

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЧЕРНІВЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ЮРІЯ ФЕДЬКОВИЧА  
Географічний факультет  
Кафедра геодезії, картографії та управління територіями**

**Прикладні аспекти формування геоінформаційної бази даних  
земельних ресурсів на територію  
Хотинської територіальної громади**

**Кваліфікаційна робота  
Рівень вищої освіти - другий (магістерський)**

Виконав:  
здобувач II курсу, групи 208-М  
спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій»  
ОПП «Геодезія»  
ТУРЕЦЬКИЙ Микола Миколайович  
Керівник:  
к.геогр.н., доц. Дарчук К. В.

**До захисту допущено:  
протокол засідання кафедри № 3  
від «18» «листопада» 2025 р.**

Зав. кафедрою \_\_\_\_\_ доц. Дарчук К. В.

## АНОТАЦІЯ

**Турецький М. М. Прикладні аспекти формування геоінформаційної бази даних земельних ресурсів на територію Хотинської територіальної громади – Рукопис.**

Кваліфікаційна робота  
зі спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій». ОПП «Геодезія»

У роботі досліджено можливості застосування геоінформаційних систем для картографування та аналізу землекористування Хотинської міської територіальної громади. Розглянуто наукові та методичні засади ГІС-картографування земельних ресурсів, проаналізовано функціональні особливості програмних продуктів ArcMap і ArcGIS Pro. На основі даних дистанційного зондування Землі та офіційних статистичних матеріалів створено базові просторові шари та цифрові картографічні моделі землекористування громади. Отримані результати можуть бути використані для моніторингу, планування та оптимізації використання земельних ресурсів на місцевому рівні.

**Ключові слова:** геоінформаційне картографування, цифрова карта, Заставнівська територіальна громада, ArcGIS, земельні ресурси.

## SUMMARY

**Turetskyi M. M. Applied aspects of forming a geoinformation database of land resources on the territory of the Khotyn territorial community – Manuscript.**

Qualification work on the specialty  
193 "Geodesy and land management" OPP "Geodesy"

The paper explores the possibilities of using geographic information systems for mapping and analyzing land use in the Khotyn urban territorial community. The scientific and methodological principles of GIS mapping of land resources are considered, and the functional features of the ArcMap and ArcGIS Pro software products are analyzed. Based on remote sensing data and official statistical materials, basic spatial layers and digital cartographic models of land use in the community have been created. The results obtained can be used for monitoring, planning, and optimizing the use of land resources at the local level.

**Keywords:** geoinformation mapping, digital map, Zastavnivka territorial community, ArcGIS, land resources.

\_\_\_\_\_ Микола ТУРЕЦЬКИЙ

## **Заява**

**Студента ТУРЕЦЬКОГО Миколи Миколайовича**

Номер студентської книжки: \_\_\_\_\_

Я заявляю, що наукова робота: «Особливості використання програмного продукту Leica Infinity при обробці результатів аерофознімання»

1) Була підготовлена виключно мною, \* і:

А. Не порушує авторські права третіх осіб у відповідність із законом про авторське право.

Б. Повністю або частково була використана в якості основи для отримання диплому про вищу освіту або наукового ступеня мною чи іншою особою.

2) Крім того, я заявляю, що надана мною для перевірки електронна версія роботи збігається з друкованою.

Даною заявою я підтверджую, що була, проінформована про права та обов'язки студентки Університету, про правила, що стосуються перевірки оригінальності наукових робіт. Тому я заявляю, що я згідна на обробку моїх письмових робіт у відповідності з антиплагіатними процедурами Університету, а також на архівування цих робіт в базі даних інтернет системи Turnitin Similarity згідно з антиплагіатними правилами і процедурами Університету.

Я також свідома того, що у випадку, якщо робота написана мною, за рішенням Комісії університету буде містити факти, які суперечать умовам зазначеним у цій заяві, або, якщо коефіцієнти виходять за межі гранично допустимих норм (згідно **Додатку 2**), робота буде повернута на доопрацювання.

5/12/2025 р.

*Дата*

*Підпис*

*\*Беручи до уваги істотний внесок з боку керівника наукової роботи.*

## **Зміст**

|                                                                                                                 |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| ВСТУП .....                                                                                                     | 5         |
| <b>РОЗДІЛ 1. НАУКОВІ ЗАСАДИ ГІС-КАРТОГРАФУВАННЯ<br/>ВИКОРИСТАННЯ ЗЕМЕЛЬНИХ РЕСУРСІВ.....</b>                    | <b>8</b>  |
| 1.1 Земельні ресурси як об'єкт дослідження .....                                                                | 8         |
| 1.2. Історичні аспекти розвитку ГІС-картографування у світі та в<br>Україні .....                               | 12        |
| 1.3. Основи геоінформаційного моделювання землекористування на<br>рівні територіальних громад .....             | 16        |
| Висновки до розділу 1.....                                                                                      | 20        |
| <b>РОЗДІЛ 2. ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ<br/>ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ</b>                                    | <b>21</b> |
| 2.1. Види інформаційного забезпечення управління земельними<br>ресурсами.....                                   | 21        |
| 2.2. Особливості використання картографо-геодезичних матеріалів у<br>дослідженні питань землекористування ..... | 25        |
| 2.3. Особливості використання матеріалів ДЗЗ при дослідженнях<br>земельних ресурсів .....                       | 27        |
| Висновки до розділу 2.....                                                                                      | 31        |
| <b>РОЗДІЛ 3. ГІС-КАРТОГРАФУВАННЯ ЗЕМЕЛЬ ХОТИНСЬКОЇ<br/>МІСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ .....</b>                 | <b>32</b> |
| 3.1. Загальний опис території Хотинської територіальної громади.....                                            | 32        |
| 3.2. Картографування земельних ресурсів Хотинської ТГ .....                                                     | 38        |
| 3.3. Крупно масштабне картографування м. Хотин у середовищі Open<br>Street Maps.....                            | 44        |
| Висновки до розділу 3.....                                                                                      | 54        |
| Висновки .....                                                                                                  | 55        |
| Список використаних джерел .....                                                                                | 56        |

## Вступ

**Актуальність дослідження.** Застосування геоінформаційних систем (ГІС) у процесі картографування земельних ресурсів набуває особливої актуальності в умовах необхідності оновлення та актуалізації просторових даних на рівні територіальних громад. Для Хотинської міської територіальної громади, яка характеризується поєднанням урбанізованих, сільськогосподарських та природоохоронних територій, проблема застарілості традиційних картографічних матеріалів є вкрай важливою. Динамічні зміни землекористування, трансформація функціонального призначення земель, розвиток інфраструктури та вплив природних чинників потребують використання сучасних цифрових технологій просторового аналізу.

Використання даних дистанційного зондування Землі, зокрема супутникових знімків та матеріалів аерофотознімання з безпілотних літальних апаратів, створює можливість регулярного оновлення інформації про стан земельних ресурсів. Інтеграція таких даних у ГІС-середовище дозволяє формувати багаторівневі цифрові картографічні моделі, які відображають сучасний стан землекористування та забезпечують основу для прийняття управлінських рішень на локальному рівні.

Вибір Хотинської міської територіальної громади як об'єкта експериментального дослідження обумовлений її типовістю для північно-західної частини Чернівецької області, різноманітням форм землекористування та наявністю як історично сформованої забудови, так і значних сільськогосподарських угідь. Це створює сприятливі умови для апробації ГІС-картографування та можливості подальшого використання отриманих результатів для інших громад із подібними соціально-економічними та природними умовами.

**Метою дослідження** є створення цифрових картографічних моделей землекористування території Хотинської міської територіальної громади із використанням програмних продуктів ArcGIS Pro та ArcGIS 10.8, а також виявлення просторових закономірностей розподілу основних категорій земель.

Для досягнення поставленої мети в роботі вирішено такі завдання:

- проаналізувати наукові засади ГІС-картографування використання земельних ресурсів;
- розглянути методичні підходи до застосування ГІС-технологій для аналізу землекористування;
- здійснити аналітичний огляд структурно-функціональних особливостей та технологій використання ArcMap і ArcGIS Pro;
- розробити базові просторові шари картографічних моделей для території Хотинської громади;
- дослідити інформаційне забезпечення процесу аналізу землекористування;
- виконати геоінформаційне картографування землекористування Хотинської міської територіальної громади.

**Об'єктом дослідження** є територія Хотинської міської територіальної громади як система просторово організованих об'єктів та процесів землекористування.

**Предметом дослідження** є методи та технології геоінформаційного картографування землекористування з використанням ГІС-середовища ArcGIS Pro.

**Методи дослідження.** Дослідження ґрунтується на концептуальних засадах теорії та методології ГІС, що відображені у фундаментальних працях таких вчених: Л. Бондаренко, О. С. Васмут, Т. І. Козаченко та Я. П. Скрипник тощо.

В роботі використано систему **методів:** конкретнонаукові та міждисциплінарні: картографічного моделювання, геоінформаційний, економіко-статистичний, геодезичний; загальнонаукові – системний, історичний, аналізу і синтезу, моделювання; вузькогалузеві та спеціальні – ГІС-моделювання, графо-аналітичні, геопросторового аналізу, векторизації за растром, геодезичної прив'язки, дешифрування та інше.

**Наукова новизна одержаних результатів.** На основі проведення дослідження, нами

***вперше:***

- розроблено алгоритм картографування земельних ресурсів Хотинської міської громади у середовищі ArcGIS Pro;

***набули подальшого розвитку:***

- методико-технологічні прийоми геоінформаційного- картографування землекористування;

- реалізація геоінформаційного підходу для вирішення землевпорядних прикладних задач;

- теоретичні та практичні аспекти подальшого використання ArcGIS Pro при картографуванні об'єктів землекористування Хотинської міської. Тергромади.

**Практичне значення одержаних результатів.** Викладені у випусковій кваліфікаційній роботі положення, узагальнення й висновки можуть бути застосовані у процесі подальшого удосконалення чи розробці нових технологій ГІС-супроводу процесу картографування. Положення та висновки дослідження можуть бути рекомендовані для подальших наукових досліджень пов'язаних із вирішенням завдань цифрового картографування в Україні.

**Апробація результатів дослідження.** Теоретичні висновки й практичні рекомендації, а також одержані результати можуть використовуватись ГІС- організаціями та підрядниками в якості настанов з планування й виконання подібних робіт.

**Структура.** Робота складається зі вступу, 3-х розділів, висновків до розділів, загальних висновків, списку використаних джерел і представлена на 59 сторінках друкованого тексту. Робота містить 6 таблиць та 33 рисунки.

## **РОЗДІЛ 1. НАУКОВІ ЗАСАДИ ГІС-КАРТОГРАФУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ЗЕМЕЛЬНИХ РЕСУРСІВ**

Геоінформаційне картографування земельних ресурсів є фундаментальною науково-прикладною основою для забезпечення ефективного, прозорого та сталого управління територіями. У сучасному контексті, особливо в умовах децентралізації влади та динамічного розвитку ринкових земельних відносин, ГІС-технології перетворюють традиційну картографію з методу пасивного відображення на інтерактивний інструмент просторового аналізу та моделювання управлінських рішень. Наукові засади ГІС-картографування охоплюють широке коло теоретичних положень, починаючи від концепції картографічного методу дослідження та геоінформаційного моделювання, і закінчуючи теорією формування та функціонування комплексних геоінформаційних систем.

Актуальність детального вивчення наукових засад ГІС-картографування визначається критичною потребою в підвищенні ефективності використання національних земельних ресурсів. Забезпечення сталого розвитку та оптимізація економічної віддачі від землі, зокрема земель сільськогосподарського призначення, вимагає наявності надійної та актуальної інформаційної бази, що є неможливим без застосування просторових технологій.

### **1.1 Земельні ресурси як об'єкт дослідження**

Земельні ресурси є унікальним об'єктом дослідження, що вимагає міждисциплінарного підходу. У контексті геоінформаційного картографування, вони розглядаються як комплексна система, що включає природно-екологічний, економічний, правовий та соціальний виміри. Це виходить далеко за рамки традиційного розуміння землі лише як ґрунту або території. ГІС-технології дозволяють інтегрувати ці багатовимірні характеристики в єдину просторову модель, необхідну для ефективного управління.

Земельні ресурси як об'єкт дослідження повинні бути відображені та контрольовані щодо їх наявності, використання та збереження. Це вимагає від

ГІС-системи обробки не лише векторних даних (межі, ділянки), але й атрибутивної інформації, що описує якісні характеристики.

Мета управління земельними ресурсами, особливо на рівні територіальних громад (ТГ), полягає у створенні та забезпеченні ефективного функціонування такої системи землекористування, яка б найкраще задовольняла потреби всього населення громади. Кінцевий результат управлінської діяльності оцінюється не тільки економічним прибутком, але й досягненням екологічного та соціального ефекту. Це підтверджує, що сучасне управління землею керується принципами сталого розвитку.

Саме тому наукові засади ГІС-картографування вимагають переходу від парадигми простого обліку до парадигми комплексного менеджменту. Традиційні кадастрові системи, які фокусувалися переважно на кількісних показниках та реєстрації прав, виявилися недостатніми для обслуговування динамічних ринкових відносин та потреб децентралізованого управління. Поява та розвиток Системи земельного адміністрування (СЗА) у світі, починаючи з середини 1980-х років, стала відповіддю на цей виклик. СЗА, на відміну від класичного кадастру, обов'язково інтегрує просторовий аналіз використання, оцінки вартості та правової реєстрації. Це означає, що ГІС-картографування перестало бути лише технічним процесом, ставши ключовим правовим та економічним інструментом. Фахівці, які вивчають кадастр сьогодні, мають усвідомлювати, що вони працюють з фінансовими та правовими системами, візуалізованими через просторові дані.

Для забезпечення ефективного управління, ГІС-система повинна забезпечувати системний моніторинг кількісно-якісних змін земельних ресурсів. Це охоплює не лише визначення площі та меж, але й включення в базу геоданих топографічних, агрохімічних та екологічних характеристик території.

Концепція земельного адміністрування (СЗА) є широкою парадигмою земельного менеджменту. Вона була формально визначена у 1996 році базовим документом ЄЕК ООН і охоплює процеси записів і поширення інформації про власність, вартість та використання землі для реалізації політики земельного

менеджменту.

СЗА включає чотири взаємопов'язані функції, які органічно інтегруються через ГІС-технології:

1) кадастр та реєстрація земель – це базова функція, що полягає у збиранні даних та узагальненні інформації про стан, кількісні та якісні показники земельних ресурсів. ГІС забезпечує просторову основу для ідентифікації та обліку ділянок.

2) реєстрація прав – забезпечення прозорості та юридичної надійності прав на землю.

3) оцінка земель та нерухомого майна – оцінка являє собою одну з ключових функцій СЗА, де ГІС-технології використовуються як інформаційне підґрунтя для проведення як нормативної, так і експертної грошової оцінки.

4) землеустрій та планування – ця функція передбачає регулювання напрямів використання земель та розробку планів просторового розвитку.

Ключовим інституційним кроком в Україні стало прийняття Закону "Про Державний земельний кадастр" (ДЗК). Цей закон мав на меті спростити та прискорити процедуру реєстрації землі, замінивши довгі та складні бюрократичні процеси (які могли тривати місяцями або роками) на чітко визначений термін у 14 робочих днів. Закон став інструментом переходу до єдиного електронного реєстру, що є невіддільним від ГІС-технологій.

Однак, для забезпечення ефективного управління, необхідна надійність інформаційної бази. Ефективність децентралізації, де ОТГ отримали широкі повноваження, критично залежить від якості інформації, що міститься в їхніх геоінформаційних системах. Якщо кадастрова система має помилки, успадковані від старої інвентаризації, або інформацію про ділянки, що залишились без власника, це підриває не тільки контроль, але й здатність громади генерувати економічний ефект (наприклад, через некоректне оподаткування). Таким чином, для підвищення рівня менеджменту в ОТГ та забезпечення надійності інформаційної бази необхідна інтеграція даних ДЗЗ з кадастровими даними, про що буде детальніше викладено у параграфі 1.1.

Систематизація взаємозв'язку між управлінськими функціями та ГІС-технологіями представлена у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1. Основні функції системи земельного адміністрування (СЗА) та роль ГІС

| Функція СЗА                  | Основна мета                                                                      | Роль ГІС-картографування                                                            | Аналітичне підґрунтя                       |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Кадастр земель               | Облік кількісних/якісних показників, ідентифікація ділянок.                       | Створення просторової основи, управління базами геоданих (векторизація, топологія). | Забезпечення надійності інформаційної бази |
| Реєстрація прав              | Забезпечення правової надійності та прозорості транзакцій.                        | Візуалізація правового статусу, просторовий аналіз конфліктів меж.                  | Спрощення реєстрації прав та процедур      |
| Оцінка земель та нерухомості | Визначення вартості для цілей оподаткування, забезпечення ринкових механізмів.    | Просторова прив'язка оціночних зон, формування інформаційного підґрунтя для НГО/ЕГО |                                            |
| Землеустрій та планування    | Регулювання напрямів використання, просторовий розвиток, функціональне зонування. | Геоінформаційне моделювання, створення тематичних карт обмежень та використання     |                                            |

Картографічний метод дослідження земельних ресурсів є основою ГІС-картографування. Він виходить за рамки простого відтворення, використовуючи карту як модель простору для виявлення закономірностей, оцінки стану об'єктів земельно-майнового комплексу та виконання картографічного аналізу.

