься в таблицю. У таблиці атрибутів кожному просторовому об'єкту присвоюється рядок, а кожному атрибуту об'єкта – стовпець. Тому таблиця атрибутивних даних надає більше, ніж просто “де”; це і «що», «як» і «чому», що покращує наше розуміння просторових даних. Є декілька основних типів даних, це:

- Цілі числа (Integer) застосовуються для точних числових значень без десяткових частин — ідентифікаційних кодів, кількості об'єктів, кодів адміністративних одиниць.
- Дійсні числа (Float, Double) призначені для значень із десятковою частиною: координат, площ земельних ділянок, висот над рівнем моря.
- Тип дата і час (Date/Time) використовується у просторово-часових аналізах — для фіксації дати оновлення даних, часу подій або періодичності супутникової зйомки.
- Рядкові дані (String) зберігають текстові значення: назви населених пунктів, типи ґрунтів, категорії землекористування.
- Довгий текст (Long Text) призначений для розгорнутих описів — характеристик земельних ділянок, екологічного стану території або коментарів до об'єктів. [30]

soil_valid — Features Total: 8578, Filtered: 8578, Selected: 0

	OBJECTID_1	OBJECTID	FID_SOIL_P	KOATUU	Num_R	Name_R	Area	Agrogrup
4197	46753	46680	46490	3222788600	1	Чорнобильськ...	3.58598000000	178в
4198	34834	34670	34534	3222482000	6	Фастівський	3.58799000000	149
4199	42493	42426	42258	3222781800	1	Чорнобильськ...	3.58853000000	16
4200	10041	9871	9882	3221084500	1	Чорнобильськ...	3.59047000000	142
4201	8450	8314	8325	3221055600	1	Чорнобильськ...	3.59798000000	-
4202	11628	11526	11537	3221088600	1	Чорнобильськ...	3.59826000000	-
4203	8048	7912	7923	3221055100	1	Чорнобильськ...	3.59952000000	179в
4204	45150	45007	44841	3222786500	1	Чорнобильськ...	3.60212000000	-
4205	22905	22731	22611	3221887500	2	Вишгородський	3.60909000000	178в
4206	44546	44546	44378	3222784601	1	Чорнобильськ...	3.61228000000	-
4207	9207	9116	9127	3221082000	1	Чорнобильськ...	3.61663000000	142

Рис 1.1. Фрагмент атрибутивної таблиці по вихідному шару

Цей вид даних доповнює шари карти інформацією про просторовий об'єкт.

Векторні дані — це зручний тип даних, з яким легко працювати. Вони представляють об'єкти у вигляді точок, ліній або полігонів. Наприклад, точки можуть позначати місце розташування будівель або населених пунктів, лінії — дороги чи річки, а полігони — території міст, озер або земельних ділянок. Векторні дані мають більш компактну структуру, тому розміри файлів зазвичай значно менші, ніж у растрових даних. Також перевагою векторних даних є те, що топологія притаманна саме векторній моделі.

Топологія — це набір правил, які моделюють відносини між сусідніми точками, лініями та полігонами і визначають, як вони пов'язані між собою та як поділяють спільну геометрію. Тобто методи перевірки правил топології дозволяють перевіряти правильність введених даних та контролювати користувача, що створює векторний шар. Але недоліком є те що:

- по-перше, структура даних складніша, ніж модель растрових даних;
- по-друге, реалізація просторового аналізу також може бути відносно складною через незначні відмінності в точності між вхідними наборами даних[25].

Растрові дані — це форма просторових даних, що складається з пікселів, розташованих у рядках і стовпцях. Кожен піксель представляє географічне

розташування, а значення кожного пікселя представляє характеристику цього розташування. Хоча растрові дані дуже схожі на цифрові фотографії, у контексті ГІС вони не обов'язково є одним і тим же. Растри представляють події реального світу, такі як температура та висота, і прив'язані до певного місця на поверхні Землі, тоді як традиційні фотографії просто зображують зображення[11]. Це розповсюджений тип даних, оскільки доступність засобів створення такого типу даних посилюється з часом. Це пов'язано з вдосконаленням цифрових технологій: камери телефонів, датчики на супутниках тощо. Їхнім головним мінусом у порівнянні з векторними даними є розмір файлу. Друга відмінність — це перетворення з однієї системи координат в іншу. Це дуже важливий момент, оскільки на території України можуть використовувати як міжнародну систему WGS-84, так і УСК-2000. Зміна проєкцій карти змінює розмір і форму вихідного та вхідного шарів, що часто призводить до втрати або додавання пікселів. Це, своєю чергою, призводить до зміни вихідної інформації[25].

Інтеграція просторових даних є процесом, який дозволяє об'єднувати інформацію з різних джерел для створення єдиної та узгодженої системи даних.

Для інтеграції просторових даних використовується декілька підходів. Одним із основних методів є перетворення форматів даних. Це необхідно тоді, коли інформація зберігається у різних форматах, які не сумісні між собою. До прикладу, формати даних AutoCAD і QGIS — DWG та Shape-файли. Оскільки виконавці робіт можуть працювати однаково вправно в різних програмах, то конвертація одного формату в інший для перегляду та аналізу даних є необхідною.

Ще одним важливим етапом є узгодження координатних систем. Дані можуть бути створені у різних системах координат, тому перед об'єднанням їх необхідно перетворити до єдиної системи. Оскільки на території України можуть використовуватись декілька систем координат під різні вимоги, то треба враховувати проєкцію, в якій було створено певну інформацію. Наприклад, міжнародна система WGS-84 та українська система УСК-2000

мають різну проекцію та параметри відображення координат. Це викликає неузгодженість даних між собою та викривлення їх початкової інформації.

Далі проводиться очищення даних. Це означає перевірку інформації на наявність помилок, неточностей або дублювання. Прикладом може стати вищезазначена технологія перевірки топології на векторних шарах. При такій перевірці враховуються правила, за якими відбираються ділянки з помилками, такі як самоперетин або незімкненість контуру, що є неприйнятним. Після цього дані можуть бути об'єднані в єдину базу даних, яка використовується для подальшого аналізу [13].

«Геоінформаційне картографування (ГК) – це розділ картографії та геоінформатики, що охоплює теорію і методи створення та використання геоінформаційних моделей, цифрових і електронних карт, інших просторово-часових моделей на основі ГІС і геоінформаційних технологій» [10].

Картою називають рисунок на якому в узагальненому і зменшеному вигляді за певним математичними законами зображено земну поверхню.

Географічні карти – це карти, на яких зображена вся земна поверхня або її частини і вони поділяються на загальногеографічну і тематичну. На загальногеографічних картах відображають сукупність основних елементів місцевості такі як рельєф, дороги, споруди, тощо. Тематичні карти відображують спеціальні задані конкретні теми, що розкриваються елементи або явища наприклад: клімат, ґрунти, тощо. Також їх поділяють на карти природних явищ і на картах суспільних явищ [1].

Впровадження геоінформаційних технологій в картографії спричинило появу нових типів карт – *цифрових і електронних*, а також методів їх використання[14].

Цифрова карта - це цифрована картографічна модель, що записана на машинних носій визначених кодах і структурі прийняття прийнятих для карти, проєктів, розграфлення, системі координат і висот.

Електронна карта - це картографічне зображення місцевості підготовлене на основі даних цифрові карти ,для візуалізації на дисплеї комп'ютера, засобами

відображення інформації спеціальних системі умовних знаків, зміст яких відповідає на карті даного виду і масштабу. Основне технічним засобом для побудови саме цих типів карт є саме комп'ютер з відповідними програмним забезпеченнями, такі як Qgis, ArgGiS, AutoCAD, тощо[1].

Тобто, виходить з урахуванням базо-орієнтованого підходу, що геоінформаційне картографування – це автоматизоване створення й використання карт на основі ГІС, баз геопросторових даних та баз географічних і картографічних знань.

Геоінформаційне картографування охоплює всі операції, що пов'язаних зі створенням картографічних творів із використанням ГІС-технологій – від збору первинних даних до публікації готових карт у цифровому або паперовому форматі. У вузькому значенні під ним розуміють автоматизоване складання карт на основі баз просторових даних. Виділяються чотири основні функціональні аспекти геопросторових даних, а саме: системи баз геопросторових даних, картографія, комунікація та просторовий аналіз, кожен з яких обслуговує одну або більше конкретних, але взаємопов'язаних прикладних областей (на схемі їх позначено прямокутними блоками) [14]. Сучасна концепція функцій геопросторової інформації за джерелом [14] подана на рис. 1.2.

Головною особливістю геоінформаційного картографування є його інтерактивність та динамічність. На відміну від традиційних паперових карт, геоінформаційні картографічні продукти допускають оперативне оновлення, масштабування, накладання різних тематичних шарів і виконання просторового аналізу в реальному[10].

Серед ключових особливостей геоінформаційного картографування виділяють такі:

- багат шаровість представлення даних, що дозволяє одночасно відображати різномірну інформацію на одному картографічному полотні;
- просторовий аналіз, завдяки якому стає можливим виявлення закономірностей розподілу об'єктів;

- автоматизація генералізації; інтеграція з базами даних і супутниковими знімками;
- можливість публікації результатів у мережі Інтернет.

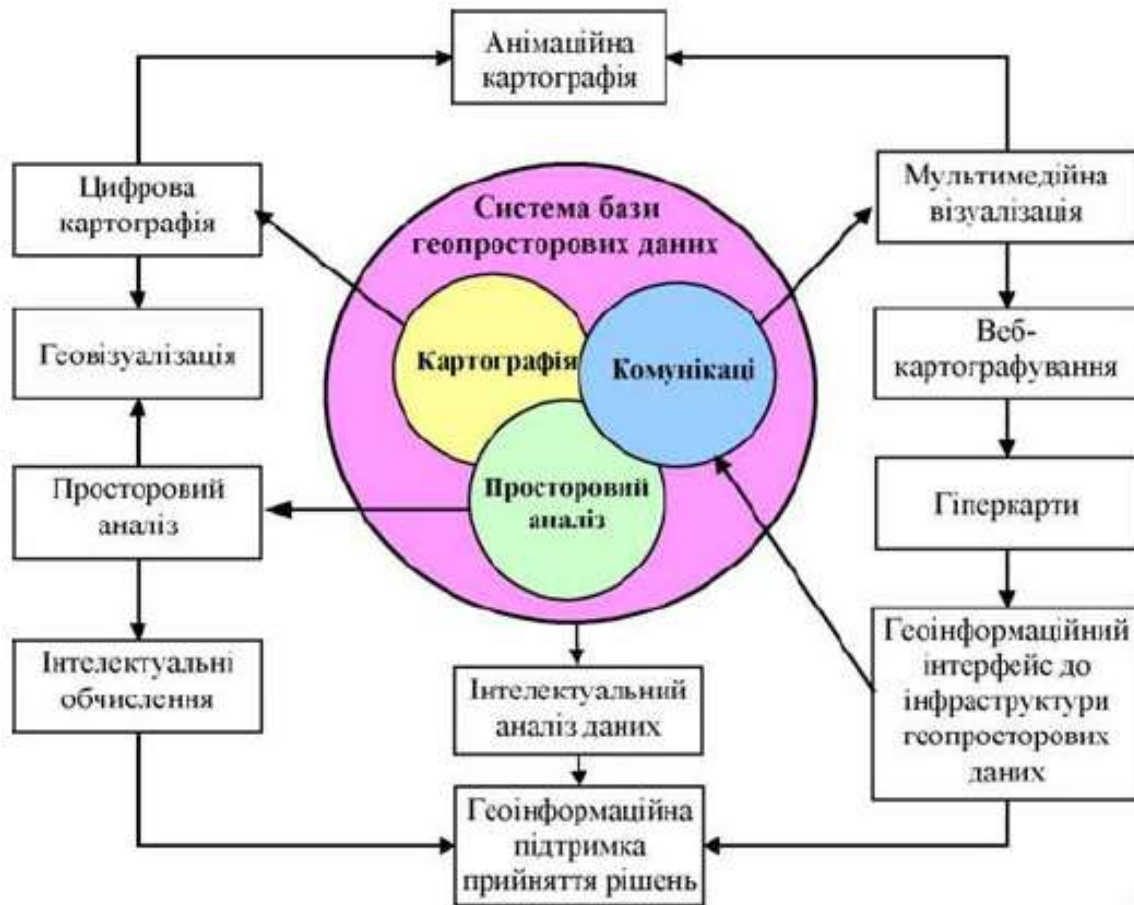


Рис. 1.2. Сучасна концепція функцій геопросторової інформації [14]

ГК має тісний зв'язок з дистанційним зондуванням Землі, оскільки дані, отримані з супутників і безпілотних літальних апаратів, є основним джерелом актуальної просторової інформації, яка потім опрацьовується засобами ГІС і відображається на картах.

Розвиток геоінформаційного картографування в Україні тісно пов'язаний із діяльністю Інституту географії НАН України. У статті Л. Г. Руденка та А. І. Бочковської підкреслено, що саме у 1991–2024 роках відбувся перехід до використання геоінформаційних методів у картографічних дослідженнях. У цей період було розроблено концепцію еколого-географічного картографування, створено тематичні карти та атласи, які поєднували природні та соціально-економічні показники, а також видано Національний атлас України –

фундаментальний картографічний твір, виконаний із застосуванням ГІС-технологій. І ці роботи стали першими прикладами практичної реалізації ГК.

Розвиток геоінформаційного картографування в Україні пов'язаний із діяльністю відділу картографії Інституту географії НАН України, науковці якого зробили вагомий внесок у становлення цього напрямку.

У другій половині ХХ століття Г. О. Пархоменко та Л. Г. Руденко розробляли теоретичні засади геосистемного моделювання для цілей картографування, результати яких було впроваджено в інформаційне забезпечення територіального планування та галузевого планування, запропонували систему карт для планувальних робіт, їх зміст та методи створення. Карту в масштабі 1:750 000 видано у 1975 р. за науковою редакцією Л. Г. Руденка — вперше працівники планувальних органів і населення держави змогли побачити реальну просторову характеристику розміщення міських і сільських поселень країни.

А. П. Золовський і Т. І. Козаченко зосередились на методологічних основах тематичного картографування агропромислової сфери та земельних ресурсів. Картографуванням земельних ресурсів займалися також А. П. Золовський і В. П. Разов, результатом чого у 1980 р. було видано карту «Земельні угіддя Української РСР» (1:750 000). Паралельно активно розвивалося природоохоронне картографування. А. П. Золовським та О. Є. Марковою у 1977 р. розроблено і видано карту «Природні заповідні об'єкти Української РСР» (1:5 000 000).

У 1986 р. за редакцією Л. Г. Руденка видано карту «Несприятливі природні процеси та явища» (1:750 000). Дисертаційні дослідження суміжної тематики виконували В. П. Разов і С. Ю. Вольська у галузі ресурсокористування; Д. О. Ляшенко, Т. М. Курач і Б. Титаренко — у сфері розселення населення; Л. П. Ковтун, Д. І. Зацаринний та І. П. Рибак — в агропромисловій сфері.

Важливим напрямом стало еколого-географічне картографування, концепцію якого розробили Л. Г. Руденко та А. І. Бочковська. У 1989 р. Л. Г.

Руденко і В. А. Барановський видали карту «Еколого-географічна ситуація в Україні», а у 2008 р. відділ за головною редакцією Л. Г. Руденка підготував комплексний «Екологічний атлас України». Медико-екологічну тематику розробляли Г. О. Пархоменко і В. О. Шевченко, радіоекологічну — С. В. Титова, демографічну — Т. М. Курач і Т. В. Дудун.

Новий етап розвитку пов'язаний із впровадженням геоінформаційного підходу. Одним із перших комплексних картографічних творів на його основі став пілотний проект Національного атласу України (2000), розроблений відділом картографії за участю науковців інших інститутів НАН України та ТОВ «Інтелектуальні системи ГЕО». Основними розробниками атласу були А. І. Бочковська, Т. І. Козаченко, В. П. Палієнко, В. П. Разов з Інституту географії, Л. М. Веклич, Р. І. Сосса, І. С. Руденко з підприємства «Картографія», а також В. С. Чабанюк. За цю роботу її учасники були удостоєні звання лауреатів Державної премії в галузі науки та техніки, а А. І. Бочковська, Т. І. Козаченко, В. П. Разов і Л. Г. Руденко відзначені державними нагородами України[27].

Теоретичні проблеми розвитку ГІС-картографування було узагальнено у відповідній монографії.

1.2. Придатність сільськогосподарських земель

Рациональне використання орних земель потребує стійкої адаптації до місцевих агроекологічних умов шляхом впровадження комплексної стратегії. Розміщення основних сільськогосподарських культур на придатних для них землях забезпечує підвищення врожайності й зниження собівартості продукції.

Придатність земель — це здатність конкретної земельної ділянки забезпечувати умови для вирощування сільськогосподарських культур з урахуванням сукупності природних і господарських чинників. Оцінка придатності — один з головних чинників у раціональному використанні земель, який потребує аналізу таких характеристик середовища, як клімат, ґрунт, рельєф, водний режим, а також соціальні та економічні фактори. Серед природних факторів, що визначають придатність земель, ключову роль

відіграють властивості ґрунтів: механічний склад, вміст гумусу, кислотність, ступінь засолення та заболоченості. Не менш важливими є рельєф і крутизна схилів, що впливають на інтенсивність ерозійних процесів і можливість механізованого обробітку[6].

Водний режим – рівень ґрунтових вод, характер зволоження та дренаваність – визначає придатність земель для конкретних культур [6].

Кліматичні показники (сума активних температур, кількість опадів, тривалість вегетаційного періоду) формують агрокліматичний потенціал території [6].

Окремо враховуються екологічні обмеження – наявність забруднень, охоронні зони, радіаційне забруднення тощо[9].

Підхід до обмеження у сільськогосподарському землекористуванні при вирощуванні сільськогосподарських культур (пшениці озимої, жита озимого, ячменю, вівса, картоплі, льону) базується на формуванні зон вирощування. Ці зони виділяються за даними щодо агрокліматичних вимог зазначених культур до тепла, вологи та світла на різних фазах розвитку. При цьому визначається кількісна потреба в цих факторах у критичні періоди росту і розвитку рослин, як правило, середньостиглих сортів. При виділенні цих зон за найменшу одиницю приймають природно-сільськогосподарський район, у межах якого є узагальнені дані про площі агровиробничих груп ґрунтів та їх агрохімічну характеристику, а також про бонітування ґрунтів і економічну оцінку земель[7, 27с.].

Природно-сільськогосподарське районування України було розроблено у 1985 році науковцями інститутів «Укрземпроект» та ґрунтознавства і агрохімії ім. О. Н. Соколовського. Його методологічною основою стало поєднання агроґрунтового, агрокліматичного, гідромеліоративного та фізико-географічного районування. Виділено такі таксономічні одиниці: **зона, провінція, округ і район.**

Природно-сільськогосподарські **зони** характеризуються спільними ґрунтово-кліматичними умовами, які визначають особливості ґрунтоутворення та спеціалізацію сільськогосподарського виробництва.

Провінції виділяють за агрокліматичними показниками, такими як тепло- та вологозабезпечення, континентальність клімату і біологічна продуктивність. Вони визначають набір культур та особливості агротехніки.

Природно-сільськогосподарський округ об'єднує території зі схожими геоморфологічними, ґрунтовими та кліматичними умовами, що впливають на структуру землеробства та меліоративні заходи.

Природно-сільськогосподарський район є найнижчою таксономічною одиницею. Він характеризується подібними ґрунтовими, кліматичними та гідрологічними умовами, які визначають продуктивність земель і ефективність їх використання[27].

