Кафедра фотограмметрії та геоінформатики

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до магістерської кваліфікаційної роботи на тему

Методика створення ГІС Вараської міської територіальної громади за даними ДЗЗ

Студент ГДАЗ-21, Петрушка Н.В.
(група, шифр, прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ (Борис ЧЕТВЕРІКОВ)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Консультанти _____ (_____)

_____ (_____)

_____ _____

_____ _____

Завідувач кафедри _____ (Євгеній ШИЛО)
(підпис) (прізвище та ініціали)

«_____»_____2025р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ “ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА”
Інститут геодезії
Кафедра фотограмметрії та геоінформатики
Спеціальність 193 “Геодезія та землеустрій»

“ЗАТВЕРДЖУЮ”
Завідувач кафедри ФГІ Євгеній ШИЛО
(прізвище та ініціали)

(підпис)

« » 20 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу студента групи ГДАЗ-21 **ОР магістр**

Петрушка Назар Васильович
(прізвище, ім’я, по батькові)

1. Тема роботи Методика створення ГІС Вараської міської територіальної громади за даними ДЗЗ

Затверджена наказом по університету від « 21 » жовтня 20 25 № 4122-4-06

2. Термін подання студентом закінченої роботи 3 грудня 2025 року

3. Вхідні дані для роботи Космічні знімки RGB на територію Вараської МТГ, схема встановлених геодезичних пунктів

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які належить розробити) Вступ.
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ СТВОРЕННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ
РОЗДІЛ 2. ДЖЕРЕЛА ДАНИХ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ ДЛЯ ПОБУДОВИ ГІС
РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА СТВОРЕННЯ ГІС ВАРАСЬКОЇ МІСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ
Висновки. Список літературних джерел

5. Перелік графічного матеріалу -

6. Перелік програмних продуктів, які належить використати в процесі розроблення роботи
QGIS, SAS Planet

7. Консультування роботи, із зазначенням номерів розділів роботи

Розділ	Консультант	Завдання видав		Завдання прийняв	
		підпис	дата	підпис	дата

8. Дата, коли видано завдання 22 вересня 2025 року

Керівник _____ (Борис ЧЕТВЕРІКОВ)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання _____ (Назар ПЕТРУШКА)
(підпис) (прізвище та ініціали)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи		Примітка
		початок	кінець	
1	Аналіз літературних джерел за темою досліджень та визначення невирішених проблем	22.09.2025	30.09.2025	
2	Підбір та аналіз вхідних даних для дослідження	01.10.2025	15.10.2025	
3	Векторизація всіх векторних шарів Вараської МТГ	16.10.2025	2.11.2025	
4	Аналіз векторизованих об’єктів в межах геодинамічного полігону	3.11.2025	22.11.2025	
5	Написання текстової частини магістерської кваліфікаційної роботи	23.11.2025	03.12.2025	

Студент _____ (Назар ПЕТРУШКА)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник _____ (Борис ЧЕТВЕРІКОВ)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Висновок

про рівень оригінальності бакалаврської кваліфікаційної роботи на тему

Методика створення ГІС Вараської міської територіальної громади за даними ДЗЗ

студента групи ГДАЗ-21 Назар ПЕТРУШКА
ім'я та прізвище

Інституту геодезії

Загальний обсяг кваліфікаційної роботи: _____ сторінок

Програмне забезпечення перевірки на оригінальність StrikePlagiarism (https://strikeplagiarism.com) – на безоплатній основі.

У результаті перевірки на оригінальність роботи встановлено показник оригінальності роботи %

Дата оформлення висновку _____ червня 20 25 р.

Відповідальний від кафедри за перевірку _____ (Назар ГРИЦЬКІВ)
(підпис) (ім'я та прізвище)

Завідувач кафедри ФГІ _____ (Євгеній ШИЛО)
(підпис) (ім'я та прізвище)

УДК 528.92

Назар ПЕТРУШКА, Борис ЧЕТВЕРІКОВ (керівник). Методика створення ГІС Вараської міської територіальної громади за даними ДЗЗ. Магістерська кваліфікаційна робота. – Національний університет «Львівська політехніка», Львів, 2025.

Розширена анотація.

Магістерська робота присвячена теоретичним основам та практичним аспектам створення геоінформаційних систем (ГІС) для муніципальних територіальних громад, зокрема на прикладі Вараської міської територіальної громади. У роботі розглянуто поняття геоінформаційних систем, їхню структуру та складові, а також функціональні можливості для забезпечення ефективного просторового планування та управління територіями. Особлива увага приділена ролі ГІС у прийнятті управлінських рішень, оптимізації ресурсів та підвищенні прозорості діяльності органів місцевого самоврядування [1].

Робота також охоплює використання даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) для формування актуальних просторових шарів, що дозволяє здійснювати моніторинг змін земельних ресурсів, ландшафтів та інфраструктури. Проаналізовано досвід створення муніципальних ГІС в Україні та світі, визначено переваги та проблемні аспекти їх впровадження, а також найефективніші практики, що можуть бути застосовані для українських громад [2,3].

Окрему увагу приділено джерелам супутникових даних, їх характеристикам та критеріям відбору для потреб територіальних громад. Розглянуто можливості застосування оптичних і радіолокаційних знімків та методи попереднього опрацювання даних перед інтеграцією у ГІС, включаючи корекцію, калібрування та геоприв’язку [4,5].

Практична частина роботи присвячена опрацюванню методики створення ГІС для Вараської громади, включно з технологічною схемою побудови системи на основі супутникових, картографічних та статистичних даних. Система дозволяє ефективно інтегрувати різноманітні інформаційні ресурси, забезпечуючи науково обґрунтовану підтримку прийняття рішень і просторове планування.

Робота поєднує теоретичні дослідження та практичну методику створення муніципальної ГІС, що робить її актуальною для впровадження у сфері місцевого самоврядування, моніторингу земельних ресурсів та розвитку цифрової інфраструктури громад.

Метою роботи є опрацювання методики створення геоінформаційної системи Вараської міської територіальної громади на основі даних дистанційного зондування Землі для підвищення ефективності управління територіальним розвитком та ресурсами громади.

Об'єктом дослідження є територія Вараської міської територіальної громади Рівненської області як просторовий об'єкт управління.

Предметом дослідження є метод створення, структурування та використання геоінформаційних даних громади на базі сучасних методів дистанційного зондування Землі та ГІС-технологій.

Запропоновано технологічну схему побудови геоінформаційної системи Вараської міської територіальної громади на основі інтеграції супутникових даних дистанційного зондування Землі, картографічних та статистичних матеріалів, з використанням оптичних і радіолокаційних знімків високої та середньої просторової розрізненості. Технологічна схема включає 6 етапів, від аналізу вхідних даних до аналізу отриманих результатів. Запропоновано і описано методику створення геоінформаційної системи Вараської міської територіальної громади на основі даних дистанційного зондування Землі. В ході реалізації методики створено векторні шари різної тематики на територію Вараської МТГ, включно з геодезичними пунктами побудованого геодинамічного полігону.

Ключові слова – Вараська МТГ, ГІС, геодинамічний полігон, РАЕС, векторні шари, атрибутивні дані.

Перелік використаних літературних джерел.

1. Hlukhonets, A & Morozova, T. & Morozov, A. & Kobzysta, O. & Samoilenko, I & Stetsiuk, L. (2022). Використання ГІС технологій для модернізації систем моніторингу об'єктів природно-заповідного фонду України. Bulletin National University of Water and Environmental Engineering. 2. 40-54. 10.31713/vs220224.
2. Олексюк, І., & Касіянчук, Д. (2025). Застосування геоінформаційних систем у територіальному плануванні для місць розташування очисних споруд у Польщі. Airport Planning, Construction and Maintenance Journal, (1), 78–85. https://doi.org/10.32782/apcmj.2025.1.9
3. Поморцева, О., Кобзан, С., Паньків, В., & Кінь, Д. (2024). Дослідження динаміки зміни вартості нерухомості за допомогою геоінформаційних систем. Просторовий розвиток, (8), 463–476. https://doi.org/10.32347/2786-7269.2024.8.463-476
4. Тищенко, С. В. (2025). Використання геоінформаційних систем у дослідженні туризму і рекреації. Природнича освіта та наука, (3), 142-149. https://doi.org/10.32782/NSER/2025-3.19
5. Podlipaiev, V. (2020). Дослідження можливостей сучасного програмного забезпечення щодо створення геоінформаційних систем трансдисциплінарного використання слабо структурованих даних. Системи управління, навігації та зв'язку. Збірник наукових праць. 3. 4-12. 10.26906/SUNZ.2020.3.004.

UDC 528.92

Nazar PETRUSHKA, Borys CHETVERIKOV (supervisor). Methodology for creating a GIS of the Varash urban territorial community using remote sensing data. Master's Thesis – Lviv Polytechnic National University, Lviv, 2025.

Extended Abstract

The master's thesis is devoted to the theoretical foundations and practical aspects of creating geoinformation systems (GIS) for municipal territorial communities, using the Varash Urban Territorial Community as a case study. The work examines the concept of geoinformation systems, their structure and components, as well as their functional capabilities to ensure effective spatial planning and territorial management. Special attention is paid to the role of GIS in decision-making, resource optimization, and increasing the transparency of local government activities [1].

The thesis also addresses the use of remote sensing data for forming up-to-date spatial layers, enabling monitoring of changes in land resources, landscapes, and infrastructure. The experience of creating municipal GIS in Ukraine and worldwide is analyzed, highlighting advantages, challenges, and best practices applicable to Ukrainian communities [2,3].

Particular attention is given to sources of satellite data, their characteristics, and selection criteria for the needs of territorial communities. The potential applications of optical and radar imagery are considered, as well as methods for preprocessing data before integration into GIS, including correction, calibration, and georeferencing [4,5].

The practical part of the thesis focuses on developing a methodology for creating a GIS for the Varash community, including a technological scheme for building the system based on satellite, cartographic, and statistical data. The system allows efficient integration of diverse information resources, providing scientifically grounded support for decision-making and spatial planning.

The work combines theoretical research with a practical methodology for creating a municipal GIS, making it relevant for implementation in local governance, land resource monitoring, and the development of digital infrastructure for communities.

The purpose of the study is to develop a methodology for creating a geoinformation system for the Varash Urban Territorial Community based on remote sensing data to improve the efficiency of territorial development and community resource management.

The object of the study is the territory of the Varash Urban Territorial Community in Rivne Oblast as a spatial management entity.

The subject of the study is the processes of creating, structuring, and using geoinformation data of the community based on modern remote sensing and GIS technologies.

A technological scheme for building the GIS of the Varash Urban Territorial Community is proposed, based on the integration of satellite remote sensing data,

cartographic, and statistical materials, using high- and medium-resolution optical and radar imagery. The technological scheme includes six stages, from analyzing input data to evaluating the results. A methodology for creating the GIS of the Varash Urban Territorial Community based on remote sensing data is proposed and described. During its implementation, thematic vector layers were created for the territory of the Varash UTC, including geodetic points of the constructed geodynamic polygon.

Keywords: Varash UTC, GIS, geodynamic polygon, Rovno NPP, vector layers, attribute data.

References.

1. Hlukhonets, A., Morozova, T., Morozov, A., Kobzysta, O., Samoilenko, I., & Stetsiuk, L. (2022). The use of GIS technologies for modernizing monitoring systems of nature reserve fund objects in Ukraine. Bulletin of the National University of Water and Environmental Engineering, (2), 40–54. https://doi.org/10.31713/vs220224
2. Oleksyuk, I., & Kasiianchuk, D. (2025). Application of geographic information systems in territorial planning for the location of wastewater treatment facilities in Poland. Airport Planning, Construction and Maintenance Journal, (1), 78–85. https://doi.org/10.32782/apcmj.2025.1.9
3. Pomortseva, O., Kobzan, S., Pankiv, V., & Kin, D. (2024). Study of real estate value dynamics using geographic information systems. Spatial Development, (8), 463–476. https://doi.org/10.32347/2786-7269.2024.8.463-476
4. Tyshchenko, S. V. (2025). Use of geographic information systems in tourism and recreation research. Natural Science Education and Research, (3), 142–149. https://doi.org/10.32782/NSER/2025-3.19
5. Podlipaiev, V. (2020). Study of the capabilities of modern software for creating geographic information systems for transdisciplinary use of weakly structured data. Control, Navigation and Communication Systems: Collection of Scientific Papers, (3), 4–12. https://doi.org/10.26906/SUNZ.2020.3.004

ЗМІСТ

ВСТУП……. 10

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ СТВОРЕННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ…….. 13

1.1. Поняття та структура геоінформаційних систем……. 13

1.2. Роль ГІС у просторовому плануванні та управлінні громадами…… 15

1.3. Використання даних дистанційного зондування в ГІС……... 18

1.4. Аналіз досвіду створення муніципальних ГІС в Україні та світі…... 24

РОЗДІЛ 2. ДЖЕРЕЛА ДАНИХ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ ДЛЯ ПОБУДОВИ ГІС…….. 29

2.1. Типи супутникових даних та їх характеристика…….. 29

2.2. Оптичні та радіолокаційні знімки: можливості застосування…… 34

2.3. Критерії відбору даних ДЗЗ для територіальних громад…… 36

2.4. Попереднє опрацювання супутникових знімків для інтеграції у ГІС…… 39

РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА СТВОРЕННЯ ГІС ВАРАСЬКОЇ МІСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ…… 43

3.1. Загальна характеристика Вараської МТГ……. 43

3.2. Технологічна схема побудови ГІС за даними ДЗЗ…… 46

3.3. Інтеграція картографічних, статистичних та супутникових даних… 47

ВИСНОВКИ…… 65

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ…… 67

ВСТУП

Актуальність теми дослідження.

У сучасному світі управління територіями та природними ресурсами дедалі більше базується на використанні геоінформаційних систем (ГІС) та даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ). Розвиток цифрових технологій, зростання обсягів просторових даних і потреба у швидкому прийнятті рішень зумовлюють необхідність впровадження інноваційних підходів до планування територій громад. Геоінформаційні системи дають змогу інтегрувати різнорідну просторову інформацію, аналізувати її та представляти результати в зручній картографічній формі. Це робить ГІС одним із найефективніших інструментів підтримки управлінських рішень на місцевому рівні.

Для України питання створення сучасних ГІС на основі даних ДЗЗ набуває особливої ваги у контексті реформи децентралізації та переходу громад до самостійного планування просторового розвитку. Вараська міська територіальна громада, як адміністративно-територіальна одиниця, що поєднує промислові, житлові, рекреаційні та природоохоронні території, потребує ефективної системи управління земельними, екологічними та інфраструктурними ресурсами. З огляду на наявність стратегічних об’єктів, зокрема Рівненської АЕС, а також динамічний розвиток прилеглих населених пунктів, актуальність створення комплексної ГІС є беззаперечною.

Дані дистанційного зондування Землі (зокрема супутникові знімки високої розрізненості) дозволяють отримувати актуальну інформацію про стан території, зміни землекористування, розвиток забудови, стан рослинного покриву, водних об’єктів тощо. Їх інтеграція в ГІС забезпечує створення актуальних баз геопросторових даних, які можуть бути використані для моніторингу, планування розвитку, оцінки екологічного стану та прогнозування наслідків антропогенного впливу. Таким чином, поєднання можливостей ГІС і ДЗЗ є ключовим чинником формування ефективної системи управління територією громади.

Актуальність теми також обумовлюється потребою у створенні відкритих, доступних та стандартизованих інформаційних систем, що відповідають сучасним вимогам Європейського Союзу в межах концепції INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in the European Community). Реалізація подібних ініціатив на місцевому рівні сприятиме підвищенню прозорості, ефективності прийняття рішень, залученню інвестицій і забезпеченню сталого розвитку громади.

Метою роботи є запропонувати та опрацювати методику створення геоінформаційної системи Вараської міської територіальної громади на основі даних дистанційного зондування Землі для підвищення ефективності управління територіальним розвитком та ресурсами громади.

Задачі магістерської кваліфікаційної роботи:

- дослідити роль ГІС у просторовому плануванні та управлінні громадами**;**
- розглянути теоретичні основи створення геоінформаційних систем для територіальних громад;
- запропонувати технологічну схему досліджень;
- запропонувати методику створення геоінформаційної системи Вараської міської територіальної громади на основі даних дистанційного зондування Землі.

Об'єктом дослідження є територія Вараської міської територіальної громади Рівненської області як просторовий об'єкт управління.

Предметом дослідження є метод створення, структурування та використання геоінформаційних даних громади на базі сучасних методів дистанційного зондування Землі та ГІС-технологій.

Практична значущість роботи

Результати дослідження можуть бути використані органами місцевого самоврядування, підприємствами та установами громади для ефективного планування території, моніторингу природних ресурсів, оптимізації інженерних мереж та розробки стратегій сталого розвитку. Запропонована методика сприятиме підвищенню точності картографічних матеріалів, зниженню витрат

на проведення польових обстежень та забезпеченню прозорості управлінських рішень.

У першому розділі розглядаються базові поняття, принципи та структура геоінформаційних систем. Висвітлюється роль ГІС у процесах просторового планування, управління територіальними громадами та прийняття рішень.

У другому розділі розглядаються типи та характеристики супутникових даних, які використовуються для побудови геоінформаційних систем. Детально описуються можливості оптичних та радіолокаційних знімків, критерії їх відбору для потреб територіальних громад.

Третій розділ має прикладний характер і містить розроблену методику побудови геоінформаційної системи Вараської міської територіальної громади на основі даних ДЗЗ. Представлено характеристику території громади, її природно-географічні, соціально-економічні та інфраструктурні особливості. Розглянуто технологічну схему створення ГІС, послідовність дій із підготовки, інтеграції та візуалізації даних. Також описано процес поєднання картографічних, статистичних і супутникових даних для формування єдиного просторового середовища управління.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ СТВОРЕННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

1.1. Поняття та структура геоінформаційних систем

Геоінформаційні системи (ГІС) сьогодні є одним із ключових інструментів у сфері управління територіями, природними ресурсами, екологічним моніторингом, транспортною логістикою, урбаністикою та багатьма іншими галузями. Вони поєднують у собі можливості сучасних інформаційних технологій, математичного моделювання, картографії та баз даних, створюючи єдиний інформаційний простір для аналізу просторово розподілених явищ. У найзагальнішому вигляді ГІС — це комп'ютерна система, призначена для збору, зберігання, опрацювання, аналізу, моделювання та відображення геопросторових даних, що мають просторову, тобто географічну, прив'язку [1,2]. Будь-який об'єкт із координатами або площею на земній поверхні, як-от земельні ділянки, будівлі, дороги, річки, лісові масиви, інженерні мережі, може бути представлений у ГІС як просторовий елемент. Відмінною особливістю систем є можливість поєднувати геометрію об'єктів із атрибутивними даними, що описують їхні характеристики. Наприклад, точка на карті може відповідати колодязю водопостачання, а її атрибути визначають глибину, діаметр, дату побудови, власника та стан експлуатації. Завдяки цьому ГІС забезпечує не лише візуалізацію об'єктів, а й багатовимірний аналіз, моделювання тенденцій і прогнозування змін [3,4].