Ключовим принципом є проблемно-орієнтоване картографування. Це означає, що кінцевий картографічний твір (цифровий шар або друкована карта) повинен бути сфокусований на вирішенні конкретної управлінської, екологічної чи економічної проблеми, пов'язаної з землею (наприклад, виявлення ділянок, непридатних для сільського господарства, або зон підвищеного ризику ерозії). Створення таких тематичних карт землеустрою вимагає обґрунтування методологічних засад, що включають формування тематичних шарів із використанням відповідних систем умовних позначень, шрифтів, штрихів та фонів.

ГІС забезпечує інструментарій для реалізації проблемно-орієнтованого картографування через просторове забезпечення, яке визначається системою

картографічного та геоінформаційного забезпечення. Управлінські рішення щодо землекористування, зокрема, регулювання напрямів використання земель та визначення організаційних напрямів технологічного забезпечення, базуються на результатах картографічного аналізу.

Таким чином, наукові засади ГІС-картографування земельних ресурсів полягають у здатності: інтегрувати дані різної природи (правові, фізичні, економічні) у єдину просторову базу; моделювати складні взаємозв'язки та процеси (наприклад, динаміку змін використання землі); візуалізувати результати аналізу у вигляді тематичних карт, що є зрозумілими для кінцевих користувачів – від землевпорядників до населення ОТГ.

## **1.2. Історичні аспекти розвитку ГІС-картографування у світі та в Україні**

Розвиток ГІС-картографування є відображенням глобальної просторово-інформаційної революції. Вивчення його історичних віх дозволяє зрозуміти, як технологічні інновації трансформували науковий підхід до управління територіями, а також як українська наукова школа інтегрувалася у світові процеси.

Хоча основи картографії та кадастру існують тисячоліттями, сучасна ГІС виникла як унікальна технологія вирішення просторових проблем у другій половині ХХ століття.

Початок (1960-ті роки): Перші автоматизовані системи, здатні обробляти географічні дані, з'явилися у 1960-х роках. Прикладом може слугувати Канадська ГІС (CGIS), яка стала одним із перших функціональних систем для управління земельними ресурсами. Ці перші кроки визначили ГІС як систему, що інтегрує дані та аналітичні функції.

Починаючи з середини 1980-х років, відбулася просторово-інформаційна революція, яка стимулювала розвиток сучасної концепції земельного адміністрування (СЗА). ГІС став її технологічним фундаментом, оскільки СЗА вимагала ефективних процесів записів, поширення інформації та підтримки

політики земельного менеджменту.

Комерціалізація та Глобальне Поширення: Важливим етапом стало заснування компаній-піонерів, зокрема Esri, яка працює з 1969 року і розробляє програмне забезпечення ArcGIS. Це призвело до комерціалізації технологій, їх стандартизації та впровадження урядовими та приватними організаціями по всьому світу. На сьогодні світовий ринок геоінформаційних систем, що оцінювався у 9,1 млрд доларів у 2021 році, демонструє стійке зростання, прогнозовано досягнувши 22,5 млрд доларів до 2029 року.

Слід підкреслити, що ГІС – це значно більше, ніж просто програмне забезпечення для створення карт. Це комплексна система, яка складається з п'яти основних компонентів: апаратного забезпечення, програмного забезпечення, даних, методів та найважливіше спеціалістів.

В Україні розвиток ГІС-картографування відбувався паралельно зі становленням незалежної держави та формуванням ринкових земельних відносин.

Українська географічна та картографічна наука зробила значний внесок у розвиток теорії геоінформаційного картографування та наукових засад формування геоінформаційних систем. Це включало відображення етапів формування української школи атласного картографування.

Найвагомішим досягненням, яке стало кульмінацією розвитку національної картографічної думки, стало створення Національного атласу України (НАУ). Шлях до цього був відкритий з моменту здобуття незалежності. Положення комплексного ГІК, розроблені українськими вченими, були послідовно реалізовані спочатку в електронній версії пілотного проекту у 2000 році, а потім — у повній версії Національного атласу України, виданого у 2007 році. Результати подальших досліджень у сфері ГІС-картографування були узагальнені у наукових монографіях, що свідчить про глибоку теоретичну базу, створену вітчизняною наукою.

Незважаючи на потужні здобутки у сфері наукової теорії та атласного картографування (як це засвідчує НАУ 2007 року ), інституційні аспекти

управління земельними ресурсами в Україні зіткнулися з низкою проблем, успадкованих від планової економіки. Це виражалося у складності та тривалості процедур реєстрації земельних ділянок, коли процес часто вимагав звернення до трьох-чотирьох інстанцій і міг затягуватися на місяці або навіть роки, якщо виникали помилки у документації.

Для подолання цих бюрократичних та технічних перешкод, які гальмували розвиток цивілізованого ринку земель, був прийнятий Закон "Про Державний земельний кадастр". Цей закон став ключовим інституційним кроком, спрямованим на спрощення процедури реєстрації та запровадження єдиного електронного реєстру земель. Згідно із законом, реєстрація землі мала здійснюватися у чітко визначений термін – протягом 14 робочих днів. Закон про ДЗК був відкрито визнаний владою як перший, необхідний крок до запровадження ринку земель сільськогосподарського призначення. Це підкреслює, що ГІС-картографування у контексті кадастру є не просто технічною мапою, а необхідним інструментом економічної трансформації та гарантом прав приватної власності. Створення прозорого та надійного електронного кадастру є критичною передумовою для цивілізованого функціонування земельного ринку.

Проте, як показує практика, основним напрямом розвитку національних кадастрових систем є не тільки збирання даних, але й підвищення зручності та доцільності їх використання. Існуючі системи зіткнулися з викликами, пов'язаними з помилками у даних, а також ділянками, які з різних причин залишилися без власника. Це створило необхідність розширення кадастрової системи та інтеграції передових технологій для верифікації та коригування інформації.

Сучасний етап розвитку ГІС-картографування характеризується глибокою інтеграцією з передовими інформаційними технологіями. Виклики, пов'язані з кліматичними змінами, сталістю та соціальною нерівністю, є невіддільними від їхньої географії, і для їх вирішення потрібні нові можливості ГІС.

Ключові напрямки розвитку включають інтеграцію ГІС з:

- дистанційним зондуванням Землі (ДЗЗ) – забезпечення постійного моніторингу та актуалізації даних;

- штучним інтелектом (ШІ) та машинним навчанням (ML) – ШІ та ML, інтегровані з ГІС, дозволяють створювати точніші та ефективніші моделі управління земельними ресурсами.

- big data та інтернетом речей (IoT) – обробка великих масивів динамічних просторових даних.

Таблиця 1.2. Ключові віхи розвитку ГІС та кадастрових систем в Україні та Світі

| Період / Рік                | Подія / Досягнення                                                             | Значення для Землекористування                                                           | Джерело/Контекст                           |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Середина 1960-х (Світ)      | Поява перших ГІС (зокрема, CGIS); початок просторово-інформаційної революції.  | Запровадження автоматизованого аналізу просторових даних, відхід від паперових систем.   | Розвиток концепції СЗА                     |
| 1969 р. (Світ)              | Заснування компанії Esri.                                                      | Комерціалізація та стандартизація професійного ГІС-програмного забезпечення.             | Глобальне поширення ГІС-технологій         |
| 1990-ті – 2000-ні (Україна) | Розвиток теорії геоінформаційного картографування (ГІК) та наукових засад ГІС. | Формування міцної наукової основи української ГІК-школи.                                 | Наукові засади ГІК                         |
| 2 007 р. (Україна)          | Вихід повної версії Національного атласу України (НАУ).                        | Кульмінація національного атласного картографування, узагальнення географічних даних.    | Реалізація комплексного ГІК                |
| 2012 р. (Поступово)         | Набуття чинності Закону «Про Державний земельний кадастр».                     | Інституційний перехід до електронної, ГІС-орієнтованої реєстрації та спрощення процедур. | Ключовий крок до запровадження ринку землі |

Використання алгоритмів машинного навчання дозволяє автоматично класифікувати типи землекористування на основі супутникових даних, що є критично важливим для швидкого та об'єктивного моніторингу. Ця інтеграція технологій надає можливість створення прогнозних моделей щодо змін ландшафту та землекористування на кілька десятиліть уперед. Таким чином, ГІС забезпечує своєчасне виявлення проблемних зон, дозволяє розробляти більш ефективні плани землепорядкування та мінімізувати ризики, пов'язані з екологічними катастрофами. Ці технології є основою для автоматизації

моніторингу змін та є важливим елементом для інституційних змін у системі землекористування України.

### **1.3. Основи геоінформаційного моделювання землекористування на рівні територіальних громад**

Передача повноважень щодо управління землями на рівень територіальних громад (ТГ) зробила їх ключовим об'єктом для прикладного геоінформаційного моделювання. Ефективне управління земельними ресурсами ТГ вимагає не просто інвентаризації, а створення динамічних, прогностичних моделей, що ґрунтуються на інтеграції різномірних просторових даних.

Геоінформаційне моделювання землекористування являє собою методологію побудови послідовності виконання взаємозв'язаних функцій, що охоплюють увесь цикл: від збирання та обробки даних до управління базами геоданих.

Мета моделі полягає в тому, щоб забезпечити користувачу (менеджеру громади або землевпоряднику) можливість керувати процесом геооброблення. Це включає наочне відображення процесів і взаємозв'язків, динамічне оновлення даних, можливість редагування структури моделі та експериментування з вхідними параметрами. Наприклад, геоінформаційна модель дозволяє порівняти сучасний стан сільськогосподарського землекористування з оптимальними моделями, побудованими на основі оцінювання придатності земель. Це може бути реалізовано через використання геоінформаційних систем із відкритим доступом (наприклад, QGIS) на базі порталів геоданих.

Ключове значення в моделюванні має перехід від моделі «статистики» до моделі «динаміки». Традиційні картографічні матеріали фіксували стан на певний момент часу. Натомість, сучасна геоінформаційна модель в ТГ повинна бути динамічною, забезпечуючи постійний моніторинг змін. Завдяки використанню ДЗЗ, фахівці можуть виявляти нецільове використання земель, вести моніторинг за станом посівів, оцінювати стан угідь та спостерігати за розширенням площ сільськогосподарських земель, зокрема їх розораності, в

режимі, близькому до реального часу. Це перетворює ГІС-моделювання на інструмент підтримки рішень, здатний оперативно реагувати на антропогенні та природні впливи.

Для створення надійних та функціональних геоінформаційних моделей ТГ необхідна комплексна методика, що поєднує різноманітні джерела просторових даних. Запропонована методика базується на поєднанні ГІС-аналізу з інструментами обробки супутникових знімків та інтеграції кадастрових даних.

Моделювання ефективного землекористування вимагає інтеграції трьох основних інформаційних стовпів:

- кадастрові та правові дані – надають правову та кількісну основу (межі, власники, цільове призначення). Цифрова трансформація кадастрових даних є необхідною умовою для підвищення ефективності управління.

- дані дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) та аерофотознімання: Використовуються для моніторингу фактичного використання, виявлення ділянок, не внесених у систему ДЗК, та контролю за антропогенними впливами.

- екологічні та топографічні дані – включають цифрові моделі рельєфу (ЦМР), які використовуються для аналізу топографічних характеристик, а також цифрові моделі ґрунтів (наприклад, SoilGrids) для оцінки придатності та продуктивності.

На основі інтеграції цих даних здійснюється просторовий аналіз, зонування території, автоматизація моніторингу змін та оцінка ефективності використання ресурсів. Застосування алгоритмів машинного навчання сприяє значному покращенню точності прогнозування змін землекористування.

Функціональне зонування є невіддільним елементом геоінформаційного моделювання та планування землекористування. Його головна мета – забезпечити збалансований розвиток території, встановлюючи правила та обмеження на використання землі, що дозволяє найкраще задовольняти потреби всього населення ТГ.

У ГІС-моделях землекористування виділяють кілька ключових типів зонування :

- кадастрове зонування – визначає кадастрові квартали та масиви для цілей обліку.

- функціональне зонування – визначає основну мету використання території (наприклад, зони житлової забудови, промислові зони, рекреаційні зони). Для кожної з функціональних зон визначається перелік функцій, які можуть бути реалізовані, а також вимоги до розмірів ділянки та споруд.

- економіко-планувальне зонування – визначає економічні параметри, необхідні, зокрема, для нормативної грошової оцінки.

Геоінформаційне картографування дозволяє інтегрувати правові норми та обмеження безпосередньо у просторову базу даних. Завдяки візуалізації зон та їхніх обмежень, кожний потенційний власник або користувач земельної ділянки заздалегідь ознайомлюється з правилами її використання. Це забезпечує прозорість та значно знижує ризики конфліктів.

Наявність функціонального зонування в ГІС-моделі є прямим механізмом забезпечення ефективного управління, яке, згідно з концепцією, має приносити екологічний та соціальний ефект. Зонування гарантує контроль за негативними екстерналіями (наприклад, забороняє будівництво на особливо цінних сільськогосподарських землях), забезпечуючи, що моделювання дозволяє не лише описати фактичний стан, а й чітко визначити, що може бути дозволено на певній території.

Практичне застосування ГІС-технологій у землекористуванні ТГ має пряму мету – підвищення ефективності управління земельними ресурсами шляхом цифрової трансформації кадастрових даних і просторового планування.

Картографування землеустрою є необхідною складовою цього процесу. ГІС-засоби, включаючи професійні (наприклад, AutoCAD Map, MapInfo Pro) та відкриті (QGIS), є ефективними інструментами для створення різних видів тематичних карт землеустрою. Ці засоби дозволяють не лише створювати статичні карти, але й формувати інтерактивні мультимасштабні тематичні карти, де користувач може змінювати шари відображення та отримувати додаткову атрибутивну інформацію про об'єкти.

**Таблиця 3. Базові інформаційні шари для геоінформаційного моделювання землекористування ТГ**

| <b>Тематичний шар</b>        | <b>Тип даних</b>                | <b>Ключове використання у моделюванні (ТГ)</b>                                        | <b>Аналітична мета</b>                                         |
|------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Правові межі (Кадастр)       | Векторні                        | Визначення площі, власників, цільового призначення; основи для оподаткування.         | Правовий контроль, кількісний облік.                           |
| Фактичне землекористування   | Растрові (ДЗЗ, аерофотознімки)  | Виявлення нецільового використання, моніторинг стану угідь, контроль розораності.     | Контроль відповідності, прогнозування ризиків                  |
| Цифрова модель рельєфу (ЦМР) | Растрові (DEM)                  | Топографічний аналіз, гідрологічне моделювання, оцінка схильності до ерозії.          | Оцінка екологічної стійкості, інженерне планування             |
| Функціональне зонування      | Векторні (полігони)             | Встановлення обмежень та правил забудови, просторове планування розвитку громади.     | Регулювання землекористування, забезпечення соціального ефекту |
| Ґрунтові характеристики      | Векторні/Растрові (атрибутивні) | Оцінка продуктивності, планування раціонального використання, визначення придатності. | Порівняння з оптимальними моделями                             |

Кінцевим результатом методики є розробка геопорталу громади, що забезпечує відкритий доступ до просторової інформації, сприяючи прозорості та залученню громадян до процесу прийняття рішень. Геопортал є платформою, де можуть бути реалізовані різноманітні тематичні картографічні веб-додатки, наприклад, для ведення кадастру.

Використання ГІС-технологій уможливорює не лише опис поточного стану, а й створення прогнозних моделей. Інтеграція ГІС з ІІІ та Big Data надає можливість прогнозувати зміни у ландшафті та землекористуванні на тривалий період, дозволяючи мінімізувати екологічні ризики та розробляти стратегічні плани. Отримані результати моніторингу та моделювання застосовуються для оцінювання стану сільськогосподарського землекористування та прийняття рішень щодо управління ним. Таким чином, геоінформаційне моделювання є основою для реалізації принципів сталого землекористування в умовах децентралізації.

## Висновки до розділу 1

Наукові засади ГІС-картографування використання земельних ресурсів є багатограним комплексом теоретичних положень та практичних методик, що забезпечують перехід від застарілих форм обліку до сучасного, науково обґрунтованого просторового менеджменту.

По-перше, земельні ресурси розглядаються не лише як природний об'єкт, але й як багатовимірний об'єкт управління в рамках системи земельного адміністрування (СЗА). Визначення мети управління землею на рівні ОТГ, що включає економічний, екологічний та соціальний ефекти, вимагає використання ГІС як єдиного інструменту для інтеграції кадастрових, правових та якісних характеристик землі.

По-друге, розвиток ГІС-картографування в Україні демонструє дуалізм: сильна теоретична база (формування школи ГІК та створення Національного атласу України) передувала інституційній трансформації (запровадження ДЗК). Геоінформаційні технології стали критичною передумовою для успішного впровадження земельної реформи, оскільки створення прозорого електронного кадастру є необхідною основою для цивілізованого ринку.