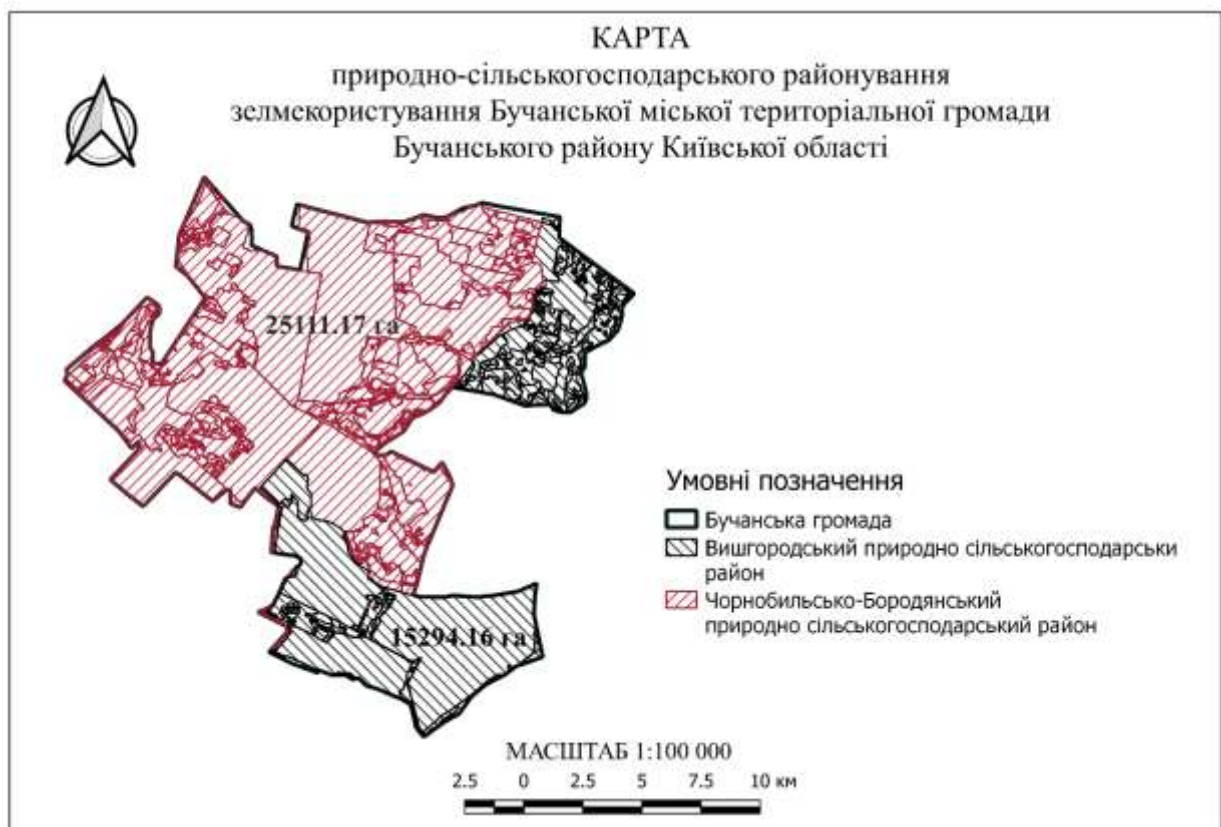


Рис. 1.3. Карта природно-сільськогосподарського районування Бучанської громади

Для уточнення територіального розміщення основної сільськогосподарської продукції можна утворювати проміжні одиниці - агроекологічні округи. Їх утворюють у межах областей об'єднанням природно-сільськогосподарських районів, де вплив факторів на вирощування продукції максимально однаковий. За даними, які характеризують агроекологічні округи, в межах зони вирощування культури, виділяють кращі, середні та гірші природно-екологічні умови вирощування культури[6].

Оцінка придатності земель здійснюється у кількох взаємопов'язаних формах. Бонітування ґрунтів - це порівняльна оцінка їхньої якості за сталими природними властивостями, що визначають відносну придатність землі для вирощування конкретних культур. Об'єктом оцінки є таксономічні одиниці ґрунту, а результатом - бал бонітету, який показує, у скільки разів одна ділянка краща за іншу за рівнем природної родючості [2].

Економічна оцінка земель відображає продуктивність ґрунтів у вартісному вираженні з урахуванням урожайності основних культур, витрат на виробництво та окупності затрат. Вона використовується для обґрунтування структури посівних площ, планування сівозмін і порівняння продуктивності земель різних господарств та регіонів.

Грошова оцінка земель визначає вартість ділянки у грошовому еквіваленті та є основою для земельного податку, орендної плати й цивільно-правових угод. В Україні її порядок регулюється Законом України «Про оцінку земель» та відповідними методиками Держгеокадастру. Усі три види оцінки є взаємозалежними: бонітет ґрунтів слугує природною основою для економічної оцінки, а остання є базою для розрахунку грошової вартості земель[4].

Отже, класифікація земельної здатності являє собою систему оцінки та картографування придатності землі для різних видів використання на основі фізичних характеристик. Вона враховує нахил поверхні, тип ґрунту, дренаж, кліматичні умови та інші чинники з метою визначення найкращого потенційного використання конкретної ділянки. У загальному вигляді така класифікація відображає придатність ґрунтів для більшості видів польових

культур, тоді як культури, що потребують особливого догляду, розглядаються окремо. Така система також охоплює процес категоризації за функцією та іншими просторовими змінними, що використовується для оптимізації моделей землекористування та територіального планування.

Класифікація орних земель за придатністю ґрунтів для вирощування сільськогосподарської продукції передбачає детальну характеристику земель, якій відповідає певна таксономічна одиниця – підклас [7]. Придатність орних земель визначається ступенем відповідності якості ґрунтів агробіологічним вимогам конкретних культур. Основним завданням є виділення підкласів (ареалів) придатності та обчислення їхніх площ на основі даних ґрунтових обстежень, клімату, геоморфології та районування.

Придатність окремих ґрунтів визначають за допомогою класифікаційних таблиць, які узгоджують інформацію про ґрунтове середовище, рельєф та інші природні фактори з достовірно встановленими вимогами культур. У таких таблицях наводяться характеристики ґрунтового покриву: умови залягання, ґрунтоутворюючі породи, реакція середовища, гранулометричний склад, ступінь зволоження та забезпеченість рухомими поживними речовинами. Агровиробниче значення земель залежить від того, наскільки вказані параметри відповідають потребам культури, що характеризується п'ятьма ступенями (підкласами) придатності [5].

Підклас у такому разі – це ділянка орних земель, яка за якістю ґрунтового покриву й за іншими факторами відповідає певному ступеню агробіологічних вимог культури.

Перший підклас (найбільш придатні) – орні землі без обмежень для вирощування. Показники ґрунту, рельєфу та умови залягання є оптимальними. Забезпечують найвищу врожайність та максимальну економічну ефективність.

Другий підклас (середня придатність) – землі з високим або середнім вмістом поживних речовин. Умови в цілому відповідають вимогам культур, але існують окремі фактори, що дещо знижують родючість. За інтенсивної агротехніки врожайність може досягати рівня першого підкласу.

Третій підклас (обмежено придатні) - ділянки з середньою чи низькою забезпеченістю елементами живлення. Мають певні негативні характеристики ґрунту чи рельєфу (наприклад, середня змитість), усунення яких потребує додаткових витрат на меліорацію та ґрунтозахисні заходи.

Четвертий підклас (низька придатність) - землі з численними негативними факторами. Без капітальної меліорації врожаї значно нижчі від середніх, а господарська діяльність часто є збитковою.

П'ятий підклас (непридатні) - угіддя, на яких вирощування конкретних культур неможливе або недоцільне через технологічні, економічні чи природоохоронні обмеження.

Для впровадження цієї класифікації використовують агровиробничі групи ґрунтів як основні одиниці оцінки. Оскільки в Україні виділено близько 5 тисяч ґрунтових відмін, їх об'єднують у групи для спрощення агрономічного аналізу. Групування здійснюється за такими критеріями:

- генетична близькість та подібність фізико-хімічних властивостей;
- однорідність або комплексність ґрунтового покриву;
- наявність негативних процесів (ерозія, засолення, перезволоження);
- схожий рівень природної родючості.

Кожна група має сталий номер і поділяється на розряди за механічним складом. До шифру агровиробничих груп ґрунтів додають літери, які позначають певний гранулометричний склад і скелетність: а - піщані; б - глинисто-піщані; в - супіщані; г - легко-суглинкові; д - середньосуглинкові; е - важко-суглинкові; и - легкоглинисті; є - середньо- і важкоглинисті; ж - середньощебенюваті; з - сильно щебенюваті; к - кам'янисті [5].

Практичне застосування цієї теорії полягає у створенні шкал та карт придатності орних земель для різних рівнів управління - від окремого землекористування до масштабу всієї країни. Агроекологічні округи, що створюються в межах областей, дозволяють виділяти зони з кращими чи гіршими умовами вирощування, що є основою для науково обґрунтованого та адаптованого землеробства. Через значну строкатість клімату, рельєфу та

грунтів використання ріллі має бути науково обґрунтованим і адаптованим до специфіки кожного конкретного регіону[5].

1.3 Характеристика Бучанської територіальної громади Київської області

Бучанська міська територіальна громада розташована в центрі Бучанського району Київської області, за 25 км на захід від столиці в лісовій зоні [12]. Громада була утворена у 2020 році в межах адміністративної реформи шляхом об'єднання Бучанської міської ради з Бабинецькою, Ворзельською селищними радами та низкою сільських рад (Блиставицькою, Гаврилівською, Луб'янською, Здвижівською, Мироцькою, Синяківською) . Загальна площа території громади становить 261,18 км², а місто Буча як адміністративний центр та центр району охоплює територію 2658,13 га [32]. Межі громади та її адміністративного центру проходять поруч із містом Ірпінь, селищами Ворзель і Гостомель, а також селами Михайлівка-Рубежівка, Блиставиця та Мироцьке.

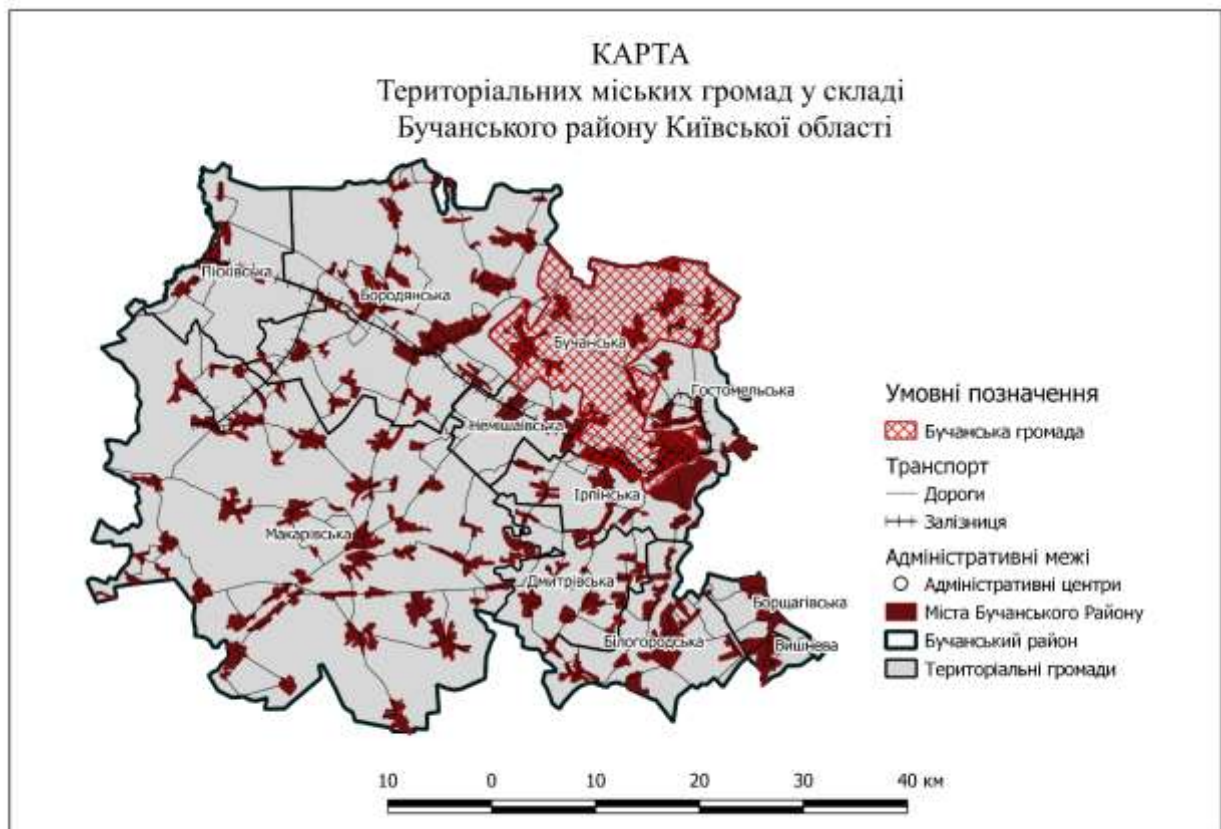


Рис. 1.4. Карта розміщення Бучанської громади в Бучанському районі

Місто лежить між невеликими річками Бучею та Рокачем - лівими притоками річки Ірпінь та включає в себе великий Бучанський міський парк з озером Паркове, площею 52 га [29].

Гідрографічна мережа громади представлена річкою Буча (інша назва - Бучанка), лівою притокою Ірпеня (басейн Дніпра), що має довжину 34 км, площу водозбору 301 км² та похил русла 2 м/км [16, с. 92]. Згідно з історико-географічними джерелами [28, с.79] бере початок біля с. Мотижин, протікає через Северинівку, Колонщину, Михайлівку-Рубежівку та Забуччя, впадаючи в Ірпінь поблизу Гостомеля. Її трапецієподібна долина (завширшки до 4 км) значно зарегульована системою меліоративних каналів та ставків комплексного призначення (зокрема біля м. Буча та с. Михайлівка-Рубежівка). Основними притоками є річка Бузовка (права) та Грабарівка, Мокра, Мислин (ліві) [28, с.79].

За поясненнями бучанського краєзнавця Анатолія Зборовського, назва міста походить від назви річки Буча, яка колись здіймала “бучу”. Тому є припущення, що назва річки походить від нуртування води. Це підкреслює той факт, що гідронім «Буча» тісно пов'язаний із топонімікою регіону, що відображено у назвах міст та прилеглих селищ [23].

Така етимологія не випадкова: ґрунтовий покрив Бучанської громади справді визначається надмірним зволоженням і специфічними умовами ґрунтоутворення. Для розуміння просторового розподілу агропромислових груп ґрунтів необхідно розглянути основні типи ґрунтів та материнські породи, що їх формують, — саме ці характеристики визначають належність ґрунтів до тієї чи іншої агропромислової групи, відображеної на карті (рис 1.4).

Ґрунтовий покрив громади представлений поєднанням дерново-підзолистих та торф'яно-болотних типів, сформованих на різномірних материнських породах — від бідних на елементи живлення водно-льодовикових пісків і давнього алювію до багатших лесоподібних суглинків та червоно-бурої морени [15]. На підвищених елементах рельєфу переважають дерново-підзолисті ґрунти різного ступеня підзолистості та механічного складу,

тоді як у зниженнях і заплавах залягають низинні торфовища з високим вмістом азоту та надмірним зволоженням.

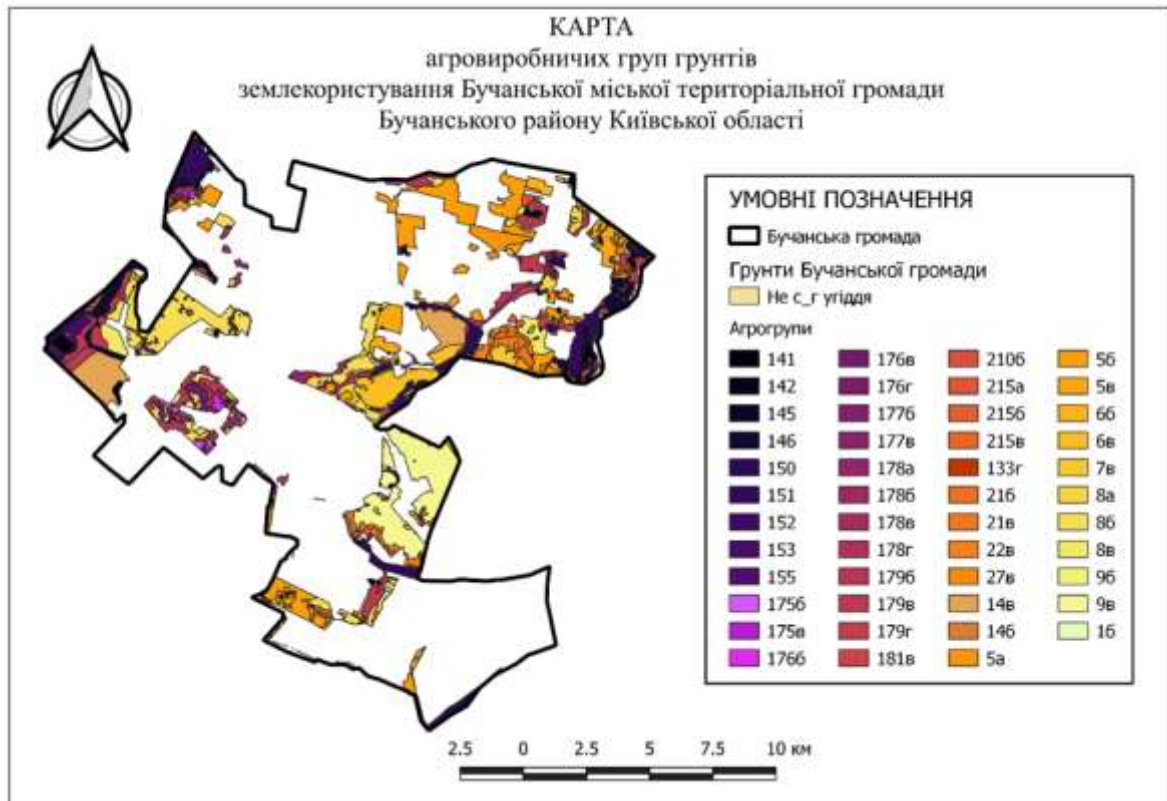


Рис. 1.5. Карта ґрунтів Бучанської громади

Дерново-підзолисті глинисто-піщані ґрунти характеризуються малою потужністю гумусового горизонту (15–18 см) і низьким вмістом гумусу (до 1%). Уже з глибини 20–30 см гумус майже відсутній. Ґрунти мають кислу реакцію середовища, високу кислотність, низьку суму увібраних основ і ступінь насичення основами близько 52–53%. Вони слабо забезпечені рухомими формами фосфору та калію[3].

Склад і властивості ґрунтів громади визначаються материнськими породами, на яких вони сформувалися, тому для розуміння агровиробничого потенціалу території необхідно розглянути основні з них.

Торф'яно-болотні ґрунти – підтип болотних ґрунтів, які формуються в умовах надмірного зволоження атмосферними та ґрунтовими водами, за рахунок застою поверхневих вод або близького залягання підґрунтових вод, під

вологолюбною рослинністю і наявністю болотної рослинності. Низинні торф'яно-болотні ґрунти - утворюються на низинних болотах під впливом мінералізованих ґрунтових вод. Цей тип торф'яно-болотних ґрунтів має кислу реакцію, високу ємність поглинання, має значні запаси азоту.