Перші концепції ГІС сформувалися у 1960-х роках у Канаді для інвентаризації природних ресурсів, а в 1970–1980-х системи отримали широке поширення в США та Європі. З 1990-х років ГІС почали впроваджувати в країнах пострадянського простору. Сьогодні це комплексні багатофункціональні платформи, що інтегрують картографічні, аналітичні та статистичні дані, забезпечуючи роботу в реальному часі. У науковій літературі існують різні визначення ГІС. Наприклад, Міжнародна асоціація картографів описує її як систему, що поєднує апаратні, програмні, аналітичні та організаційні ресурси для отримання, зберігання, управління, аналізу та

представлення просторових даних. Інші автори трактують ГІС не лише як технічний інструмент, а й як методологію просторового мислення, спосіб дослідження та розуміння територіальних процесів [5].

Будь-яка ГІС складається з п’яти основних компонентів, взаємодія яких забезпечує ефективне функціонування системи (рис.1.1). Апаратна частина включає комп’ютери, сервери, робочі станції, системи зберігання даних, периферійні пристрої, такі як плотери, сканери, GPS-приймачі та дрони. Вибір обладнання залежить від обсягу даних, кількості користувачів і типу застосування системи. Програмне забезпечення забезпечує введення, редагування, аналіз, візуалізацію та обмін геоданими; сучасні програми включають ArcGIS, QGIS, MapInfo Professional, Global Mapper, ERDAS Imagine та ENVI, що дозволяють проводити як базовий перегляд карт, так і складний геостатистичний аналіз та 3D-моделювання [6]. Дані є основним ресурсом ГІС і включають цифрові карти, топографо-геодезичні зйомки, матеріали дистанційного зондування Землі, статистичні таблиці та кадастрові реєстри; вони поділяються на векторні (точки, лінії, полігони) і растрові (зображення, супутникові знімки), утворюючи багатошарову модель території. Людський фактор відіграє важливу роль: фахівці з географії, землеустрою, екології, урбаністики та IT забезпечують створення, підтримку та аналіз даних, а ефективність ГІС напряму залежить від їхньої кваліфікації. Методологічне забезпечення визначає принципи, алгоритми та моделі збору, обробки та аналізу даних, інтегруючи просторові та статистичні методи для вивчення закономірностей розвитку територій.

Рисунок 1.1. Склад ГІС

Функціонально ГІС виконує збір даних із різних джерел, включно з супутниками, БПЛА та кадастрами, їхнє зберігання та управління базами даних із багаторівневою системою доступу, опрацювання інформації (виправлення, геоприв'язка, конвертація форматів, інтеграція), просторовий аналіз (виявлення закономірностей, побудова буферних зон, зон впливу, мережевий аналіз) та візуалізацію результатів у вигляді карт, графіків, 3D-моделей і інтерактивних панелей. На цій основі ГІС слугує інструментом моделювання сценаріїв розвитку територій, прогнозування розширення забудови, оцінки екологічного навантаження, планування транспортної інфраструктури та управління ризиками природних катастроф [5,6].

За масштабом та призначенням системи можуть бути локальними для обмеженої території або підприємства, муніципальними для управління містами та районами, регіональними, що охоплюють області, національними для реалізації державної політики управління ресурсами, а також глобальними, наприклад, для моніторингу клімату чи океанів. Особливе значення мають муніципальні ГІС, які дозволяють громадам, як-от Вараська міська територіальна громада, вести земельний кадастр, управляти комунальною інфраструктурою, проводити екологічний моніторинг та планувати стратегії розвитку.

1.2. Роль ГІС у просторовому плануванні та управлінні громадами

Геоінформаційні системи сьогодні відіграють надзвичайно важливу роль у сфері просторового планування та управління територіальними громадами. Вони є потужним інструментом, який дозволяє збирати, зберігати, аналізувати та візуалізувати різноманітні просторові дані, що характеризують стан природного середовища, соціально-економічні показники та інфраструктурні ресурси території. Використання ГІС надає можливість органам місцевого самоврядування створювати цілісну інформаційну платформу, що поєднує картографічні матеріали, статистичну інформацію та відомості про об'єкти

житлово-комунального господарства, транспортної мережі, інженерних споруд і соціальної інфраструктури. Такий комплексний підхід дозволяє приймати обґрунтовані управлінські рішення та ефективно планувати розвиток громади [7].

У процесі просторового планування ГІС дають можливість здійснювати детальний аналіз територій з метою визначення придатності земельних ділянок під різні види використання — забудову, промислове виробництво, сільське господарство, рекреаційні зони, парки та природоохоронні території. Системи дозволяють поєднувати дані про рельєф, ґрунти, водні ресурси, транспортну доступність і наявність соціальної інфраструктури, створюючи багатошарові тематичні карти, які допомагають визначати оптимальні місця для розташування нових об’єктів. Наприклад, при плануванні житлових масивів ГІС дозволяють враховувати не лише площу та форму ділянки, а й відстань до шкіл, лікарень, транспортних розв’язок, зелених зон, забезпечуючи високий рівень комфорту та безпеки мешканців. Аналогічно, при розвитку промислових зон ГІС допомагають оцінювати екологічні ризики, відстань до житлових кварталів та транспортну логістику, що забезпечує збалансований розвиток території.

ГІС також є незамінним інструментом у сфері управління ресурсами громади. Завдяки інтеграції кадастрових даних, інформації про комунальні послуги, транспортні маршрути та інженерні мережі, органи місцевого самоврядування можуть контролювати розподіл водопостачання, електроенергії, газу, планувати модернізацію мереж та обслуговування обладнання. Системи дозволяють аналізувати ефективність роботи служб благоустрою, оцінювати стан доріг і мостів, планувати ремонтні роботи та оптимізувати використання фінансових ресурсів. Крім того, ГІС активно використовуються для екологічного моніторингу: відстежується стан лісових масивів, водних об’єктів, ґрунтів, рівень забруднення довкілля та природних ресурсів, що дозволяє вчасно вживати заходів щодо збереження навколишнього середовища та прогнозувати наслідки можливих стихійних лих.

Особливу увагу слід приділяти використанню ГІС для моделювання та прогнозування розвитку територій. Системи дозволяють створювати різні сценарії розвитку населених пунктів і територій, оцінювати вплив соціально-економічних змін, будівництва інфраструктури, зміни природних умов та екологічних факторів. Це забезпечує комплексний підхід до планування та управління, коли економічні, соціальні та екологічні аспекти розглядаються у взаємозв'язку. За допомогою ГІС можна аналізувати, як будівництво нових житлових кварталів вплине на транспортну систему, рівень шумового та екологічного навантаження, доступність соціальної інфраструктури. Аналогічно, можна оцінювати ризики затоплення територій, ерозії ґрунтів або поширення забруднення та розробляти відповідні заходи запобігання негативним наслідкам [8].

Муніципальні ГІС мають особливе значення для управління громадами. Вони дозволяють вести повний облік земельних ділянок, будівель, інженерних мереж та соціальної інфраструктури, що є основою для ведення земельного кадастру та прийняття рішень щодо планування розвитку міста чи села. Наприклад, у Вараській міській територіальній громаді ГІС застосовуються для контролю за використанням земель, планування нових забудов, управління комунальними службами, моніторингу стану навколишнього середовища та забезпечення прозорості управлінських рішень. Інформація, отримана та опрацьована у ГІС, дозволяє залучати мешканців до участі у прийнятті рішень, роблячи процес управління більш відкритим та ефективним.

Геоінформаційні системи є незамінним інструментом сучасного просторового планування та управління територіями. Вони дозволяють об'єднати великі обсяги даних, забезпечити їх систематизацію, провести детальний аналіз та моделювання розвитку територій, оцінити потенційні ризики та ефективно розподіляти ресурси. Інтеграція економічних, соціальних та екологічних аспектів у просторовому аналізі робить ГІС основною платформою для прийняття обґрунтованих рішень, що сприяє сталому розвитку територіальних громад та підвищенню якості життя їхніх мешканців [9].

1.3. Використання даних дистанційного зондування в ГІС

Дані дистанційного зондування Землі сьогодні є одним із найбільш потужних та універсальних джерел інформації для геоінформаційних систем. Вони дозволяють отримувати актуальні та об'єктивні дані про стан земної поверхні, природні ресурси, екологічні процеси та антропогенну діяльність на великих територіях, які іноді неможливо охопити традиційними наземними методами через масштаб, рельєф чи віддаленість об'єктів. Основна особливість ДЗЗ полягає у можливості отримання інформації без фізичного контакту з об'єктами спостереження за допомогою супутників, літаків, безпілотних літальних апаратів (дронів) та інших аерокосмічних платформ [10,11]. Це дозволяє не лише моніторити великі території, а й регулярно оновлювати дані, що особливо важливо для відстеження динамічних процесів, таких як урбанізація, зміна ландшафтів, розвиток транспортної інфраструктури та природні явища (табл.1.1).

Таблиця 1.1.

Використання різних типів даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) у муніципальних ГІС і завдання, які вони дозволяють вирішувати

Оптичні супутникові знімки високої роздільної здатності	Sentinel-2, Landsat, WorldView	Визначення меж земельних ділянок, будівель, доріг, зелених зон	Ведення кадастру, моніторинг забудови, планування житлових і рекреаційних зон
Мультиспектральні та гіперспектральні дані	Sentinel-2, Hyperion, PRISMA	Оцінка стану рослинності, моніторинг сільськогосподарських угідь, визначення типів ґрунтів	Прогнозування врожайності, управління аграрними ресурсами, планування зелених зон
Радарні (SAR) дані	Sentinel-1, TerraSAR-X	Виявлення змін рельєфу, моніторинг повеней, зсувів та опустелення	Управління ризиками стихійних лих, оцінка ерозійних процесів, прогнозування паводків
Теплові дані	Landsat Thermal, MODIS	Виявлення теплових островів у містах, оцінка стану водних об'єктів	Планування зелених насаджень, контроль забруднення води та повітря, енергетичне

			планування
Лідарні дані (LiDAR)	Aerial LiDAR, UAV LiDAR	Створення цифрових моделей рельєфу (ЦМР), оцінка висот будівель і лісових насаджень	Урбаністичне планування, аналіз дренажу та ризиків повеней, планування інфраструктури
Дрони (UAV)	Малі БПЛА з камерами або сенсорами	Отримання детальних знімків важкодоступних територій, інспекція об'єктів	Мікромоніторинг, контроль будівництва, оцінка стану об'єктів інфраструктури
Дані супутників для моніторингу навколишнього середовища	Sentinel-5P, MODIS	Вимірювання концентрації шкідливих газів, пилу, забруднення води	Екологічний моніторинг, планування заходів з охорони довкілля, оцінка впливу промисловості

Одним із ключових напрямів використання даних ДЗЗ у ГІС є моніторинг природного середовища. За допомогою супутникових знімків можна оцінювати стан лісів, річок, озер, болотистих територій та інших екосистем. Наприклад, аналіз серій мультиспектральних та гіперспектральних знімків дозволяє виявляти осередки всихання дерев (рис.1.2)[12], пошкодження лісових масивів шкідниками чи хворобами (рис.1.3), незаконні рубки (рис.1.4)[13] та зміну структури рослинного покриву. У водному господарстві дані ДЗЗ дають змогу оцінювати рівень води в річках та озерах (рис.1.5)[14], площу заболочених територій, ступінь забруднення водойм та прогнозувати можливі паводки або посухи. Для ґрунтів супутникові дані допомагають визначати вологість, ерозійні процеси, забруднення або виснаження родючості, що є критично важливим для планування сільськогосподарських робіт і управління земельними ресурсами громади.

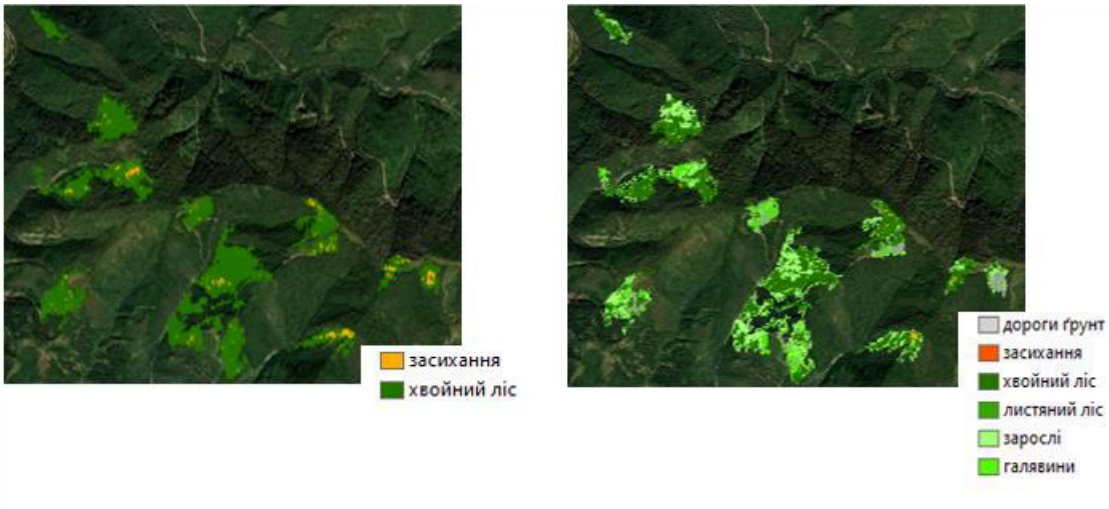


Рисунок 1.2. Аналіз засихання лісів Карпатського регіону за супутниковими знімками

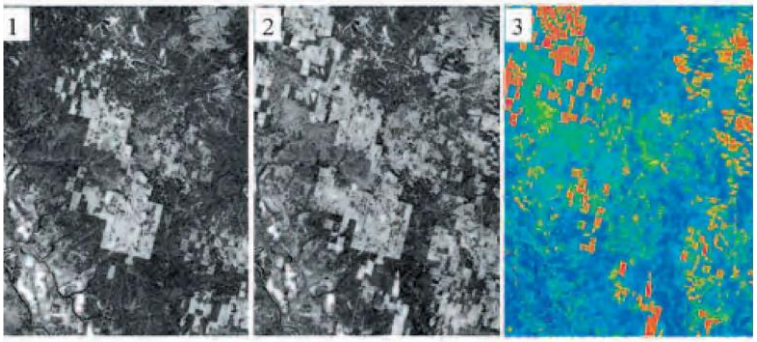


Рисунок 1.3. Приклад аналізу пошкоджених площ лісового покриву Хустського району шкідниками

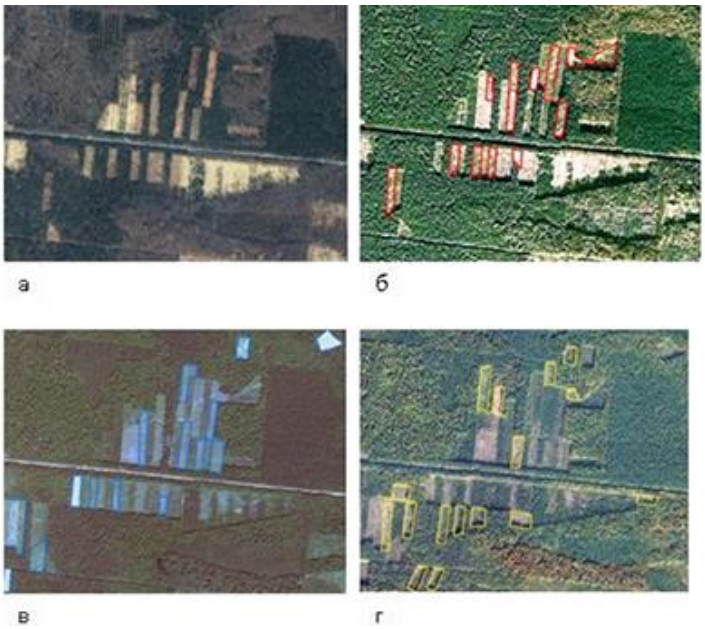


Рисунок 1.4. Приклад аналізу площ незаконних вирубок деревини за різночасовими супутниковими знімками

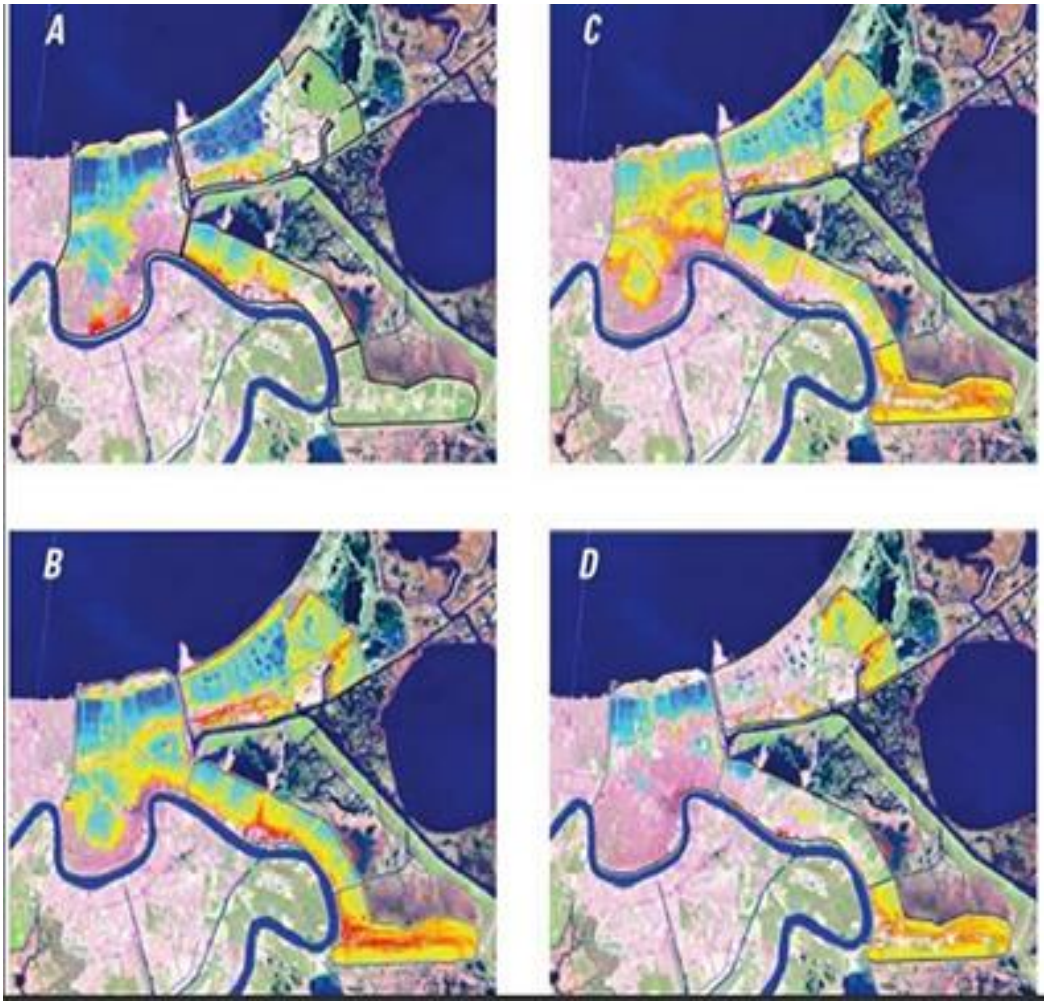


Рисунок 1.5. Аналіз площ затоплень центральної частини Нового Орлеану за різночасовими космічними знімками

ДЗЗ також широко застосовуються в аграрному секторі. Використання супутникових знімків високої розрізненості дозволяє моніторити стан посівів, прогнозувати врожайність, визначати типи рослинності та оптимальні строки проведення агротехнічних заходів. Наприклад, інтеграція даних ДЗЗ у ГІС дозволяє агрономам і планувальникам земельних ресурсів оцінювати потенціал конкретних ділянок для вирощування різних культур, виявляти проблемні зони (рис.1.6)[15], де може знадобитися додаткове зрошення або обробка ґрунтів, і оптимізувати використання добрив та пестицидів. У муніципальному контексті це дозволяє громадам планувати використання земель для сільського господарства та рекреаційних зон, оцінювати економічний потенціал територій і зменшувати ризики втрат врожаю.