По-третє, геоінформаційне моделювання на рівні територіальних громад є основою для ефективної децентралізації. Комплексна методика моделювання вимагає інтеграції кадастрових даних, ДЗЗ (для динамічного моніторингу) та екологічних моделей ґрунтів. Зонування, картографічно відображене в ГІС, встановлює необхідні обмеження, вбудовуючи правові норми безпосередньо у просторову базу даних.

Перспективи наукового розвитку у сфері ГІС-картографування пов'язані з подальшою інтеграцією штучного інтелекту та машинного навчання, що дозволить автоматизувати класифікацію землекористування та створювати високоточні прогностичні моделі. Це забезпечить подальше підвищення надійності інформаційної бази та підтримає прагнення ОТГ до стабільно зростаючого економічного та екологічного ефекту від використання своїх земельних ресурсів.

## **РОЗДІЛ 2. ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ**

Інформаційне забезпечення є фундаментальною основою для ефективного управління земельними ресурсами, наукових досліджень та формування державної політики у сфері землекористування. У сучасному контексті, особливо в умовах інтенсивного розвитку аграрного сектору та необхідності забезпечення продовольчої безпеки, критично важливою є інтеграція точних, актуальних та достовірних просторових і атрибутивних даних. Це забезпечення ґрунтується на триєдиній системі: централізованій кадастровій інформації, високоточній картографо-геодезичній базі та оперативних даних дистанційного зондування Землі, об'єднаних функціоналом геоінформаційних систем.

### **2.1. Види інформаційного забезпечення управління земельними ресурсами**

Інформаційне забезпечення землекористування визначається як сукупність організованих, систематизованих і достовірних даних — текстових, графічних та просторових, а також комплексу правових, технічних і програмних засобів, необхідних для прийняття виважених управлінських рішень. Ці рішення стосуються розподілу, використання, охорони та обліку земельних ресурсів, і потребують високого рівня прозорості та обґрунтованості.

Структура інформації традиційно поділяється на дві ключові компоненти, які мають бути нерозривно пов'язані. Перша — просторова (картографічна) інформація. Це дані, що фіксують місце розташування, конфігурацію, межі та інші просторові характеристики об'єктів землекористування (земельних ділянок, угідь, інфраструктури). Ця компонента є візуальною та просторовою основою для будь-якого аналізу. Друга — семантична (атрибутивна або текстова) Інформація. Вона містить якісні, правові, економічні та кількісні характеристики об'єктів, як-от цільове призначення, нормативна грошова оцінка, відомості про власників, користувачів та наявні обмеження у використанні.

Саме геоінформаційні системи (ГІС) виступають ключовим інтегратором, що забезпечує функціональний зв'язок між просторовими та атрибутивними

даними. ГІС є комплексним програмно-апаратним рішенням, спрямованим на безперервний моніторинг, аналіз, прогнозування, контроль та регулювання земельних ресурсів. Завдяки ГІС, накопичені дані перетворюються на активний інструмент підтримки прийняття рішень, що є стратегічно важливим для формування прозорого механізму управління земельними ресурсами та сталості аграрного сектору.

В Україні центральне місце в інформаційному забезпеченні посідає Державний земельний кадастр (ДЗК). Його правові та організаційні засади ведення закріплені в Законі України «Про Державний земельний кадастр». ДЗК є не просто реєстром, а державною геоінформаційною системою, яка містить систематизовані відомості про всі землі в межах державного кордону, включаючи їхнє місцезнаходження, цільове призначення, правовий режим та інші характеристики.

Ключова функція ДЗК полягає у забезпеченні унікальної ідентифікації кожної ділянки. Земельній ділянці, відомості про яку внесені до ДЗК, обов'язково присвоюється кадастровий номер, який є її ідентифікатором, єдиним на всій території України. Ця ідентифікація створює необхідний каркас для всіх подальших операцій.

Згідно зі статтею 15 Закону, до Державного земельного кадастру обов'язково включається вичерпний перелік відомостей про земельну ділянку:

- ідентифікаційні та геометричні дані – кадастровий номер, місце розташування, площа, опис меж, міри ліній по периметру, а також координати поворотних точок меж. Критично важливим є фіксація даних про прив'язку поворотних точок меж до пунктів державної геодезичної мережі;

- якісні та кількісні дані – цільове призначення (категорія земель та вид використання), склад угідь із зазначенням контурів будівель і споруд. Сюди ж входять відомості про якісний стан земель та результати бонітування ґрунтів;

- економічні та правові дані – нормативна грошова оцінка ділянки, інформація про обмеження у використанні, а також відомості про власників (користувачів) та зареєстровані речові права, які надходять із Державного

реєстру речових прав на нерухоме майно.

Крім окремих ділянок, ДЗК містить відомості про кадастрове зонування земель в межах території України. Це включає номери, опис меж та площі кадастрових зон та кварталів, а також підстави їх встановлення.

Ведення Державного земельного кадастру супроводжується створенням великої кількості документації, яка поділяється на текстову (семантичну) і картографічну (просторову). Картографічні документи, які створюються під час ведення ДЗК, включають:

- 1) індексні кадастрові карти (плани) різних територіальних рівнів: України, Автономної Республіки Крим, областей, районів, сіл, селищ та міст;
- 2) індексні кадастрові карти (плани) кадастрової зони та кадастрового кварталу;
- 3) кадастрові карти (плани) та інші тематичні карти (плани), перелік яких встановлюється порядком ведення ДЗК;
- 4) поземельні книги.

Основним офіційним документом, що засвідчує внесення відомостей про земельну ділянку до кадастру, є витяг з Державного земельного кадастру. Сучасна система дозволяє отримувати цей витяг в електронній формі. Держгеокадастр забезпечив можливість отримання витягу, який містить також відомості про речові права, перенесені з Державного реєстру речових прав на нерухоме майно.

Життєво важливим елементом, що забезпечує функціонування земельної інформації в правовому полі, є інтеграція ДЗК із Державним реєстром речових прав на нерухоме майно (ДРРП). Ця взаємодія є обов'язковою, оскільки ДЗК містить просторовий та якісний опис ділянки, а ДРРП фіксує юридичні права на неї.

Спільна робота цих систем забезпечується інформаційною взаємодією між Держгеокадастром (оператором ДЗК) та Міністерством юстиції (оператором ДРРП). Доступ до відомостей про земельну ділянку, включаючи інформацію про власників та користувачів, забезпечується державним реєстратором прав. Це

відбувається шляхом формування пошукового запиту за кадастровим номером земельної ділянки. Технічний адміністратор ДЗК передає до ДРРП повну актуальну інформацію про ділянку в режимі реального часу.

Інтеграція ДЗК і ДРРП створює ланцюжок причинно-наслідкових зв'язків, який гарантує надійність земельної інформації. Фіксація точних координат меж ділянки та присвоєння унікального кадастрового номера дозволяє реалізувати безперебійну взаємодію між реєстрами. Це створює єдине достовірне джерело, яке юридично гарантує права власності. Таким чином, ДЗК функціонує як технічний гарант правового статусу землі. Будь-яка неточність просторових даних автоматично генерує правові ризики, підриваючи економічну оцінку об'єкта. Якість інформаційного забезпечення, отже, безпосередньо впливає на інвестиційну привабливість і стабільність земельного ринку.

Крім того, включення до ДЗК якісних даних, таких як бонітування ґрунтів і склад угідь, дозволяє використовувати ГІС для цілей активного управління: контролю цільового використання, розробки сівозмін та прогнозування врожайності. Це демонструє перехід від простої інвентаризації до створення повноцінної системи підтримки прийняття рішень (decision-support system), що має стратегічне значення для держави.

Таблиця 2.1. Склад відомостей про земельну ділянку в Державному земельному кадастрі (ДЗК)

| Категорія відомостей          | Приклади (Згідно з ЗУ «Про ДЗК», ст. 15)                                                                            | Значення для управління та дослідження                                                            |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ідентифікаційні та Просторові | Кадастровий номер, місце розташування, координати поворотних точок меж, площа                                       | Унікальна ідентифікація, прив'язка до Державної геодезичної мережі. Основа для картографування.   |
| Якісні та Функціональні       | Цільове призначення, склад угідь (контури будівель), якісний стан земель, бонітування ґрунтів                       | Основа для моніторингу цільового використання, розробки сівозмін та оцінки родючості.             |
| Економічні та Правові         | Нормативна грошова оцінка, відомості про власників/користувачів, зареєстровані речові права, обмеження та сервітути | База для земельного оподаткування, регулювання правового режиму та забезпечення прозорості ринку. |

## **2.2. Особливості використання картографо-геодезичних матеріалів у дослідженні питань землекористування**

Картографо-геодезичні матеріали є історично первинною та фундаментальною основою для дослідження землекористування та проведення землевпорядних робіт. У сфері землеустрою карти та плани виконують комплексну, триєдину функцію. По-перше, вони є інструментом дослідження, що дозволяє здійснювати точні картометричні виміри, просторовий аналіз та планування. По-друге, вони слугують документом фіксації землевпорядних рішень, забезпечуючи їхнє юридичне та технічне оформлення. По-третє, картографо-геодезичні матеріали є засобом візуалізації, спрощуючи сприйняття складної просторової інформації для всіх учасників процесу.

Ключовим аспектом використання КГМ є їхнє кадастрове навантаження. Плани та карти використовуються як документальна кадастрова основа. Вони не лише відображають фізичну ситуацію земної поверхні (рельєф, інфраструктуру), але й несуть суттєву атрибутивну інформацію: межі землекористувань, склад угідь, розташування будівель і споруд. Вони необхідні для відокремлення та розмежування адміністративно-територіальних угруповань, землеволодінь та землекористувань.

Специфіка землеустрою як сфери діяльності диктує підвищені вимоги до картографічних матеріалів, що відрізняють їх від загальногеографічних карт. Визначальними особливостями тематичного картографування у землеустрої є :

- підвищені вимоги до точності просторової прив'язки. Оскільки картографічні матеріали мають високу правову значимість, точність меж земельних ділянок, зафіксованих на планах, є критичною для запобігання межовим спорам та забезпечення цілісності кадастрових даних;

- тісний взаємозв'язок з кадастровими системами. Тематичні карти землеустрою є невід'ємною частиною ДЗК (наприклад, кадастрові карти та плани кадастрових кварталів).

- багатоплановість відображення земельних ресурсів. Карти мають відображати широкий спектр інформації, від фізичних меж до якісних

характеристик (грунти, угіддя, обмеження).

Необхідність періодичного оновлення: Через динаміку змін у структурі землекористування (зміна цільового призначення, трансформація угідь, будівництво) тематичні карти землеустрою потребують постійної актуалізації для відображення динаміки цих змін.

Отримання високоякісного планово-картографічного матеріалу є головною метою топографо-геодезичних вишукувань. Топографо-геодезичне знімання включає проведення високоточних планово-висотних інструментальних знімань місцевості, які є первинним джерелом інформації про об'єкти картографування.

Точність цих робіт є предметом суворого нормативного регулювання. Майбутні фахівці повинні володіти знаннями щодо вимог до створення та оновлення карт і планів, а також вміти кваліфіковано оцінювати точність виконаних топографо-геодезичних робіт у землеустрої. Історично ці вимоги деталізувалися в інструкціях для знімань у великих масштабах (1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500). Хоча певні нормативні документи можуть втрачати чинність (наприклад, ГКНТА-2.04-02-98), принцип надзвичайно високої точності зберігається, оскільки він закладає фундаментальну просторову основу, яка має правову вагу. Сучасні стандарти, такі як ДБН В.1.3-2:2010 "Геодезичні роботи у будівництві", також регулюють точність геодезичних вимірювань.

Картографічна документація, навіть високоточна, схильна до «старіння» (aging). Це вимагає проведення постійного просторово-часового аналізу. Дослідники землекористування повинні вміти оцінювати відповідність змісту наявного планово-картографічного матеріалу сучасному, фактичному стану місцевості.

Процес актуалізації змісту є критично важливим. Раніше коректура планово-картографічного матеріалу вимагала значних польових робіт, але сьогодні значна частина оновлення (актуалізації) здійснюється за допомогою дистанційного зондування. Це включає використання трансформованих (геоприв'язаних) космічних знімків для виявлення змін контурів угідь та

ситуації. Сучасна геодезія у землеустрої переходить від виключно польових вимірювань до дисципліни інтеграції та контролю якості просторових даних, де точні наземні вимірювання забезпечують прив'язку, а ДЗЗ – оперативне оновлення.

Управлінські рішення потребують стабільності правового каркаса і динаміки моніторингу. Картографічні матеріали фіксують межі, що мають юридичну силу, і ця юридична фіксація (кадастрова основа) має бути стійкою. Натомість, тематичне наповнення — склад угідь, якість земель, інфраструктура — швидко змінюється, і його актуальність підтримується за рахунок оперативного моніторингу. Цей двошаровий підхід забезпечує як правову захищеність, так і технічну відповідність. Учбовий процес, зокрема, передбачає практичну роботу з аналізу планово-картографічної документації, включаючи вміння проводити її корекцію та реєстрацію результатів.

ГІС надають потужний інструментарій для роботи з картографо-геодезичними матеріалами. Вони дозволяють не лише здійснювати картометричні виміри, але й проводити складний просторовий аналіз, зокрема, аналіз географічної близькості та просторового розподілу об'єктів.

### **2.3. Особливості використання матеріалів ДЗЗ при дослідженнях земельних ресурсів**

Дистанційне зондування Землі (ДЗЗ) є сучасною технологією, що забезпечує отримання актуальної та об'єктивної інформації про стан земельних ресурсів без безпосереднього контакту з об'єктом. Воно охоплює використання матеріалів аерофотозйомки та космічних знімків, отриманих зі супутників, а також даних, зібраних безпілотними літальними апаратами (БПЛА).

Основні переваги ДЗЗ, які зробили його незамінним інструментом у дослідженні землекористування:

- оперативність – забезпечує швидке отримання інформації про великі території, що є важливою передумовою для ефективного тематичного

картографування та моніторингу динамічних процесів.

- об'єктивність – надає неупереджену інформацію, мінімізуючи суб'єктивні помилки, притаманні виключно польовому зніманню.

- широке покриття – дає змогу охопити значні площі, що економічно вигідно для регіонального та державного моніторингу сільськогосподарських угідь та ґрунтів.

Платформи ДЗЗ поділяються на кілька категорій. Космічні місії, такі як Landsat (NASA/USGS) та Sentinel (ЄКА), забезпечують регулярний моніторинг. Landsat 9, запущений у 2021 році, призначений для довготривалого моніторингу Землі, вивчення змін навколишнього середовища, землекористування та клімату. БПЛА забезпечують гнучкість і надвисоку деталізацію для вирішення локальних завдань у точному землеробстві.

Системи Landsat та Sentinel є ключовими джерелами відкритих даних для моніторингу землекористування. Особливе значення має Sentinel-2, частина європейської програми Copernicus. Ця місія надає мультиспектральні зображення з високою роздільною здатністю (до 10 м), що є критичним для детального аналізу сільськогосподарських угідь.

Супутникові зображення є мультиспектральними, тобто фіксують відбиття в різних діапазонах електромагнітного спектра. Знімки, наприклад, із колекції Harmonized Sentinel-2 MSI Level A2, можуть містити до 16 спектральних каналів. Для досліджень аграрного сектору найважливішими є канали видимого спектру (синій, зелений, червоний) та ближнього інфрачервоного діапазону (NIR). Порівняння основних характеристик Landsat-9 та Sentinel-2 демонструє їхні взаємодоповнюючі ролі:

Дані ДЗЗ інтегруються в ГІС, де проходять складну попередню обробку, включаючи очищення від хмарності та атмосферної корекції, що є необхідним для отримання точних результатів.

Основним інструментом аналізу стану рослинності є вегетаційні індекси. Нормалізований різницевий вегетаційний індекс (NDVI) відображає активність фотосинтезу, використовуючи властивості рослин відбивати ближнє

інфрачервоне випромінювання. NDVI та інші індекси використовуються для моніторингу здоров'я культур, оцінки вегетаційної динаміки, а також для виявлення дефіциту поживних речовин у ґрунті.

Таблиця 2.2. Порівняння ключових супутникових місій (Landsat-9 та Sentinel-2) для моніторингу землекористування

| Характеристика                                  | Sentinel-2<br>(ЕСКА)                                                | Landsat-9<br>(NASA/USGS)                                                      | Значення для<br>Землекористування                                                       |
|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Роздільна<br/>Здатність<br/>(Просторова)</b> | 10 м, 20 м, 60 м                                                    | 15 м, 30 м, 100 м                                                             | Висока деталізація для<br>точного землеробства<br>(Sentinel-2).                         |
| <b>Частота Зйомки<br/>(Ревізія)</b>             | Дуже висока<br>(до 5 днів)                                          | Середня (16 днів,<br>з L8 – 8 днів)                                           | Оперативність<br>моніторингу динаміки<br>вегетації.                                     |
| <b>Спектральні<br/>Канали</b>                   | 13 (включаючи<br>Red Edge)                                          | 11                                                                            | Можливість розрахунку<br>складних вегетаційних<br>індексів та<br>диференціації культур. |
| <b>Основна Мета</b>                             | Оперативний<br>моніторинг та<br>управління<br>земельним<br>покривом | Довготривалий<br>моніторинг змін<br>клімату та<br>навколишнього<br>середовища |                                                                                         |

Сучасна обробка даних ДЗЗ значною мірою залежить від автоматизації. Використовується автоматизоване дешифрування, що застосовує алгоритми комп'ютерного аналізу знімків для автоматичного виділення об'єктів та класифікації землекористування. На тлі розвитку інформаційних технологій, таких як Big Data та штучний інтелект (AI), стає актуальним застосування складних методів класифікації зображень та машинного навчання. Це необхідно для аналізу динаміки деградації ґрунтів та підвищення точності прогнозування ефективності землекористування.