Основні ґрунти формувались на різних відкладах :

- Алювій — це відклади, що формуються річковими водами в долинах річок. Це шаруваті дрібноуламкові породи з доброю обкатаністю частинок. Розрізняють давній алювій (на надзаплавних терасах) і сучасний (у заплаві), який поділяється на русловий, заплавний і старичний

- Флювіогляціальні відклади — це переважно піщані та супіщані породи, перевідкладені талими водами льодовика. Вони шаруваті, бідні на поживні елементи та поширені в Поліссі.

- Морена - льодовикові відклади суглинкового складу з домішками валунів, гальки та гравію.

- Еолові відклади утворюються під дією вітру й представлені пісками та пилюватими породами. До них належать дюни, бархани та леси, які широко поширені в Україні (переважно в Лісостепу й Степу) [33].

Ці породи поділяють на леси і лесоподібні суглинки. Леси – полімінеральні, пухкі, пилювато-суглинкові породи, буруватопалевого кольору, високо пористі (до 50%), карбонатні (10-15%), багаті на елементи живлення. У напрямку на південь і схід гранулометричний склад цих порід стає важчим. Лесоподібні суглинки – це перевідкладені леси. На відміну від лесів вони шаруваті, менш карбонатні і малопористі. Лесові породи найкращі для ґрунтоутворення, але ерозійнонебезпечні. Леси підстилаються переважно пісками, глинами [33].

На підвищених елементах рельєфу домінують дерново-підзолисті ґрунти різного ступеня підзолистості та механічного складу (від піщаних до суглинкових), тоді як у зниженнях та заплавах залягають низинні торфовища, що вирізняються високим вмістом азоту та надмірним зволоженням [3].

Отже, ґрунти на водно-льодовикових пісках і алювії – легкі, бідні на елементи живлення, з низькою вологоємністю – мають обмежену придатність для більшості польових культур. Торф'яно-болотні ґрунти заплав, попри значні запаси азоту, через надмірне зволоження та кислу реакцію також є малопридатними без проведення меліорації. Найвищий агропродуцтивний потенціал мають ґрунти на лесоподібних суглинках і морені — вони краще забезпечені елементами живлення та мають сприятливіший водно-повітряний режим. Такий комплекс зумовлює строкатість умов - від легких ерозійнонебезпечних пісків на межиріччях до гідроморфних, багатих на органіку ділянок у долинах [33, с. 9]. Тому, аналізуючи опис ґрунтів Бучанської громади, ми можемо прийти до висновку, що розподіл родючості ґрунтів на цій території – нерівномірний, через різний ґрунтовний поділ.

Клімат – це багаторічний режим погоди й основна характеристика місцевості [5]. Від клімату залежить розміщенні типів ґрунтів на земній поверхні, він обумовлює циклічність, напрямок, особливості прояву ґрунтоутворних процесів. Клімат Бучанської громади помірно континентальний з досить теплим літом та помірно м'якою зимою (рис. 1.6).

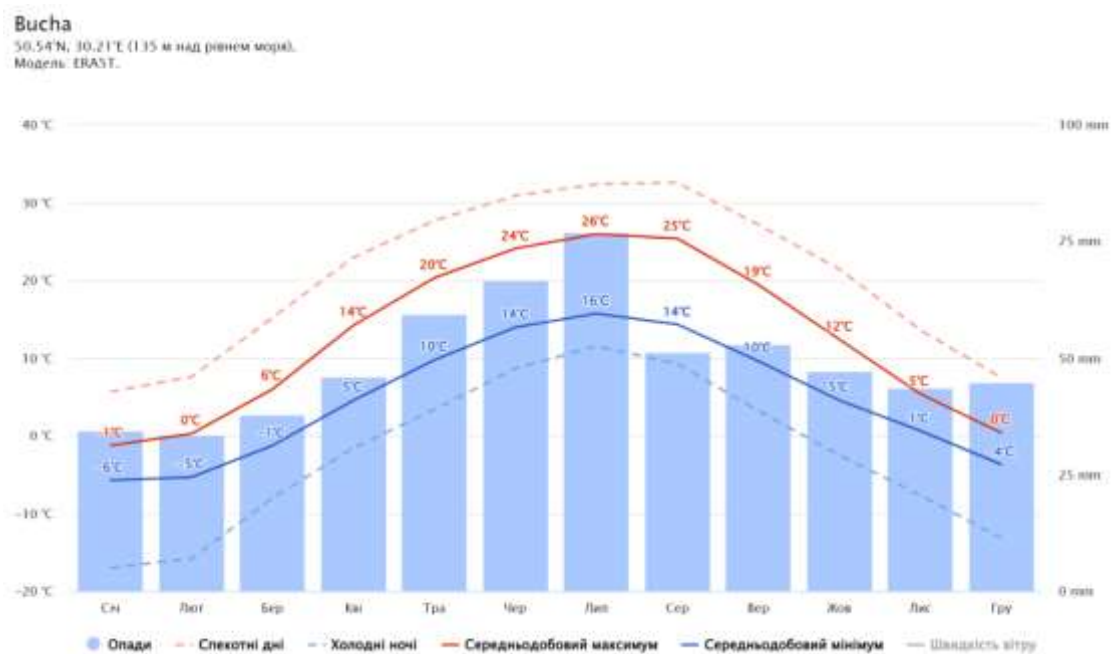


Рис. 1.6. Графік середніх температур Бучанської громади [17]

Середня температура січня - -6°C , липня - $+26^{\circ}\text{C}$, річна - $+7,1^{\circ}\text{C}$. Середньорічна кількість опадів - 645 мм. Середньорічна відносна вологість повітря - 75 %. Зі сніговим покривом - 93 дні; із градом, пиловими бурями - 1 день.

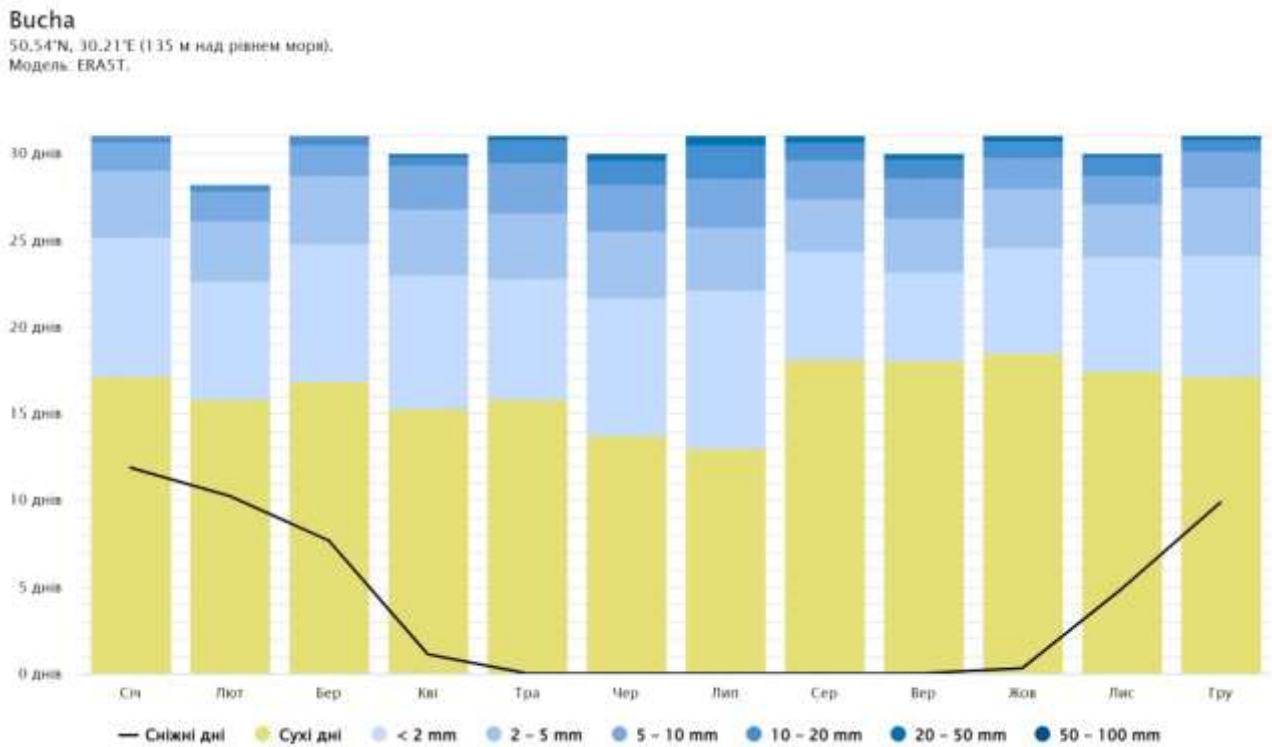


Рис. 1.7. Графік кількості опадів Бучанської громади [17]

За графіком видно, що в Бучанській громаді опади протягом року розподіляються відносно рівномірно, однак найбільша їх кількість припадає на літні місяці (червень–липень). У цей період випадає найбільше дощів, що пов'язано з грозовою діяльністю та підвищеною температурою повітря. Найменше опадів спостерігається взимку, коли вони часто випадають у вигляді снігу. Кількість опадів у Бучанській громаді є достатньою і разом із помірно континентальним кліматом створює умови для формування дерново-підзолистих супіщаних ґрунтів, які характерні для зони Полісся. Значне зволоження території, особливо в літній період, а також близьке залягання ґрунтових вод у понижених ділянках сприяють заболоченню місцевості та утворенню осередків низовинних торфовищ [33].

Висновки до першого розділу

У першому розділі детально проаналізовано теоретичні засади геоінформаційного картографування, визначено його сутність, складові елементи та принципи функціонування. Розглянуто історичні етапи розвитку геоінформаційних технологій, їх інтеграцію в систему просторового планування та землеустрою.

Встановлено, що геоінформаційне картографування базується на комплексі взаємопов'язаних складових (див рис.1.2.) – базі геопросторових даних, аналітичних інструментах, картографічних моделях і системі знань, які забезпечують можливість багатофакторного аналізу територій.

Детально розглянуто структуру геоінформаційної системи, її інформаційні та функціональні компоненти, принципи побудови бази геоданих і способи інтеграції різних типів інформації (грунтової, кліматичної, рельєфної, екологічної). Показано, що саме ця структура є основою для створення моделі оцінки придатності земель. Окрему увагу приділено методологічним аспектам картографування, зокрема принципам узагальнення, класифікації та візуалізації просторових даних, що дозволяють формувати тематичні карти придатності земель.

Визначено поняття та критерії придатності земель: ґрунтові властивості, рельєф, водний режим, кліматичні показники та екологічні обмеження. Окремо розглянуто форми оцінки — бонітування, економічну та грошову оцінку земель, які взаємопов'язані між собою та формують комплексну характеристику території.

Надано природно-географічну характеристику Бучанської громади, що включає її географічне положення, кліматичні умови, ґрунтові ресурси, рельєф і землекористування. Ці фактори визначають агропотенціал громади та створюють основу для подальшої оцінки придатності земель.

РОЗДІЛ 2. РОЗРОБЛЕННЯ МОДЕЛЕЙ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОГО КАРТОГРАФУВАННЯ

2.1. Розроблення моделей геоінформаційного картографування

Розроблення моделей картографічних даних є фундаментом ГІС-проекту, оскільки саме на цьому етапі визначається, як реальні об'єкти Бучанської громади (грунти, межі ділянок) будуть представлені в цифровому середовищі. У межах даного дослідження розробка базується на інтеграції векторних моделей просторових даних та семантичних моделей атрибутів.

Для точного відображення геометрії об'єктів було обрано векторну модель представлення. Векторні дані є найбільш доцільними для даної задачі, оскільки вони дозволяють чітко фіксувати кордони дискретних об'єктів, таких як агровиробничі групи ґрунтового покриття.

Основні складові векторної моделі:

- Полігональний шар ґрунтів - головним носієм інформації виступає набір даних у форматі ESRI Shapefile (.shp). Кожен полігон у моделі відповідає межі конкретної агровиробничої групи ґрунтів. Важливою особливістю цієї моделі є збереження топологічної узгодженості: сусідні полігони мають спільні межі без прогалин або накладень, що гарантує точність розрахунків площ придатних земель.
- Адміністративна складова – векторна модель включає шар меж Бучанської територіальної громади, який виконує роль просторового фільтра (маски). Це дозволяє обмежити аналіз лише цільовою територією.
- Система координат- усі векторні дані та сам проект в програмному продукті приведені до однієї системи координат WGS 84 / UTM zone 36N (EPSG:32636). Це міжнародна система координат, що динамічна і забезпечує сумісність даних з різних поновлювальних джерел . Але для переходу від кутових координат до прямокутних метричних координат застосовано проекцію UTM (Universal Transverse Mercator). Це дозволяє проектувати поверхню еліпсоїда на площину з мінімальними спотвореннями для даної

території, що забезпечує метричну точність при вимірюванні площ та відстаней.

Відповідно до розробленої концептуальної моделі, кожен векторний об'єкт має бути наповнений змістовною характеристикою. Для цього була розроблена спеціалізована семантична модель у форматі CSV. Семантична модель побудована як реляційна таблиця, де кожній агрогрупі ґрунтів відповідає унікальний ідентифікатор (Код ґрунту).

Кожне поле містить дискретні значення класів придатності (від I до V), отримані в результаті інтерпретації наукових даних про властивості ґрунтів Полісся.

Особливістю розробленої моделі картографічних даних є її динамічність. Замість створення статичних шарів для кожної культури, було розроблено модель логічного поєднання. Зв'язок між векторною та семантичною моделями реалізується через операцію Join. У цій структурі векторний шар виступає як «геометричний контейнер», а CSV-таблиця виступає як «інтелектуальний наповнювач». Така архітектура даних дозволяє змінювати критерії оцінки в таблиці, після чого картографічне зображення в QGIS оновлюється автоматично без перемальовування геометрії.

Завершальним етапом розробки є створення моделі представлення даних. Вона визначає правила перетворення цифрових атрибутів у візуальні образи. Потім візуальні образи корегуються відносно потреб у певному відображенні шару. Межі громади мають площинний тип шару, але відображаються як суцільна замкнена чорна лінія, без заливки. Тому далі йде розроблена колірна модель, де кожен клас придатності має чіткий візуальний маркер (наприклад, червоний - придатні, зелений - непридатні).

Створена модель оформлення, що включає компоновання легенди, масштабу та орієнтації карти. Використання автоматизованих шаблонів макетів дозволяє згенерувати серію з 6 карт в єдиному стилі, забезпечуючи порівнянність результатів оцінки для різних культур.

2.2. Функціональна модель геоінформаційного картографування

Функціональна модель – це логічна схема, яка описує послідовність процесів, операцій та перетворень даних, необхідних для досягнення конкретного результату в межах інформаційної системи [35]. В нашому дослідженні це більше стосується опису структури та послідовності процесів обробки геопросторових даних, необхідних для оцінки придатності земель і створення відповідних тематичних карт.

Функціональна модель дослідження представляє собою послідовність технологічних операцій, що забезпечують перетворення вихідних просторових та семантичних даних у тематичні картографічні твори. В основу моделі покладено принцип ітеративності - повторення циклу обробки для кожної з восьми обраних сільськогосподарських культур, тобто формування серії тематичних карт.

У загальнонауковому розумінні модель – це допоміжний об'єкт, який знаходиться в об'єктивній відповідності до оригіналу та здатний замінювати його на окремих етапах пізнання. Моделювання - це процес розробки та дослідження моделі, а також поширення модельної інформації на оригінал. Переваги моделювання особливо проявляються там, де традиційні методи аналізу обмежені, зокрема в екології та геоінформаційних дослідженнях.

Модель повинна відповідати двом ключовим вимогам [8, с.9]:

- Відображати лише ті особливості оригіналу, які є предметом пізнання;
- Бути адекватною оригіналу, щоб уникнути спотворення уявлень про нього.

Сам процес моделювання охоплює чотири етапи: якісний аналіз, математичну реалізацію, верифікацію та вивчення моделей. У практиці ГІС-досліджень застосовуються схематичні моделі - у вигляді схем, графіків чи картографічних зображень. Їхні переваги полягають у наочності, інформативності та простоті побудови, що робить їх ефективним інструментом для відображення структури, динаміки та взаємозв'язків у системах [34].

Процес створення здійснення геоінформаційного картографування придатності земель Бучанської громади реалізовано через п'ять послідовних етапів, що дозволило трансформувати загальну постановку задачі у конкретний картографічний результат. Доцільно виконувати всі етапи послідовно: постановка задачі, збір даних, вивчення вхідних наборів даних, побудова картографічної моделі та прийняття рішення (рис. 2.1.)

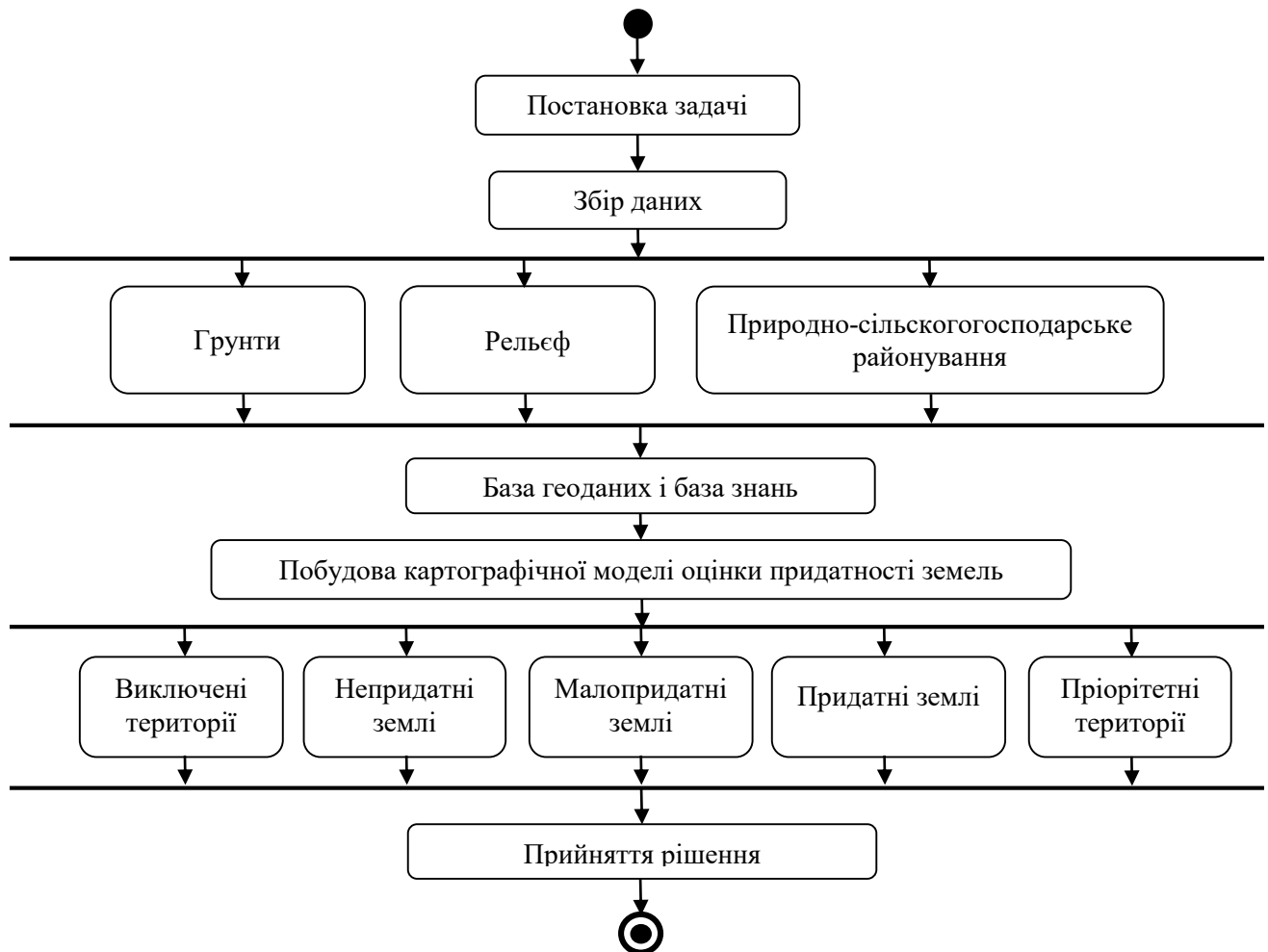


Рис 2.1. Функціональна модель геоінформаційного картографування придатності земель

Для постановки завдання ми чітко маємо знати мету та критерії аналізу придатності ґрунтів. Метою аналізу є визначення територій, найбільш сприятливих для вирощування 6 стратегічних культур: озиме жито і пшениця, льон, картопля, овес та ячмінь. Критерії визначають в подальшому структуру

бази геоданих та бази знань для накопичення даних. Критерієм аналізу виступає відповідність властивостей агровиробничих груп ґрунтів біологічним потребам рослин.