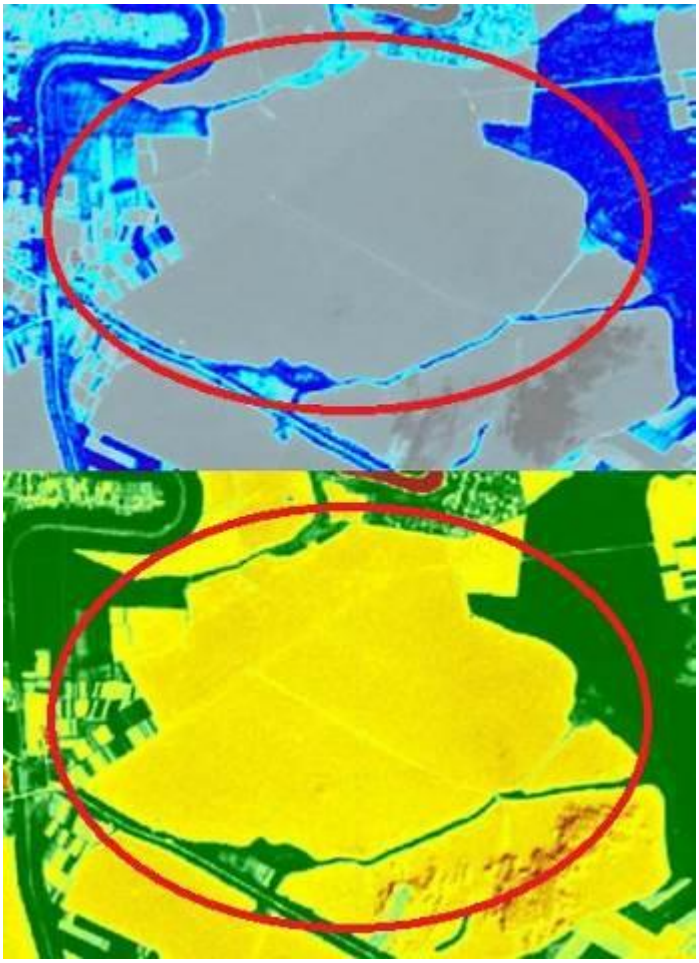


Рисунок 1.6. Приклад визначення проблемних зон вирощування агрокультур за допомогою розрахунку вегетаційних індексів супутникових знімків

Важливе застосування ДЗЗ спостерігається у сфері просторового планування та управління територіями. Дані ДЗЗ дозволяють створювати точні топографічні карти, карти землекористування, карти транспортної та інженерної інфраструктури, а також карти соціальної інфраструктури — шкіл, лікарень, спортивних та культурних об’єктів. Наприклад, при плануванні нового житлового кварталу або промислової зони супутникові знімки допомагають оцінити рельєф місцевості, близькість до водних об’єктів та зелених зон, наявність транспортних розв’язок, що дозволяє прогнозувати вплив забудови на навколишнє середовище та життя мешканців. У цьому випадку дані ДЗЗ інтегруються з векторними шарами ГІС, що містять інформацію про кадастрові ділянки, будівлі та інженерні мережі, створюючи комплексні багатошарові моделі території.

Екологічний моніторинг є ще однією важливою сферою застосування ДЗЗ у ГІС. Супутникові та аерокосмічні дані дозволяють відстежувати забруднення повітря та води, зміни прибережних зон, ерозійні та опустелювальні процеси, динаміку заболочення та зміну ландшафтів у містах. Наприклад, муніципальні органи влади можуть використовувати ДЗЗ для оцінки стану зелених насаджень у містах, контролювати зони шумового та хімічного забруднення, планувати озеленення та рекреаційні зони, що підвищує якість життя мешканців та забезпечує екологічну безпеку [16].

Однією з особливостей інтеграції даних ДЗЗ у ГІС є можливість поєднувати растрові супутникові знімки з векторними даними, статистикою та іншими джерелами інформації. Це дозволяє створювати багатошарові карти і моделі території, де кожен об’єкт має просторову прив’язку і атрибутивні характеристики. Наприклад, дані ДЗЗ можна поєднувати з кадастровими реєстрами, даними про соціальну інфраструктуру, транспортні мережі, комунальні послуги та екологічні показники. Це дає змогу здійснювати багатокритеріальний аналіз територій, прогнозувати розвиток громади, моделювати сценарії зміни землекористування, оцінювати наслідки будівництва, транспортної інфраструктури або природних катастроф.

У муніципальних та регіональних ГІС дані ДЗЗ дозволяють автоматизувати ведення земельного кадастру, контролювати забудову, оцінювати ефективність використання земель, планувати розширення житлових масивів та промислових зон. Наприклад, у Вараській міській територіальній громаді супутникові дані використовуються для відстеження змін у землекористуванні, контролю за станом зелених зон, оцінки потенціалу територій для інвестицій, планування транспортної та інженерної інфраструктури та управління комунальними ресурсами. Поєднання ДЗЗ з даними ГІС дозволяє не лише вести облік існуючих об’єктів, а й прогнозувати зміни та оптимально розподіляти ресурси для розвитку громади. На рис.1.7 представлено інтеграційну схему, яка показує, як дані ДЗЗ поєднуються з іншими шарами ГІС у муніципальному плануванні.

Рисунок 1.7. Інтеграційна схема, яка показує, як дані ДЗЗ поєднуються з іншими шарами ГІС у муніципальному плануванні

Дані дистанційного зондування Землі є незамінним ресурсом для геоінформаційних систем, оскільки вони забезпечують отримання достовірної та актуальної інформації про території на різних рівнях масштабів — від окремих земельних ділянок до регіонів і цілих держав. Інтеграція ДЗЗ у ГІС дозволяє органам управління, планувальникам і науковцям проводити глибокий просторовий аналіз, відстежувати динаміку змін, прогнозувати розвиток територій, оцінювати екологічні ризики та ефективно планувати розвиток територіальних громад з урахуванням економічних, соціальних і екологічних аспектів [17].

1.4. Аналіз досвіду створення муніципальних ГІС в Україні та світі

Розвиток муніципальних геоінформаційних систем (ГІС) у сучасному світі став одним із головних напрямів цифровізації органів місцевого самоврядування та управління територіальним розвитком. Такі системи забезпечують збирання, зберігання, аналіз, моделювання та візуалізацію великої кількості просторових даних, що відображають різноманітні аспекти життєдіяльності міст і громад. Вони дозволяють приймати обґрунтовані управлінські рішення, оптимізувати використання ресурсів, підвищувати якість надання послуг населенню, а також формувати відкриті й прозорі відносини між владою та громадою. Аналіз досвіду створення муніципальних ГІС у світі та в Україні допомагає виявити ефективні технологічні та організаційні моделі,

зрозуміти проблеми розвитку, визначити можливі напрями вдосконалення цих систем у контексті цифрової трансформації суспільства [18].

У економічно розвинених країнах муніципальні геоінформаційні системи є невід'ємною частиною управління територіями, інфраструктурою, довкіллям і громадськими послугами. Їх створення почалося ще наприкінці XX століття, коли виникла потреба централізовано опрацьовувати великі обсяги просторових даних для забезпечення ефективного функціонування міст.

Одним із перших прикладів є ГІС міста Нью-Йорк (США), створена наприкінці 1980-х років. Метою було інтегрувати дані про земельні ділянки, нерухомість, транспортні комунікації, мережі водопостачання, каналізації та енергетики в єдину інформаційну платформу. Згодом система еволюціонувала у сучасну NYC Open Data, яка містить понад 3000 наборів даних і надає відкритий доступ до геоінформації для жителів, бізнесу та дослідників. Такий підхід підвищив прозорість діяльності міської адміністрації, сприяв розвитку аналітичних досліджень, стартапів і громадських ініціатив, орієнтованих на покращення міського середовища.

Іншим прикладом ефективного використання ГІС є Лондон (Велика Британія), де створено інтегровану міську ГІС-платформу London Datastore, що поєднує дані з різних галузей — від транспорту і будівництва до соціальної інфраструктури, безпеки й охорони здоров'я. Ця система забезпечує підтримку стратегічних рішень, планування зон забудови, аналіз демографічних процесів та управління екологічним станом мегаполісу.

У межах Європейського Союзу створення муніципальних ГІС координується ініціативою INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe), що передбачає гармонізацію просторових даних і стандартів. Завдяки цьому у європейських містах — Гельсінкі, Копенгагені, Барселоні, Амстердамі, Берліні — впроваджено інтегровані ГІС, які об'єднують інформацію про транспортну мережу, земельні ресурси, забудову, зелені зони, інженерні системи, рівень шуму, споживання енергії та стан довкілля.

Особливо показовим є приклад Гельсінкі (Фінляндія), де створено детальну тривимірну модель Helsinki 3D+, що використовується у плануванні територій, енергетичному менеджменті, моделюванні кліматичних змін і розвитку системи «розумного міста». Ця платформа дозволяє аналізувати тіньові зони, ефективність сонячних панелей, маршрути громадського транспорту, рівень шумового забруднення, забезпечуючи науково обґрунтовану основу для рішень міської ради.

У країнах Азії, таких як Японія, Південна Корея та Сінгапур, муніципальні ГІС розвиваються в межах національних концепцій Smart City та Smart Governance. У Сінгапурі функціонує унікальна платформа Virtual Singapore, що поєднує тривимірну модель країни з динамічними даними про трафік, енергоспоживання, забудову та соціальну інфраструктуру. Ця система дозволяє не лише управляти міським середовищем, а й моделювати наслідки різних сценаріїв розвитку, катастроф чи урбаністичних рішень.

У Південній Кореї муніципальні ГІС підтримують інтеграцію транспортних систем, екологічного моніторингу, управління будівництвом і безпекою. Міста, такі як Сеул і Пусан, впровадили системи Seoul Smart City Platform та Busan Urban Data Hub, що об’єднують інформацію з тисяч сенсорів і дозволяють управляти міськими процесами в режимі реального часу.

В Україні розвиток муніципальних геоінформаційних систем має поступовий характер. Перші спроби їх створення з’явилися у 2000-х роках, коли почали формуватися електронні бази даних земельного кадастру та містобудівної документації. Проте активне впровадження таких систем відбулося після ухвалення законів «Про національну інфраструктуру геопросторових даних», «Про доступ до публічної інформації» та реформ у сфері децентралізації, що надали громадам ширші повноваження у сфері управління ресурсами [19].

Одним із перших і наймасштабніших прикладів стала ГІС м. Києва, яка включає модулі з управління земельними ресурсами, кадастровими ділянками, містобудівними умовами, комунальними мережами та інфраструктурою. В її

основі лежить Публічна кадастрова карта Києва, що забезпечує відкритий доступ до актуальних даних про межі ділянок, цільове призначення, власність і наявні обмеження у використанні. Завдяки системі вдалося значно підвищити прозорість у сфері землекористування та містобудування, зменшити корупційні ризики й полегшити роботу з інвестиційними проектами.

Іншим прикладом є ГІС міста Львова, створена для комплексного управління міською інфраструктурою. Вона охоплює бази даних про земельні ділянки, комунальні підприємства, транспортні маршрути, мережі водопостачання, об'єкти благоустрою та зелені насадження. Система дозволяє візуалізувати інформацію на карті, проводити просторовий аналіз, контролювати забудову й планувати розвиток міського середовища.

Вінниця впровадила Smart City GIS, яка стала основою електронного управління містом. У ній поєднано дані про громадський транспорт, вуличне освітлення, енергоменеджмент, систему утилізації відходів і благоустрій. Завдяки інтеграції з електронними сервісами мешканці мають змогу повідомляти про проблеми, відслідковувати їх вирішення та брати участь у формуванні міських стратегій.

Подібні системи діють також у Дніпрі, Харкові, Чернівцях, Полтаві, Тернополі, Івано-Франківську, де муніципальні ради розробили власні геоінформаційні платформи для управління земельними ресурсами, комунальною власністю, транспортом і екологічними даними.

Велику роль у впровадженні муніципальних ГІС в Україні відіграють міжнародні партнери. Наприклад, у рамках проектів USAID, GIZ, EGAP, UNDP громади отримали технічну допомогу у створенні відкритих геопорталів, електронних кадастрів та картографічних сервісів для просторового планування. Це сприяло підвищенню прозорості місцевого управління, залученню громадян до процесів ухвалення рішень і формуванню інноваційного середовища в регіонах [18,19].

Порівнюючи український досвід із закордонним, можна констатувати, що українські муніципальні ГІС перебувають на етапі становлення. Основними

їхніми відмінностями від світових аналогів є фрагментарність, відсутність повної інтеграції даних і обмежене фінансування. У більшості міст системи охоплюють окремі напрямки — земельний кадастр, транспорт або благоустрій, тоді як у розвинених країнах муніципальні ГІС формують єдину цифрову екосистему міста.

Разом із тим, спостерігається низка позитивних тенденцій:

- активне впровадження відкритих геопросторових даних;
- розбудова Національної інфраструктури геопросторових даних України (НІГД);
- використання програмного забезпечення з відкритим кодом (QGIS, GeoServer, PostGIS);
- зростання ролі 3D- та WEB-GIS у плануванні територій;
- поступовий перехід до концепції «розумного міста» (Smart City).

Аналіз світового та українського досвіду показує, що муніципальні ГІС є основним інструментом сучасного просторового управління. Вони підвищують ефективність і прозорість діяльності органів місцевого самоврядування, сприяють сталому розвитку міст, забезпечують доступ громадян до відкритої інформації та стимулюють розвиток економіки знань.

Для подальшого розвитку муніципальних ГІС в Україні необхідно:

- розробити єдині національні стандарти обміну геоданими;
- забезпечити стабільне фінансування і технічну підтримку муніципальних систем;
- створити платформи інтеграції даних між громадами та центральними органами влади;
- розвивати освіту й підготовку фахівців у сфері геоінформатики;
- стимулювати державно-приватне партнерство у сфері розробки ГІС-рішень.

Запозичення найкращих світових практик, впровадження сучасних технологій та підвищення кваліфікації кадрів дозволять перетворити муніципальні ГІС в Україні на потужний інструмент цифрового розвитку громад, що сприятиме ефективному управлінню, прозорості влади й покращенню якості життя населення.

РОЗДІЛ 2. ДЖЕРЕЛА ДАНИХ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ ДЛЯ ПОБУДОВИ ГІС

2.1. Типи супутникових даних та їх характеристика

Завдяки розвитку супутникових технологій різко підвищилася просторово-часова та спектральна розрізненість знімків, що дало змогу ефективно використовувати їх у наукових, управлінських та прикладних цілях.

Залежно від мети спостереження та технічних характеристик апаратури, супутникові дані поділяють на оптичні, радіолокаційні та гіперспектральні. Кожен тип має свої особливості, переваги та обмеження у застосуванні.

Оптичні супутникові дані отримуються за допомогою пасивних сенсорів, які фіксують відбиту або випромінену сонячну енергію у різних діапазонах електромагнітного спектра — від видимого до інфрачервоного (рис.2.1). Такі зображення відзначаються високою деталізацією та природною візуальною інтерпретацією. Оптичні дані широко застосовуються для картографування, моніторингу рослинного покриву, аналізу стану ґрунтів, урбанізованих територій, гідрографічної мережі тощо. Найвідомішими джерелами оптичних супутникових даних є системи Landsat (США), Sentinel-2 (ЄС), MODIS (NASA), WorldView, GeoEye, SPOT та інші. Їх просторова розрізненість варіюється від кількох десятків метрів (наприклад, 30 м у Landsat) до надвисокої (0,3–0,5 м у WorldView). Основним недоліком оптичних даних є залежність від погодних умов — наявність хмарності, диму чи туману може суттєво знизити якість знімків [20].

Радіолокаційні супутникові дані (SAR — Synthetic Aperture Radar) отримуються за допомогою активних сенсорів, які самостійно випромінюють електромагнітні хвилі у мікрохвильовому діапазоні й фіксують відбитий сигнал (рис.2.2). Основна перевага радіолокаційних даних полягає в їхній незалежності від освітленості та погодних умов, що робить їх незамінними для моніторингу вночі, під час хмарності або в умовах складного клімату. Радіолокаційні знімки дозволяють оцінювати рельєф місцевості, вологість ґрунтів, деформації земної поверхні, рух льодовиків, зсувні процеси та наслідки землетрусів. Найвідоміші

місії — Sentinel-1 (ESA), RADARSAT (Канада), TerraSAR-X (Німеччина), ALOS PALSAR (Японія). Просторова розрізненість радіолокаційних систем коливається від 10–30 м до менш ніж 1 м у високоточних місіях.