Дані ДЗЗ забезпечують необхідну «пульсову» інформацію для управління, дозволяючи перейти від статичного кадастрового обліку до безперервного, динамічного моніторингу стану угідь, родючості та дотримання законодавства.

Якщо кадастр дає інформацію про правовий статус і межі, то ДЗЗ показує, як і коли змінюється фізичний стан земельних ресурсів.

Інтеграція даних ДЗЗ у ГІС дозволяє вирішувати складні прикладні завдання у сфері землекористування та сільського господарства.

1) контроль та моніторинг Використання: ГІС, живлена даними ДЗЗ, використовується для обліку сільськогосподарських земель та моніторингу їхнього стану відповідно до цільового призначення. Це допомагає контролювати дотримання законодавства у сфері землекористування.

2) точне землеробство – ДЗЗ є основою для запровадження диференційованого внесення ресурсів. Аналіз супутникових знімків допомагає агрономам визначити, які саме поживні речовини та в якому обсязі містяться в ґрунті на різних ділянках поля, що дозволяє своєчасно вносити добрива точково.

3) прогнозування врожайності – аналіз посівних площ, вегетаційних індексів та динаміки розвитку культур на основі ДЗЗ дозволяє аналізувати та прогнозувати врожайність сільськогосподарських культур та обсяги виробництва.

4) оцінка та моделювання екологічних процесів – ГІС та ДЗЗ інтегровані в моделі, такі як універсальне рівняння втрати ґрунту (RUSLE), для оцінювання втрат ґрунту від ерозії. Для цього використовуються просторові шари, отримані за допомогою ДЗЗ, включаючи карти землекористування, ґрунтового покриття та цифрові моделі рельєфу. Це дозволяє ідентифікувати райони з високим ризиком ерозії.

Використання ГІС виходить за межі простого картографування. Вона застосовується для складного просторового моделювання, включаючи аналіз мереж, аналіз географічної близькості, що є основою для розробки державних і регіональних програм щодо охорони земель та їх раціонального використання. Таким чином, обробка даних ДЗЗ у середовищі ГІС забезпечує науково обґрунтовану підтримку для сталого розвитку аграрного сектору.

## Висновки до розділу 2

Інформаційне забезпечення дослідження землекористування в Україні є багатокомпонентною системою, що еволюціонує від традиційного обліку до динамічного просторового моделювання. Ця система базується на трьох взаємопов'язаних стовпах:

Державний земельний кадастр (ДЗК) слугує правовим ідентифікаційним каркасом, що містить систематизовані відомості про всі землі, включно з унікальним кадастровим номером, координатами та правовим режимом. Життєздатність ДЗК забезпечується його інтеграцією з Державним реєстром речових прав, що гарантує юридичну достовірність інформації.

Картографо-геодезичні матеріали виконують функцію високоточного просторового базису, фіксуючи землевпорядні рішення з високою точністю, необхідною через їхню правову значимість. Хоча КГМ схильні до старіння, вони забезпечують необхідний стабільний юридичний каркас.

Дистанційне Зондування Землі (ДЗЗ) забезпечує оперативний та об'єктивний динамічний моніторинг. Використання мультиспектральних даних високої роздільної здатності (наприклад, Sentinel-2) дозволяє контролювати стан угідь, оцінювати родючість та прогнозувати врожайність.

Вирішальна роль ГІС, це те що геоінформаційні системи є критичним інструментом інтеграції, що об'єднує ці три види інформації. ГІС перетворює сирі дані (координати, знімки, правові відомості) на цілісну аналітичну платформу, використовуючи передові методи (Big Data, машинне навчання) для просторового аналізу, моделювання екологічних процесів (наприклад, ерозії) та підтримки рішень у сфері точного землеробства.

Для майбутніх фахівців у сфері землекористування необхідне глибоке розуміння всіх цих компонентів. Вони повинні не лише володіти навичками польових геодезичних вимірювань та кадастрового обліку, але й вміти ефективно застосовувати технології ГІС для обробки та інтерпретації великих масивів даних ДЗЗ, забезпечуючи таким чином науково обґрунтоване та стале управління земельними ресурсами.

## РОЗДІЛ 3. ГІС-КАРТОГРАФУВАННЯ ЗЕМЕЛЬ ХОТИНСЬКОЇ МІСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ

### 3.1. Загальний опис території Хотинської територіальної громади

Географічне розташування, що визначає водний режим, геологічну й геоморфологічну будову, рельєф, клімат та інші природничі характеристики місцевості, безпосередньо мають вплив на характеристики, котрі так чи інакше розглядаються у процесі кадастрової діяльності. В процесі реалізації адміністративно-територіальної реформи разом із Сокирянським, Кельменецьким та частинами Хотинського (без Топорівської громади) й Новоселицького (Мамалигівська ТГ) районів сформувався Дністровський адміністративний район (рис. 3.1)

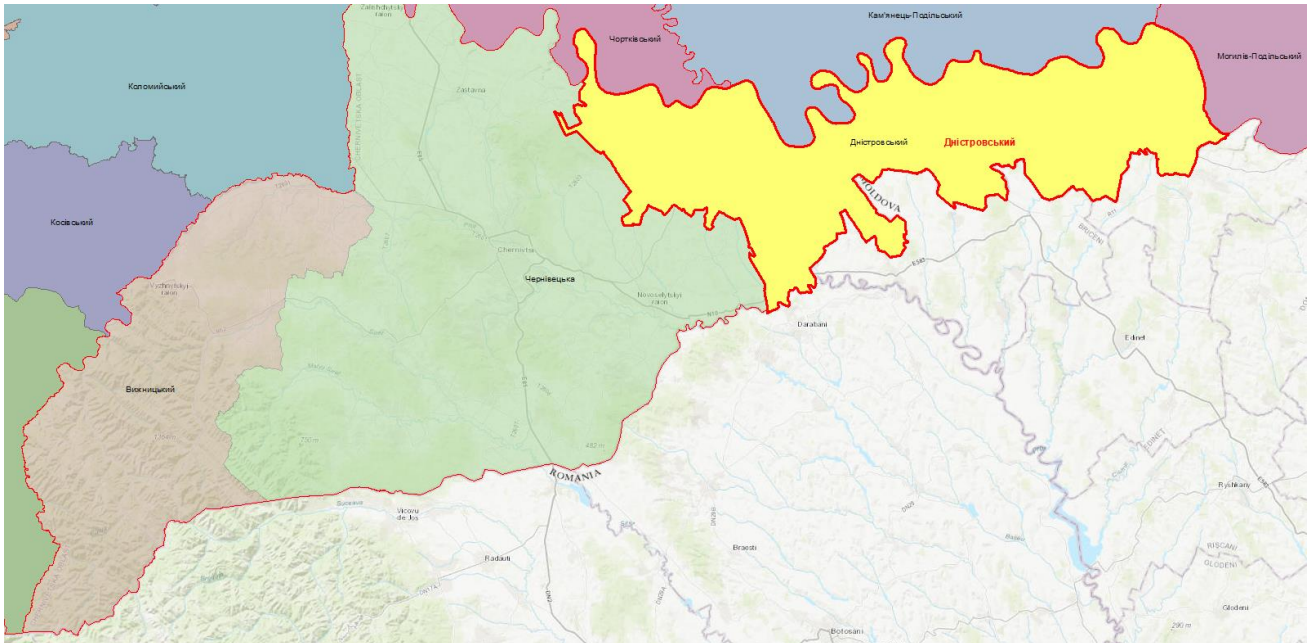


Рис. 3.1. Географічне положення Дністровського району

Дністерський район у Чернівецькій області України з адміністративним центром в смт. Кельменці. Утворений 17 липня 2020 року, відповідно до ухваленної ДН України постанови № 3650 «Про утворення та ліквідацію районів».

Територія Дністровського району розташована у східній частині Чернівецької області й межує на Півночі із Чортківським (Тернопільська область) й Кам'янець-Подільським (Хмельницька область) районами, на Сході із Могилів-Подільським районом (Вінницька область), на Півдні з республікою Молдова, і на Заході із Чернівецьким районом. Загальна площа району складає

2132 км<sup>2</sup>, а населення 157,8 тис. ос., також нараховує 107 поселень та 10 ТГ: Клішковицька сільська, Вашковецька сільська, Недобоївська сільська, Кельменецька селищна, Лівинецька сільська, Мамалигівська сільська, Рукшинська сільська, Новодністровська міська, Сокирянська міська й Хотинська міська територіальні громади (рис. 3.2)

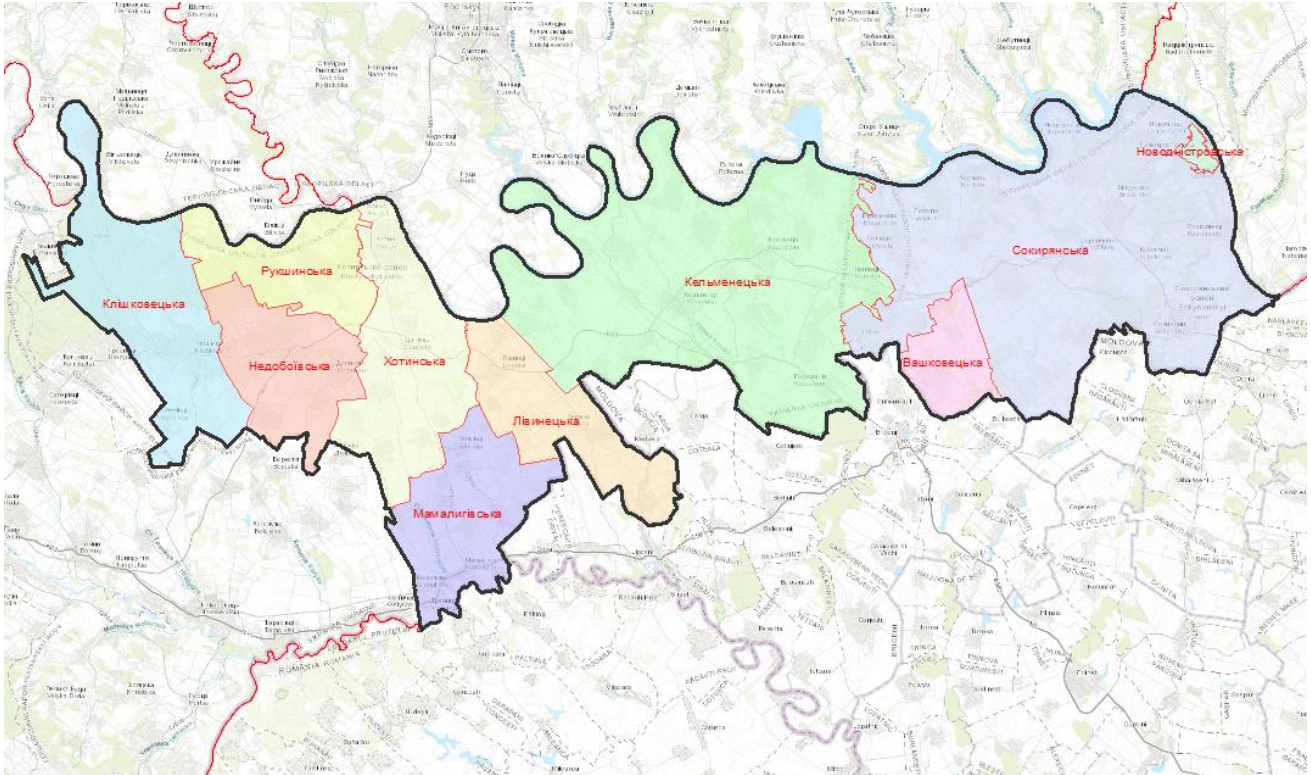


Рис. 3.2. Адміністративно-територіальний поділ Дністровського району

Хотинська територіальна громада – міська громада, розташована в Дністровському районі Чернівецької області. Адміністративним центром є місто Хотин – один із найдавніших населених пунктів регіону, відомий своєю історичною та культурною спадщиною. Територія громади становить близько 182 км<sup>2</sup>, чисельність населення – понад 18 тисяч осіб. До складу громади входять місто Хотин та 10 сільських населених пунктів (Анадоли, Атаки, Білівці, Данківці, Каплівка, Круглик, Крутеньки, Пашківці, Ворничани, Ярівка), що формують єдиний соціально-економічний простір. Громада розташована на берегах річки Дністер, що визначає її природно-географічні особливості та туристичний потенціал. Значну роль відіграють історико-культурні об'єкти, зокрема Хотинська фортеця, яка є важливим осередком туризму не лише області, а й України загалом. Основу економіки громади становлять сільське

господарство, мале та середнє підприємництво, торгівля і сфера послуг.

Органи місцевого самоврядування зосереджують увагу на розвитку інфраструктури, покращенні якості адміністративних, освітніх і медичних послуг, а також на впровадженні проєктів сталого розвитку та міжмуніципальної співпраці.

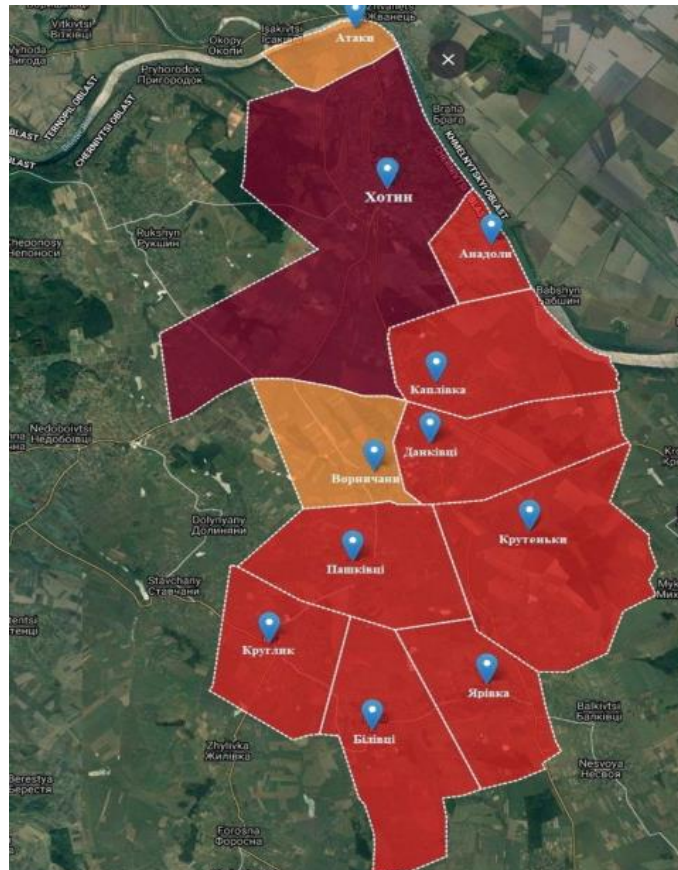


Рис. 3.3. Карта меж громади

Найскладнішим об'єктом картографування є міські території, тому окремо дамо лаконічний опис адміністративного центру громади. Хотин – місто в Україні, центр Хотинської міської громади Дністровського району Чернівецької області. Розташоване на правому березі Дністра. Відоме фортецею XIII- XVIII століття, яка збережена до сьогодення. Код КОАТУУ – 7325010100. Населення становить близько 10 тис. осіб.

Біля міста тече річка Варниця, права притока Дністра. У літописі згадуваний як Хотень. У билинних переказах був богатир на ім'я Хотен Блудович.

Завдяки вигідному стратегічному положенню Хотин відіграв значну роль в історії України, Молдовського князівства, Речі Посполитої, Османської імперії

та Російської імперії.

Спочатку це була невелика, збудована східними слов'янами на місці давнього поселення дерев'яна фортеця, яка захищала їх від численних завойовників. Поряд з нею і одночасно з нею існувало неукріплене селище. На його території археологи виявили залишки напівземлянкових жител з печами — кам'янками, які датують IX-X століттями, а на глибині 1,2-1,4 м. — виявлений культурний шар VII—VIII століть.

З X століття входив до складу Русі, згодом — Галицько-Волинського князівства.