Після визначення задачі (етап «Постановка задачі») переходимо до наступного етапу «Збір даних». Цей етап може бути розділений на паралельні процеси. Етап збору даних включає інформацію про ґрунти, рельєф та природно-сільськогосподарське районування території. Після збору даних, створюємо необхідні набори даних для формування моделі. Після визначення наборів даних, їх потрібно представити у вигляді набору шарів (моделі представлення).

Наступним етапом є створення бази геоданих і бази знань, де просторові та атрибутивні дані систематизуються відповідно до обраної методики. На цьому етапі необхідно зрозуміти, що міститься у вхідних наборах даних та які взаємозв'язки можуть бути встановлені. Це потрібно для чіткого розуміння кількості отриманої інформації. Створення нових даних, у свою чергу, може стати причиною появи нових атрибутів у таблиці даних або навіть нових шарів карт. На цьому етапі може виникнути необхідність підготовки даних для просторових операцій, в тому числі зміни даних, додавання даних, конвертації даних з одного формату в інший. В процесі створення фізичної моделі ми конвертували нормативні таблиці із паперових носіїв у цифровий формат CSV. Це дозволило створити нові атрибути в таблиці даних, які відображають класи придатності для кожної культури. База знань є логічною основою для класифікації земель за рівнями придатності, що згодом дає візуалізувати зроблений результат.

П'ятий етап присвячений зібраної та обробленої інформації, через здійснюється побудова картографічної моделі оцінки придатності земель. У результаті виділяються вилучені території, непридатні, малопридатні, придатні та пріоритетні землі. Кінцевий результат трансформується у нову інформацію, що подається у вигляді тематичних карт, діаграм або таблиць, де особлива

увага приділяється методам групування та візуалізації даних для їхнього найкращого сприйняття

Фінальним етапом є прийняття рішення, яке базується на результатах картографічного аналізу. Отримані дані можуть бути використані органами місцевого самоврядування для планування землекористування та визначення пріоритетних напрямів агровиробництва.

2.3. Розроблення моделей бази геопросторових даних як складової геоінформаційного картографування

Одним з етапів здійснення геоінформаційного картографування є структурування даних через розроблення концептуальної моделі бази геопросторових даних придатності сільськогосподарських земель до вирощування основних сільськогосподарських культур. Концептуальна модель є абстрактним поданням реальної системи, що використовується для формалізації та структурування інформації [20].

Концептуальна модель даних визначає зв'язки найвищого рівня між різними сутностями. Особливості концептуальної моделі даних включають: визначення важливих класів та зв'язки між ними, перелік основних атрибутів, без вказування типів даних.

Функції обліку, моніторингу, моделювання, проектування та аналіз засобами ГІС, формування запитів до баз даних, формування звітів, тематичних карт тощо, які повинна виконувати майбутня ГІС реалізуються через використання Каталогів геоданих. На етапі концептуального моделювання є необхідним формування такого набору атрибутів, який буде забезпечувати функціональність майбутньої системи [19].

У контексті розробки концептуальної моделі бази геопросторових даних придатності сільськогосподарських земель, модель слугує для організації даних про характеристиках земельних ресурсів. Вона включає такі складові як:

1. Землекористування як центральна ланка моделі, що акумулює дані про конкретні земельні масиви. В атрибутах має код та площу земельної

ділянки

2. Адміністративно-територіальна одиниця, що визначає межі дослідження та офіційну назву територіальної громади. В своїх атрибутах має обов'язково КОАТУУ як унікальний ідентифікаційний код земельної ділянки, назва та межі обраної громади

3. Районування, шар який класифікує територію за природно-сільськогосподарськими провінціями, що визначає загальні лімітуючі фактори. За своїм значення має визначний код та назву провінції.

4. Ґрунти, що містить інформацію про агровиробничих груп ґрунтів на певній ділянці.

5. Рельєф, який потрібен враховує геоморфологічні умови, які безпосередньо впливають на технологічні процеси вирощування культур та ризику ерозії.

6. Цільове призначення, яке безпосередньо, немає фізичної форми в моделі, але є первинним фільтром для відбору ділянок під рілля.

7. Клас придатності: є результуючою сутністю, яка через систему балів (I–V) інтегрує всі перелічені характеристики для конкретного виду культури.

Кожна з цих складових представлена значенням геометрії, за винятком цільового призначення, яке надається у вигляді пояснення. Тобто, це просторові об'єкти, що при інтегруванні даних, будуть відображені у вигляді векторних площинних шарів.

Складові концептуальної моделі відображають чинники, що впливають на використання земельної ділянки. У даному випадку цільове призначення обмежується землями сільськогосподарського призначення, зокрема ріллею (рис. 2.2.).

На наступному етапі розробляється логічна модель. Логічна модель – модель даних, виражена незалежно від конкретного продукту керування базами даних або фізична модель даних, але в термінах структур даних, таких як реляційні таблиці та колонки, об'єктно-орієнтовані класи чи теги XML. Вона є

протилежністю концептуальній моделі даних, яка описує семантику організації без посилання на технологію.



Рис. 2.2. UML-діаграма концептуальної моделі бази геопросторових даних геоінформаційного картографування придатності земель до вирощування основних сільськогосподарських культур

Логічна модель даних описує дані максимально детально, безвідносно до того, як вони будуть фізично реалізовані в базі даних. Особливості логічної моделі даних включають: всі класи та зв'язки між ними; всі атрибути для кожного класу; визначається ключ; на цьому рівні відбувається і нормалізація [посилання].

Для атрибутів в логічній моделі були обрані такі типи даних:

Числовий тип даних використовується для унікальних ідентифікаторів (кодів) та кількісних показників, таких як КодКАТОТТГ, КодЗемельноїДілянки, Площа, КодЦільовогоПризначення, КодКласу, КодПровінції, КодСхилу, КрутизнаСхилу, КодҐрунту, ЗалеганняКарбонатів.

Текстовий тип даних використовується для найменувань, назв та описових характеристик об'єктів, таких як НазваГромади, НазваЦільовогоПризначення, НазваКласу, НазваПровінції, ШифрҐрунту,

НазваГрунту.

Геометричний тип даних є спеціальним просторовим типом, що зберігає координати меж об'єкта у вигляді векторної геометрії — застосовується в класі АдміністративнаТериторіальнаОдиниця для атрибута МежіГромади.

Шейп-файл є зовнішнім форматом зберігання просторових даних (векторний файл ESRI), що використовується для атрибута геометрія в усіх просторових класах: Землекористування, Районування, Рельєф, Грунт.



Рис. 2.3. UML-діаграма логічної моделі бази геопросторових даних геоінформаційного картографування придатності земель до вирощування основних сільськогосподарських культур

Для характеристики землекористування необхідно враховувати територію розміщення ділянки та вплив її просторового положення на якість ґрунтів [26]. В першу чергу це стосується, наприклад, розташування ріллі в межах природно-сільськогосподарського районування, а саме в Поліській Правобережній провінції, передбачає переважно рівнинний рельєф та поширення дерново-підзолистих ґрунтів.

Для характеристики землекористування необхідно враховувати територію розміщення ділянки та вплив її просторового положення на якість ґрунтів [18]. В першу чергу це стосується, наприклад, розташування ріллі в межах природно-сільськогосподарського районування, а саме в Поліській

Правобережній провінції, передбачає переважно рівнинний рельєф та поширення дерново-підзолистих ґрунтів.

У зв'язку з цим до концептуальної моделі включено такі складові, як рельєф і ґрунти, атрибути яких містять їхні індивідуальні характеристики. У межах однієї територіальної громади вони можуть варіюватися, зокрема за агровиробничими групами ґрунтів і крутизною схилів. Клас придатності показує якість ґрунтів для вирощування культур та властивість відтворювати певну кількість урожаю [5]. Вплив кожного чинника подано на фрагменті концептуальної та логічної моделі бази геопросторових даних придатності сільськогосподарських земель до вирощування основних сільськогосподарських культур (див. рис. 2.2; рис. 2.3).

Запропонована концептуальна та логічна модель слугує основою для подальшої фізичної реалізації. Структуровані дані є основою для формування актуальних карт придатності земель і допомагає здійснювати контроль за станом орних ділянок.

2.4. Розроблення моделі бази знань як складової геоінформаційного картографування

База знань у геоінформаційному картографуванні являє собою систему умов, критеріїв та правил, на основі яких здійснюється оцінювання придатності земель до вирощування сільськогосподарських культур. Вона забезпечує логічний зв'язок між вихідними просторовими даними та кінцевим результатом картографування. Структура бази знань представлена на рис. 2.4.

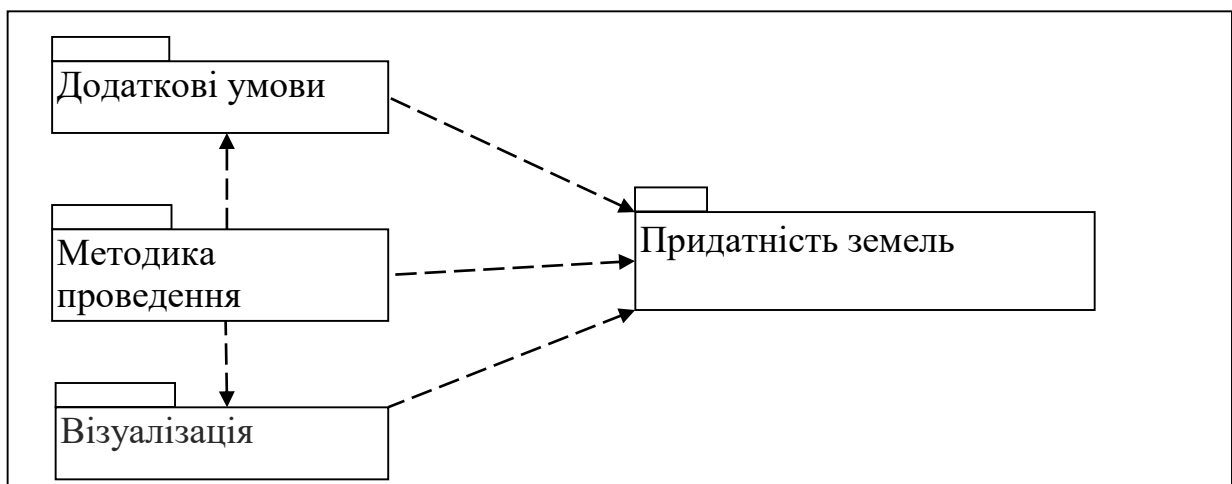


Рис. 2.4. UML-модель структури бази знань

На рисунку 2.4. представлено UML-модель узагальненої структури бази знань, що подана через діаграму пакетів. Центральним елементом моделі є блок «Придатність земель», що відображає кінцевий результат оцінки території за рівнями – високий, середній або низький. Саме цей блок показує, що на нього впливають інші складові моделі.

Блок «Методика проведення» визначає правила класифікації земель. У даному дослідженні застосовано методику Добряка, яка дозволяє здійснити багатокритеріальну оцінку ґрунтового покриття за агровиробничими групами за 5 класам придатності земель, де 1 клас - пріоритетний, а 5 клас- вилучені землі. Зв'язок між «Методикою проведення» та «Придатністю земель» показує, що саме методичні положення формують основу для визначення рівня придатності території.

Блок «Додаткові умови» уточнює результати класифікації, враховуючи специфічні фактори середовища. До таких умов належать рельєф місцевості, ухил поверхні, вміст карбонатів і так далі. Їх врахування дозволяє коригувати оцінку придатності земель, наприклад, знижуючи рівень придатності на ділянках із надмірним ухилом.

Блок «Візуалізація» відповідає за картографічне відображення результатів у середовищі ГІС. Придатність земель подається у вигляді тематичних карт із використанням кольорової градації.

Таким чином, UML-модель демонструє логіку структури бази знань: методика класифікації та додаткові умови формують оцінку придатності земель, яка у подальшому відображається у вигляді картографічної візуалізації.

У процесі створення тематичної карти придатності земель база знань використовується для визначення того, які характеристики території відповідають високому, середньому або низькому рівню придатності. Основу такої оцінки складають показники ґрунтів, рельєфу місцевості та додаткові природні умови, що впливають на вирощування культур.

Логіка моделі полягає у тому, що вихідні дані (грунти, рельєф, клімат, землекористування) заносяться у базу геоданих, після чого для кожного параметра встановлюються правила оцінки. Наприклад, чорнозем отримує найвищий бал, тоді як піщані ґрунти – мінімальний. Дані нормалізуються та переводяться у єдину шкалу, що дозволяє здійснити зважене накладення шарів (Weighted Overlay), де кожен фактор має свою вагу. Результат відображається у вигляді тематичної карти придатності земель, де класи позначаються різними кольорами: червоний – високопридатні, жовтий – середньопридатні, зелений – непридатні.

Для кожного класу визначаються відповідні параметри та умови, що дозволяють здійснити багатофакторну оцінку території.. Основними критеріями виступають ґрунтові властивості (бонітет, вміст гумусу, кислотність), рельєф (ухил, ерозійна небезпека), кліматичні показники (сума активних температур, кількість опадів, тривалість вегетаційного періоду), водний режим та екологічні обмеження. Кожен із цих показників має власний ступінь впливу на формування кінцевого результату. Наприклад, родючі ґрунти з незначним ухилом поверхні можуть відноситися до територій високої придатності, тоді як малородючі або перезволожені землі – до територій низької придатності.

У межах моделі бази знань здійснюється поділ території на окремі класи придатності. Для візуалізації результатів кожному класу присвоюється певне кольорове позначення на тематичній карті. У межах моделі бази знань здійснюється поділ території на окремі класи придатності. Для візуалізації результатів кожному класу присвоюється певне кольорове позначення на тематичній карті. Зазвичай території високої придатності відображаються червоними відтінками, середньої – жовтими або помаранчевими, а низької придатності – зеленими кольорами. База знань також визначає взаємозв'язок між окремими факторами оцінювання. Поєднання характеристик ґрунтів, рельєфу та додаткових умов дозволяє сформувати комплексну модель придатності земель. У результаті просторові дані перетворюються у тематичну

карту, яка відображає рівень придатності території для вирощування сільськогосподарських культур.

Висновки до другого розділу

Розроблено модель картографічних даних на основі векторного представлення, що включає полігональний шар агровиробничих груп ґрунтів у форматі ESRI Shapefile, адміністративний шар меж громади як просторовий фільтр та єдину систему координат WGS 84 / UTM zone 36N. Для забезпечення динамічності моделі реалізовано механізм логічного поєднання векторного шару із семантичною CSV-таблицею через операцію Join, що дозволяє оновлювати картографічне зображення без перемальовування геометрії.

Побудовано функціональну модель геоінформаційного картографування, яка охоплює п'ять послідовних етапів: постановку задачі, збір даних, формування бази геоданих і бази знань, побудову картографічної моделі та прийняття рішення. Інтеративний принцип моделі дозволяє відтворювати цикл обробки для кожної з шести обраних сільськогосподарських культур, формуючи серію тематичних карт.

Розроблено концептуальну та логічну моделі бази геопросторових даних, що включають такі ключові сутності: землекористування, адміністративно-територіальну одиницю, природно-сільськогосподарське районування, ґрунти, рельєф, цільове призначення та клас придатності. Логічна модель визначає типи атрибутивних даних — числові, текстові, геометричний та шейп-файл — і первинні ключі для кожної сутності.

Сформовано модель бази знань, яка визначає логіку класифікації земель за методикою Добряка з використанням п'ятикласової шкали придатності. База знань інтегрує основні критерії оцінки — властивості ґрунтів, рельєф та додаткові природні умови і забезпечує їх картографічну візуалізацію у вигляді тематичних карт із кольоровою градацією за рівнями придатності.

Розроблені моделі стали основою для структурування даних та створення набору тематичних карт.

РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДНА РЕАЛІЗАЦІЯ РОЗРОБЛЕНИХ МОДЕЛЕЙ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОГО КАРТОГРАФУВАННЯ

3.1. Визначення придатності ґрунтів до вирощування основних сільськогосподарських культур

Базуючись на теоретичних засадах оцінки земель (Розділ 1) та розроблених моделях (Розділ 2), у даному розділі представлено практичну реалізацію визначення придатності ґрунтів. Фізична реалізація моделей здійснювалася в середовищі геоінформаційної системи QGIS, тому основним форматом даних є Shapefile, з атрибутивними даними. До вихідних даних включно вважається дані по природно-сільськогосподарському районуванню та агровиробничих груп ґрунтів Бучанської громади, що знаходяться в одному шарі, опис якого зазначений нижче. Описані шари є початковими даними по створенню карт.

Для реалізації створення набору карт придатності до вирощування основних сільськогосподарських культур дані необхідно зібрати в одному місці. Для цього можна використати папку або базу геопросторових даних. база геопросторових даних в QGIS реалізується через GeoPackage: для цього створюється новий шар GeoPackage через панель інструментів. Далі ця база під'єднується до проекту через менеджер баз даних та імпортуються всі шари. До проекту додаються або окремі шари, або шари з GeoPackage. Подальша їх обробка є абсолютно ідентичною.

Створення карти починається з завантаження векторних шарів, що потім впорядковуються за їх типами (точковий, лінійний, полігональний) (рис. 3.1.).