Рисунок 2.1. Приклад оптичного супутникового знімка Австралії

Рисунок 2.2. Приклад супутникового радіолокаційного знімка с.Стебник, Львівської області

Гіперспектральні супутникові дані відрізняються надзвичайно великою кількістю спектральних каналів (сотні вузьких діапазонів), що дає можливість отримувати детальну інформацію про фізико-хімічні властивості об’єктів на

земній поверхні. Вони дозволяють розпізнавати типи рослинності, мінеральний склад гірських порід, ступінь забруднення води, виявляти хімічні сполуки та антропогенні впливи. Гіперспектральні місії, такі як Hyperion (NASA), PRISMA (Італія), EnMAP (Німеччина), відкривають широкі можливості для екологічного моніторингу, геологічних та аграрних досліджень. Головним недоліком таких систем є великі обсяги даних і складність їх опрацювання, що потребує потужних обчислювальних ресурсів і спеціалізованого програмного забезпечення.

Окрім зазначених типів, виділяють також *термальні (теплові) зображення*, які фіксують випромінювання об'єктів у тепловому інфрачервоному діапазоні. Вони дають змогу визначати температуру поверхні, виявляти джерела теплового забруднення, аналізувати теплові аномалії в геотермальних і промислових зонах, а також контролювати енергетичну ефективність міських територій [21].

Залежно від просторової розрізненості супутникові дані поділяються на:

- ✓ Низькорозрізнювальні (понад 100 м) — призначені для глобальних і регіональних спостережень (наприклад, MODIS, NOAA);
- ✓ Середньорозрізнювальні (10–100 м) — оптимальні для картографування великих територій (Landsat, Sentinel-2);
- ✓ Високорозрізнювальні (1–10 м) — використовуються для детальних тематичних досліджень (SPOT, RapidEye);
- ✓ Надвисокорозрізнювальні (<1 м) — застосовуються у міському плануванні, кадастрових роботах, оборонній сфері (WorldView, GeoEye, Pleiades).

Таким чином, супутникові дані ДЗЗ є багатогранним і надзвичайно цінним ресурсом для створення сучасних ГІС. Їхнє раціональне поєднання — оптичних, радіолокаційних і гіперспектральних знімків — дозволяє отримувати комплексне бачення природних та антропогенних процесів, забезпечуючи точність, достовірність і актуальність геоінформаційних моделей.

Джерела супутникових знімків є основою для формування якісних та достовірних геоінформаційних баз даних. Сьогодні існує широкий спектр національних і міжнародних супутникових програм, які забезпечують відкритий або комерційний доступ до даних дистанційного зондування Землі. Вибір джерела залежить від мети дослідження, необхідної просторової розрізненості, часової періодичності знімання, спектральних характеристик і вартості отримання даних.

До найпоширеніших систем відкритого доступу належать програми Landsat, Sentinel, MODIS, ASTER та інші.

Landsat — це спільна програма NASA та Геологічної служби США (USGS), яка діє з 1972 року. Вона забезпечує безперервний архів багатоспектральних знімків із просторовою розрізненістю 15–30 метрів і періодом оновлення близько 16 днів. Дані Landsat доступні безкоштовно через платформу USGS Earth Explorer або Google Earth Engine, що робить їх універсальним ресурсом для моніторингу земного покриву, водних ресурсів, деградації ґрунтів і міського розвитку.

Sentinel — серія європейських супутників, запущена в рамках програми Copernicus (Європейське космічне агентство, ESA).

Sentinel-1 забезпечує радіолокаційні знімки (SAR) незалежно від погодних умов, що особливо ціно для спостереження за зсувами, паводками, льодовиками та деформаціями земної поверхні.

Sentinel-2 надає високоякісні оптичні дані з розрізненістю 10–20 м, ідеальні для аналізу рослинності, лісів, водних об’єктів і міського середовища.

Sentinel-3 використовується для глобального моніторингу океанів, температури поверхні Землі та атмосферних параметрів.

Дані програми Copernicus поширюються безкоштовно через платформи Copernicus Open Access Hub, Copernicus Data Space Ecosystem і комерційні сервіси з аналітичними інструментами, наприклад EO Browser або Sentinel Hub.

MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) — сенсор, установлений на супутниках Terra і Aqua, що надає щоденні знімки з

роздільною здатністю 250–1000 м. Його дані застосовуються для глобального моніторингу клімату, температури поверхні, аерозолів, вологи та продуктивності екосистем.

ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer) — інструмент на супутнику Terra, який забезпечує знімки у видимому, ближньому та тепловому інфрачервоному діапазонах із просторовою розрізненістю 15–90 м. Його дані використовуються у геологічних, гідрологічних та екологічних дослідженнях [20,21].

Поряд із відкритими ресурсами, активно розвивається сектор приватних супутникових компаній, які пропонують зображення надвисокої роздільної здатності. До найвідоміших належать:

Maxar Technologies (DigitalGlobe) — оператор супутників WorldView, GeoEye, QuickBird, які забезпечують знімки з просторовою розрізненістю до 0,3м. Дані цієї компанії широко використовуються у топографічному картографуванні, міському плануванні, обороні та моніторингу надзвичайних ситуацій.

Airbus Defence and Space — постачає дані супутників SPOT 6/7 (1,5 м) та Pleiades 1A/1B (0,5 м). Зображення Airbus вирізняються високою геометричною точністю та регулярністю оновлення.

Planet Labs — оператор сузір’я малих супутників PlanetScope, які знімають усю поверхню Землі щодня з просторовою розрізненістю близько 3–5 м. Ці дані особливо цінні для сільського господарства, моніторингу земельного покриву та змін довкілля.

BlackSky та ICEYE спеціалізуються на оперативному зніманні подій у реальному часі та радіолокаційних даних, що застосовуються для моніторингу кризових ситуацій.

Супутникові знімки поширюються в різних форматах, які забезпечують сумісність із геоінформаційними системами та програмами опрацювання ДЗЗ. Найбільш поширені такі формати:

GeoTIFF (.tif) — найпопулярніший формат для геопросторових растрових даних, який зберігає не лише зображення, а й географічну прив'язку (координати, проєкцію, систему координат).

- ✓ HDF (Hierarchical Data Format) — використовується для багатовимірних супутникових даних, зокрема MODIS і Sentinel, і дозволяє зберігати декілька спектральних каналів у єдиному файлі.
- ✓ NetCDF (Network Common Data Form) — універсальний формат для кліматичних і океанографічних даних, який забезпечує зручну інтеграцію в наукові обчислення.
- ✓ JPEG2000, IMG, NITF — формати, що використовуються у комерційних продуктах для зберігання великих обсягів високоякісних зображень.

Для роботи з супутниковими даними найчастіше використовують спеціалізоване програмне забезпечення: QGIS, ArcGIS Pro, ERDAS Imagine, ENVI, SNAP (Sentinel Application Platform), Google Earth Engine, які дозволяють виконувати візуалізацію, фільтрацію, класифікацію, ортотрансформацію та інші види аналізу.

2.2. Оптичні та радіолокаційні знімки: можливості застосування

Оптичні та радіолокаційні (SAR) супутникові знімки є ключовими джерелами даних для сучасних ГІС і забезпечують багатовимірне, високоточне та системне уявлення про стан земної поверхні та динаміку природних і антропогенних процесів. Оптичні знімки формуються за рахунок фіксації сонячного випромінювання, відбитого від поверхні Землі, у видимому, ближньому та короткохвильовому інфрачервоному діапазонах спектра. Висока просторово-спектральна розрізненість таких знімків дозволяє розпізнавати окремі об'єкти земної поверхні, включаючи будівлі, транспортну інфраструктуру, річкові та озерні мережі, лісові масиви та сільськогосподарські угіддя. Це робить їх незамінними для створення топографічних, тематичних та кадастрових карт, планування територій, а також для проведення просторового аналізу та моделювання. Мультиспектральні канали оптичних знімків дають

змогу оцінювати стан рослинності, визначати вегетаційний індекс, контролювати деградацію земель, визначати типи ґрунтів та вологість поверхні. Завдяки серіям знімків, отриманих у різні періоди часу, можливо проводити динамічний моніторинг територій, відстежувати темпи урбанізації, зміни лісового покриву, деградацію земель та перетворення водних ресурсів. Використання оптичних знімків є особливо ефективним у сільському господарстві для оцінки стану посівів і прогнозування врожайності, у лісовому господарстві для моніторингу лісових масивів і незаконних вирубок, в екології для контролю стану водних об'єктів та заболочених територій, а також у містобудуванні для оцінки щільності забудови та планування транспортних і комунальних мереж [22].

Радіолокаційні супутникові знімки отримуються за допомогою активних сенсорів, які випромінюють мікрохвильові електромагнітні хвилі та фіксують сигнал, відбитий від земної поверхні. Це дозволяє формувати зображення незалежно від освітлення та погодних умов, включно з хмарністю, туманом, пилом або сніговим покривом. Радіолокаційні дані відзначаються високою чутливістю до рельєфу, структури поверхні, щільності рослинності, вологості ґрунтів та наявності техногенних змін, що робить їх незамінними для аналізу деформацій земної поверхні, відстеження зсувів, обвалів, просідань будівель, а також для контролю наслідків природних катастроф. Радіолокаційні знімки застосовуються для моніторингу льодовиків, ерозії берегових ліній, паводків, повеней, вулканічної активності та геодинамічних процесів, а також у геодезії та інфраструктурному контролі для відстеження стану мостів, дамб, промислових об'єктів, будівель і транспортних споруд. Вони також використовуються в оборонній та кризовій сферах для оперативного виявлення руху людей і техніки, зон стихійних лих, наслідків аварій та інших критичних подій.

Особливо ефективним є комбіноване використання оптичних і радіолокаційних даних, що дозволяє отримати комплексну інформацію про територію, максимально повно оцінюючи як фізичні параметри поверхні, так і

динаміку змін. Наприклад, у сільському господарстві оптичні знімки визначають стан рослинності та продуктивність культур, а радіолокаційні — вологість ґрунтів і структуру посівів навіть у періоди хмарності або дощу. У містобудуванні комбіновані дані дозволяють одночасно картографувати забудову та виявляти деформації інфраструктури, що важливо для оцінки безпеки будівель і планування розвитку міських територій. У екології поєднання оптичних і SAR-знімків забезпечує моніторинг водних ресурсів, лісів, заболочених територій та змін рельєфу, викликаних як природними, так і антропогенними процесами [23].

Використання оптичних та радіолокаційних знімків у ГІС дозволяє формувати високоточні цифрові моделі рельєфу, багатовимірні просторові карти, тематичні моделі земельного покриву, а також забезпечує можливість проведення комплексного аналізу і прогнозування змін територій. Це створює надійну основу для прийняття обґрунтованих управлінських рішень у різних галузях — від сільського господарства, лісового та водного господарства до містобудування, цивільної оборони та реагування на надзвичайні ситуації. Сучасні геоінформаційні системи здатні інтегрувати оптичні і радіолокаційні знімки різної розрізненості, отримані як з відкритих, так і комерційних супутникових джерел, що дозволяє створювати багатовимірні, тематично багаті та актуальні карти, моделі та просторові аналізи. Таким чином, поєднання цих двох типів даних забезпечує комплексний, багатоспектральний та багатомасштабний інструментарій для сучасних ГІС, підвищуючи точність, достовірність та оперативність геоінформаційних моделей.

2.3. Критерії відбору даних ДЗЗ для територіальних громад

При виборі даних дистанційного зондування Землі для потреб територіальних громад необхідно враховувати низку важливих критеріїв, що забезпечують ефективне та раціональне використання геоінформаційних ресурсів у ГІС. Територіальні громади, які займаються просторовим

плануванням, управлінням земельними ресурсами, моніторингом інфраструктури та екологічним контролем, потребують даних, які відповідають специфіці місцевих завдань і дозволяють приймати обґрунтовані управлінські рішення.

Першим критерієм є просторова розрізненість даних. Для картографування великих територій та оцінки загальних тенденцій розвитку громади можуть використовуватися дані середньої просторової розрізненості, такі як знімки Landsat або Sentinel-2, які забезпечують покриття великих площ і регулярне оновлення. Для детального аналізу об'єктів міської інфраструктури, сільськогосподарських угідь або лісових масивів може знадобитися висока або надвисока просторова розрізненість, яку надають комерційні супутники (наприклад, WorldView, Pleiades, GeoEye), що дозволяє точно визначати межі земельних ділянок, стан будівель і доріг, а також оцінювати антропогенний вплив.

Другим важливим критерієм є часова розрізненість або періодичність оновлення даних. Для оперативного моніторингу змін земного покриву, стану рослинності, водних об'єктів, інфраструктури та стихійних лих критично важливо мати регулярні або щоденні оновлення. Наприклад, супутники PlanetScope дозволяють отримувати щоденний огляд території, що особливо корисно для швидкого реагування на надзвичайні ситуації та оперативного планування робіт.

Третім критерієм є спектральна та сенсорна характеристика даних. Оптичні знімки забезпечують багатовимірний аналіз поверхні Землі у видимому, ближньому та короткохвильовому інфрачервоному спектрі, що дозволяє оцінювати стан рослинності, водних об'єктів та ґрунтів. Гіперспектральні дані дозволяють ідентифікувати матеріали та об'єкти за їх спектральними характеристиками, що особливо корисно для екологічного моніторингу та контролю стану ґрунтів.

Четвертим критерієм є географічна та тематична релевантність даних. Дані ДЗЗ повинні відповідати адміністративним межам громади та

забезпечувати повне покриття її території. Для тематичного аналізу важливо обирати знімки, які відображають потрібні параметри: покрив землі, стан водних ресурсів, лісові масиви, урбанізацію або зони ризику стихійних явищ.

П'ятим критерієм є доступність та економічна доцільність. Територіальні громади зазвичай обмежені у бюджеті, тому перевага надається відкритим джерелам даних, таким як Landsat, Sentinel, MODIS, ASTER. Проте для специфічних завдань, які потребують високої просторової розрізненості або особливої спектральної інформації, доцільним є використання комерційних супутникових даних, які забезпечують необхідну точність, але потребують фінансових витрат. Важливим аспектом також є наявність зручних платформ для отримання та опрацювання даних, таких як Google Earth Engine, Copernicus Open Access Hub або інші інструменти, які спрощують інтеграцію в ГІС.

Шостим критерієм є сумісність з наявними ГІС та форматами даних. ДЗЗ повинні бути сумісними з використовуваними програмними продуктами (QGIS, ArcGIS, ENVI, ERDAS Imagine) та зберігатися у форматах, які підтримують геоприв'язку та багатовимірні аналізи (GeoTIFF, HDF, NetCDF, JPEG2000). Це забезпечує можливість безперешкодної інтеграції даних у вже існуючу геоінформаційну інфраструктуру громади.

Крім того, під час відбору даних важливо враховувати точність і надійність супутникових даних, що визначають якість результатів просторового аналізу. Це включає оцінку геометричних та радіометричних спотворень, необхідність попереднього опрацювання, корекції хмарності, атмосферної компенсації та калібрування сенсорів. Висока точність даних дозволяє уникнути помилок у кадастрових планах, прогнозуванні ризиків та екологічному моніторингу [24].

Критерії відбору даних ДЗЗ для територіальних громад охоплюють комплекс факторів, що забезпечують оптимальне поєднання просторової та спектральної розрізненості, регулярності отримання знімків, тематичної релевантності, сумісності з ГІС, доступності та фінансової доцільності. Раціональний підхід до відбору даних дозволяє створювати ефективні геоінформаційні платформи для планування, управління територіями,

моніторингу природних ресурсів, оцінки ризиків стихійних явищ і підтримки прийняття обґрунтованих управлінських рішень на рівні громади.

2.4. Попереднє опрацювання супутникових знімків для інтеграції у ГІС

Попереднє опрацювання супутникових знімків є критично важливим етапом у створенні геоінформаційних систем, оскільки забезпечує високу точність, узгодженість та надійність даних для подальшого аналізу та прийняття управлінських рішень. Супутникові знімки, отримані від різних сенсорів та платформ, у своєму первинному вигляді зазвичай містять різні спотворення, шум, геометричні та радіометричні відхилення. Без належного опрацювання такі дані можуть призводити до помилок у просторовому аналізі, оцінці стану об'єктів, прогнозуванні змін та інших видах геоінформаційної діяльності. Тому перед інтеграцією у ГІС необхідно проводити комплексне попереднє опрацювання знімків, що включає ряд процедур для підвищення їх якості, точності та сумісності.

Одним із ключових елементів попереднього опрацювання є **геометрична корекція**. Вона забезпечує точну просторову відповідність кожного пікселя зображення координатам на поверхні Землі. Геометричні спотворення виникають через нахили супутника, кривизну земної поверхні, рельєф місцевості, оптичні характеристики сенсора, а також атмосферні ефекти. Процес геометричної корекції включає орторектифікацію, яка використовує цифрову модель рельєфу для приведення знімка до точних координат, а також геореференціювання, яке здійснюється за допомогою контрольних точок на місцевості або на базових картографічних даних. Завдяки цьому забезпечується точність накладення знімків на існуючі карти та інші шари ГІС, що є критично важливим для інтеграції різнорідних даних і проведення просторового аналізу. Геометрична корекція включає такі методи:

Геореференціювання (Georeferencing) – процес прив'язки знімка до системи координат за допомогою контрольних точок на місцевості або на базових картографічних даних. Використовуються алгоритми афінних, поліноміальних

або радіальних трансформацій для точного приведення зображення у відповідність із географічними координатами.

Орторектифікація (Orthorectification) – усунення спотворень, зумовлених рельєфом, шляхом використання цифрових моделей рельєфу (ЦМР/DEM). Для цього застосовуються алгоритми проєкцій з урахуванням висотних даних, що дозволяє перетворити знімки на точні карти, де кожен піксель відповідає реальній координаті на земній поверхні.

Мозаїкування (Mosaicking) – об'єднання серій знімків у безшовне покриття території. Використовуються алгоритми вирівнювання яскравості, корекції інтенсивності та градієнтів для забезпечення однорідності кольору та контрасту по всій площі.