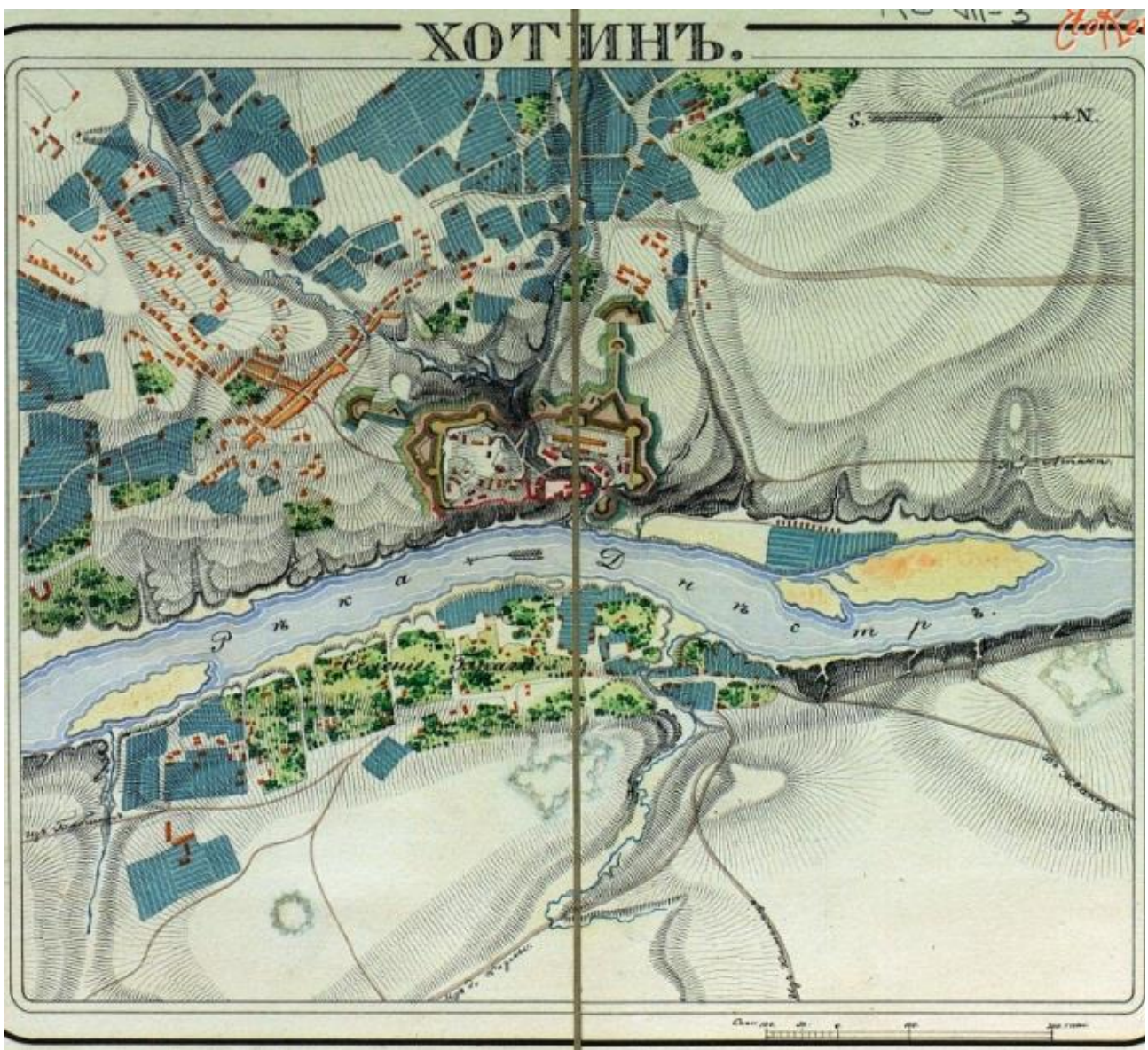


Рис. 3.4. Хотин на історичній карті (1752 р.)

Завдяки міцній твердині і вигідному розташуванню Хотин став центром розвитку ремесел і торгівлі, які в свою чергу сприяли розквіту культури та

економіки міста. Про це, зокрема, свідчить і рукописне Хотинське Євангеліє XIV століття. У Хотині в ті часи відбувалися найбільші у Молдовському князівстві ярмарки, на які приїздили купці з різних країн Східної та Західної Європи. Місто було важливим митним пунктом в європейсько-азійській торгівлі. У другій половині XVI століття від хотинського ярмарку у молдовську скарбницю надходила величезна сума грошей – 10 000 золотих на рік.

У центрі міста розташований парк-пам'ятка садово-паркового мистецтва місцевого значення – «Хотинський парк», а на вулиці Кутузова, 34 – гідрологічна пам'ятка природи Джерело «Хотинське». Місто межує з національним природним парком «Хотинський» (заклад – вул. Олімпійська 69) та народним природним парком «Подільські Товтри». При північно-східній околиці міста Хотин, поруч з Хотинською фортецею, розташований ландшафтний заказник місцевого значення Хотинська фортеця.

У місті діє Державний історико-архітектурний заповідник «Хотинська фортеця». На його території записано понад 50 кінофільмів. Серед них: «Захар Беркут», «Д'Артаньян та три мушкетери», «Тарас Бульба», «Чорна стріла», «Могила Лева», «На війні як на війні», «Русалонька», «Сказання про доблесного лицаря Айвенго» тощо.

У Хотині є понад 20 пам'яток історії, які перебувають на державному обліку.

На території міста розташоване військове кладовище, де захоронено 4910 московських солдатів, які загинули у Першу світову війну, і 47 учасників Хотинського повстання 1919 року.

На території замку була церква св. Миколая, за переказами збудована грецькою княжною. Пізніше османи влаштували в ній мечеть.

1621 року біля стін замку було 2 церкви: одна дерев'яна і одна мурована.

На сьогодні в місті діють: Завод харчової та медичної упаковки; ТДВ «Калібр»; Завод продтоварів; ТзОВ «Хотинпродукт»; ТзОВ «Хотинхліб № 2»; ОКП «Буковина»; ТзОВ «Буковинська агропромислова компанія»; Автотранспортне підприємство 17741; Держлісгосп; Районна друкарня.

У місті працюють 19 магазинів споживчої кооперації, 12 закладів громадського харчування, близько 20 магазинів та 10 кафе-барів, які перебувають у приватній власності. У колишній будівлі універмагу функціонує критий ринок

У сфері побутового обслуговування діє мале колективне підприємство «Хотинчанка».



Рис. 3.5. Хотин на топокарті М 1:50 000

В місті функціонують заклади освіти, зокрема: Хотинський сільськогосподарський технікум; Загальноосвітня школа І–ІІІ ступенів № 1; Загальноосвітня школа І–ІІІ ступенів № 5; Хотинська гімназія; Материнська школа-сад; Дошкільні дитячі установи (дві); Допоміжна школа-інтернат № 1; Спеціальна загальноосвітня школа № 2 для дітей з тяжкими розладами мови; Будинок школярів та учнівської молоді; Дитячо-юнацький фізкультурно-спортивний комплекс.

У Хотині працюють районний будинок народної творчості та дозвілля, музична та художня школи, дві бібліотеки (доросла та дитяча), філія Чернівецького краєзнавчого музею.

### **3.2. Картографування земельних ресурсів Хотинської ТГ**

У контексті ГІС-картографування, основною задачею є формування базових та тематичних шарів. ГІС-картографування забезпечує інтеграцію, зберігання, аналіз та візуалізацію просторової інформації, а ці шари є важливими компонентами такого процесу. Таким чином, поєднання базових шарів та тематичних шарів дозволяє створювати потужні інструменти для просторового аналізу та прийняття рішень, забезпечуючи точність, зручність і наочність у роботі з географічною інформацією.

Для створення, обробки та аналізу цих шарів використовуються різноманітні ГІС-платформи та інструменти, серед яких:

ArcGIS – одна з найпопулярніших комерційних платформ для ГІС, яка пропонує широкий набір інструментів для роботи з просторовими даними, включаючи розробку карт, аналіз даних та управління просторовою інформацією.

Важливим було визначити чіткі межі громади та Чернівецького району, для цього ми використали ряд ресурсів, зокрема портал АТУ України (рис. 3.4)

На цьому етапі ми через функцію Геореференсінг здійснили прив'язку 2-х аркушів топографічної карти масштабу 1:100000, які покривають територію громади (рис. 3.6). Варто відзначити, що топокарти є важливими інструментами при вивченні земельних ресурсів з декількох причин, вони дозволяють надати детальну інформацію про рельєф місцевості, включаючи висоти, схили, рівнини та долини. Це дозволяє вивчити, як рельєф впливає на розподіл земельних ресурсів, таких як ґрунти, водні ресурси та можливості для сільськогосподарського використання.

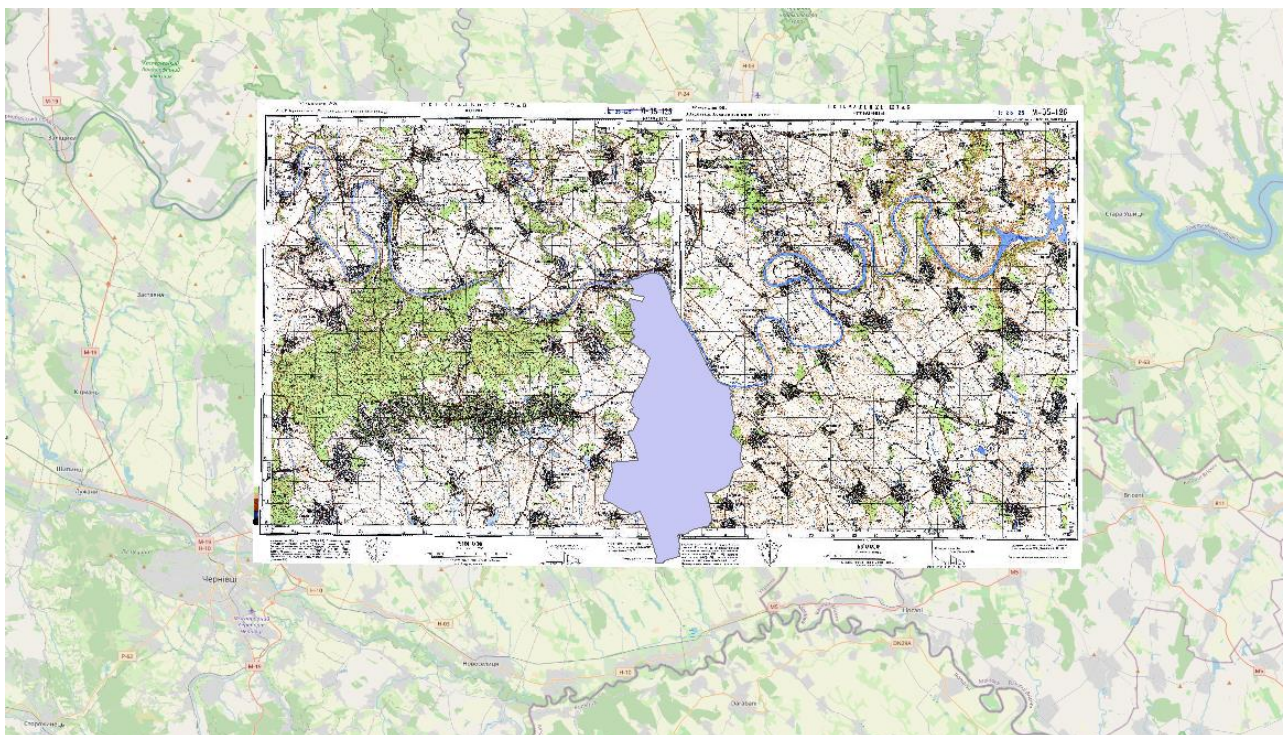


Рис. 3.6. Прив'язані аркуші топографічної карти М 1:100 000,  
номенклатури М-35-125 та М-35-126

За усіма стандартами ГІС та традиційного картографування, нам необхідно відобразити межі суміжних АТО. Картографування меж суміжних територіальних громад має велике значення з різних точок зору, зокрема в контексті адміністративного менеджменту, планування розвитку, геоекології та ресурсного управління. Використовуючи загальновизначені технологічні прийоми, ми векторизували межі суміжних громад Дністровського району

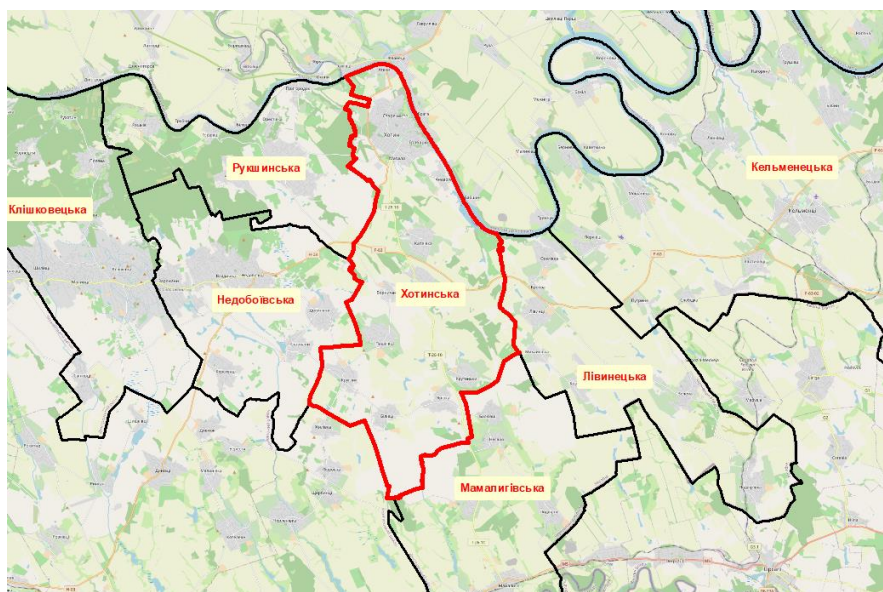


Рис. 3.7. Векторизовані суміжні громади

[illegible]

Рис. 3.8. Межі колишніх сілрад

Враховуючи специфіку магістерського дослідження, ми не обмежились використанням наявних даних. Так для зручності роботи із даними ДЗ ми використали також застосунок SAS Planet, який дозволяє користувачам завантажувати, переглядати, а також зберігати картографічні дані з різних джерел. Це дає змогу отримати актуальну супутникову інформацію, включаючи детальні карти та знімки з високою роздільною здатністю.

Іншою важливою складовою додатку є завантаження карт і знімків для офлайн-режиму – це можливість завантажувати карти і супутникові знімки для

подальшого використання без підключення до Інтернету. Це особливо корисно для роботи в місцях без стабільного доступу до мережі. На цьому ж етапі, ми визначились із растрової підосною, яка буде слугувати підкладкою для наступних наших дій – це звісно світло-сіра канва від ENVI (рис. 3.9).

Рис. 3.9. Робочий растр отриманий за допомогою SAS Planet

Ці матеріали стали основою для формування базових шарів, таких як межі населених пунктів та проходження шляхів сполучення. Для створення їх ми використали стандартні інструменти додатку, а саме Edit та Catalog. У підсумку ми отримали зазначені набори даних.

Тематичне картографування земельних ресурсів потребує залучення додаткових даних ДЗЗ, до яких варто віднести геопортали Earth Explorer та EOS Land Viewer (рис. 3.10).

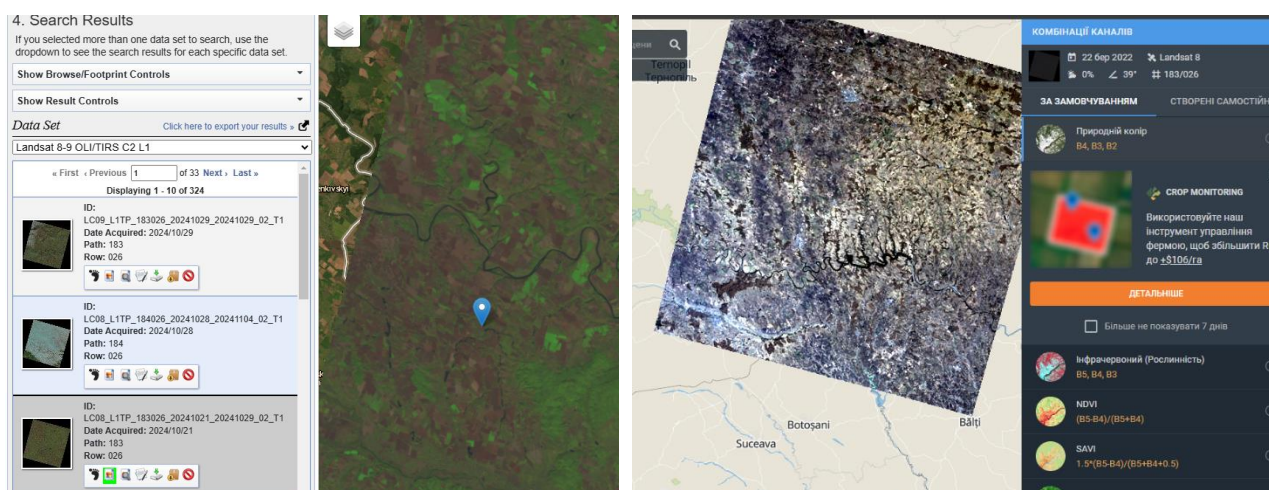


Рис. 3.10. Інтерфейси Earth Explorer та EOS Land Viewer.