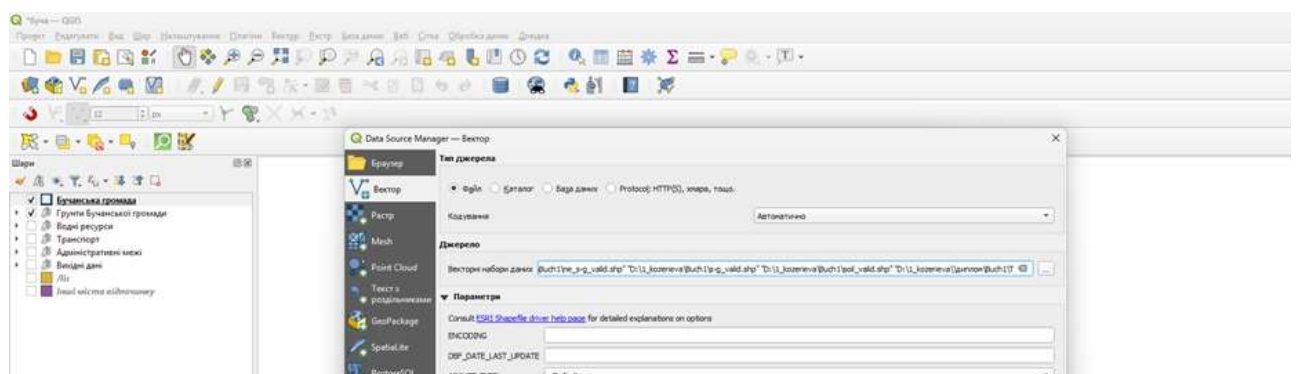
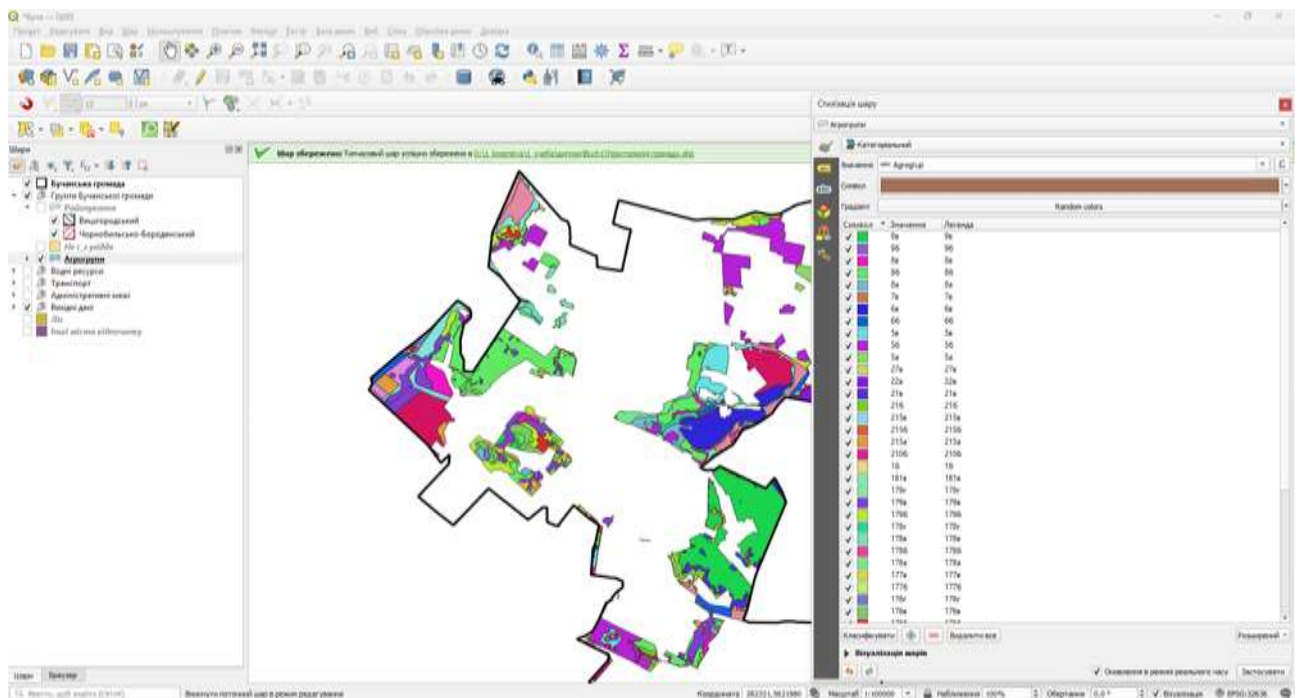


Рис. 3.1. Інтеграція вихідних даних

Було згруповано для зручності шари за інформаційним навантаженням. Всі шари, що є проекти мають свою функцію, але зосереджена увага саме на шейпфайлі «Грунти Бучанської громади», бо в ньому ми класифікували за змістом атрибутивної таблиці вихідні дані, щоб відобразити в одному шарі різними кольорами нашу інформації. Для цього в властивостях векторного шару, у символіці обираємо категоріальне відображення, а значення обрано зі списку, що є в атрибутивній таблиці (рис. 3.2.).



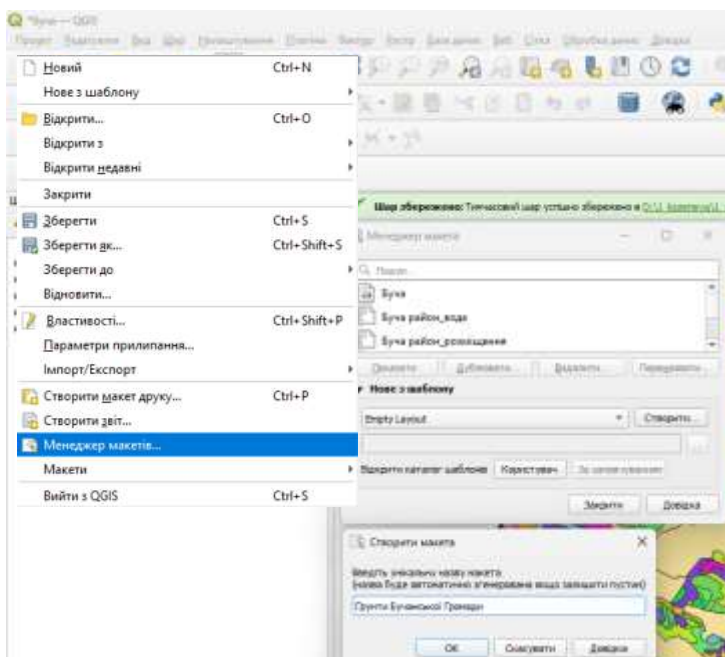


Рис 3.3. Етап створення макету карти

Додаємо фігуру, що подалі буде нашою рамкою карти, за межі якої жоден елемент її не перетинає. Далі додаємо нашу карту, і фіксуємо її розміщення

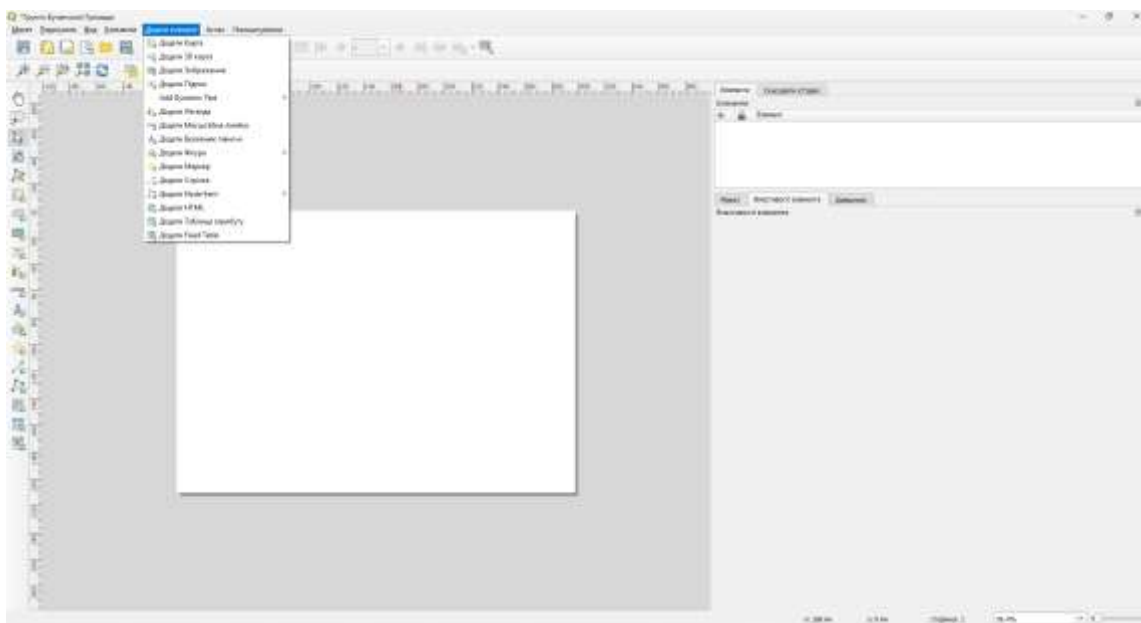


Рис 3.4. Інтерфейс інструментарію макетування карт у середовищі QGIS.

І в результаті в нас є сформоване картографічне подання ґрунтів Бучанської громади (рис. 3.5.)

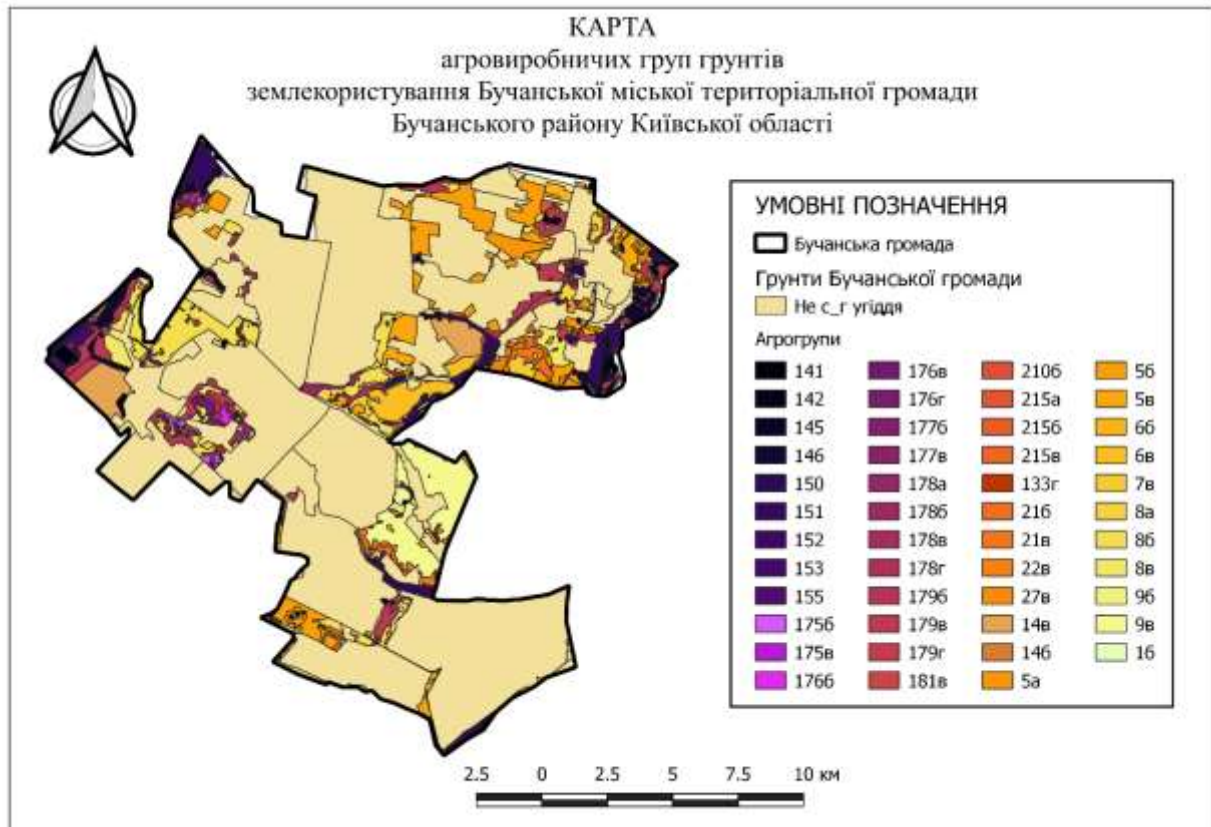


Рис 3.5. Готовий вигляд карта по агровиробничим групам ґрунтів Бучанської громади

3.2. Визначення придатності ґрунтів до вирощування основних сільськогосподарських культур з врахування додаткових умов до придатності ґрунтів

Ми ознайомилися зі створенням базових карт на основі вихідних даних, зібраних по Бучанській територіальній громаді. З урахуванням додаткових умов придатності ґрунтів було здійснено доповнення атрибутивної інформації. Ці додаткові умови ми взяли з літературного наукового джерела [36], що переписали в електронний вигляд для доповнення атрибутивних даних. Для цього було сформовано файл у форматі CSV, оскільки цей формат є простим та зручним для обробки даних у більшості програмних продуктів.

Після перевірки коректності та точності наведених даних таблицю було додано до проекту як окремий шар (рис. 3.6.).

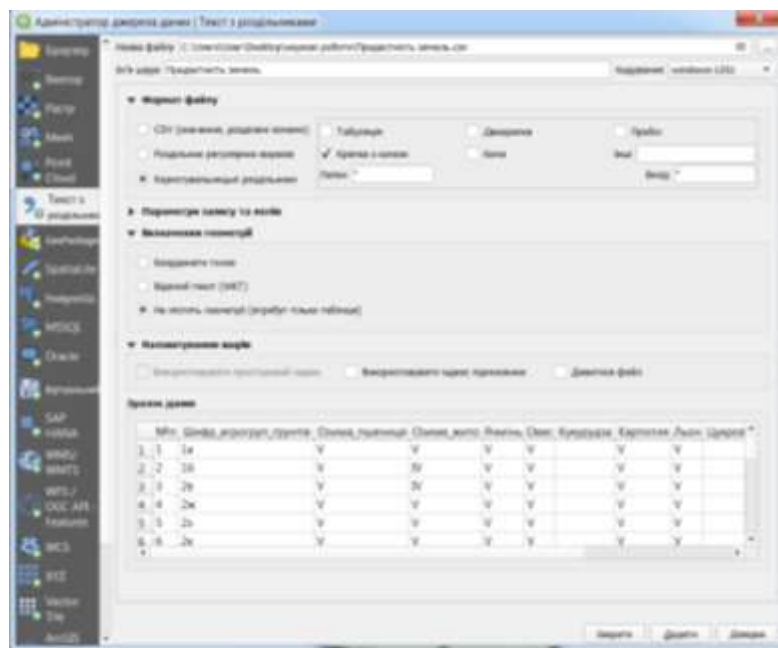


Рис 3.6. Інтеграція табличних даних як окремий шар

Далі виконано операцію приєднання (Join), яка полягає у поєднанні атрибутивних даних таблиці та векторного шару за двома однаковими колонками (рис. 3.7.).

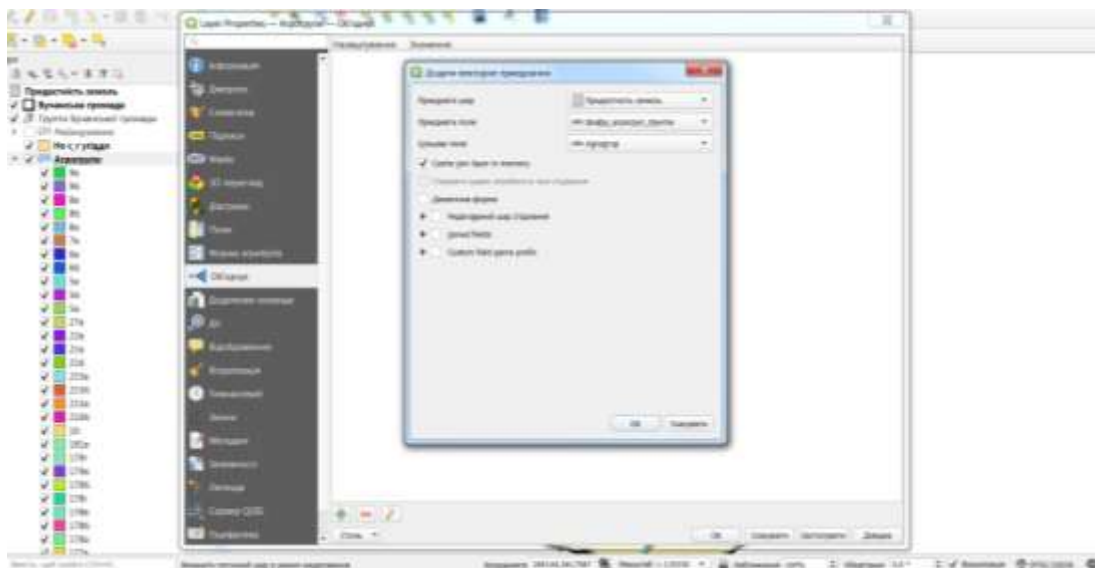


Рис 3.7. Приєднання даних таблиці до атрибутів векторного шару

Важливою умовою такого поєднання є повна відповідність значень у цих полях за написанням і форматом, оскільки записи, що відсутні в таблиці або відрізняються за форматом, не будуть приєднані. Таким чином, у результаті цієї операції інформація з таблиці доповнює атрибутивні дані просторового шару (рис. 3.8.).



ID	Area	Land Use Code	Other Codes	Notes
1	8383.218	495962.837... N	II, III, IV, V	II — (просек) на селісх білях 2"
2	8386.216	35088.1731... N	II, III, IV, V	II — (просек) на селісх білях 2"
3	8390.216	363317.496... N	II, III, IV, V	II — (просек) на селісх білях 2"
4	8396.216	810803243... N	II, III, IV, V	II — (просек) на селісх білях 2"
5	8397.216	7328.1057... N	II, III, IV, V	II — (просек) на селісх білях 2"
6	8398.216	111883394... N	II, III, IV, V	II — (просек) на селісх білях 2"
7	8428.216	256476.771... N	II, III, IV, V	II — (просек) на селісх білях 2"
8	8428.216	90881.2812... N	II, III, IV, V	II — (просек) на селісх білях 2"
9	8429.216	110017.304... N	II, III, IV, V	II — (просек) на селісх білях 2"

Рис 3.8. Атрибутивна таблиця після приєднання таблиці

Далі, для точності наших даних, ми маємо знати площі кожного підкласу для 6 основних сільського господарських культур. Для цього ми використовуємо плагін «Calculate Geometry», який без проблем встановлюється в програмі QGIS, через вкладку «Плагін, де вводимо назву нашого плагіну, та натискаємо кнопку встановлення (рис. 3.9.).