Наступним важливим етапом є **радіометрична корекція**. Вона спрямована на усунення впливу атмосферних ефектів, змін освітлення, кутів нахилу сенсора та інших джерел шуму, щоб інтенсивність пікселів відображала реальні фізичні властивості поверхні. Методи радіометричної корекції включають калібрування сенсора для врахування відмінностей у чутливості детекторів, атмосферну корекцію для зменшення впливу розсіювання та поглинання променів атмосферними газами й аерозолями, а також нормалізацію зображень для уніфікації яскравості та контрасту серій знімків, отриманих у різний час або за різних умов освітлення. Це забезпечує сумісність знімків, отриманих із різних платформ, та дозволяє виконувати точний тематичний аналіз [24].

Для покращення якості даних застосовується фільтрація та видалення шумів. Супутникові знімки можуть містити випадкові піксельні коливання, смуги на SAR-знімках, радіолокаційні перешкоди або інші шумові компоненти. Методи опрацювання включають медіанну та гаусівську фільтрацію для згладжування випадкових шумів, деконволюцію та спектральну фільтрацію для підвищення контрасту та роздільної здатності, а також спеціальні алгоритми для видалення смуг на радіолокаційних знімках. Це дозволяє отримати чисті, структуровані зображення, готові до інтеграції у ГІС. Методи включають:

- ✓ *медіанна фільтрація* – для усунення випадкових шумів у оптичних знімках;
- ✓ *гаусівське згладжування* – для пом'якшення високочастотних шумів та покращення контрасту;
- ✓ *спектральна фільтрація* – застосовується для підвищення контрастності мультиспектральних знімків;
- ✓ *фільтрація SAR-знімків* – спеціальні алгоритми, такі як Lee, Frost або Gamma MAP, для видалення сольових шумів та смуг, характерних для радіолокаційних даних.

Для інтеграції різнорідних даних застосовується узгодження просторового розрізнення та каналів. Знімки можуть відрізнятися просторовою розрізненістю (наприклад, Sentinel-2 – 10–20 м, WorldView – 0,3–0,5 м), тому застосовують методи ресемплінгу (найближчого сусіда, бікубічної інтерполяції, билинейної інтерполяції) для уніфікації піксельного масштабу. Також виконують спектральне узгодження каналів для мультиспектрального та гіперспектрального аналізу, що дозволяє проводити тематичне картографування та виділення об'єктів.

Додатковим важливим аспектом є **калібрування та узгодження багатоканальних і мультиспектральних даних**. Для комбінованого використання даних з різних сенсорів і супутників необхідно привести знімки до однакової розрізненості (ресемплінг), узгодити спектральні канали для мультиспектрального аналізу та виконати мозаїкування для об'єднання серій знімків у суцільне покриття території. Це дозволяє створювати багатовимірні просторові моделі і забезпечує можливість комплексного аналізу великої території без втрати точності або інформаційної цінності.

Ще одним ключовим етапом є **тематична підготовка даних**, що включає класифікацію зображень і виділення об'єктів за їх характеристиками. Методики класифікації поділяються на піксельні, об'єктні та гібридні. Піксельні методи опрацьовують кожен піксель окремо на основі його спектральних характеристик. Об'єктні методи групують пікселі у сегменти за схожістю спектра, текстури та форми, що дозволяє враховувати геометрію об'єктів.

Гібридні підходи поєднують обидва методи для підвищення точності тематичних карт, що особливо важливо для моніторингу земель, урбанізованих територій, водних і лісових ресурсів. Використовуються такі методи:

- *піксельна класифікація* – аналіз кожного пікселя окремо за спектральними характеристиками, наприклад, методи Maximum Likelihood, Minimum Distance, Support Vector Machine (SVM);
- *об'єктно-орієнтована класифікація* (Object-Based Image Analysis, OBIA) – групування пікселів у об'єкти на основі спектру, текстури, форми та просторового розташування;
- *гібридні методи* – поєднання піксельних та об'єктних підходів для підвищення точності тематичних карт.

Для роботи з великими обсягами супутникових даних застосовуються сучасні програмні платформи та програмні продукти:

- ✓ *QGIS та ArcGIS* – для геометричної корекції, геореференціювання, мозаїкування та інтеграції в ГІС;
- ✓ *ENVI та ERDAS Imagine* – для радіометричного опрацювання, атмосферної корекції, класифікації та аналізу мультиспектральних і гіперспектральних знімків;
- ✓ *Google Earth Engine* – для масового опрацювання серій знімків, нормалізації, розрахунку індексів рослинності, аналізу динаміки територій у часі;
- ✓ *SNAP (Sentinel Application Platform)* – для опрацювання оптичних і радіолокаційних знімків Sentinel, включаючи калібрування, корекцію та фільтрацію.

Попереднє опрацювання супутникових знімків забезпечує сумісність, точність та надійність даних для інтеграції в ГІС, що дозволяє проводити детальний просторовий аналіз, прогнозування змін території та оцінку антропогенних і природних процесів. Воно є необхідною умовою для ефективного використання ДЗЗ у різних сферах діяльності територіальних громад, включаючи планування розвитку, управління земельними ресурсами, моніторинг інфраструктури, контроль екологічного стану та управління надзвичайними ситуаціями [24].

РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА СТВОРЕННЯ ГІС ВАРАСЬКОЇ МІСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ

3.1. Загальна характеристика Вараської МТГ

Вараська міська територіальна громада (МТГ) (рис.3.1) є однією з найбільших та найрозвиненіших громад Рівненської області. Її адміністративним центром є місто Вараш, яке до 2016 року носило назву Кузнецовськ. Громада була утворена 26 жовтня 2018 року шляхом приєднання Заболоттівської сільської ради Володимирецького району до Вараської міської ради обласного підпорядкування [25].

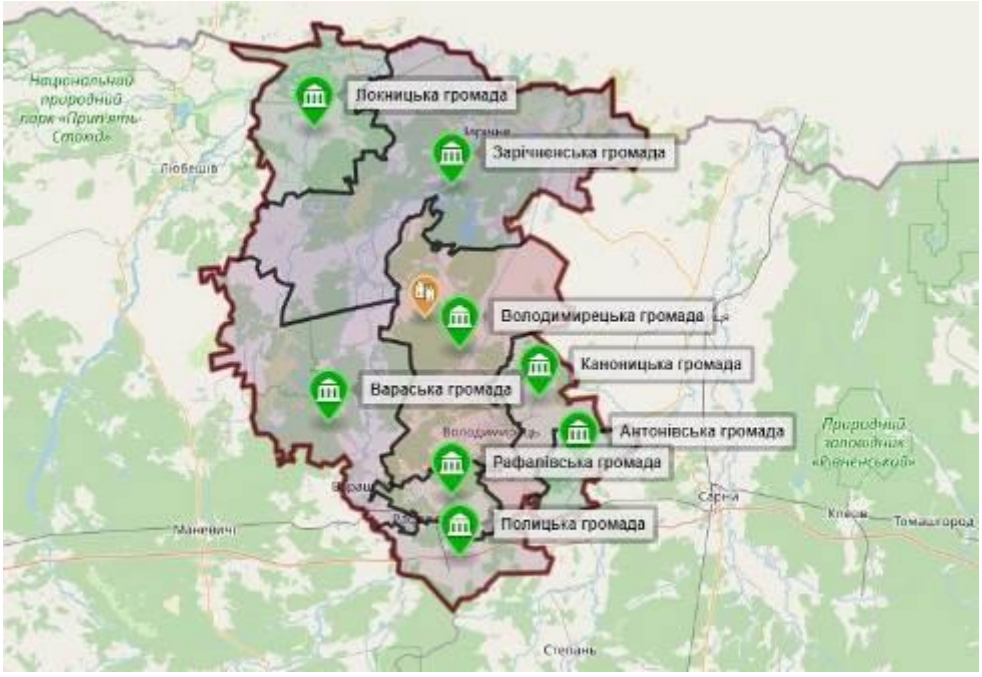


Рисунок 3.1. Схема розташування Вараської МТГ та її склад

Згідно з даними Рівненської обласної державної адміністрації, площа Вараської МТГ становить 600,1 км², а чисельність населення — близько 52 994 осіб. Територія громади включає місто Вараш та прилеглі села, що забезпечує різноманіття в економічній та соціальній структурах.

Громада розташована в південно-західній частині Рівненської області, на межі з Житомирською та Волинською областями. Її територія характеризується різноманітним ландшафтом, включаючи лісові масиви, річки та озера, що створює сприятливі умови для розвитку сільського господарства, туризму та рекреації.

Природні ресурси громади включають родючі ґрунти, багаті на органічні речовини, що сприяє розвитку сільського господарства. Лісові масиви забезпечують не лише деревину, але й можливості для розвитку лісового господарства та рекреаційного туризму. Річки та озера є важливими для водопостачання, рибальства та відпочинку.

Основу економіки Вараської МТГ складають промисловість, сільське господарство та сфера послуг. Місто Вараш є важливим промисловим центром, де розташовані підприємства атомної енергетики, зокрема Рівненська атомна електростанція, що є одним з основних джерел енергії в Україні (рис.3.2). Це підприємство забезпечує значну частину робочих місць та сприяє розвитку суміжних галузей.

Рисунок 3.2. Зовнішній вигляд Рівненської АЕС

Згідно з українським законодавством, території, на яких розміщуються атомні електростанції, відносяться до зон спостереження, що передбачає особливі умови для проживання населення та ведення господарської діяльності. Зокрема, мешканці таких територій мають право на соціально-економічну компенсацію ризику від діяльності ядерних установок, включаючи пільги з оплати за спожиту електричну енергію.

Сільське господарство громади орієнтоване на вирощування зернових, технічних культур, а також на тваринництво. Розвинена інфраструктура,

включаючи дороги, транспортні мережі та комунальні послуги, сприяє ефективному функціонуванню економіки та забезпеченню потреб населення.

Вараська МТГ приділяє значну увагу розвитку освіти, охорони здоров'я та культури. На території громади функціонують загальноосвітні школи, дошкільні навчальні заклади, а також установи позашкільної освіти, що забезпечують доступ до якісної освіти для дітей та молоді.

Система охорони здоров'я включає лікарні, амбулаторії та інші медичні установи, що забезпечують надання медичних послуг населенню. Особливу увагу приділено розвитку первинної медико-санітарної допомоги та профілактиці захворювань.

Культурна сфера громади представлена будинками культури, бібліотеками, музеями та іншими установами, що сприяють збереженню та розвитку культурної спадщини, організації дозвілля та розвитку творчих здібностей мешканців.

Вараська МТГ активно працює над покращенням соціальних умов життя мешканців. Розвиваються програми соціального захисту, підтримки малозабезпечених верств населення, а також програми з працевлаштування та розвитку підприємництва.

Адміністративне управління громади здійснюється через Вараську міську раду та її виконавчі органи. Здійснюється реалізація стратегічних документів, таких як Стратегія розвитку Вараської МТГ на період до 2027 року, що визначає пріоритети розвитку громади в різних сферах.

Перспективи розвитку Вараської МТГ пов'язані з інтеграцією сучасних технологій, розвитком інфраструктури, збереженням природних ресурсів та підвищенням якості життя мешканців. Особливу увагу приділено розвитку зеленої енергетики, енергоефективності, а також створенню сприятливого середовища для розвитку малого та середнього бізнесу.

Завдяки стратегічному плануванню, активній участі громади та підтримці державних та міжнародних партнерів, Вараська МТГ має потенціал стати прикладом успішного розвитку об'єднаної громади в Україні.

3.2. Технологічна схема побудови ГІС за даними ДЗЗ

Побудова геоінформаційної системи на основі даних дистанційного зондування Землі є комплексним процесом, що включає послідовні етапи збору, обробки, інтеграції та аналізу просторової інформації. Технологічна схема створення такої ГІС складається з наступних основних блоків, що представлені на рис.3.3.

Рисунок 3.3. Технологічна схема побудови геоінформаційної системи Вараської МТГ за даними дистанційного зондування Землі

3.3. Інтеграція картографічних, статистичних та супутникових даних

Для виконання поставленого завдання, першим кроком було необхідно завантажити синтезований космічний знімок надвисокої розрізненості території Вараської МТГ у режимі RGB. Для цього використано програму SASPlanet.

Програма SASPlanet є зручним інструментом для завантаження, перегляду та опрацювання супутникових знімків із різних онлайн-джерел. На першому етапі ми відкрили головне вікно програми, у якому розміщені основні елементи керування: верхнє меню з пунктами *Operations, Maps, Selection, View* тощо, панель вибору джерела карт у правому верхньому куті та координатна шкала внизу екрана. Саме з цього інтерфейсу починається робота з програмою.

Далі переходимо до вибору типу карти або джерела знімків. Це здійснюється через меню “Maps”, де можна вибрати різні картографічні сервіси — *Google Satellite, Bing Maps, Yandex Satellite, OpenStreetMap, ESRI, SentinelHub* тощо. Вибір джерела визначає якість, деталізацію та кольорове відображення зображень. Для більшості завдань дистанційного зондування оптимальним є шар *Google Satellite*, який має високу розрізненість і стабільне оновлення, його ми і обрали. У цьому ж меню задається масштаб або рівень деталізації (Zoom level), наприклад від 15 до 19, що впливає на точність і розмір майбутнього знімка (деталізація рівнів, означає розмір та точність тайлу).

Після вибору джерела користувач виділяє область інтересу на карті (рис.3.4, 3.5). Для цього використовується інструмент “Selection Manager” або режим прямокутного виділення. На екрані утворюється рамка, яка визначає межі території, що буде завантажена, в нашому випадку ми обрали багатокутне виділення (рис.3.6). У діалоговому вікні “Selection” відображаються координати кутів виділеної області, а також додаткові параметри: рівні масштабів, які потрібно завантажити, проекція карти (зазвичай WGS84), формат файлу (JPEG, GeoTIFF, PNG) тощо. Завдяки цьому користувач може точно налаштувати межі майбутнього знімка і формат його збереження.

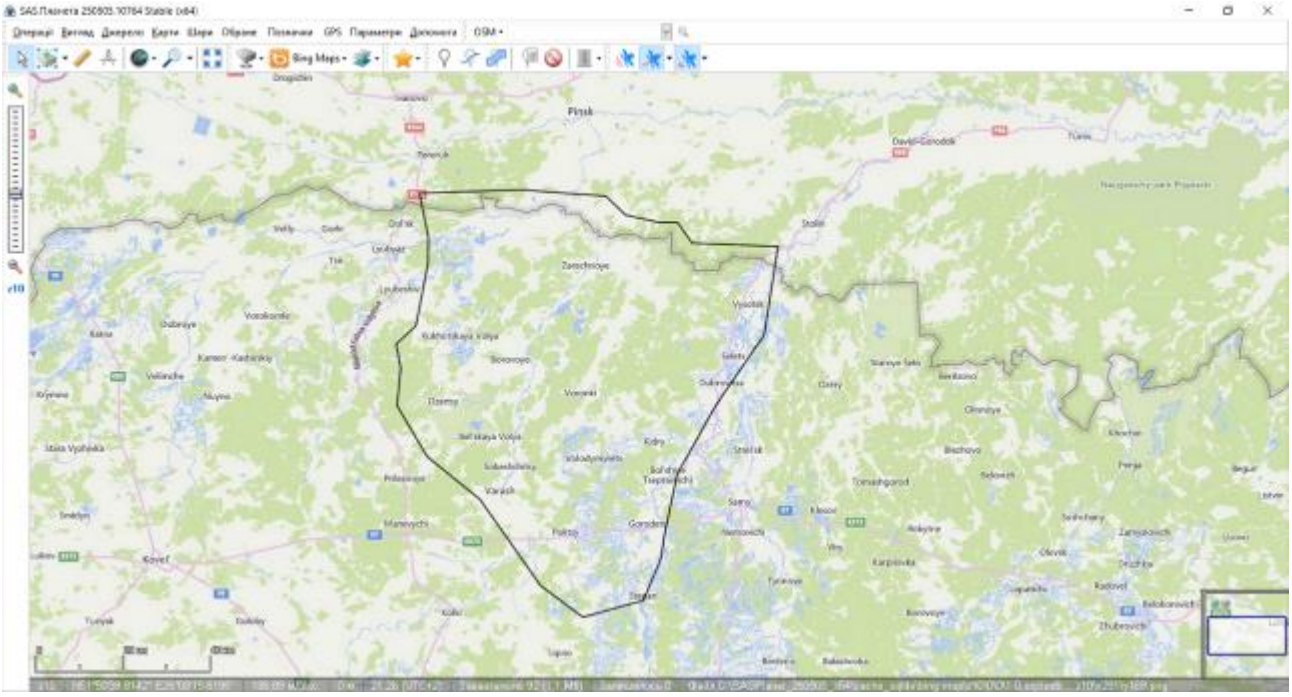


Рисунок 3.4. Вибір області інтересу за допомогою гугл карти в SASPlanet

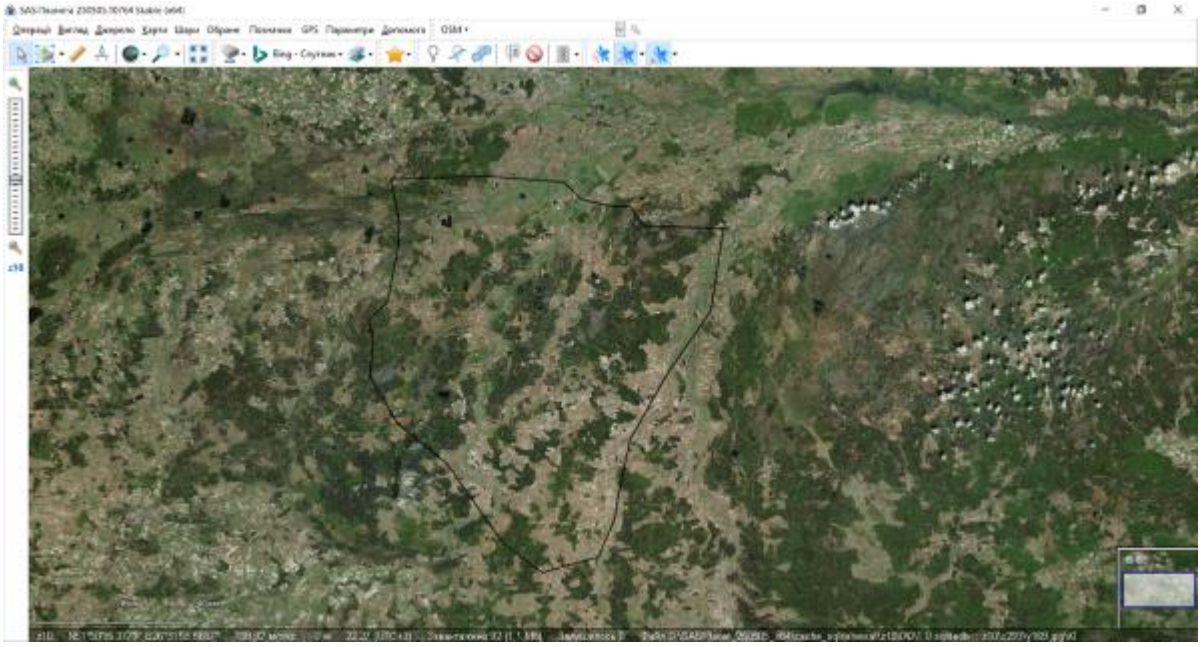


Рисунок 3.5. Вигляд вікна вибору області інтересу в SASPlanet на супутниковому знімку Google

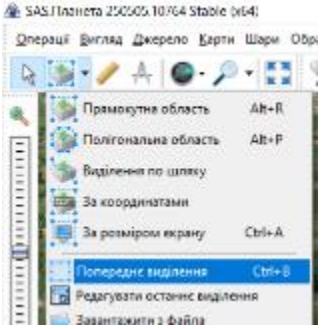


Рисунок 3.6. Спадаюче меню методів вибору області інтересу

Наступний етап — завантаження знімків. У меню *“Operations”* → *“Download”* або *“Cache Download”* відкривається діалогове вікно, у якому користувач підтверджує параметри завантаження (рис.3.7). Тут вибирається джерело супутникових даних, задається шлях до папки для збереження кешу, визначається кількість потоків (threads) — тобто, скільки одночасних з’єднань використовуватиме програма для завантаження. Для стабільного інтернету зазвичай достатньо 5–10 потоків. Також часто встановлюють опцію “Skip existing tiles” (пропуск уже завантажених тайлів) і “Retry errors” (повтор завантаження при помилках), що дозволяє економити час і забезпечує повноту даних.