Ці портали дозволили завантажити актуальніші зображення на територію дослідження, а саме зображення Landsat 8. Як відомо, цим зображенням властиве знімання у багатоспектральному діапазоні, який при обробці варто комбінувати. Кожен канал відповідає певній частині спектра. Для їхньої комбінації ми використали модуль ArcBox і одну із його функцій Rastr Function, Composite Bands із використанням каналів 4-3-2 та 5-4-3 (рис. 3.14)

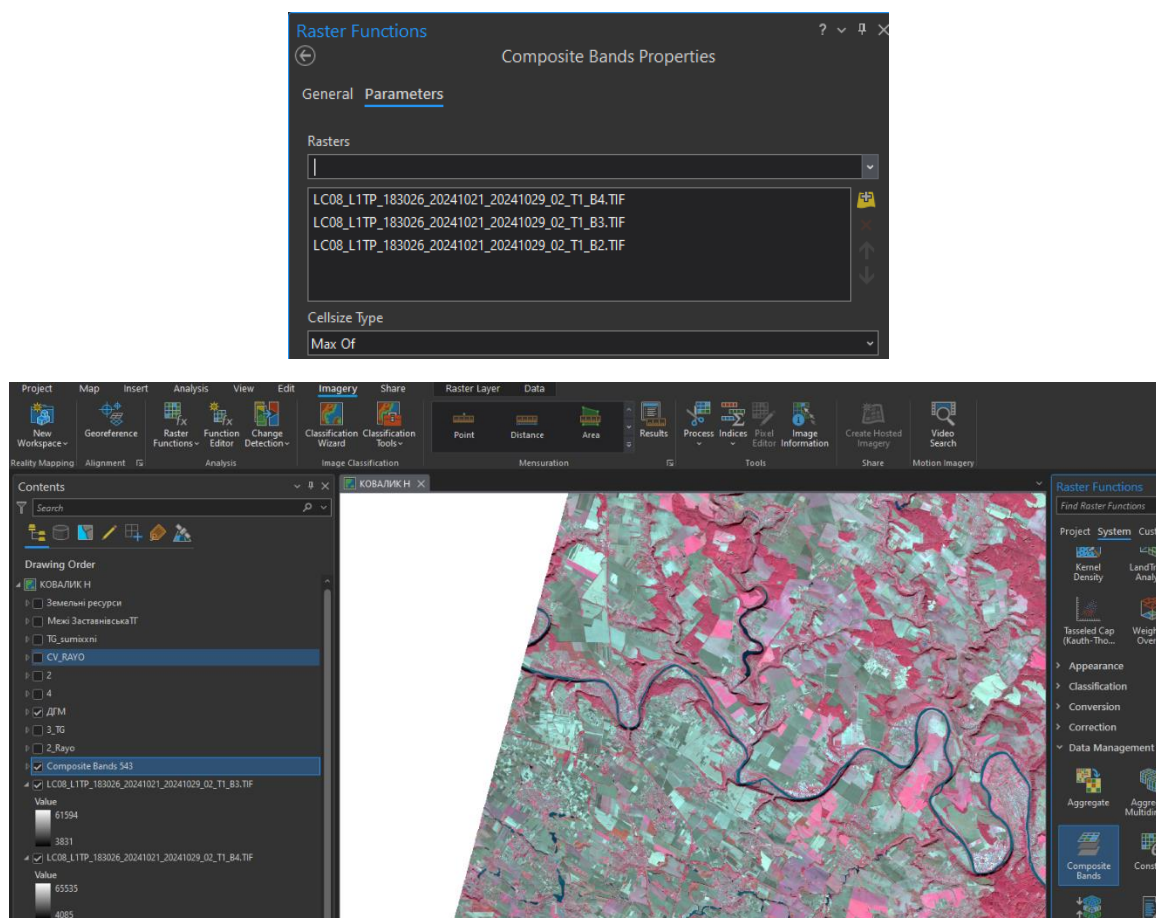


Рис. 3.14. Вигляд синтезованих каналів у додатку ArcGIS Pro

Ми розпочали дешифрування із об'єктів водного господарства, зокрема річки Дністер та та приток р. Прут, які сформували мережу лінійних векторних об'єктів. Багато часу зайняла оцифровка ставків із кількістю у 35 об'єктів (рис. 3.15, а), а при формуванні земель під транспортом, першочерговим завданням стала ідентифікація автомобільної дорожньої мережі на різних рівнях. Ми виокремили три рівні, а саме (рис. 3.15, б): асфальтове; гравійне та ґрунтове покриття; польові та інші дороги й стежки.

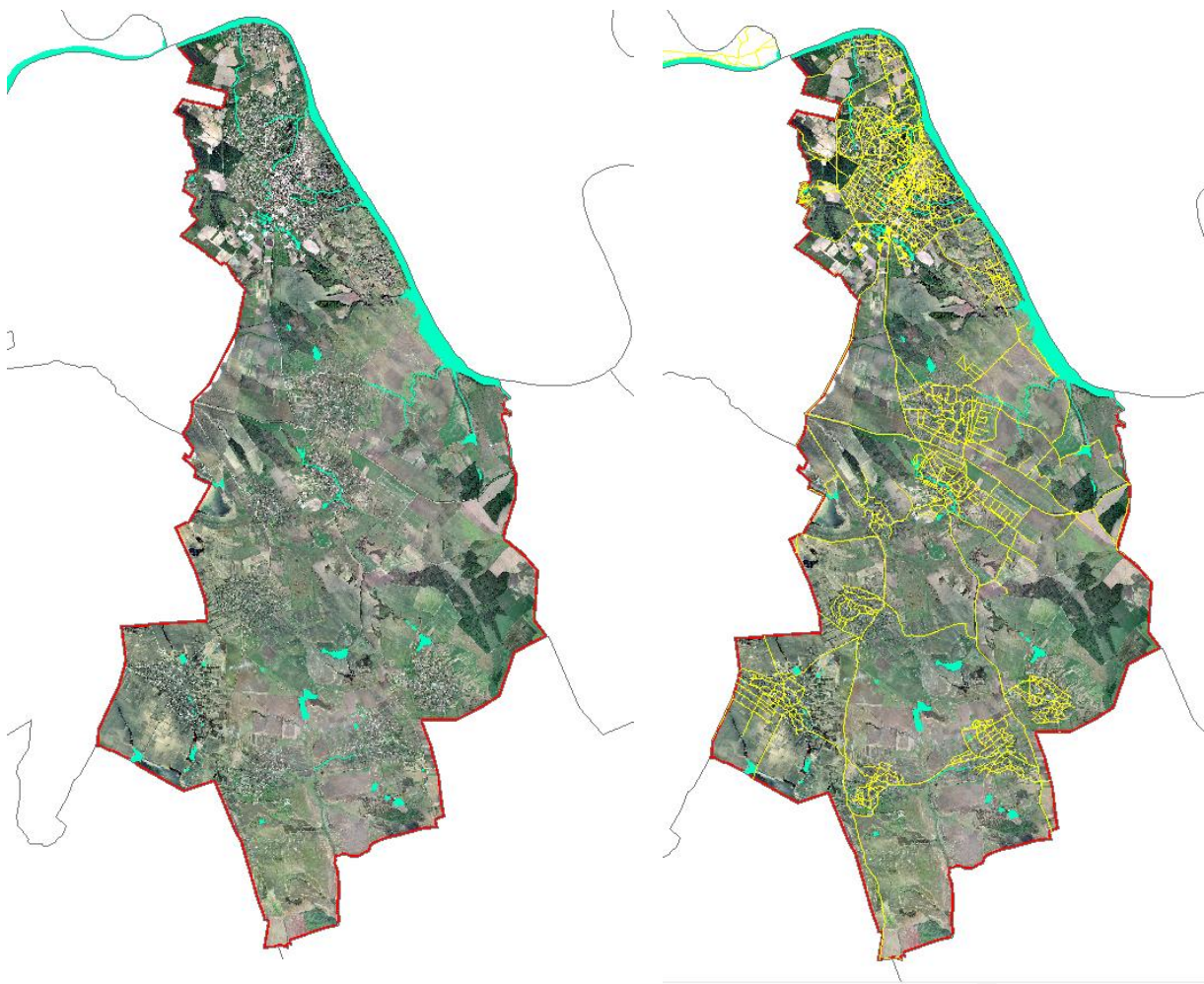


Рис. 3.15. Результати дешифрування водних об'єктів та шляхів сполучення

Також нами було векторизовано межі населених пунктів які зформували категорію земель під забудовою (рис. 3.16). При цьому усі землі які входять у їх межі ми зазначили, як землі у межах населених пунктів.

Відносно земель лісогосподарського призначення, то ця громада включає незначні осередки лісових масивів, які водночас розсосереджені по всій частині громади (рис. 3.16). За нашими підрахунками площа земель вкритими лісами та іншою рослинністю складає лише 94,3 га.

The image displays two maps of the Hryhorivka urban community. The left map is a detailed land use map showing various colored areas representing different types of land (e.g., green for forests, yellow for agricultural land, orange for urban areas). The right map is a simplified version of the same area, with most land colored brown and urban areas highlighted in yellow. Both maps include labels for surrounding areas and specific locations within the community.

Labels on the left map include: Тригородок, Іржавка, Кушин, Долиняни, Ставчани, Жилівка, Форосна, Щербинці, Стальнівці, Невоя, Балківці, Михайлівка, Крутеньки, Яріва, Білівці, Крулик, Пашківці, Вороніжани, Данківці, Катківка, Анадолі, Хотин, Атаки.

Labels on the right map include: Тригородок, Іржавка, Кушин, Долиняни, Ставчани, Жилівка, Форосна, Щербинці, Стальнівці, Невоя, Балківці, Михайлівка, Крутеньки, Яріва, Білівці, Крулик, Пашківці, Вороніжани, Данківці, Катківка, Анадолі, Хотин, Атаки.

### 3.3. Крупно масштабне картографування м. Хотин у середовищі Open Street Maps

Як ми вже зазначали, OpenStreetMap працює за принципом вікі, тобто кожен зареєстрований користувач може вносити свої правки в карту. Після реєстрації стає доступним багатий світ спільноти OpenStreetMap.

44

Атрибутивна інформація описується в вигляді тегів, що представляють собою пару «ключ-значення».

Для початку роботи у сервісі, необхідно зареєструватися (рис. 3.17)

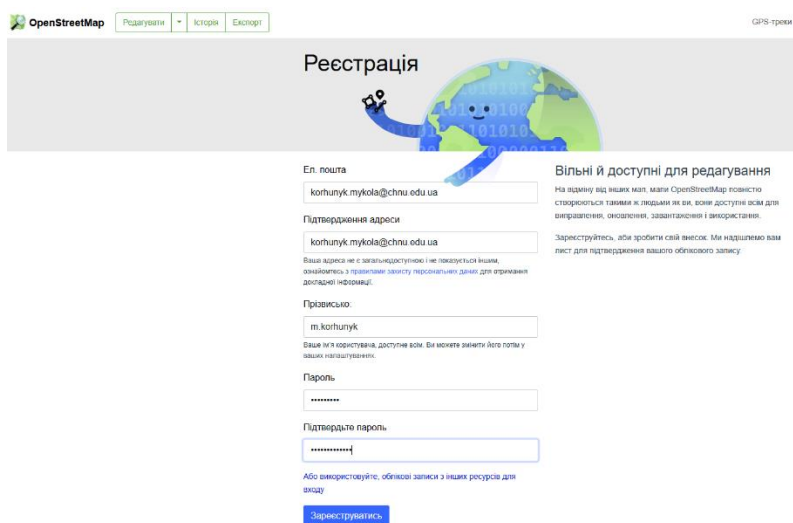


Рис. 3.17. Реєстрація на порталі openstreetmap.org

Для редагування даних в OpenStreetMap існує безліч редакторів для різних платформ. Найбільш поширеними з немобільних редакторів в OSM-спільноті є веб-редактор iD та java, перший ми детально використали у нашій магістерській роботі. У ньому зручно оцифровувати білі плями і редагувати теги об'єктів. При створенні і редагуванні об'єкта в лівій частині екрана з'являється його картка, що зберігає інформацію по тегах (рис. 3.5).

Набір тегів для картки сформований відповідно до типу об'єкта, зазначеним при його створенні. Наприклад, при додаванні міні-маркету в картці з'являються поля для зазначення його назви, адреси, часу роботи (окремо поле для годин роботи під час пандемії), мінімальний вік відвідувачів. А при додаванні готелю в картці з'являються поля для зазначення його назви, кількість номерів і наявність інтернету.

Оскільки дані OpenStreetMap можуть бути використані в комерційних цілях, то і до джерела даних впроваджують суворі вимоги: їх використання повинно бути явно вирішеним правовласником. Так, наприклад, не дозволяється використовувати дані панорами Google Maps, проте не заборонено використовувати панорам Яндекс.Карт (рис. 3.19). Нещодавно співтовариство домовилося про використання даних за адресами з груп шарів «Загальнодоступні

відомості, які містяться в реєстрі нерухомості» публічної кадастрової карти України. Також до правомірних джерел відноситься фотографії служби Mapillary.

**Тип об'єкта**

Міні-маркет

**Поля**

Назва: Хотинська фортеця

Оператор: Невідомо

Адреса: Фортчена вулиця

Розклад роботи: Мо-Su 08:00-22:00

Розклад роботи на час COVID-19: Мо-Su 08:00-20:00

Види розрахунків: cash, mastercard, credit cards

**Тип об'єкта**

Готель

**Поля**

Назва: Гостинний двір Хотина

Марка: Невідомо

Адреса: 4 60000 Шитикова вулиця

Кількість номерів: Невідомо

Інтернет-доступ: Wifi

Плата за доступ до Інтернету: Безоплатно, За плату, Тільки для клієнтів...

Е-пошта: chinyaartem@gmail.com

Рис. 3.18. Теги у OSM



Рис. 3.19. Особливості використання веб-панорам

Найбільш способом спосіб отримання даних, легітимним для використання в OpenStreetMap, є особистий огляд місцевості. Тоді ми стаємо провласниками даних, які ми зібрали, і без їх правового узгодження можемо нанести їх на карту.

Один із глобальних джерел даних – супутникові зображення. При їх використанні варто пам'ятати, що за рахунок особливостей знімань та рельєфу земної поверхні, знімок може бути зміщений щодо реального положення об'єктів

на місцевості. Тут варто використовувати GPS-треки, які ми можемо завантажити до проекту. Завантаживши треки, можна налаштувати коректне розміщення знімка, в першу чергу за перехрестями доріг, вибираючи роздоріжжя з більшим числом треків і співставляючи центральна вісь пучка треків з осі дороги на знімку (рис. 3.20).

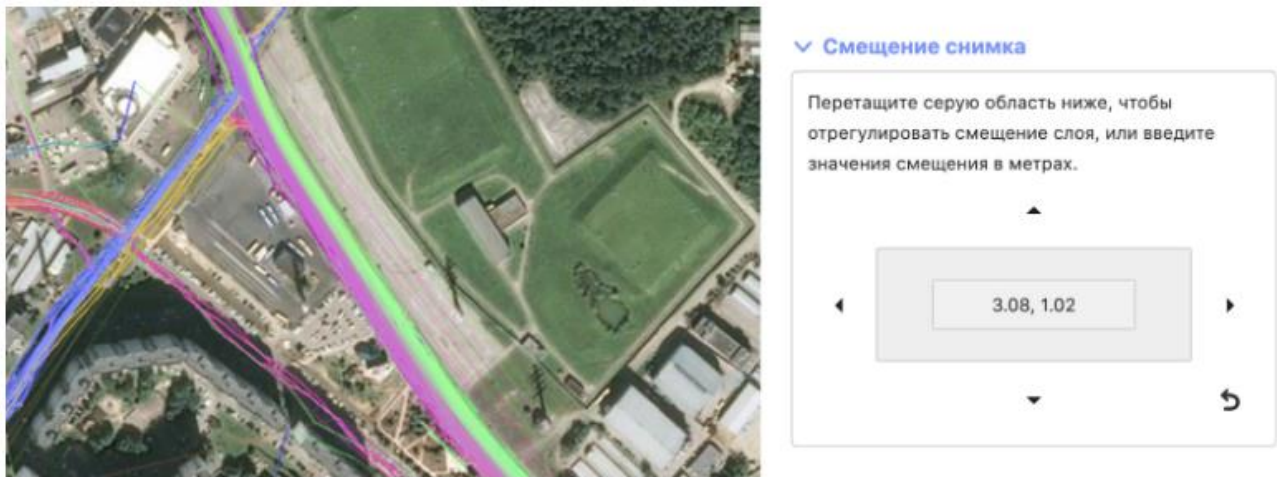


Рис. 3.20. Корегування растру

Також про зміщення знімків варто пам'ятати при оцифровці багатоповерхових будівель: дуже часто дах будівлі може бути зміщений щодо його основи. Саме положення основи будівлі на знімку відповідає її положенню на місцях. Так, у 5-поверховій будівлі по вул. Л. Українки м. Хотин, спостерігається «завалювання», при цьому контури ми обрали по основі будівлі (рис. 3.21).