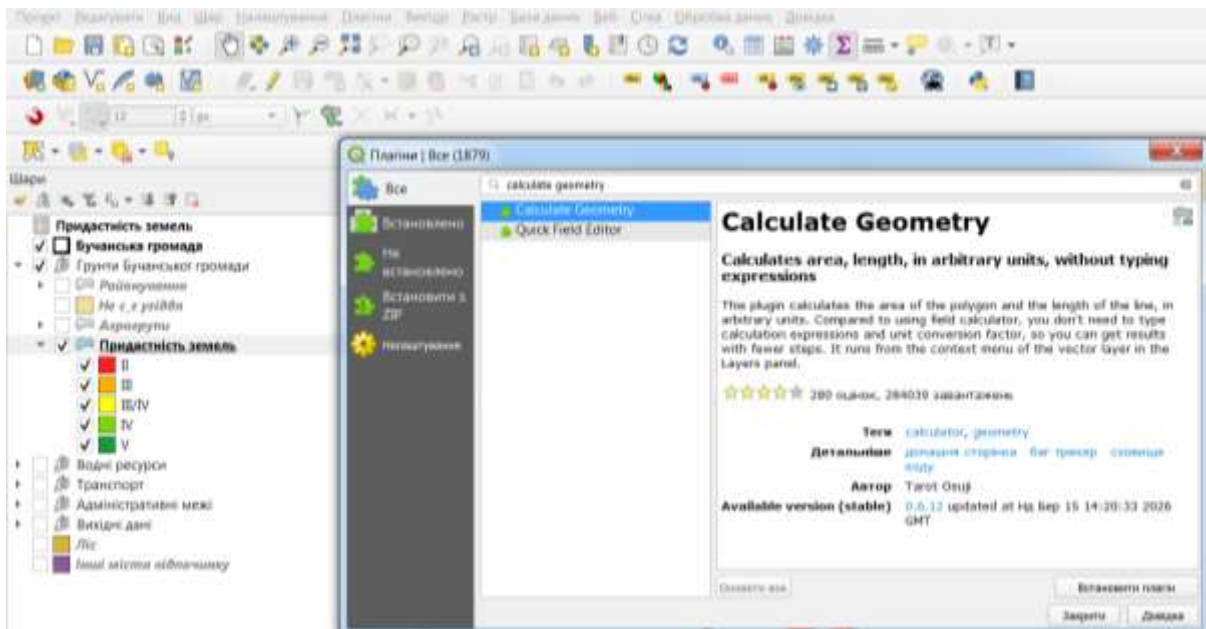


Рис 3.9. Фрагмент встановлення плагіну «Calculate Geometry»

Натискаємо на шар «Агрогрупа» та знаходимо функцію «Calculate Geometry», де ми вже налаштовуємо розрахунок площ. Точність даних складає до 4 цифр після коми для роботи з гектарами, система координат в нас є WGS84 з зоною 36N. Важливо, що саме ці параметри були встановлені для нашого проекту, це впливає на точність даних при створенні складових бази геопросторових даних.

умов передбачено створення серії карт, тому процес побудови буде оптимізовано для спрощення повторення необхідних операцій.¹

Зокрема, змінено спосіб відображення шару: замість класифікації за показником «агрогрупи» застосовано відображення за показником «озиме жито», після чого виконано класифікацію території за рівнем придатності ґрунтів відповідно до даних атрибутивної таблиці та відображено результат на карті (3.12). Після цього переходимо до створення макета.

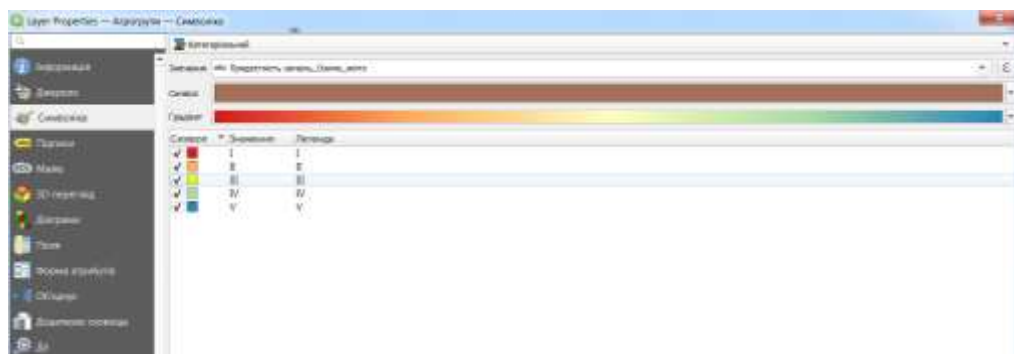


Рис 3.12 Візуалізація рівнів придатності земель в параметрах символіки шару.

Для формування серії карт використано єдиний шаблон макета, що дозволяє уникнути повторного виконання однакових дій. Шаблон було створено на основі попередньо розробленого макета карти агровиробничих груп ґрунтів та збережено під відповідною назвою (3.13).

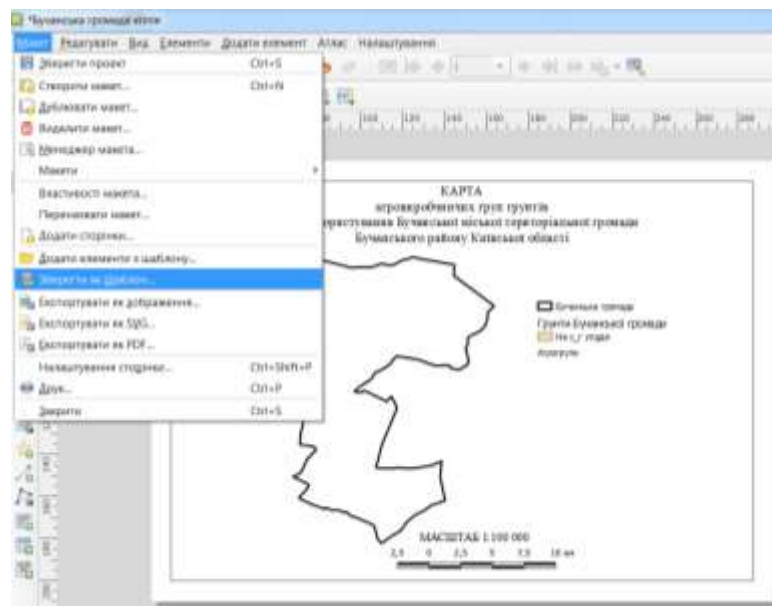


Рис 3.13 Етап формування шаблону карт

Створюємо макет, та відвантажуємо наш шаблон. Цей шаблон автоматично буде оновлюватись за поданою інформацією в самому проекті,

тому за потреби здійснюється лише незначне коригування відображення карти, умовних позначень, текстових елементів і масштабу.

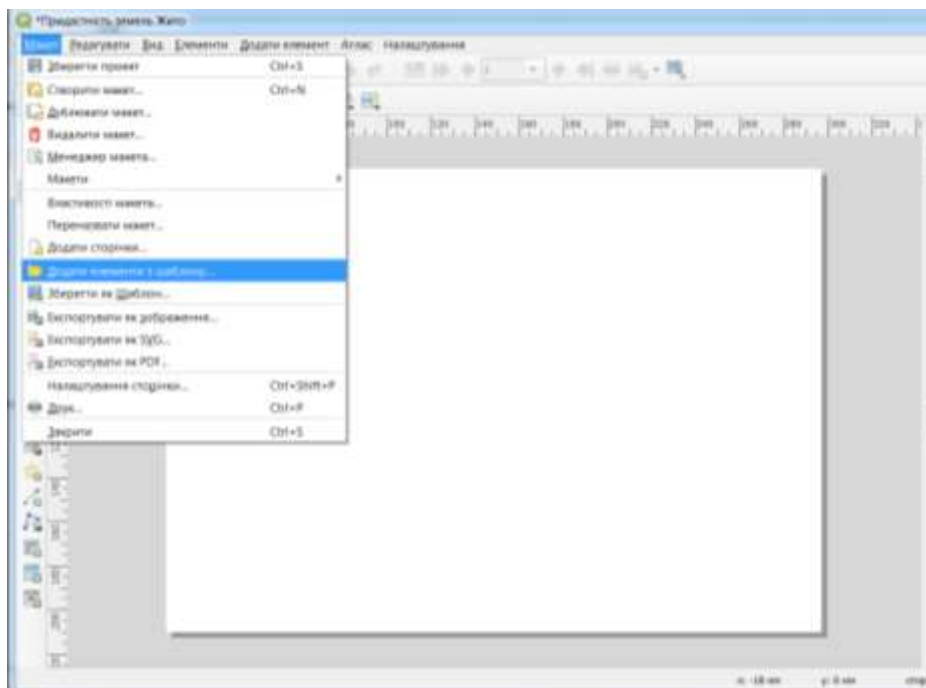


Рис 3.14 Етап завантаження шаблону карт

Таким чином, описуючи технологію створення карт, особливо за допомогою використання функцій Qgis, розглядаючи їх можливості, ми можемо адаптувати цю практику, не тільки по придатності земель до вирощування культур, а в інші тематики геопросторового аналізу.

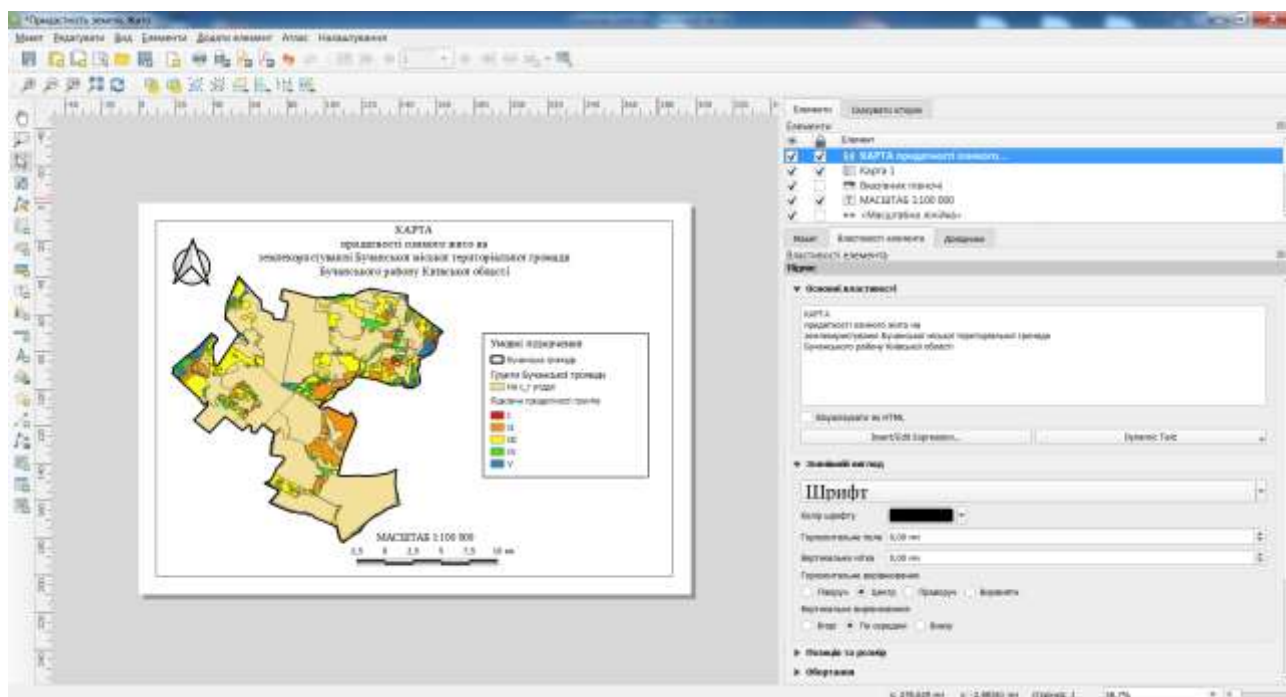


Рис 3.15 Процес фінального оформлення тематичної карти придатності земель для озимого жита в компоновальнику макетів QGIS.

Після перевірки оформлення макет зберігається з урахуванням обраного формату та розміру карти. І таким чином, ми швидко складаємо серію карт ще з 5 основних культур.

У результаті ми маємо шість основних культур де ми як кольоровим кольоровою гамою позначили від найпридатнішого до найнепридатніших земель для основних наших культур.

Карта придатності озимого жита подана на рис. 3.16.

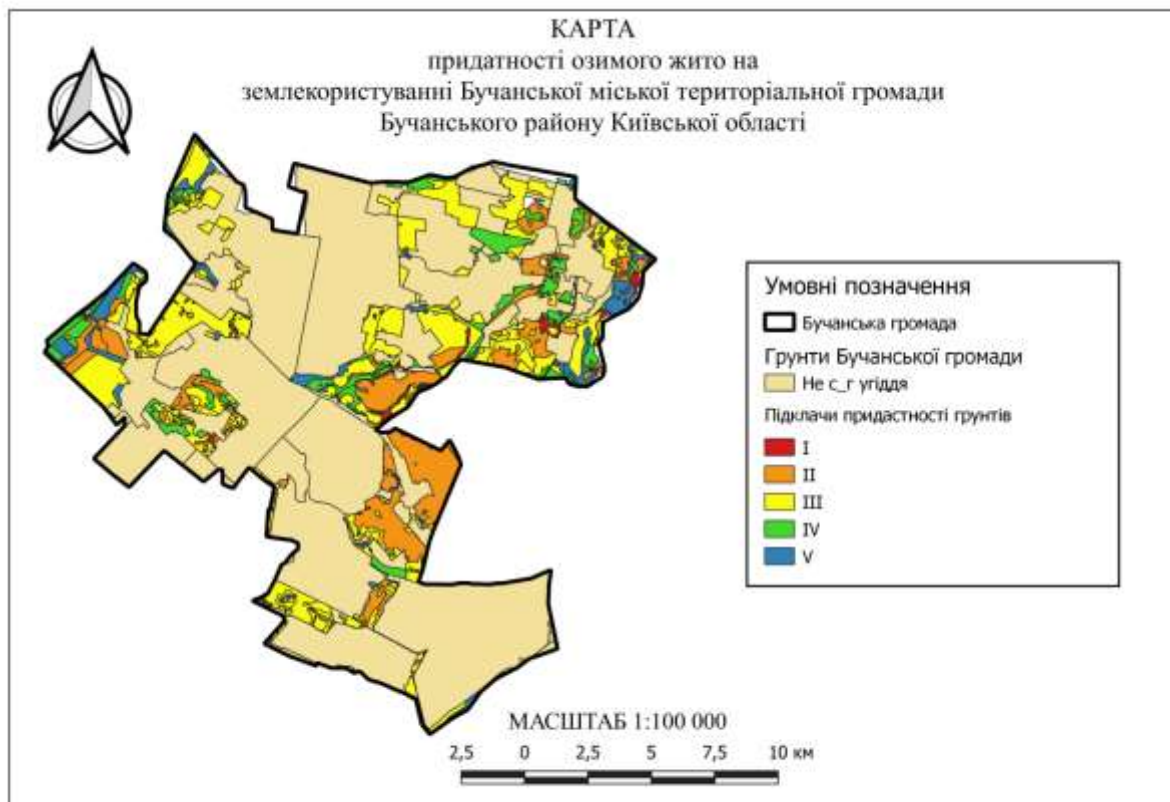


Рис 3.16 Карта придатності земель Бучанської громади до вирощування озимого жита

З карти видно, що домінуючими кольорами є жовтий та помаранчевий, що відповідає другому та третьому класам придатності. Це свідчить про те, що озиме жито загалом добре ростиме на території Бучанської громади, хоча найбільш придатні ґрунти (перший клас) займають відносно невелику площу. Аналіз таблиці атрибутів підтверджує, що найбільші площі належать другому та третьому класам придатності, тоді як перший клас має найменше поширення. З цього ми можемо зробити висновок, що озиме жито на території Бучанської

громади придатність земель до вирощування озимого жита характеризується середнім рівнем, що потребує додаткових зусиль при вирощуванні, але залишається економічно доцільною культурою для господарств громади.

На картографічному поданні придатності земель до вирощування картоплі (рис. 3.17) домінують другий та третій класи, які охоплюють більшу частину території громади. Це свідчить про те, що картопля має вищу за середню продуктивність і є перспективною культурою для вирощування в Бучанській громаді. Наявність значних площ другого класу придатності підтверджує економічну доцільність її вирощування. Особливу увагу, ми приділяємо жовтому коліру, що є дробним числом. Це число означає, що в залежності від ухилу рельєфу, ми можемо отримати один з класів придатності земель. Якщо рельєф менше 3 градусів – 3 клас придатності, якщо більше 3 градусів – 4 клас. Це нам каже, що вирощування не на рівнинній поверхні землі - буде збитковим для цієї культури.

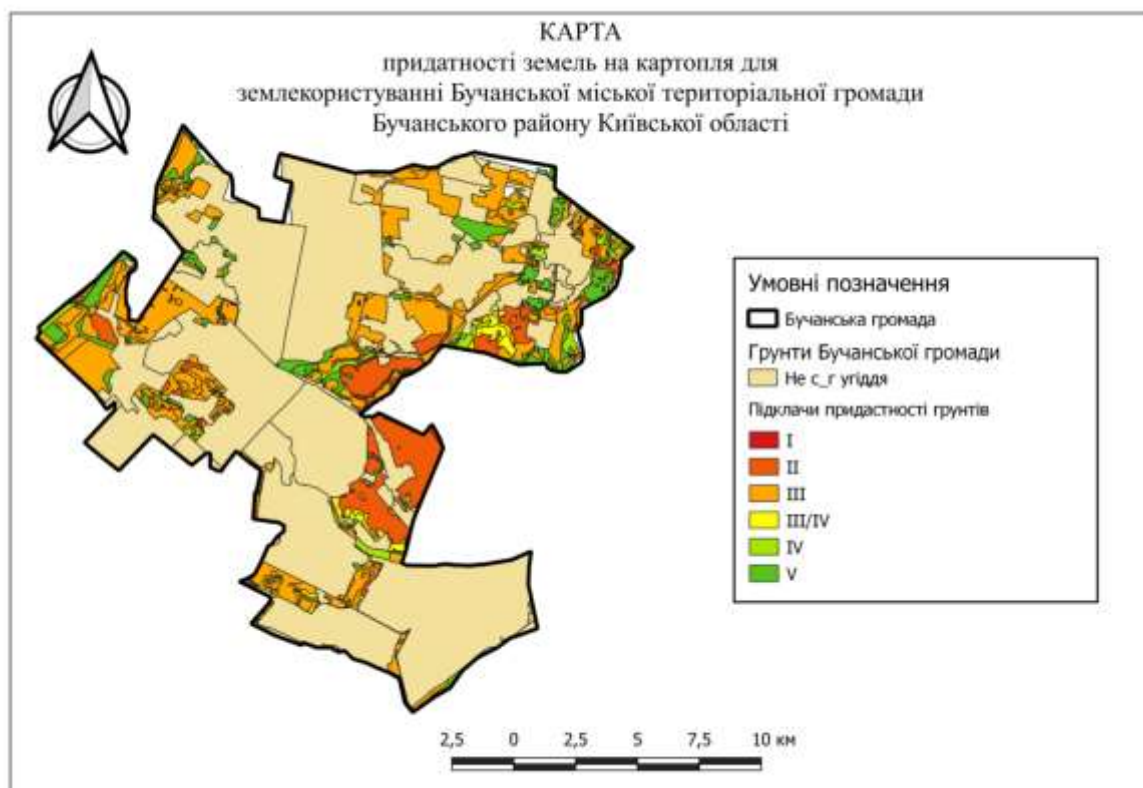


Рис 3.17 Карта придатності земель Бучанської громади до вирощування картоплі

На картографічному поданні придатності земель до вирощування льону (рис. 3.18) видно, що агровиробничі групи ґрунтів для вирощування цієї культури є не дуже придатними для вирощування в межах громади. По-перше, відсутній перший клас, який характеризує найпридатніші ґрунти. По-друге, домінує помаранчевий колір, що відповідає третьому класу придатності, а також зустрічаються осередки п'ятого класу. Це свідчить про хаотичний розподіл придатності: у деяких місцях льон може бути продуктивним, але в інших його вирощування є недоцільним. Таким чином, ґрунти громади мають низьку придатність до вирощування льону і потребують ретельного аналізу території перед прийняттям господарських рішень. Звертаємо нашу увагу на жовтий колір, що є дробним числом. Це каже, що в залежності від ухилу рельєфу, ми можемо отримати один з класів придатності земель. Якщо рельєф менше 3 градусів – 3 клас придатності, якщо більше 3 градусів – 4 клас. Це свідчить, що вирощування не на рівнинній поверхні землі - буде збитковим для цієї культури.