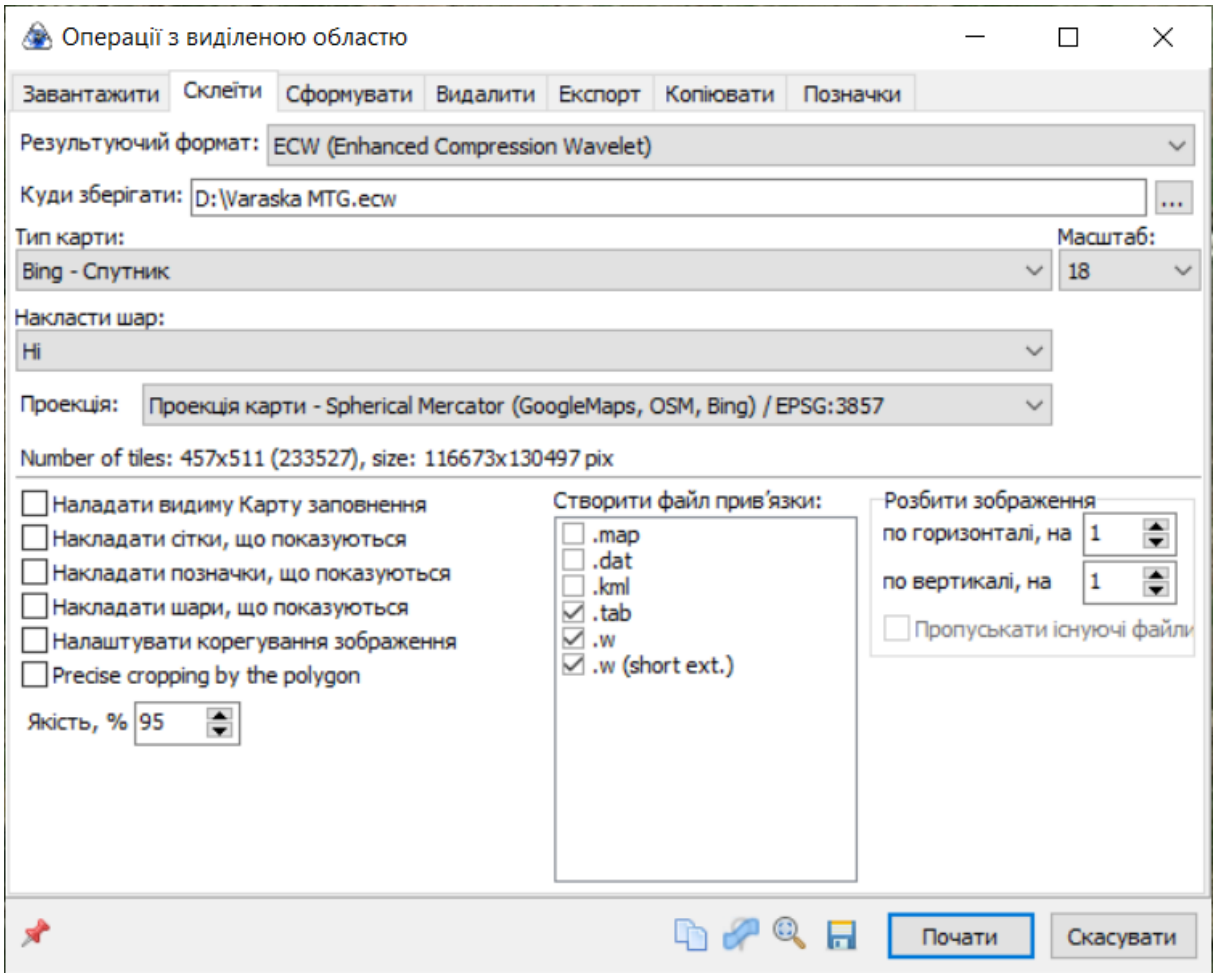


Рисунок 3.7. Діалогове вікно SASPlanet налаштувань завантаження супутникового знімка

Коли всі тайли (фрагменти знімків) завантажено, переходимо до етапу об’єднання. Для цього використовується функція “Stitch” або “Make Map”, яка поєднує окремі фрагменти у єдине растрове зображення. У вікні параметрів

об’єднання обираємо формат вихідного файлу — *.ecw* — та задаємо, чи потрібно створити файл геоприв’язки (нам потрібна прив’язка для шейпфайлу, тому ставимо галочки навпроти *.w*). Геоприв’язка забезпечує можливість відкриття знімка у ГІС-системах, таких як QGIS, ArcGIS чи Google Earth, із правильним відображенням координат.

У результаті цих дій формується готовий геоприв’язаний супутниковий знімок вибраної території (рис.3.8). Його можна використовувати для подальшого аналізу, створення карт, порівняння змін ландшафту або інтеграції з іншими просторовими даними.

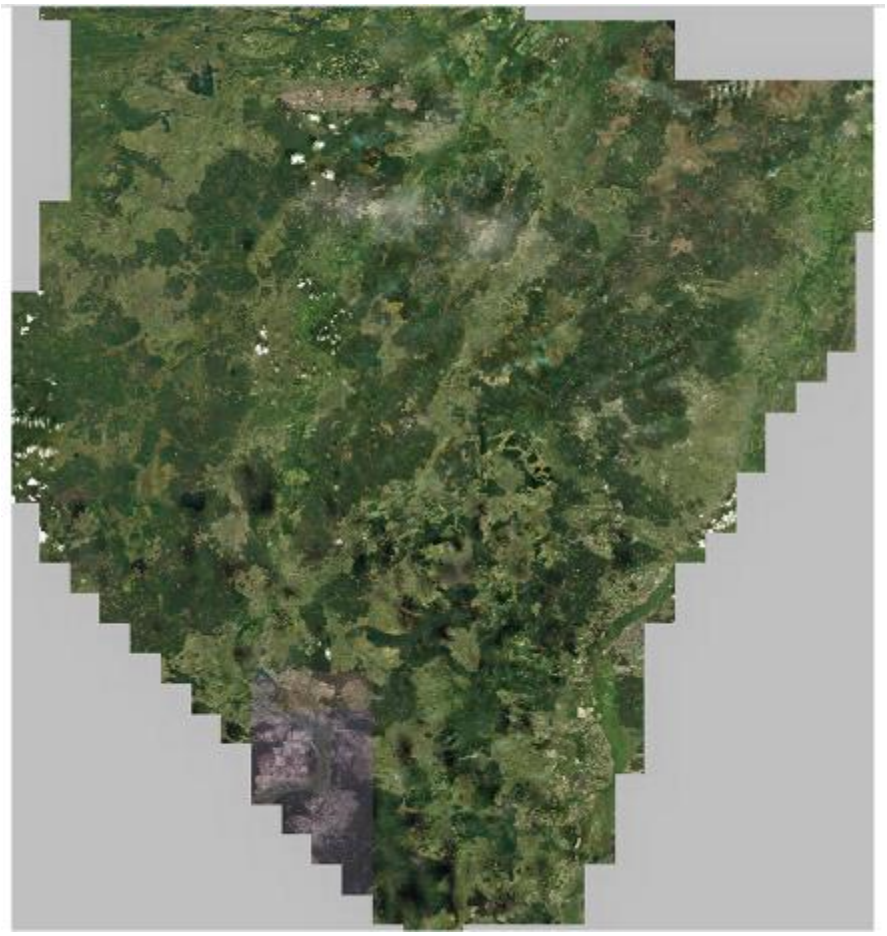


Рисунок 3.8. Завантажений супутниковий знімок Вараської МТГ

Після отримання геоприв’язаного супутникового знімка відкриваємо його в програмі QGIS, яка призначена для роботи з просторовими даними. У головному вікні QGIS переходимо до меню «Layer» → «Add Layer» → «Add Raster Layer» і у вікні вибору файлів знаходимо створений раніше знімок у форматі *.ecw* разом із файлом прив’язки (*.wld*). Після відкриття система

автоматично визначає координатну систему знімка — WGS84 (EPSG:4326) (рис.3.9).

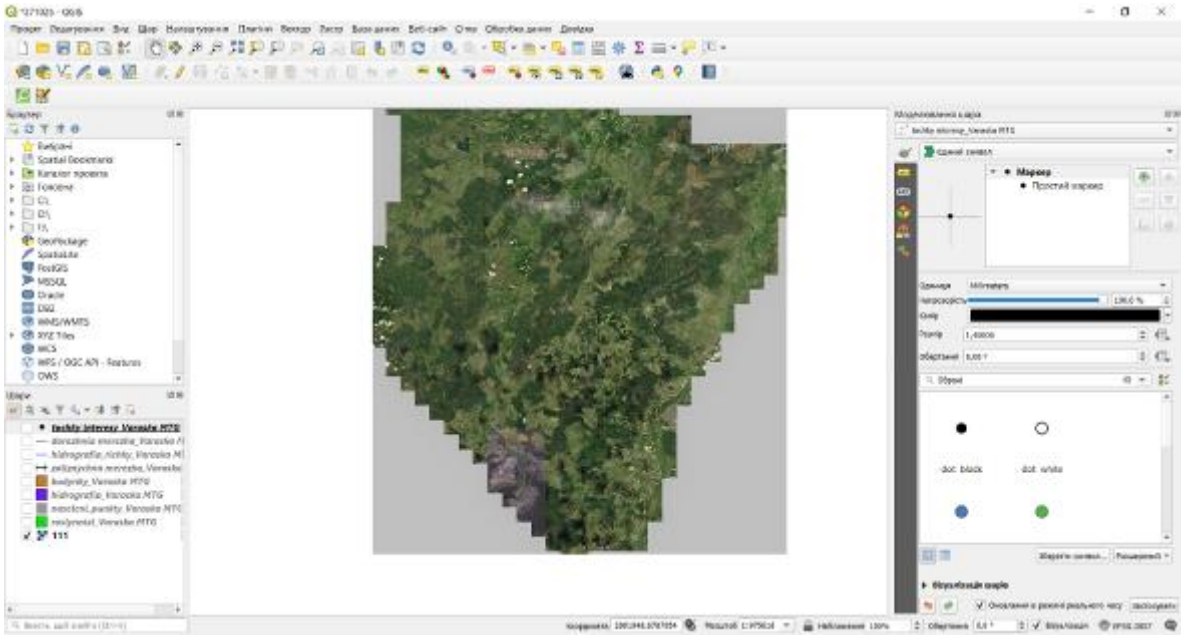


Рисунок 3.9. Растровий шар супутникового знімку відкритий в прогамі QGIS

Після додавання знімка до проєкту виконуємо візуальну підготовку зображення — налаштовуємо яскравість, контраст і колірну гаму через вкладку «Symbology» у властивостях шару. Це покращує розпізнавання меж об’єктів на знімку, що важливо для подальшої векторизації (рис.3.10).

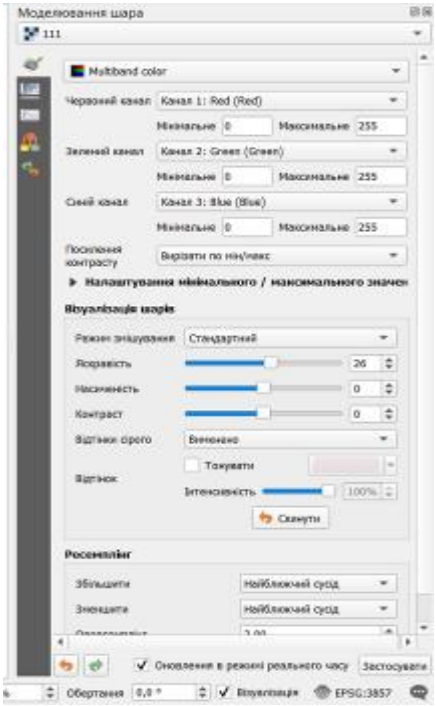


Рисунок 3.10. Діалогове вікно налаштування растра

Далі створюємо новий векторний шар, який буде використовуватися для нанесення контурів об’єктів. У меню «Layer» → «Create Layer» → «New Shapefile Layer» відкривається діалогове вікно, де задається тип геометрії — *Polygon*, *Line* або *Point* залежно від завдання. Наприклад, для відтворення меж лісових ділянок або водойм вибирається тип *Polygon* (рис.3.11). У цьому ж вікні визначається система координат шару, яка повинна збігатися з проекцією растрового знімка (найчастіше — EPSG:4326 або UTM-зона).

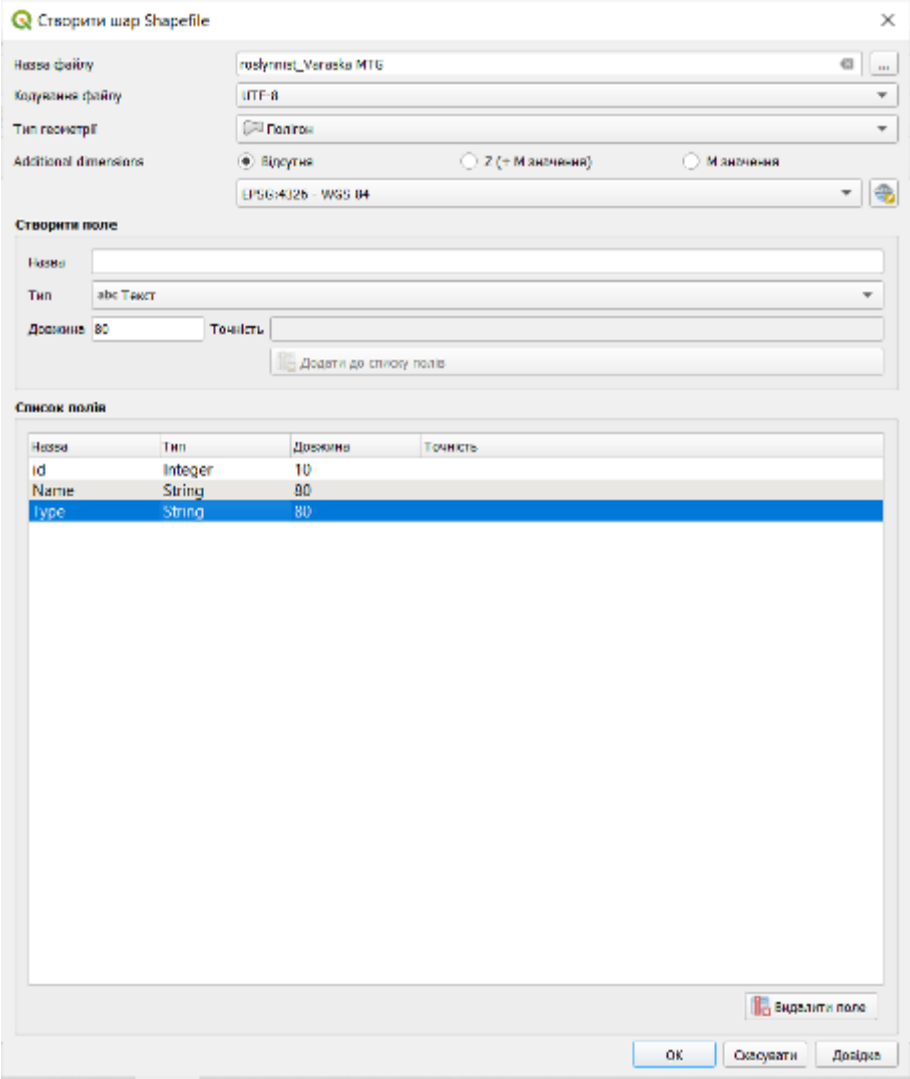


Рис. 3.11. Діалогове вікно створення шейп-файлу

На цьому етапі створюється атрибутивна структура шару. Додаємо поля, які міститимуть описові характеристики об’єктів. У таблиці атрибутів задаються назви полів, їх типи та розмір. В нашому випадку ми вирішили, що всі наші векторна шари міститимуть по 3 основних поля, ідентифікатор, назва об’єкта, що відображено та його тип:

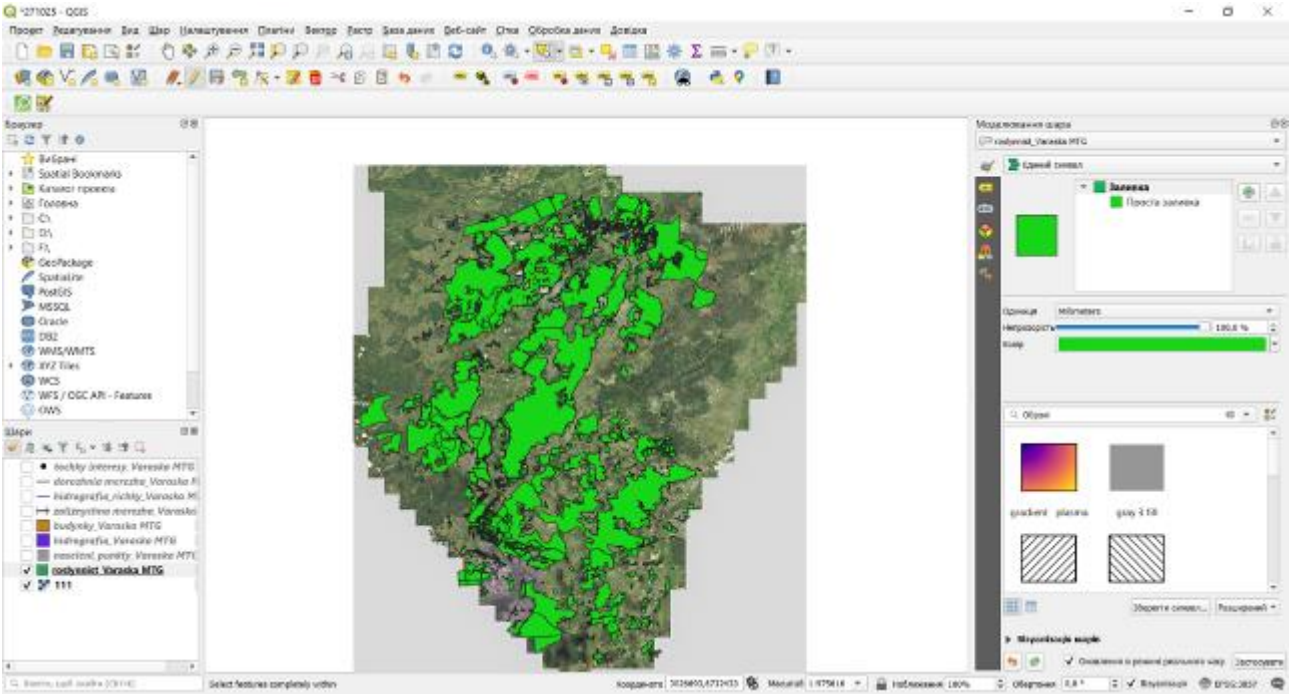
- *ID* — унікальний ідентифікатор (тип: Integer);
- *Name* — назва об’єкта (тип: String, довжина 80);
- *Type* — класифікаційна категорія.