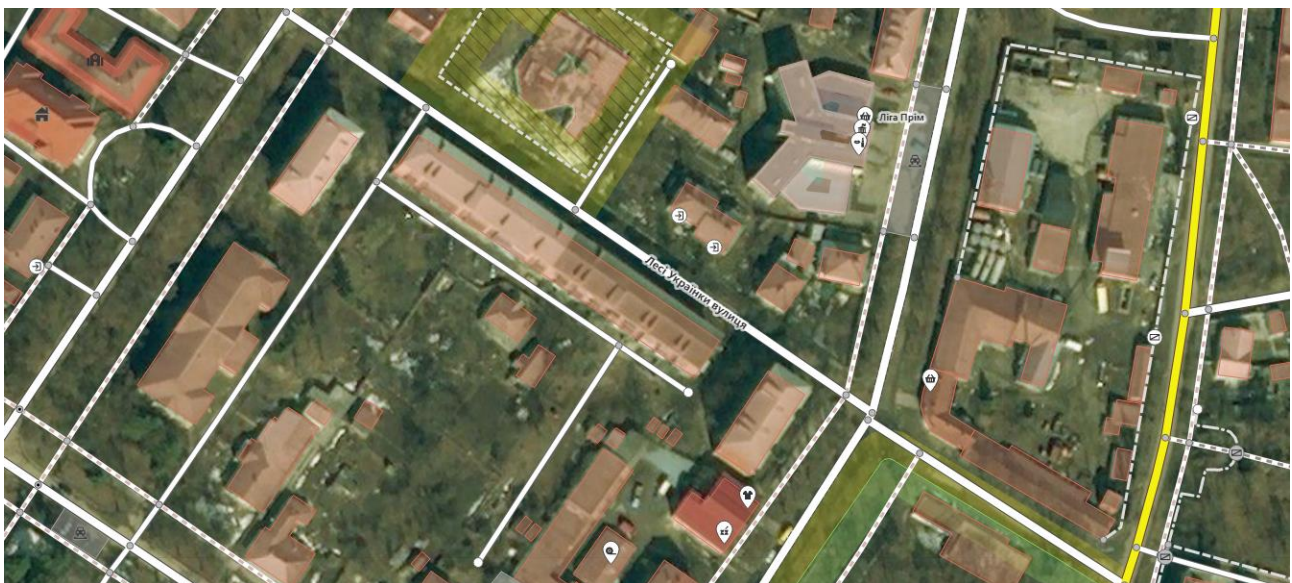


Рис. 3.21. «Завалювання» будівель на космознімку

### ***3.4.2. Редагування карт на території м. Хотин у середовищі OpenStreetMap***

Як ми зазначали в попередньому параграфі магістерського проекту, iD є «редактором за замовчуванням». Саме він відкривається при натисканні на кнопку «Правка» на сторінці карти OpenStreetMap. Перед початком редагування, перед нами, з'явиться вікно із пропозицією пройти навчання. У нашому випадку, це є корисною річчю, яка дозволить вникнути у деталі картографування

Навчання інтерактивне, воно включає навчальні матеріали, які дозволяють користувачеві будь-якого рівня досить швидко освоїти базові операції в iD.

#### ***Налаштування середовища OpenStreetMap***

Для початку налаштуємо середовище для роботи. Із правого боку екрану розташовані кнопки управління редактором. Найбільш використовувані – дві верхні кнопки в нижньому блоці: «Налаштування фонового зображення» і «Дані карти».

По кліку на «Налаштування фонового зображення» відкривається панель з налаштуваннями. У цьому ж розділі налаштовується зміщення супутникових знімків, про важливість якого ми зазначали у параграфі 3.2.

Так, на рис. 3.12 різними кольорами відображено GPS-треки, які ми та інші користувачі записали. Панель «Дані карти» дозволяє налаштувати стиль відображення об'єктів OpenStreetMap. Наприклад, об'єкти можна приховати, знявши прапорець «Дані OpenStreetMap», щоб докладніше розглянути фонове зображення. Налаштуємо зміщення знімків, активувавши прапорець «GPS-треки OpenStreetMap» в розділі «накладаються зображення» панелі «Фонове зображення». Прокрутивши вниз панель «Фонове зображення», знайдемо розділ «Зміщення фону», де, перетягнемо сіру область, маніпулюючи супутниковим зображенням й цим підлаштуємо його під GPS-треки. У нас це значення склало -3,61 м

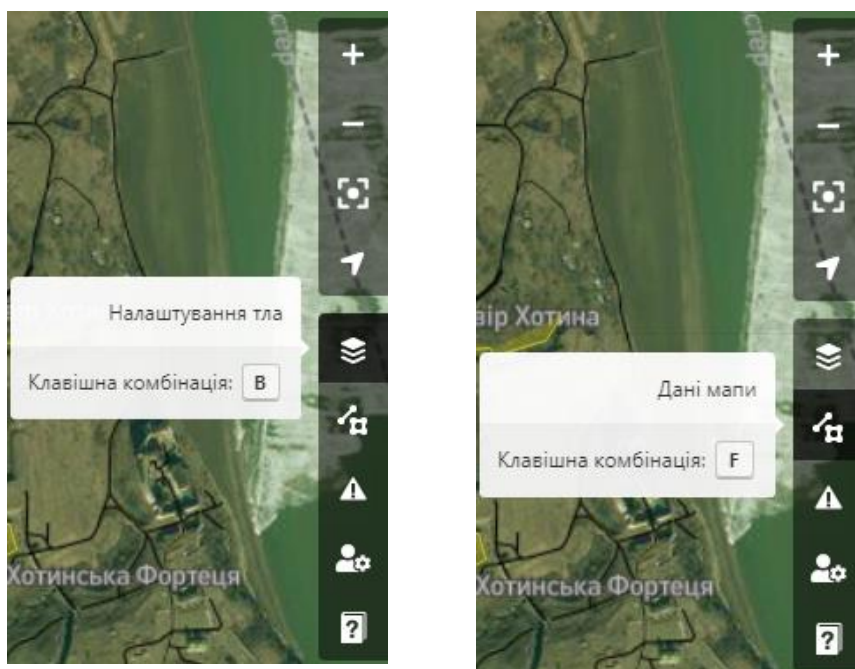


Рис. 3.22. Налаштування фону та даних карти

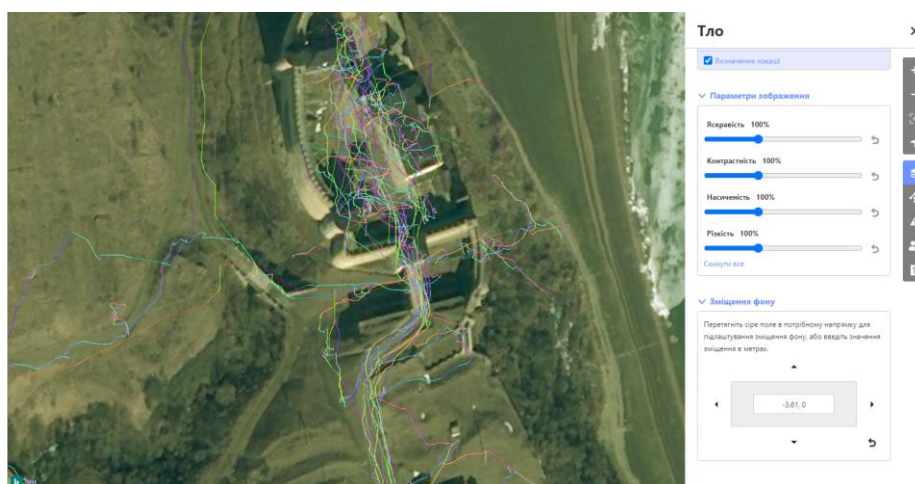


Рис. 3.23. Використання GPS-треків для зміщення фону

Тепер робоче середовище налаштовано. Можна починати викреслювати необхідні нам елементи. Більшість початківців (яким і є я) починає свій внесок в OpenStreetMap з додавання інформації про власний будинок. Детально розглянемо цей процес за допомогою редактора iD.

Будинки є полігональними об'єктами, тому для початку викреслювання натискаємо кнопку «Полігон». Обводимо будівлю по контуру, враховуючи нахил будівлі на знімку. Подвійне натискання лівої кнопки миші завершує редагування. Зазначимо тип об'єкта («Багатоквартирний будинок»), і в оновленій інтерактивній картці додаємо необхідну інформацію (рис. 3.13): поверхи: 5; висота (в метрах): 18; адреса: 8, Лесі Українки, 60000; Кватирки: 45.

|                                                                                                             |               |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------|
| Власна назва (якщо є)                                                                                       |               | +      |
| Поверхи                                                                                                     |               | 🗑️ ⓘ   |
| 5                                                                                                           |               |        |
| Висота (в метрах)                                                                                           |               | 🗑️ ↺ ⓘ |
| 18                                                                                                          |               |        |
| Адреса                                                                                                      |               | 🗑️ ↺ ⓘ |
| 8                                                                                                           | 60000         |        |
| Лесі Українки                                                                                               |               |        |
| Квартири                                                                                                    |               | 🗑️ ↺ ⓘ |
| 45                                                                                                          |               |        |
| The number of residential units (flats) in a building. <a href="#">Переглянути документацію англійською</a> |               |        |
| Додати поле: Архітектор, Висота над р.м., Вікіпедія...                                                      |               |        |
| ▼ Теги (8)                                                                                                  |               |        |
| addr:housenumber                                                                                            | 8             | 🗑️ ⓘ   |
| addr:postcode                                                                                               | 60000         | 🗑️ ⓘ   |
| addr:street                                                                                                 | Лесі Українки | 🗑️ ⓘ   |
| building                                                                                                    | apartments    | 🗑️ ⓘ   |
| building:flats                                                                                              | 45            | 🗑️ ⓘ   |
| building:levels                                                                                             | 5             | 🗑️ ⓘ   |
| height                                                                                                      | 18            | 🗑️ ⓘ   |
| addr:city                                                                                                   | Хотин         | 🗑️ ⓘ   |



Рис.3.24. Векторизація будівлі та внесення атрибутуки про неї

|                            |       |                     |
|----------------------------|-------|---------------------|
| Адреса                     |       | 🗑️ ↺ ⓘ              |
| 8                          | 60000 |                     |
| Лесі Українки              |       |                     |
| Івана Франка вулиця        |       |                     |
| Данила Галицького вулиця   |       | Івана Франка вулиця |
| Олімпійська вулиця         |       |                     |
| Незалежності вулиця        |       |                     |
| Воїнів Визволителів вулиця |       |                     |
| Йосипа Кліща вулиця        |       |                     |
| Ольги Кобилянської вулиця  |       |                     |
| Свято-Покровська вулиця    |       |                     |

Варто звернути увагу на розділ «Адреса» в картці будинку. При вказуванні номера будинку, що складається не тільки з цифр, слід керуватися наступними правилами: літери пишуться разом з номером будинку, а номери корпусів, будівель, споруд, володінь тощо, вказуються через пробіл.

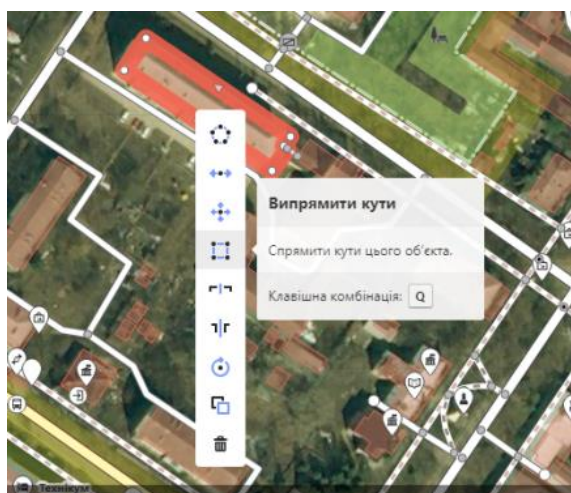
Стрілка вниз в полях для вказівки вулиці, міста і поштового індексу дозволяє отримати назви (значення) відповідних елементів адресної інформації. Ця опція допомагає зручно заповнити найменування вулично-дорожньої мережі, уникаючи описок та інших помилок.

У тому випадку, якщо найменування немає в списку, то для початку оглядаємо навколишні об'єкти карти. Якщо потрібна вулиця вже викреслена, то варто перевірити її теги, можливо, їй присвоєно некоректна назва, або воно і зовсім не заповнено. У нашому випадку, ми змінили некоректну назву вулиці «Лесі Українки» на «Івана Франка». А якщо вулиця не викреслена, необхідно її нанести, присвоївши коректний тип об'єкта. Швидше за все, це буде тип

«Вулиця», так як більшість основних доріг вже викреслено. Тепер необхідно додати назву вулиці відповідно до прийнятого в україномовному співтоваристві OpenStreetMap угодою.

Коротко про основні правила угоди: найменування складається з статусної частини, яка визначає елемент вулично-дорожньої мережі, - наприклад, вулиця, проспект, провулок, бульвар, - і основної частини, що характеризує назва. Статусна частина повинна бути вказана повністю, без скорочень, з малої літери. Статусна частина вказується перед основною частиною, якщо основна частина являє собою іменник або словосполучення, кероване іменником (вулиця Фортеці, вулиця Горіхівська), а також групу слів в родовому відмінку (вулиця Івана Франка, вулиця Богдана Хмельницького), або групу слів, керовану приводом (дорога до Атак). У разі, якщо основна частина являє собою прикметник у називному відмінку, статусна частина вказується після основної (Дністровська вулиця).

Також в картці об'єкта можна вказати дані про поверховості - поле «Кількість поверхів», висоті – поле «Висота (метри)», а в поле «Units» вказується кількість житлових приміщень (квартир) в будівлі. Повернемося до редагування форми нашого будинку. Вийти з режиму редагування тегів можна за допомогою клавіші Esc, або натисканням на кнопку з хрестиком в картці об'єкта.



Скорегуємо форму тільки що намальованого будинку, натиснувши на нього правою кнопкою миші, і в контекстному меню вибравши кнопку «Випрямити кути».

Слід звернути увагу, що тип будівлі зазначається відповідно до його призначенням, а не поточним використанням. Наприклад, будинок, побудований як склад, в даний час використовується як житловий будинок. У цьому випадку тип будівлі – «Склад»,

так як призначалося воно саме під складські приміщення, а поточне використання відображається додатковим тегом *building: use = residential*.

Якщо є сумніви в тому, який тип для будівлі потрібно вказати, то краще використовувати тип «Будівля без конкретного типу». У нашому випадку, ми зазначаємо «Житлова будівля» підтверджуючи це фотознімком (рис. 3.25)

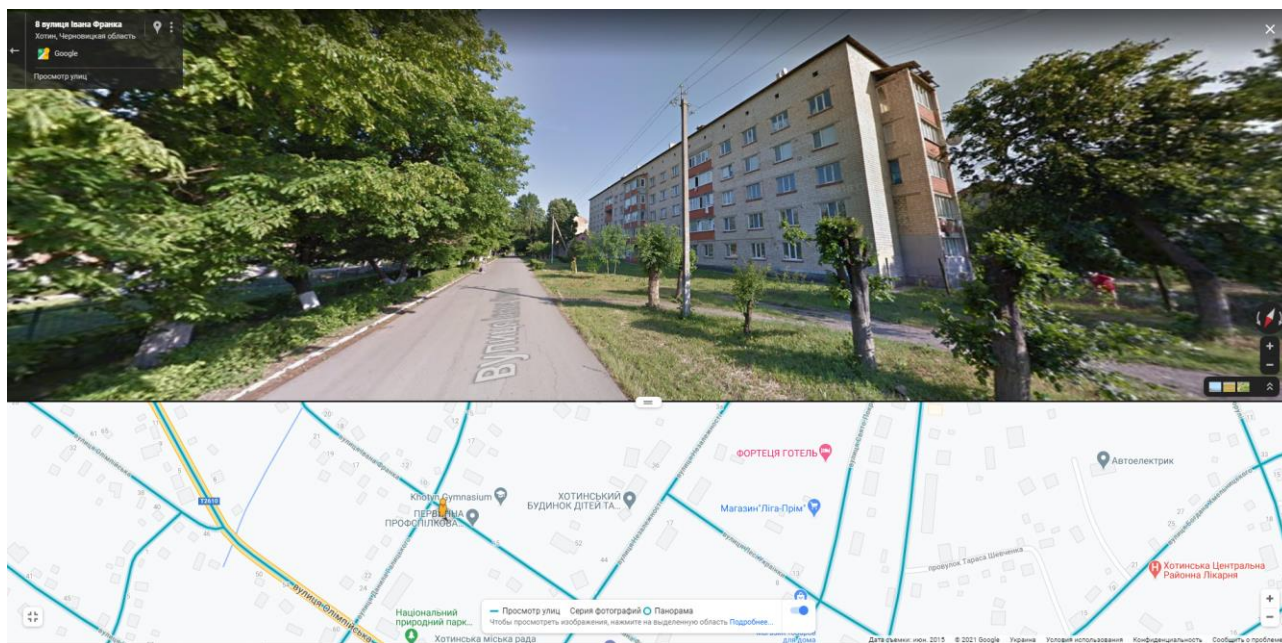


Рис. 3.25. Житловий будинок по вул. І. Франка в м. Хотин

Тепер викреслюємо навколишню інфраструктуру і уточнюємо адресну інформацію, додавши під'їзди. Вони позначаються додатковими точками на полігоні будівлі із зазначенням типу вузла «Вхід / вихід» і типом входу «staircase» (за таким входом зазвичай ховається сходи). Номер під'їзду вказується в полі «Номер / ідентифікатор». Якщо необхідно вказати вхід в приватний будинок, то значення типу входу повинно бути «home».