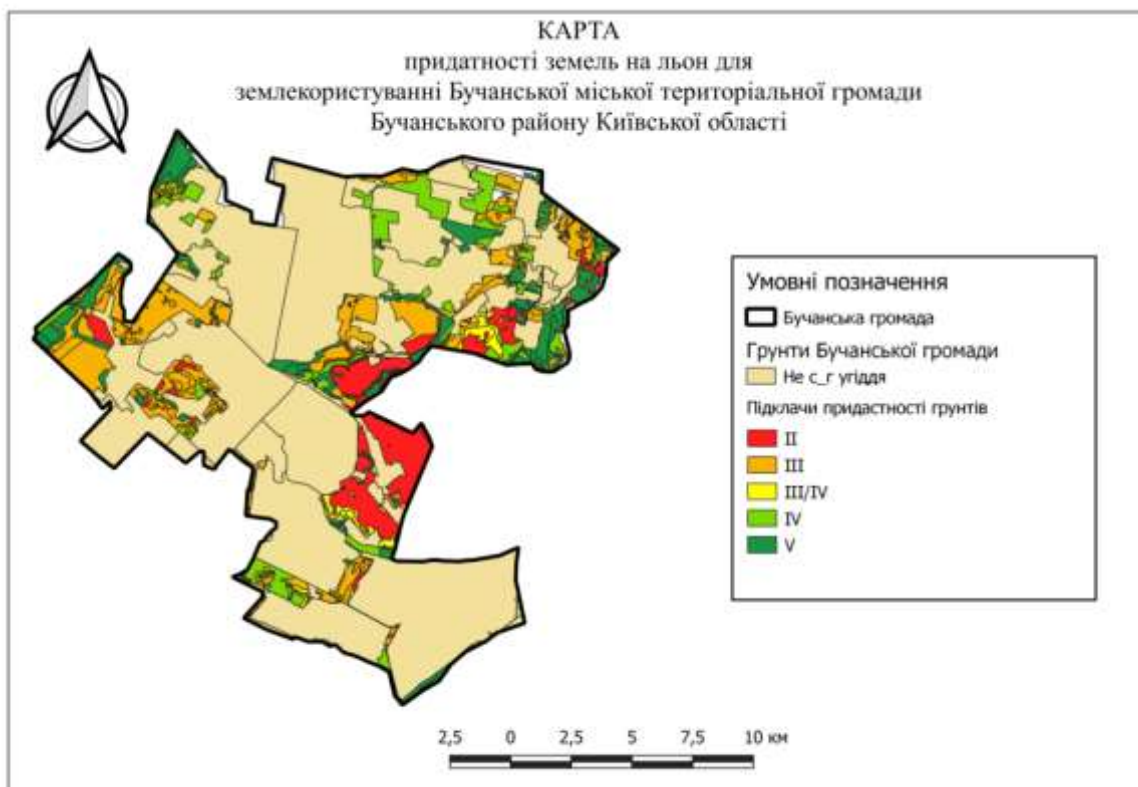


Рис 3.18 Карта придатності земель Бучанської громади до вирощування льону

Овес займає 2 місце серед розглянутих культур по придатності. На картограмі (рис. 3.19) видно, що домінують другий та третій класи, з окремими осередками четвертого класу. Перший клас зустрічається лише точково. Це означає, що овес загалом придатний для вирощування, але потребує додаткових витрат для підвищення продуктивності. У порівнянні з картоплею, придатність ґрунтів до вирощування вівса є дещо нижчою, оскільки площі четвертого та п'ятого класів займають більшу частину території.

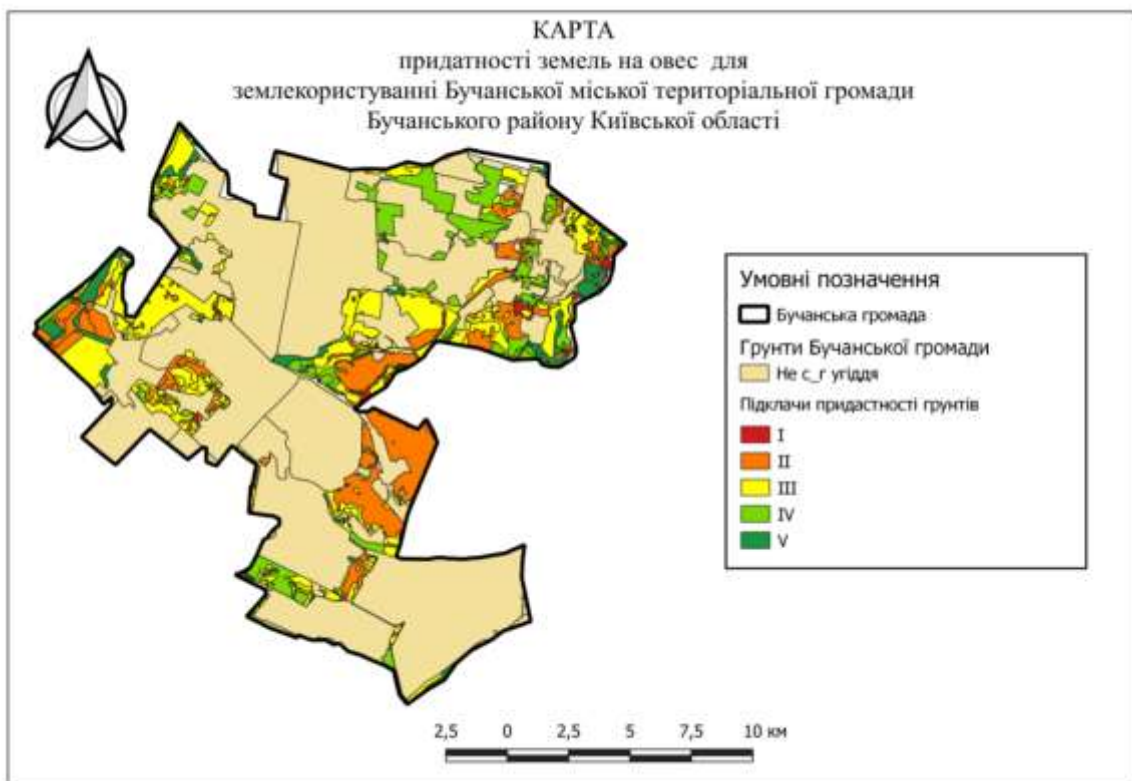


Рис 3.19 Карта придатності земель Бучанської громади до вирощування вівса

На карті придатності земель для ячменю (рис. 3.20) домінує третій клас придатності, за ним йде другий клас. Це свідчить про те, що вирощування ячменю на території громади можливе, але потребує більших зусиль для досягнення високої продуктивності. Загалом культура має середній рівень придатності.

На картограмі придатності земель для озимої пшениці (рис. 3.21) домінує третій клас, а також значні площі четвертого та п'ятого класів. Це свідчить про низьку продуктивність озимої пшениці на території громади та економічну

недоцільність її вирощування. Лише окремі ділянки можуть забезпечити прийнятний рівень урожайності.

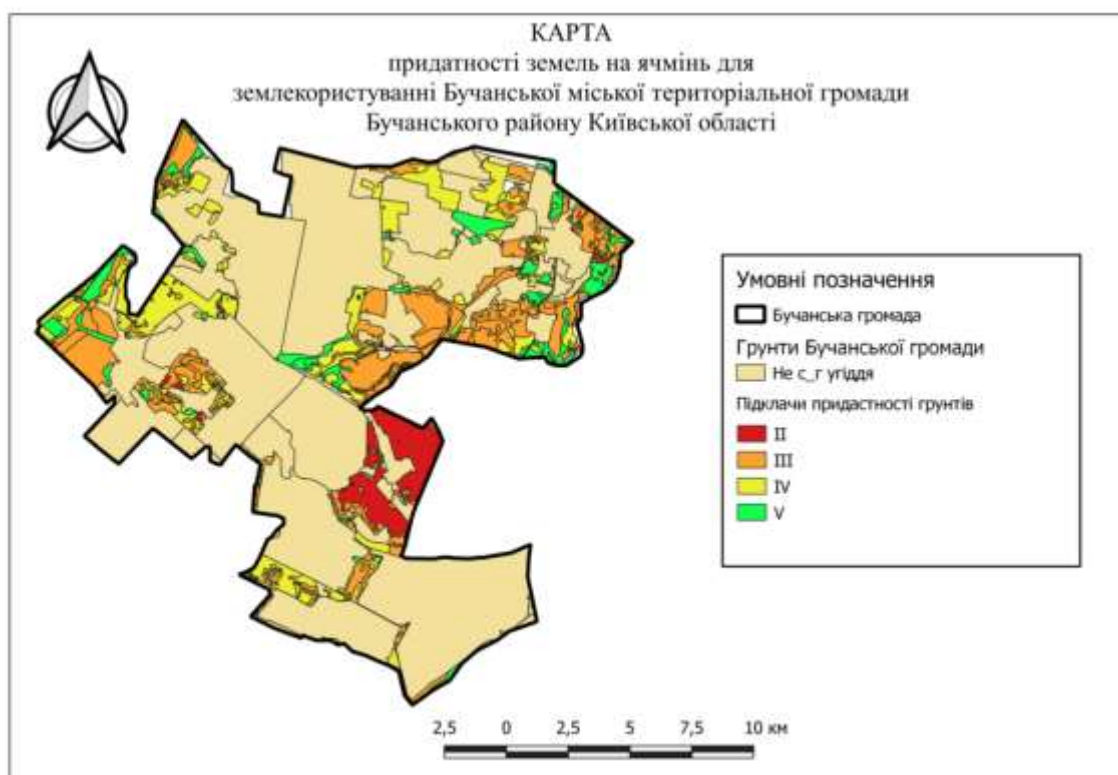


Рис 3.20 Карта придатності земель Бучанської громади до вирощування ячменю

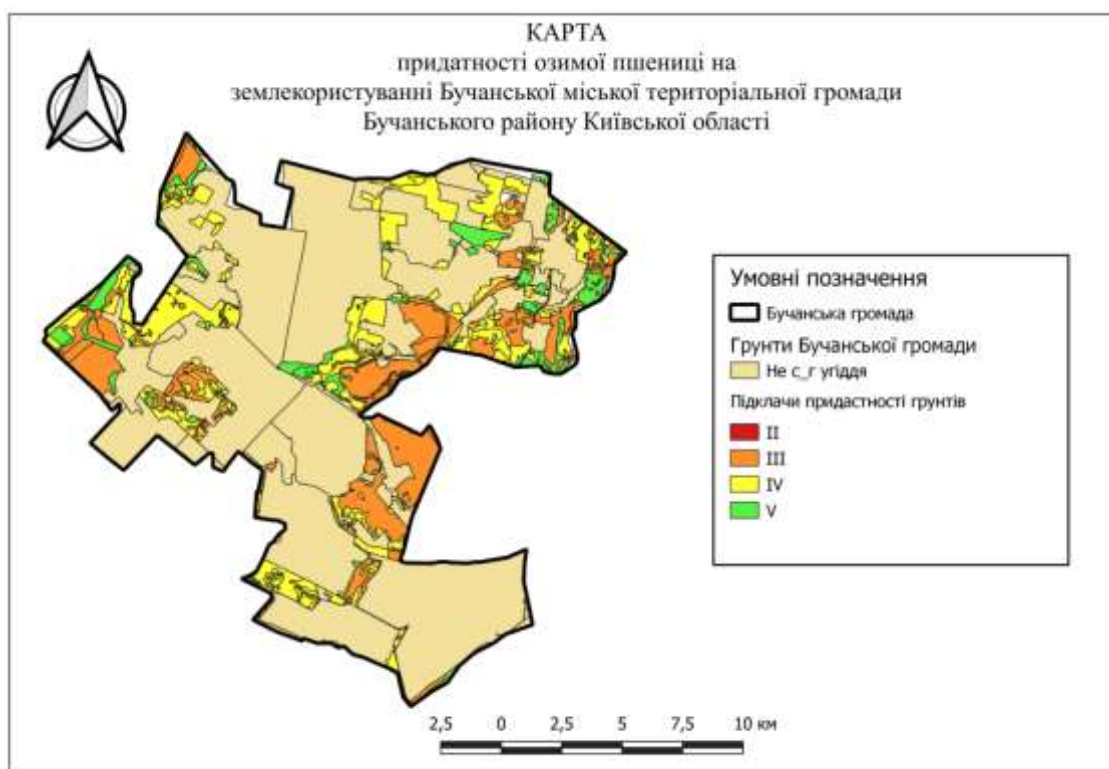


Рис 3.21 Карта придатності земель Бучанської громади до вирощування озимої пшениці

Для визначення класів придатності льону і картоплі необхідно застосовувати аналіз додаткових факторів, оскільки в межах Бучанської громади дробне значення класів придатності було виявлено саме для цих культур. Для цих ґрунтів додатковою умовою є ухил території. Для побудови схилів початковими даними слугувала SRTM.

За контуром громади було вирізано фрагмент SRTM для громади (рис. 3.22).

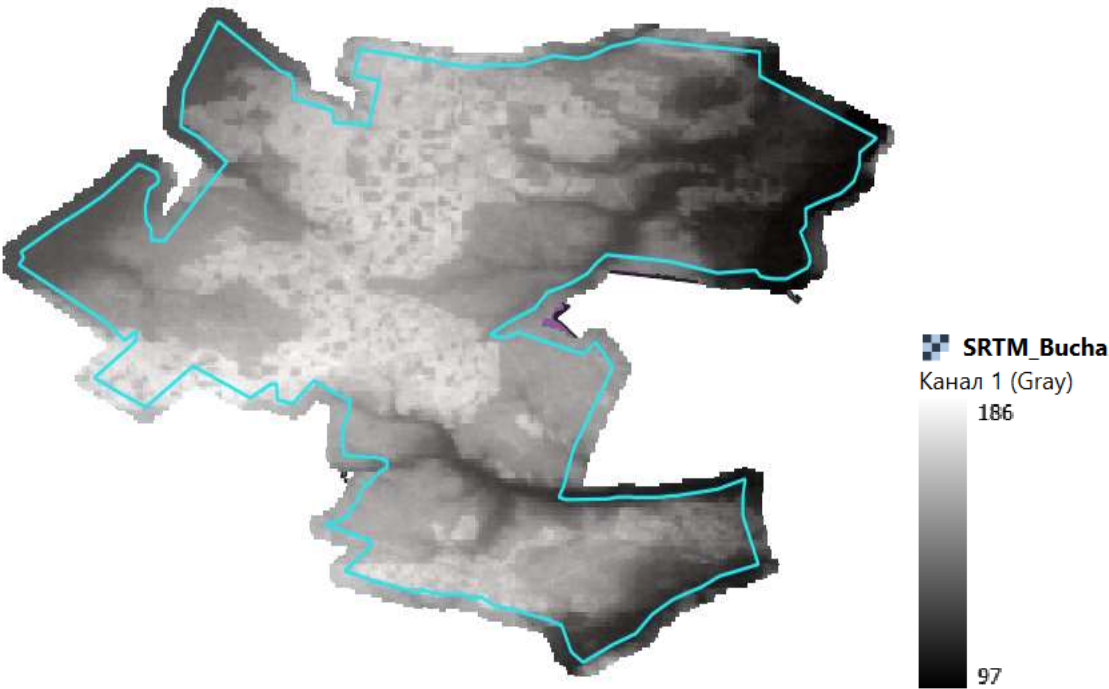


Рис 3.22 SRTM Бучанської громади

За даними рельєфу було побудовано карту схилів (рис 3.23.).

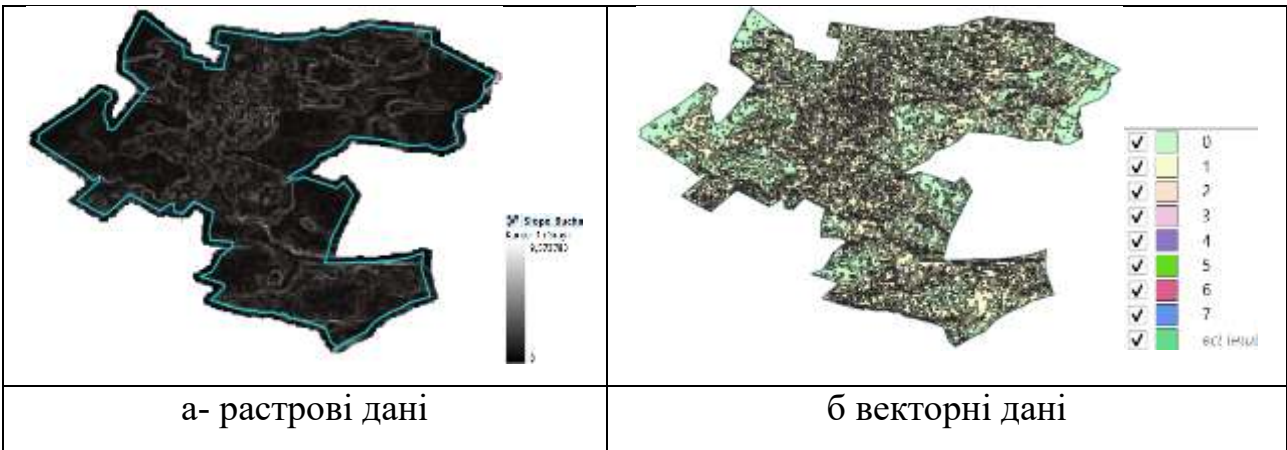


Рис 3.23 Схили Бучанської громади

На рисунку 3.23а подано растрову модель, а на рисунку 3.23б – перетворено у векторну модель (шейп-файл). На території громади переважає рівнинна місцевість.