Після створення шару додаємо його до проєкту, активуємо режим редагування через кнопку «Toggle Editing» і розпочинаємо векторизацію. У цьому режимі за допомогою інструмента «Add Polygon Feature» (або «Add Line/Point Feature») поетапно обводимо контури об’єктів, видимих на супутниковому знімку. Для кожного нового полігону автоматично відкривається вікно введення атрибутів, де заповнюються відповідні поля згідно зі створеною структурою — наприклад, назва об’єкта, тип поверхні, примітки тощо.

В нашому проєкті ГІС Вараської МТГ заплановано створити такі основні векторні шари:

- *Точки інтересу Вараської МТГ*, де будуть відображені всі основні об’єкти точкового типу.
- *Дорожня мережа_Вараська МТГ.*
- *Гідрографія_річки_Вараська МТГ.*
- *Залізнична мережа_Вараська МТГ.*
- *Будинки_Вараська МТГ.*
- *Гідрографія_Вараська МТГ.*
- *Населені пункти_Вараська МТГ.*
- *Рослинність_Вараська МТГ.*
- *Геодинамічний полігон_Вараська МТГ.*

Починаємо векторизацію з полігональних об’єктів, а саме перший шар Рослинність_Вараська МТГ. Після оконтурення всіх елементів рослинного покриву на знімку, що відноситься до зазначеної територіальної громади, отримуємо наступне відображення, з розробленою базою даних, що наповнена згідно статистичних даних і картографічних матеріалів, які було віднайдено в мережі інтернет (рис.3.12).



roslynnist_Varaska MTG :: Загальні ...

abc LAYER | Оновити все | Оновити вибране

	ID	Type	Name
82	82	orchard	NULL
83	83	farmyard	СВК "Дружба"
84	84	residential	Осова
85	85	residential	NULL
86	86	industrial	Тракторная бр...
87	87	forest	NULL
88	88	park	NULL
89	89	cemetery	NULL
90	90	cemetery	NULL
91	91	cemetery	NULL
92	92	cemetery	NULL
93	93	residential	NULL
94	94	quarry	Базальтовий к...
95	95	quarry	Базальтовий к...
96	96	residential	ікрорайон Базальтовий
97	97	forest	NULL
98	98	forest	NULL

Show All Features

Рисунок 3.12. Векторизований шар рослинності з атрибутивною базою даних

Налаштування відображення елементів шару, проводимо в правій панелі «*Моделювання шару*». Всього було векторизовано 2534 об’єкти шару.

Наступним кроком векторизуємо населені пункти Вараської МТГ, порівнюючи їх з межами на карті (рис.3.13).

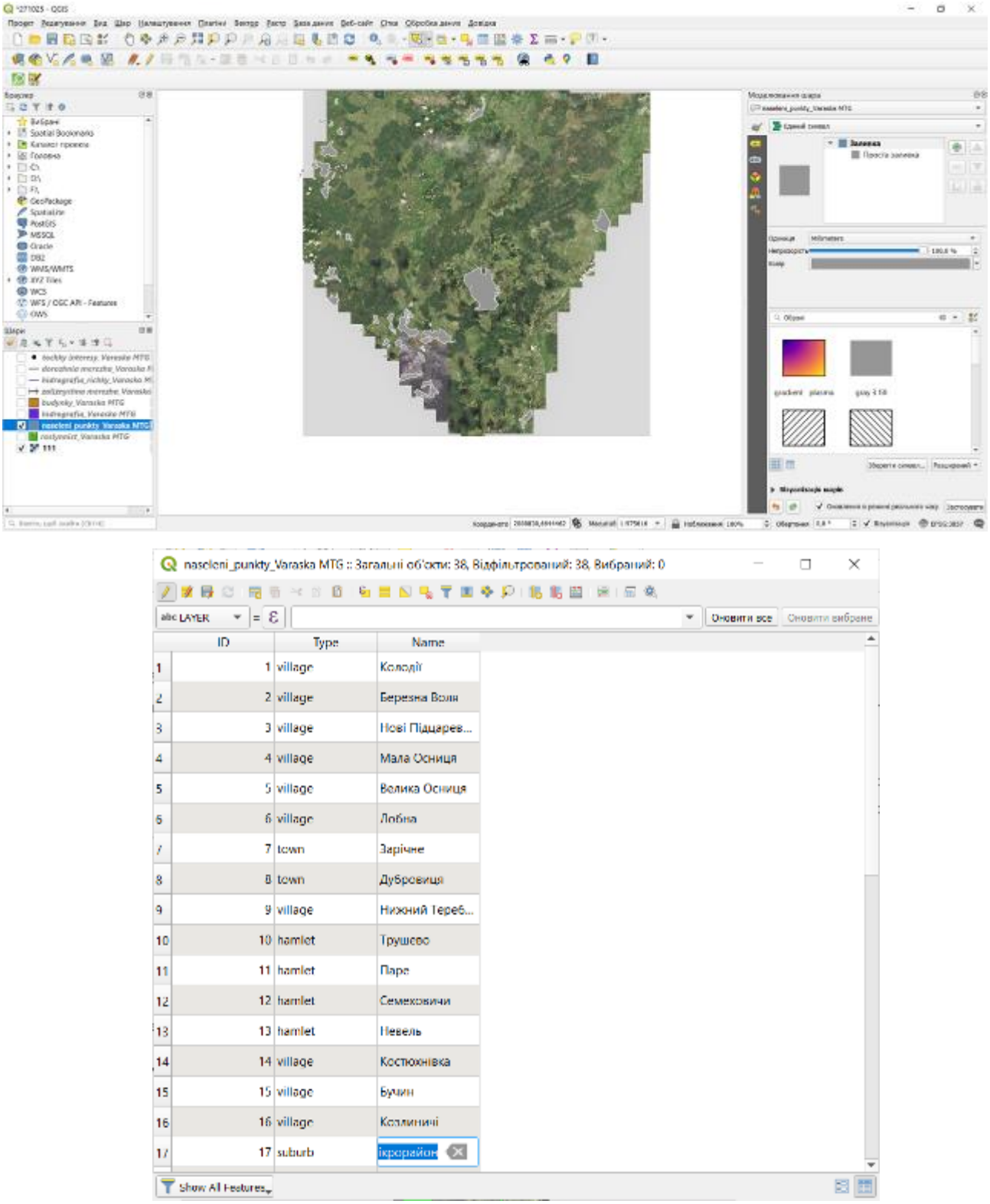


Рисунок 3.13. Векторизований шар населених пунктів з атрибутивною базою даних

Всього векторизовно 54 об’єкти шару.

Наступним кроком проводимо векторизацію полігональних об’єктів гідрографії Вараської МТГ (рис.3.14).

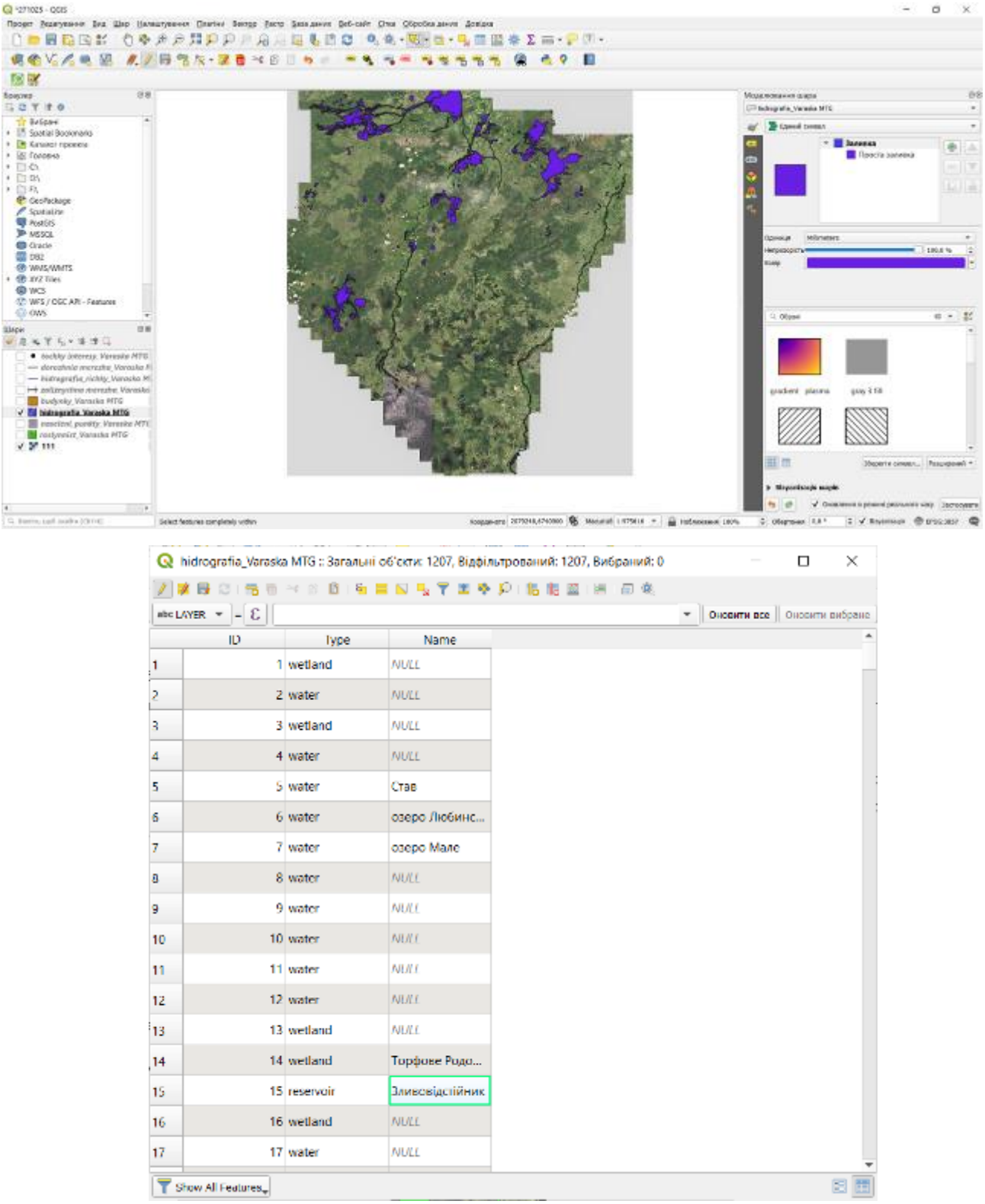
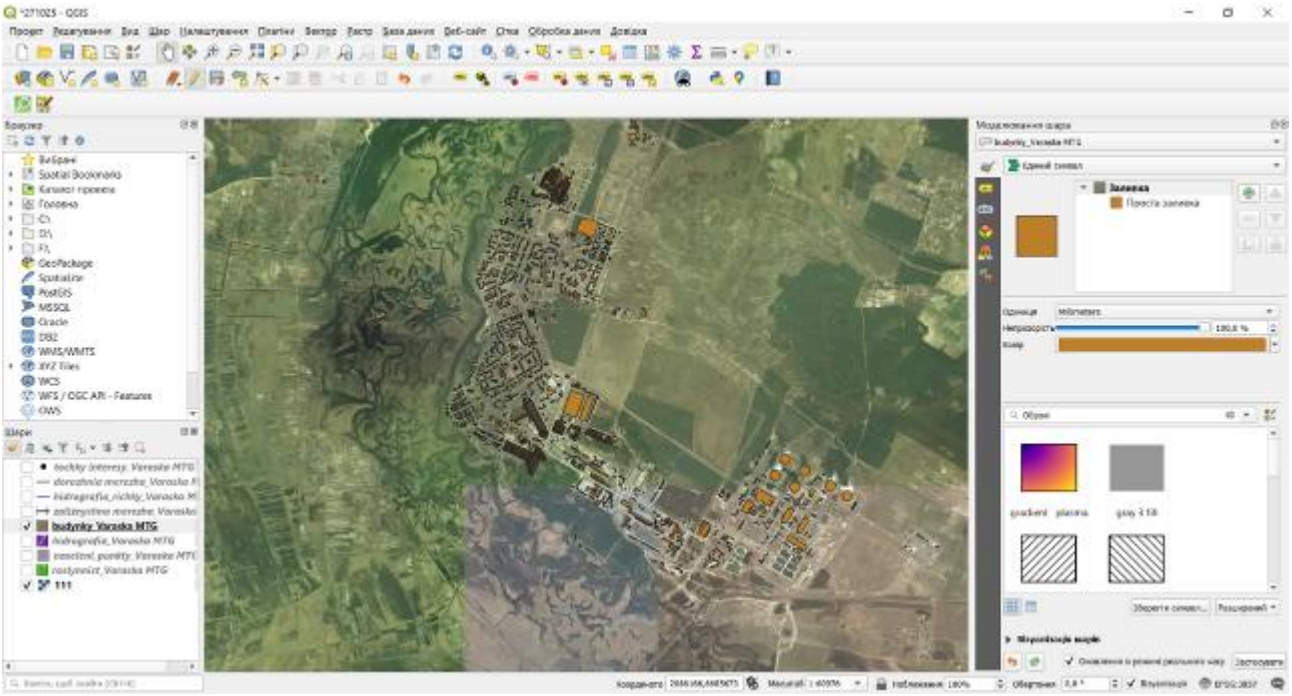


Рисунок 3.14. Векторизований шар полігональних гідрографічних об’єктів з атрибутивною базою даних

Векторизовано 1207 об’єктів даного шару.

Далі векторизуємо будинки в найбільших населених пунктах, а саме в Вараші, Володимерці, Лобні, Залізниці, Судчі, Рафалівці, Цміні, Заболоттях, Острові, Козлиничах (рис.3.15).



budynky_Varaska MTG :: Загальні об'єкти: 19930, Відфільтрований: 19930, Вибраний: 0

abc LAYER = ε Оновити все Оновити вибране

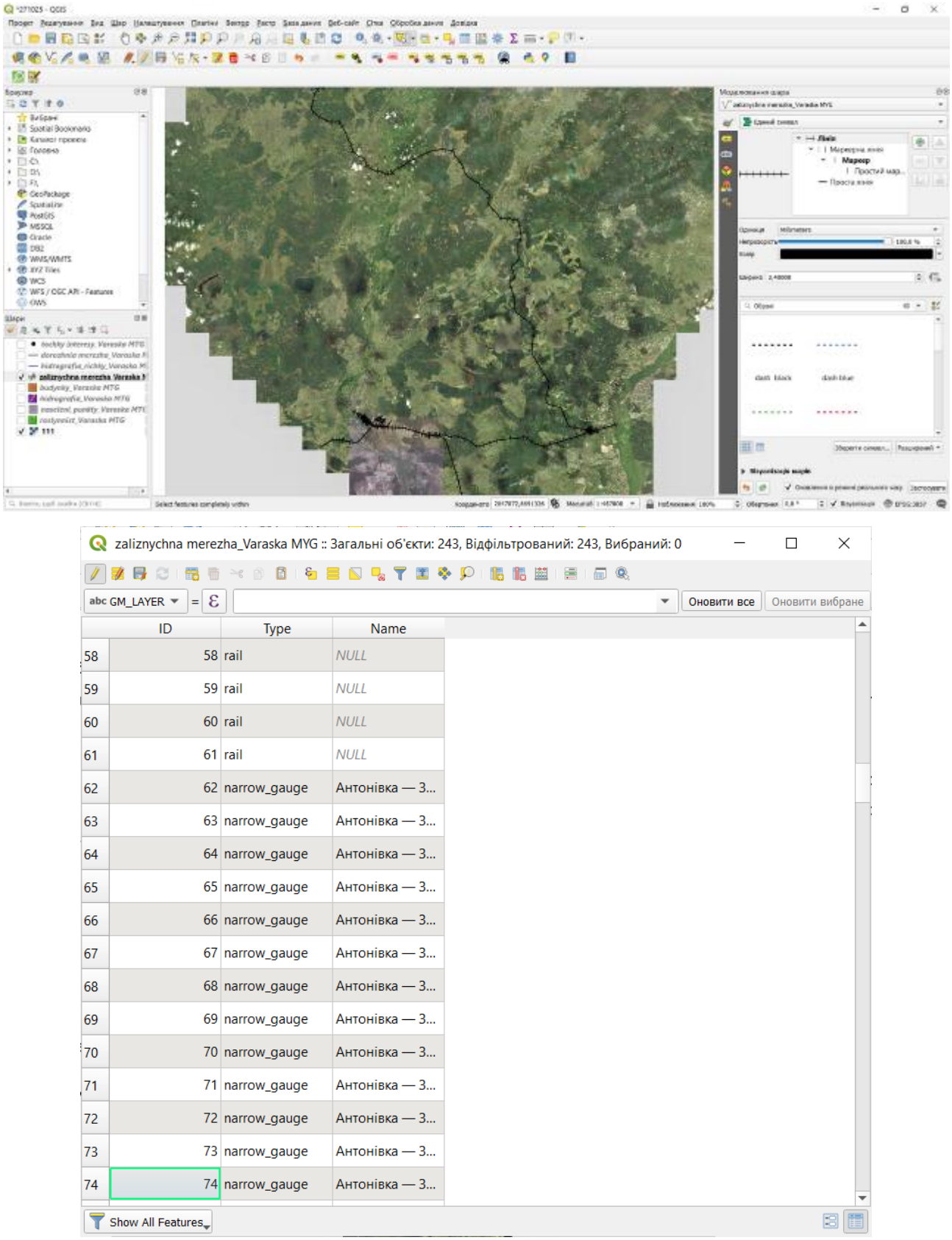
	ID	Name	Type
1	1	NULL	apartments
2	2	NULL	apartments
3	3	NULL	apartments
4	4	NULL	apartments
5	5	NULL	apartments
6	6	NULL	apartments
7	7	NULL	apartments
8	8	NULL	apartments
9	9	NULL	kindergarten
10	10	Гуртожиток №1	apartments
11	11	NULL	apartments
12	12	NULL	apartments
13	13	Ощадбанк	NULL
14	14	NULL	apartments
15	15	NULL	apartments
16	16	NULL	apartments
17	17	NULL	apartments

Show All Features

Рисунок 3.15. Векторизований шар будівель з атрибутивною базою даних

Всього векторизовано 19930 будинків різної форми і розміру.