Ми визначали, де саме викреслити додаткову точку входу в будинок, шляхом ідентифікації самих під'їздів за супутниковими знімками: на дахах будинків видно ліфтові шахти і виходи вентиляційних труб. Однак, слід пам'ятати, в більшості випадків, особливо для висотних будинків, дах будівлі зміщена щодо реального стану під'їзду, тому необхідно також орієнтуватися і за іншими, непрямыми ознаками – козирків під'їздів, вхідних доріжках. Таким чином ми позначили 3 під'їзди через тип об'єкту «Вхід/вихід» (рис. 3.26)

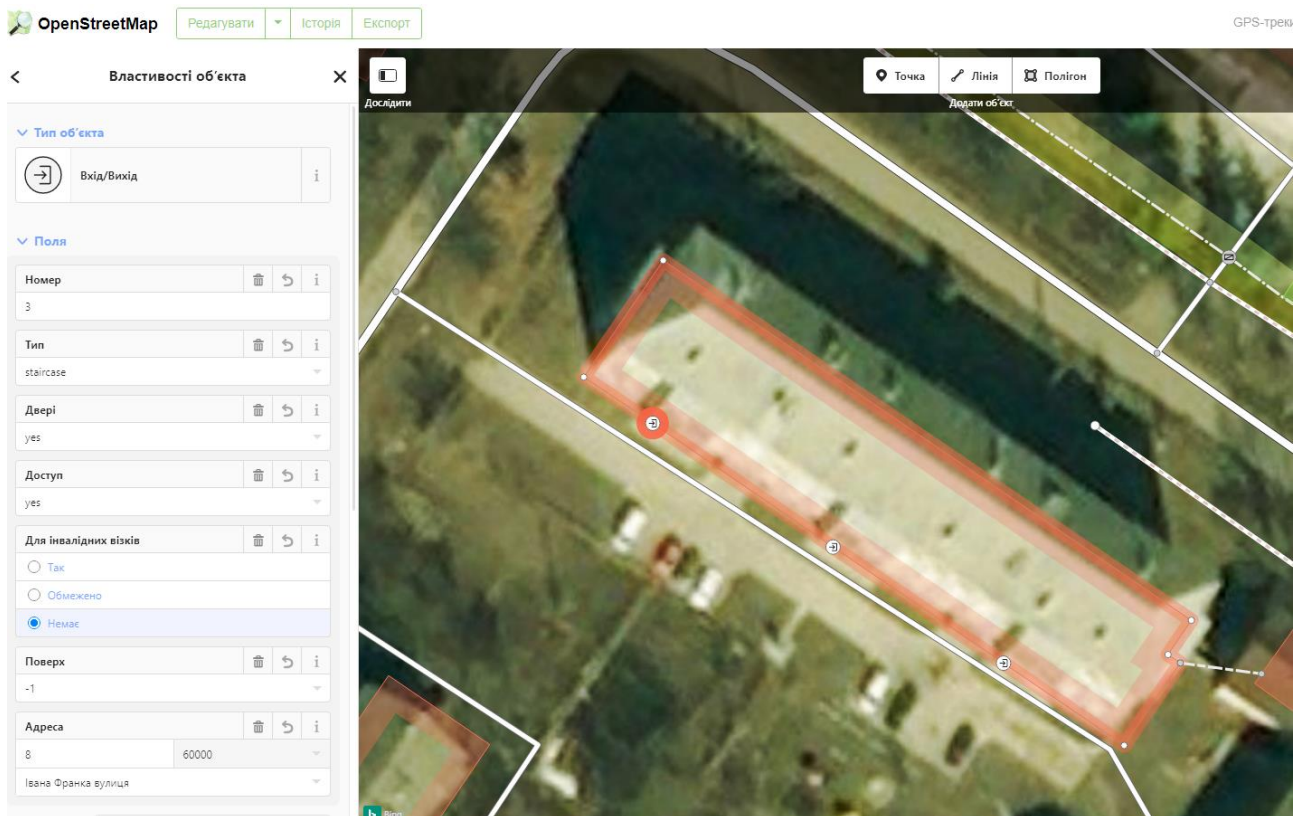


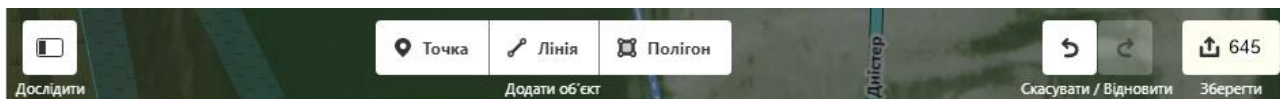
Рис. 3.26. Нанесення входів / виходів будинку

При викреслюванні об'єктів додаткової інфраструктури слід пам'ятати, що коректність деяких об'єктів залежить від напрямку їх оцифровки. Наприклад, річку Дністер ми оцифровували від витoku до гирла, тобто в напрямку течії; односторонні дороги оцифровували у напрямку руху. Великі яри, обриви, насипу викреслений так, щоб зниження висоти рельєфу знаходилося справа по ходу лінії. Якщо об'єкт був векторизований в невірному напрямі, то необхідно скоригувати його кнопкою «Змінити напрямок».



Рис. 3.27. Оцифровка водних об'єктів та мікроформ рельєфу

Коли із оцифровкою закінчено, настає час відправити свої правки на сервер OpenStreetMap. Для цього у верхньому правому куті екрану є кнопка «Зберегти».



При збереженні пакета правок необхідно залишити коментар, що описує зроблені зміни, їх у нас було 645, й натискаємо кнопку «Зберегти» та насолоджуємося своїми змінами на мапі OSM.

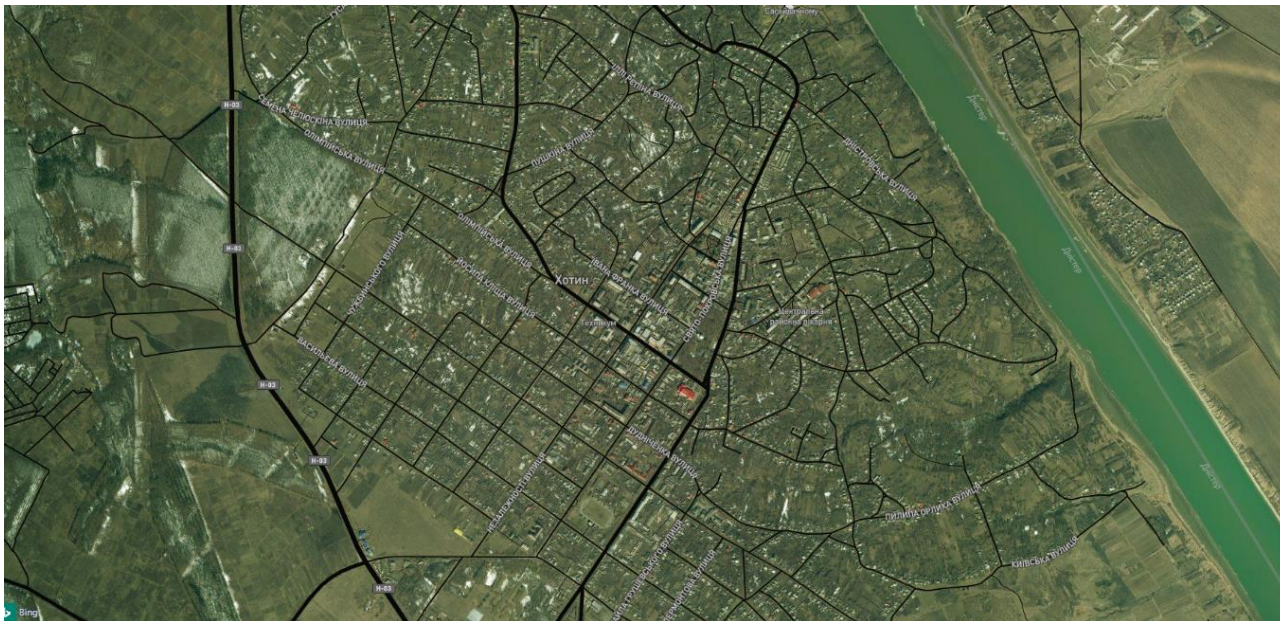


Рис. 3.28. Результат оцифровки території м. Хотин

### Висновки до розділу 3

Геоінформаційно-картографічне моделювання стану і використання земельних ресурсів Хотинської міської територіальної громади є важливим інструментом для ефективного менеджменту не тільки земельними ресурсами а й територією загалом. Таке картмоделювання дозволяє аналізувати, візуалізувати, оцінювати та оптимізувати використання землекористування, враховуючи як природні, так і соціально-економічні чинники.

Таким чином, геоінформаційно-картографічне моделювання стану і використання земельних ресурсів є ключовим інструментом для забезпечення ефективного управління землями, збереження природних ресурсів та сталого розвитку Хотинської територіальної громади.

## **Висновки**

У процесі виконання дослідження було досягнуто поставленої мети та вирішено комплекс науково-практичних завдань, спрямованих на використання геоінформаційних технологій для аналізу й картографування землекористування Хотинської міської територіальної громади.

У ході аналізу наукових засад ГІС-картографування встановлено, що сучасні геоінформаційні системи є ефективним інструментом дослідження земельних ресурсів, оскільки поєднують можливості просторового аналізу, візуалізації та моделювання. Виявлено, що ГІС-картографування дозволяє перейти від статичних карт до динамічних цифрових моделей, здатних відображати зміни землекористування в часі та просторі.

Розгляд методичних засад використання ГІС-технологій для аналізу землекористування показав доцільність поєднання даних дистанційного зондування Землі, статистичних матеріалів та кадастрової інформації. Такий підхід забезпечує комплексність дослідження та підвищує достовірність отриманих результатів. Визначено, що методи просторового аналізу, класифікації, векторизації та геоприв'язки є базовими для формування якісних карт землекористування.

У межах аналітичного огляду програмних продуктів ArcMap та ArcGIS Pro встановлено їхні структурно-функціональні особливості та переваги. ArcGIS Pro визначено як більш сучасне та універсальне середовище, що забезпечує інтеграцію 2D- та 3D-моделей, роботу з великими масивами даних і розширені можливості геопросторового аналізу, що є доцільним для подальшого використання в практиці територіальних громад.

У результаті дослідження розроблено базові просторові шари картографічних моделей землекористування Хотинської громади, зокрема шари адміністративних меж, земельних угідь, забудови, транспортної мережі та природних об'єктів. Створені шари стали основою для формування тематичних карт і проведення подальшого просторового аналізу.

Проаналізовано інформаційне забезпечення дослідження землекористування, що включало офіційні статистичні матеріали, дані земельного обліку, матеріали дистанційного зондування та відкриті геопросторові ресурси. Встановлено, що поєднання різнорідних джерел даних значно підвищує інформативність та аналітичну цінність ГІС-моделей.

Здійснене геоінформаційне картографування землекористування Хотинської міської територіальної громади дозволило виявити просторові особливості розподілу земель за функціональним призначенням та створити основу для подальшого моніторингу й оптимізації використання земельних ресурсів. Отримані результати можуть бути використані органами місцевого самоврядування, землевпорядними організаціями та в подальших наукових дослідженнях.

## Список використаних джерел

1. Building a Geodatabase. – ESRI: Redlands, USA, 2003. 460 p.
2. Kraak M.-J. Cartography : visualization of spatial data. Guilford Press, 2003.
3. Toponymic Guidelines for map and other editors : веб-сайт. URL: <https://unstats.un.org/unsd/geoinfo/ungegn/toponymic.html> (дата звернення 05.03.2019)
4. Апаратне та програмне забезпечення ГІС : науковий електронний вісник. 2015. URL: [http://www.msk.edu.ua/s-k/downloads/geo/ogisit/tema\\_2\\_3\\_ogisit.pdf](http://www.msk.edu.ua/s-k/downloads/geo/ogisit/tema_2_3_ogisit.pdf).
5. Багрова Л. А., Подгорецький П.Д. Фізико-географічні основи рекреаційної географії : навч. посібник. Сімферополь : СТУ, 1982. 156 с.
6. Бодня О. В. Організація території об'єктів природно-заповідного фонду долини річки Оскіл засобами геоінформаційних технологій : автореф. дис. канд. Геогр.. наук : 11.00.11. Харків, 2014. 20 с.
7. Бондаренко Е. Л., Шевченко В. О., Остроух В. І. Геоінформаційні основи еколого-географічного картографування : навч. посібник. Київ : Фітосоціоцентр, 2005. 116 с.
8. Дубницький М., Барладін О. Інтерактивні навчальні веб-ресурси з географії на базі матеріалів Інституту передових технологій, відкритих даних та картографічної javascript-бібліотеки Leaflet. Проблеми безперервної географічної освіти і картографії. 2018.
9. Зацерковний В., Сергієнко В., Сімакін Ю. Створення web-атласу Чернігівської області за допомогою геоінформаційних технологій. Фотограмметрія, геоінформаційні системи та картографія. 2012.
10. Іщук О.О. Просторовий аналіз і моделювання в ГІС : автореф. дис. канд.. політ. наук : 23.00.2015. Київ, 2014. 20 с.
11. Коммисарова Е. В., Писарев В. С. Технология создания электронных картографических атласов : навч. посіб. Львів, 2005. 6 с.
12. Лахоцький І. В., Лахоцька Е. Я. Застосування ГІС-технологій у сфері землеустрою та земельного кадастру : Львів : «Бреза», 2015. 6 с.

13. Ляшенко Д. Картографія з основами топографії: Навчальний посібник для вищих навчальних закладів. Київ: Наукова думка, 2008. 184 с.
14. Мацко П. В., Голубєв А.М. Геотроніка та картографія : навч. посіб. 2-ге вид., вип. і допов. Херсон : ХДУ, 2007. 184 с.
15. Методика бонітування ґрунтів. URL : <http://kadastrua.ru/osnovi-zemelnogo-kadastru-m-o-volodin/719-metodika-bonituvalnikh-robic.html>.
16. Методологія наукових досліджень. URL : [http://pidruchniki.com/1056112760990/dokumentoznavstvo/metodologiya\\_metodi\\_logika\\_naukovih\\_doslidzhen](http://pidruchniki.com/1056112760990/dokumentoznavstvo/metodologiya_metodi_logika_naukovih_doslidzhen).
17. Мороз С. А., Онопрієнко С. Ю., Бортник С. Ю. Методологія географічної науки : навч. посіб. Київ : «Заповіт», 1997. 333 с.
18. Населення України : демогр. щорічник / за ред.: Упр. Статистики населення. Київ, 2016. 466 с.
19. Положення про Державну службу геодезії, картографії та кадастру : Постанова КМУ № 979 від 24.09.05 р. (в редакції від 27.01.10 р.). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/979-2005-%D0%BF> (дата звернення 06.03.2019).
20. Положення про Інспекцію державного геодезичного нагляду Головного управління геодезії, картографії та кадастру України : Постанова КМУ № 1592 від 30.08.99 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1592-99-%D0%BF> (дата звернення 06.03.2019).
21. Про затвердження порядку загальнодержавного топографічного і тематичного картографування : Постанова КМУ № 661 від 04.09.2013 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/661-2013-%D0%BF> (дата звернення 06.03.2019).
22. Про створення Державного картографо-геодезичного фонду України : Постанова КМУ № 661 від 20.06.96 р. (в редакції від 23.12.09 р.). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/661-96-%D0%BF> (дата звернення 06.03.2019).
23. Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність : Закон України, 353 — XIV, 23.12.98 р. (в редакції від 11.02.10 р.). URL:

<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/353-14> (дата звернення 06.03.2019).

24. Світличний О. О., Плотницький С. В. Основи геоінформатика : навч. посіб. Суми : ВДТ «Університетська книга», 2006. 296 с.

25. Сінна О. І., Шерстюк О.І. Розробка алгоритму картографування ландшафтів засобами ГІС: досвід, проблеми, перспективи : навч. посіб. Київ, 2012. 113 с.

26. Толчевська О. Є., Коняєв Ю. Г. ГІС технології в землеустрої : навч. посібник. Київ : ТОВ «Геогрупа», 2014. 180 с.

27. Топографічні карти Чернівецької області масштабу 1 : 100 000. URL: [http://geoknigi.com/view\\_map.php?id=65](http://geoknigi.com/view_map.php?id=65).