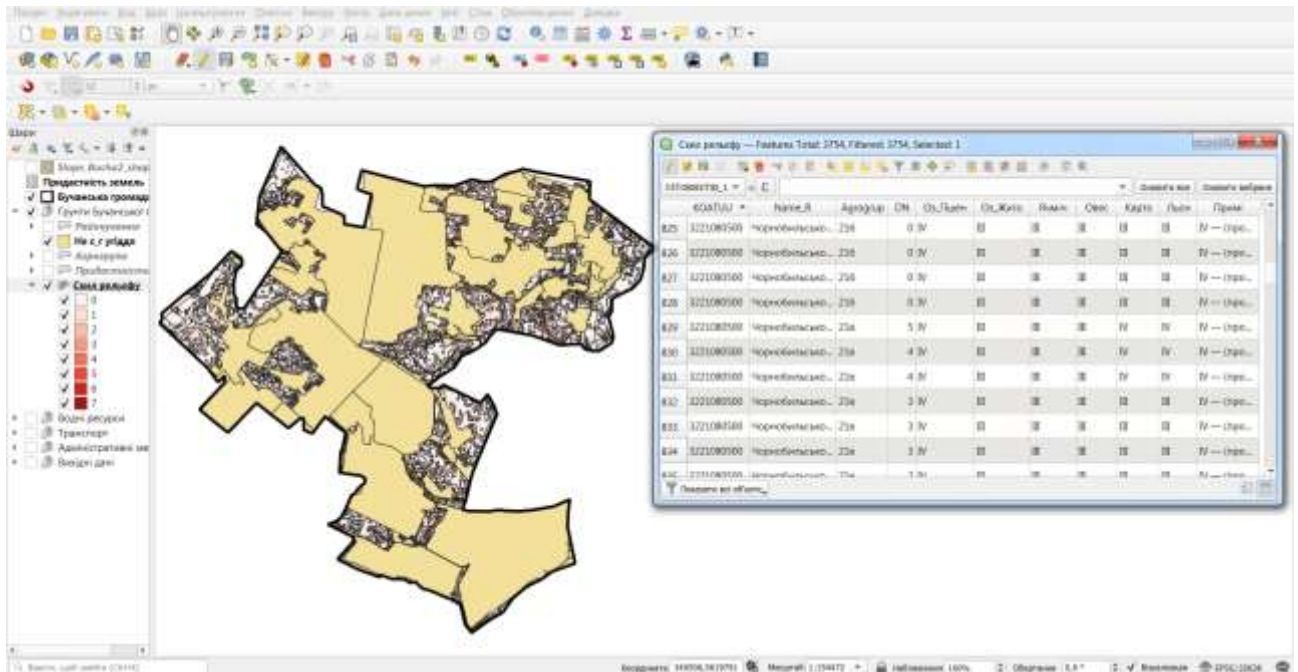


Рис 3.24 Фрагмент робочого проекту з картою схилів та атрибутивної таблиці

Для аналізу ґрунтового покриття було здійснено об'єднання шару що містить агрогрупи та схили. Далі, ми вирізали дані по території ріллі, класифікували крутизну схилів по градусам, та уточнили дані по придатності сільськогосподарських культур, а саме картоплі і льона, щоб віднести їх до певного класу придатності, як зображено на рисунку 3.24. На цьому фрагменті, ми бачимо, що було враховано крутизну схилів, тому в деяких осередках де є більше 3 градусів, ми внесли поправки в атрибутивні дані, але в більшості, вона не перевищувала це значення, тому віднесли спірні ділянки до 3 класу придатності. (рис 3.25-3.26)

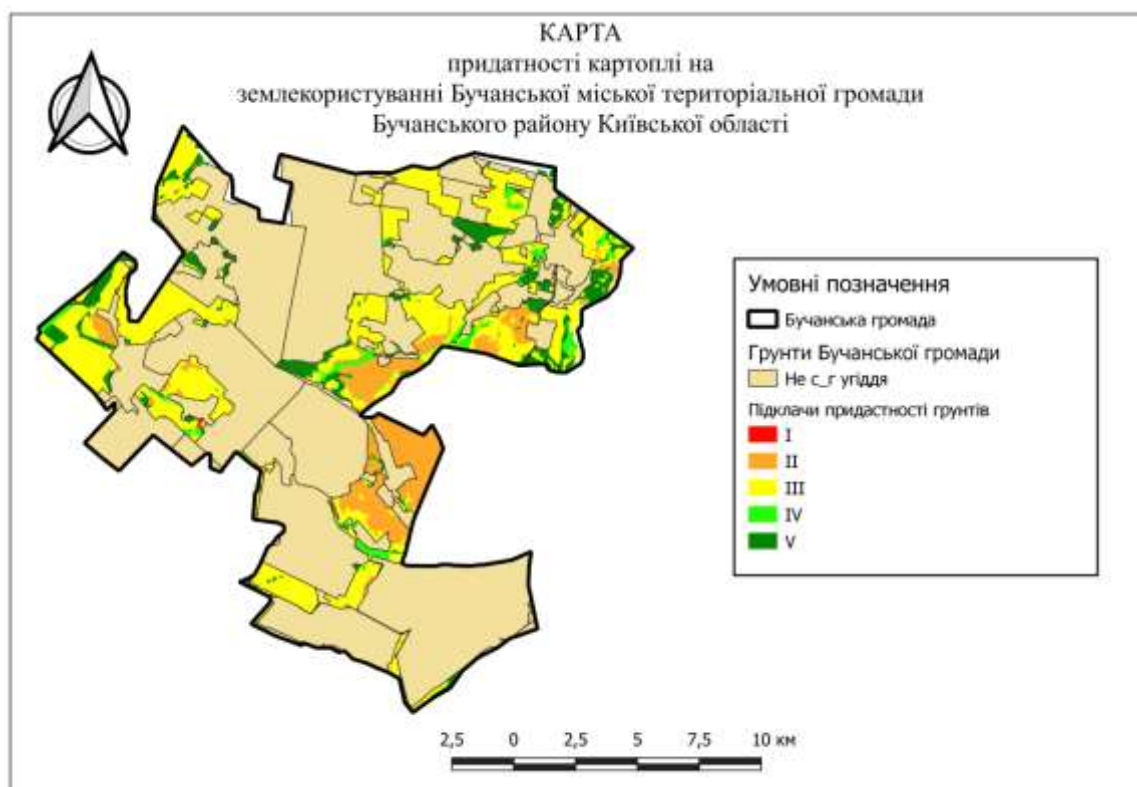


Рис 3.25 Карта придатності земель Бучанської громади до вирощування картоплі

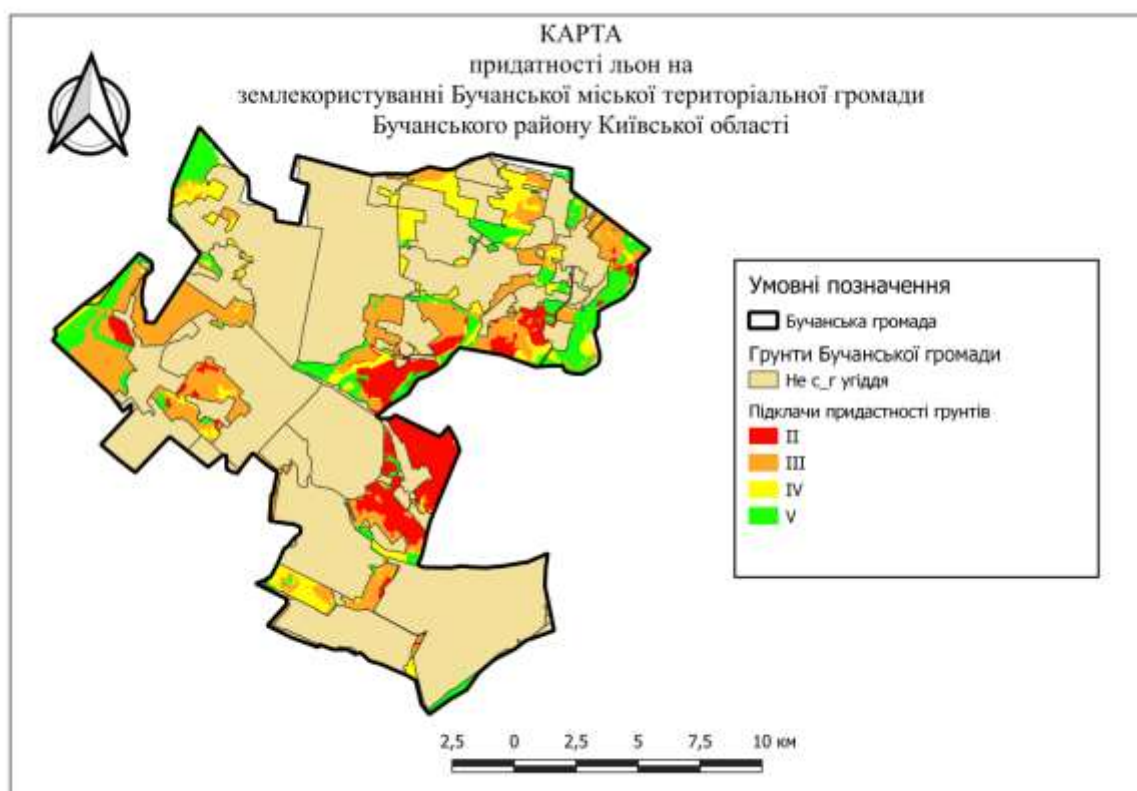


Рис 3.26 Карта придатності земель Бучанської громади до вирощування льону

За врахуванням рельєфу, на карті придатності картоплі (див рис 3.24) , бачимо що 3 клас придатності-домінуючий, далі по розповсюдженості йде 2 клас, з осередкам 5 класу, і лише одна ділянка, з розміром крапки – має 1 клас придатності. На карті придатності льону бачимо кращу ситуацію, хоча і нема на самій карті 1 класу придатності, але розповсюдженість 2 класу – домінує, але в загалом, на самій території, площа рівномірно розділена між класами

Тобто, узагальнюючі отриману інформацію, можемо зробити, що картоплю та льон ризиковано вирощувати на цій території, це буде економічно не вигідно для господарства.

Висновки до третього розділу

В третьому розділі було здійснено реалізації розроблених моделей придатності земель Бучанської громади до вирощування основних сільськогосподарських культур: озимої пшениці, озимого жита, картоплі, льону, вівса та ячменю.

Побудовано тематичні карти та територію Бучанської громади:

- Карта придатності земель до вирощування озимої пшениці
- Карта придатності земель до вирощування ячменю
- Карта придатності земель до вирощування вівса
- Карта придатності земель до вирощування льону
- Карта придатності земель до вирощування картоплі
- Карта придатності земель до вирощування озимого жита

Територія аналізованої громади є найбільш придатною до вирощування картоплі

ВИСНОВКИ

У результаті виконання бакалавської кваліфікаційної роботи проаналізовано теоретичні засади геоінформаційного картографування, визначено його сутність, складові елементи та принципи функціонування, а також було проаналізовано критерії придатності сільськогосподарських земель до вирощування основних сільськогосподарських культур. Здійснено аналіз території дослідження: Бучанської громади.

Основні результати дослідження полягають у наступному:

- сформовано функціональну модель геоінформаційного картографування придатності земель, що описує процес обробки геопросторових даних та забезпечує логічну послідовність операцій від збору інформації до створення тематичних карт;
- розроблено набір моделей складових геоінформаційного картографування: структури бази та бази геопросторових даних (БГД), яка структурує та інтегрує векторні та табличні формати (Shapefile та CSV) та дозволяє здійснювати багатовимірний аналіз придатності ґрунтів;
- реалізовано процедури приєднання та класифікації даних у QGIS, що забезпечили створення серії карт придатності земель для шести основних сільськогосподарських культур (з врахуванням крутизни схилів):
 - Карта придатності земель Бучанської громади до вирощування озимої пшениці
 - Карта придатності земель Бучанської громади до вирощування ячменю
 - Карта придатності земель Бучанської громади до вирощування вівса
 - Карта придатності земель Бучанської громади до вирощування льону
 - Карта придатності земель Бучанської громади до вирощування картоплі

- Карта придатності земель Бучанської громади до вирощування озимого жита

Запропонований підхід підтвердив ефективність геоінформаційного картографування як інструменту системного аналізу земельних ресурсів. Він дозволяє не лише актуалізувати дані про стан ґрунтів, але й забезпечує їх практичне використання для оптимізації агровиробництва, планування сівозмін та раціонального землекористування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Баран П. І., Марущак М. П. Топографія та інженерна геодезія : підручник для студ. геодезичних і негеодезичних спец. вищ. навч. закл. Київ : Знання України, 2015. 464 с. URL: <https://elib.chdtu.edu.ua/e-books/5469>.
2. Бонітування ґрунту. SuperAgronom : вебсайт. URL: <https://superagronom.com/slovník-agronoma/bonituvannya-gruntu-id20047>.
3. Гудзь В. П., Примах І. Д., Будьонний Ю. В., Танчик С. П. Землеробство : підручник. 2-ге вид., перероб. та доп. / за ред. В. П. Гудзя. Київ : Центр учбової літератури, 2010. 464 с.
4. Дехтяренко Ю. Ф., Лихогруд М. Г., Манцевич Ю. М., Палеха Ю. М. Методичні основи грошової оцінки земель в Україні : навч. посіб. Київ : Профі, 2007. 624 с.
5. Добряк Д. С., Дребот О. І., Мельник П. П. Наукові засади класифікації орних земель за продуктивністю ґрунтів для вирощування основних сільськогосподарських культур. Землеустрій, кадастр і моніторинг земель. 2021. № 1. С. 11–22. URL: <https://journals.uran.ua/bnusing/article/view/231861>.
6. Добряк Д. С., Канаш О. П., Бабміндра Д. І., Розумний І. А. Класифікація сільськогосподарських земель як наукова передумова їх екологічнобезпечного використання. 2-ге вид. Київ : Урожай, 2009. 464 с.
7. Добряк Д. С., Недашківська Т. І. Класифікація орних земель за придатністю ґрунтів для вирощування окремих сільськогосподарських культур як наукова основа обмежень у сільськогосподарському землекористуванні. Землевпорядний вісник. 2013. № 7. С. 26–29. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Zv_2013_7_11.
8. Душечкіна Н. Ю. Системний контекст аналізу якості навколишнього середовища: навч. посіб. Умань: Візаві, 2024. 165 с. URL: <https://dspace.udpu.edu.ua/retrieve/c526eb64-ff0f-4c6c-8d52-2ac7b2d8dd46/Посібник%20систем%20аналіз.pdf>.

9. Еколого-економічні засади збалансованого аграрного виробництва та використання природних ресурсів агросфери: монографія / за наук. ред. академіка НААН О. І. Фурдичка. Київ : ДІА, 2022. 408 с.
10. Зацерковний В. І., Бурачек В. Г., Железняк О. О., Терещенко А. О. Геоінформаційні системи і бази даних : монографія. Кн. 2. Ніжин : НДУ ім. М. Гоголя, 2017. 237 с.
11. Збір географічних даних. PortalGIS : вебсайт. 2024. URL: <https://portalgis.pro/geoinformaczijni-systemy/zbir-geografichnyh-danyh/>.
12. Історична довідка — Буча. Бучанський міський сайт : вебсайт. URL: https://www.bucha.com.ua/history_bucha_1.html.
13. Карпінський Ю. О. та ін. Основи створення інтероперабельних геопросторових даних. Київ : КНУБА, 2023. 302 с. URL: https://land.gov.ua/wp-content/uploads/2023/05/maket_r1-5_25_05_2023.pdf.
14. Карпінський Ю. О., Лященко А. А. Зміст і засоби сучасного геоінформаційного картографування. Інтеграція геопросторових даних у дослідженнях природних ресурсів : матеріали міжнар. наук.-практ. конф. Київ : Компрінт, 2014. С. 72–76.
15. Карта ґрунтів України. SuperAgronom.com: вебсайт. URL: <https://superagronom.com/karty/karta-gruntiv-ukrainy>.
16. Каталог річок України / уклад. : Г. І. Швець, Н. І. Дрозд, С. П. Левченко ; відп. ред. В. І. Мокляк. Київ : Вид-во АН УРСР, 1957. URL: https://shron1.chtyvo.org.ua/Levchenko_SP/Kataloh_richok_Ukrainy.pdf.
17. Кліматичні моделі: Буча, Україна. Meteoblue : вебсайт. 2026. URL: https://www.meteoblue.com/uk/weather/historyclimate/climatemodelled/bucha_ukraine_711350.
18. Кохан С. С., Москаленко А. А., Шило Л. Г. Геоінформаційне забезпечення якісної оцінки ґрунтів. Вісник економіки транспорту і промисловості. 2013. № 3 (66). С. 304–308.
19. Ляшенко А. А., Захарченко Є. М. Концептуальне моделювання та принципи реалізації бази геопросторових даних кадастру природних

лікувальних ресурсів. Раціональне природокористування і охорона природи. 2019. № 1. С. 232–239. DOI: <https://doi.org/10.25228/2519-4577.19.2.29>.

20. Ляшенко Д. О., Копер Н. Є. Концептуальне моделювання для завдань геоінформаційного забезпечення екологічного туризму. Український географічний журнал. 2023. № 1. С. 67–73.

21. Максютів А. О. Географія людської діяльності : посіб. Умань : Візаві, 2023. 187 с. URL: <https://dspace.udpu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/a083cd80-1ea5-40bc-8d33-07ec6ee191a7/content>.

22. Мартин А. Г., Осипчук С. О., Чумаченко О. М. Природно-сільськогосподарське районування в Україні : монографія. URL: https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u18/monograph_natural_agricultural_zoning.pdf.

23. Міщенко В. Погляд на Бучу через п'ятнадцять років. Blogs.korrespondent.net: вебсайт. 2016. URL: <https://blogs.korrespondent.net/blog/politics/3768952/>.

24. Несмачна М. Понад 5 млн га орних земель в Україні не використовуються через війну. SuperAgronom.com : вебсайт. 2024. 15 січ. URL: <https://superagronom.com/news/18341-ponad-5-mln-ga-ornih-zemel-v-ukrayini-ne-vikoristovuyutsya-cherez-viynu>.

25. Основи геоінформаційних систем / Дж. Кемпбелл, С. Шин; пер. з англ. 2014. URL: [https://ukrayinska.libretexts.org/Науки_про_Землю/Географія_\(фізична\)/Книга%3A_Основи_геоінформаційних_систем_\(Campbell_i_Shin\)/04%3A_Моделі_даних_для_ГІС/4.01%3A_Моделі_растрових_даних](https://ukrayinska.libretexts.org/Науки_про_Землю/Географія_(фізична)/Книга%3A_Основи_геоінформаційних_систем_(Campbell_i_Shin)/04%3A_Моделі_даних_для_ГІС/4.01%3A_Моделі_растрових_даних).

26. Про національну інфраструктуру геопросторових даних : Закон України від 13.04.2020 № 554-IX. Відомості Верховної Ради України. 2020. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/554-20>.

27. Руденко Л. Г., Бочковська А. І. Етапи становлення та розвитку картографічних досліджень в Інституті географії НАН України. Український

географічний журнал. 2024. № 3. С. 61–71. URL: <https://ukrgeojournal.org.ua/uk/node/828>.

28. Словник гідронімів України / уклад. : І. М. Желєзняк, А. П. Корепанова, Л. Т. Масенко та ін. ; ред. кол. : А. П. Непокупний, В. В. Стрижак (відп. ред.) та ін. Київ : Наукова думка, 1979. С. 79. URL: http://history.org.ua/LiberUA/SlGidrUkr_1979/SlGidrUkr_1979.pdf.

29. Стратегія розвитку Бучанської міської об'єднаної територіальної громади на період до 2029 року : затв. рішенням Бучанської міської ради від 19.11.2019 № 4101-66-VII. 2019. URL: <https://www.buchara.gov.ua/content/strategiya-rozvytku>.

30. Типи атрибутивних даних. PortalGIS : вебсайт. 2024. URL: <https://portalgis.pro/geoinformaczijni-systemy/typy-atrybutyvnyh-danyh-u-gis/>.

31. Україна займає 3 місце світового рейтингу за часткою орних земель. Скільки-скільки : вебсайт. 2024. URL: <https://skilky-skilky.info/ukraine-zaймає-3-mistse-svitovoho-reytnhu-za-chastkoiu-ornykh-zemel/>.

32. Укрупнена Київщина: паспорт нового Бучанського району. Моя Київщина : вебсайт. 2020. URL: <https://mykyivregion.com.ua/analytics/ukрупnena-kiyivshhina-pasport-novogo-bucanskogo-raionu>.

33. Хотиненко О. М. Ґрунти, їх класифікація і номенклатура. Навчальне видання. Методичні рекомендації. Миколаїв: МНАУ, 2015. 87 с. URL: https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/4626/1/Hotynenko_O.Grunty_Mod_1_2.pdf.

34. Шипулін В. Д. Основи ГІС-аналізу : навч. посібник / Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Харків : ХНУМГ, 2014. 330 с. URL: https://eprints.kname.edu.ua/36960/1/2012%206H%20печ%20Основи%20ГІС-анализу_ua_ред.pdf.

35. Integration Definition for Function Modeling (IDEF0). Federal Information Processing Standards Publication 183. 1993. URL: <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/FIPS/fipspub183.pdf>.

36. SRTM (Shuttle Radar Topography Mission). NASA Earthdata : вебсайт.
URL: <https://www.earthdata.nasa.gov/data/instruments/srtm/>.