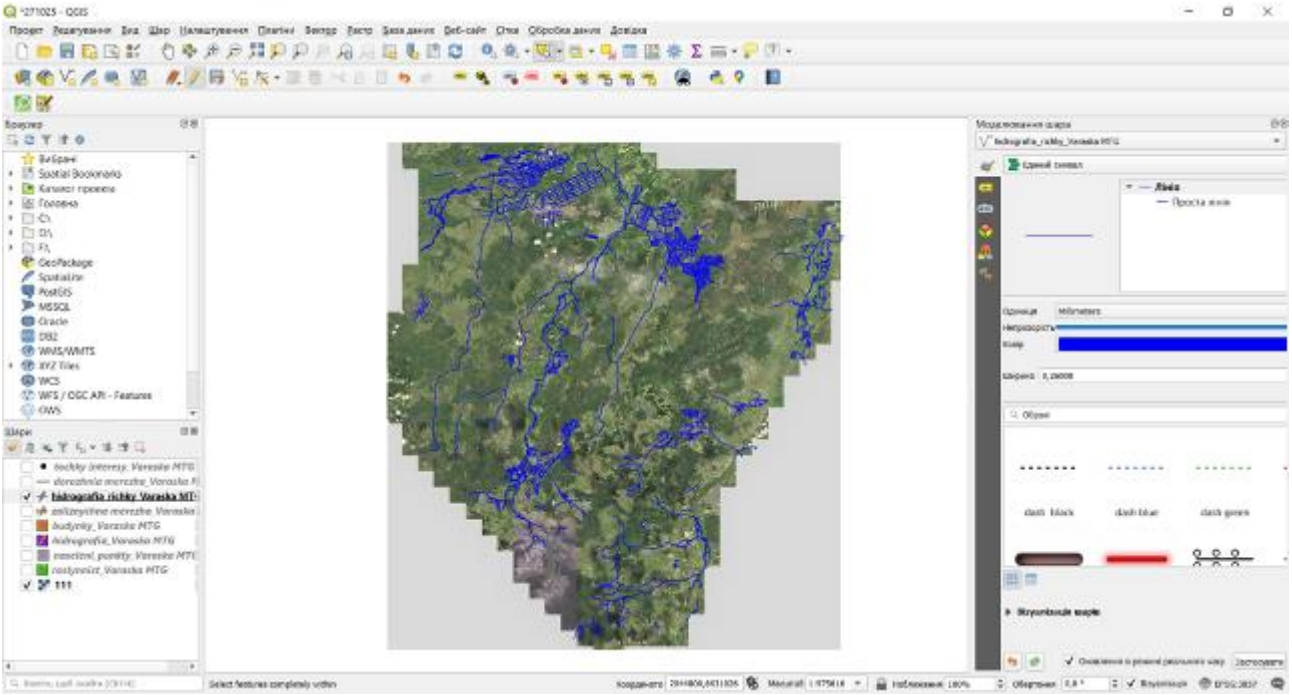
Наступним кроком, векторизовано залізнодорожню мережу територіальної громади (рис.3.16).



	ID	Type	Name
58	58	rail	NULL
59	59	rail	NULL
60	60	rail	NULL
61	61	rail	NULL
62	62	narrow_gauge	Антонівка — 3...
63	63	narrow_gauge	Антонівка — 3...
64	64	narrow_gauge	Антонівка — 3...
65	65	narrow_gauge	Антонівка — 3...
66	66	narrow_gauge	Антонівка — 3...
67	67	narrow_gauge	Антонівка — 3...
68	68	narrow_gauge	Антонівка — 3...
69	69	narrow_gauge	Антонівка — 3...
70	70	narrow_gauge	Антонівка — 3...
71	71	narrow_gauge	Антонівка — 3...
72	72	narrow_gauge	Антонівка — 3...
73	73	narrow_gauge	Антонівка — 3...
74	74	narrow_gauge	Антонівка — 3...

Рисунок 3.16. Векторизований шар залізнодорожньої мережі з атрибутивною базою даних

Далі векторизовано річкову мережу (рис.3.17).



hidrografia_richky_Varaska MTG :: Загальні об'єкти: 1794, Відфільтрований: 1794, Вибраний: 0

abc LAYER = ε Оновити все Оновити вибрене

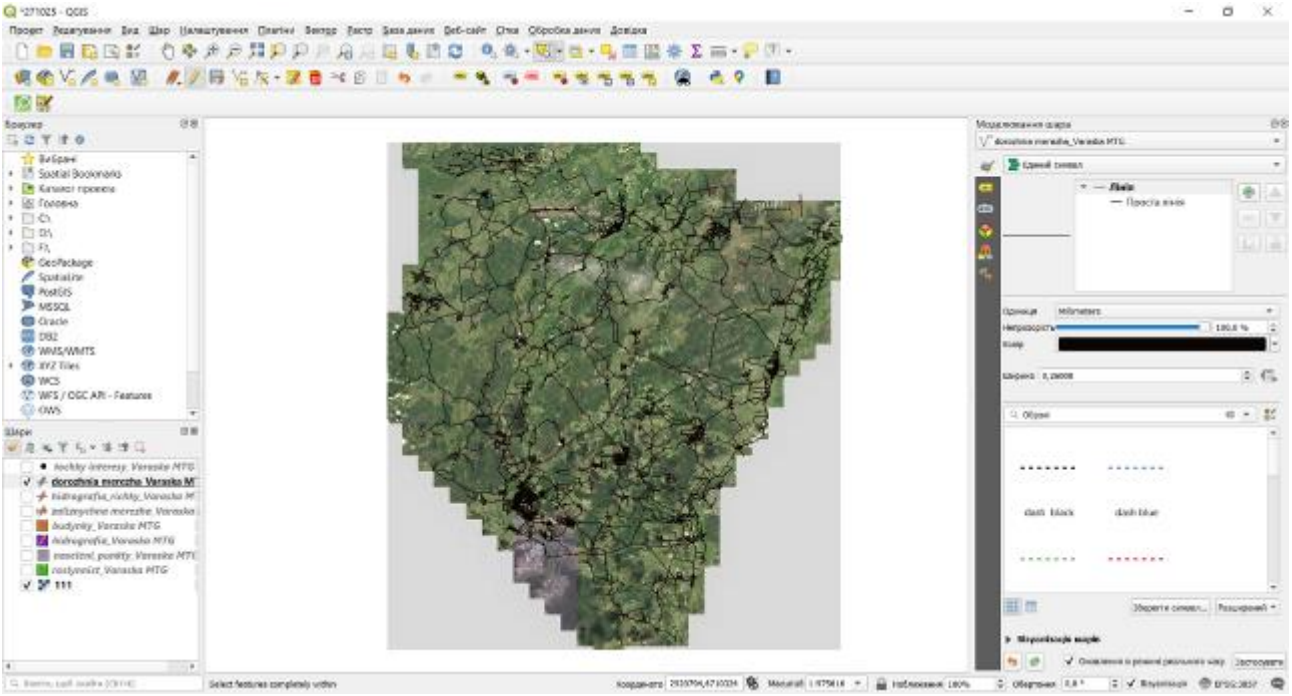
	ID	Type	Name
1	1	river	NULL
2	2	stream	NULL
3	3	river	NULL
4	4	river	Случ
5	5	stream	NULL
6	6	stream	NULL
7	7	river	NULL
8	8	river	NULL
9	9	drain	NULL
10	10	river	NULL
11	11	river	Стир
12	12	stream	NULL
13	13	river	Воротец
14	14	river	Отнога Стохода
15	15	stream	NULL
16	16	river	NULL
17	17	drain	NULL

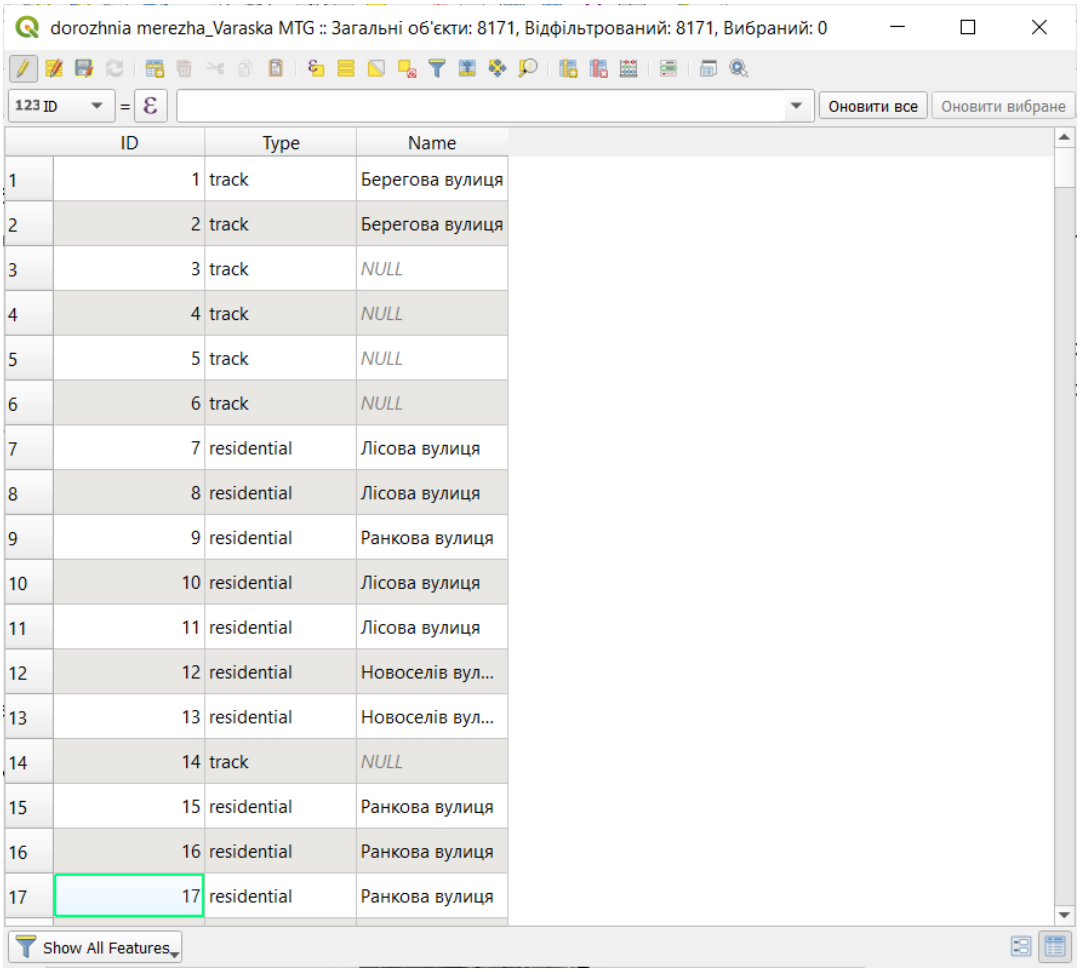
Show All Features

Рисунок 3.17. Векторизований шар річкової мережі з атрибутивною базою даних

Векторизовано всього 1794 об’єкти цього шару, річки з притоками та зрощувальними системами.

Також, векторизовано дорожню мережу територіальної громади (рис.3.18).





	ID	Type	Name
1	1	track	Берегова вулиця
2	2	track	Берегова вулиця
3	3	track	NULL
4	4	track	NULL
5	5	track	NULL
6	6	track	NULL
7	7	residential	Лісова вулиця
8	8	residential	Лісова вулиця
9	9	residential	Ранкова вулиця
10	10	residential	Лісова вулиця
11	11	residential	Лісова вулиця
12	12	residential	Новоселів вул...
13	13	residential	Новоселів вул...
14	14	track	NULL
15	15	residential	Ранкова вулиця
16	16	residential	Ранкова вулиця
17	17	residential	Ранкова вулиця

Рисунок 3.18. Векторизований шар дорожньої мережі з атрибутивною базою даних

Всього векторизовано 8171 сегментів доріг.

І на передостанньому кроці векторизовано точки інтересу, за допомогою інформації з карт гугл (рис.3.19).

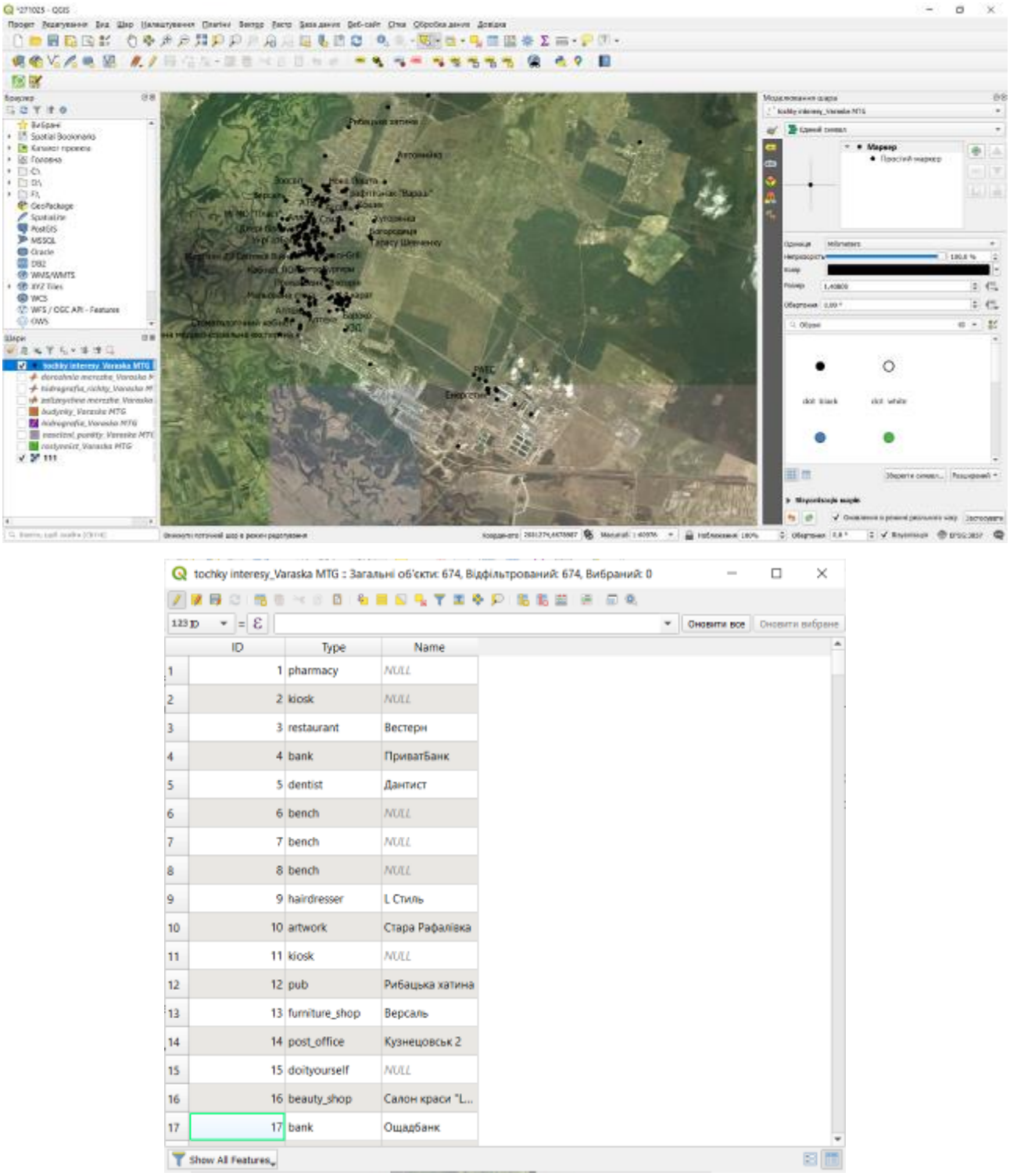


Рисунок 3.19. Векторизований шар точок інтересу з атрибутивною базою даних

Таких точкових об'єктів векторизовано 721.

На останньому кроці векторизації, створено векторний шар геодинамічного полігону, що є новоствореним і складається з мережі комплексних геодезичних пунктів навколо Рівненської АЕС. Пункти представляють собою залізні пілони

для високоточних геодезичних вимірювань із встановленими штучними відбивачами для даних супутникових радіолокаційних досліджень. Тому для цього шару, окрім стандартним 3 стовпці в атрибутивній таблиці, додано стовпчик з гіперпосиланнями на зовнішній вигляд геодезичних пунктів, що відкриваються при натисканні на об’єкт. Точки геодезичних пунктів наносимо по координатах за допомогою додаткового модуля(рис.3.20, 3.21 та 3.22).

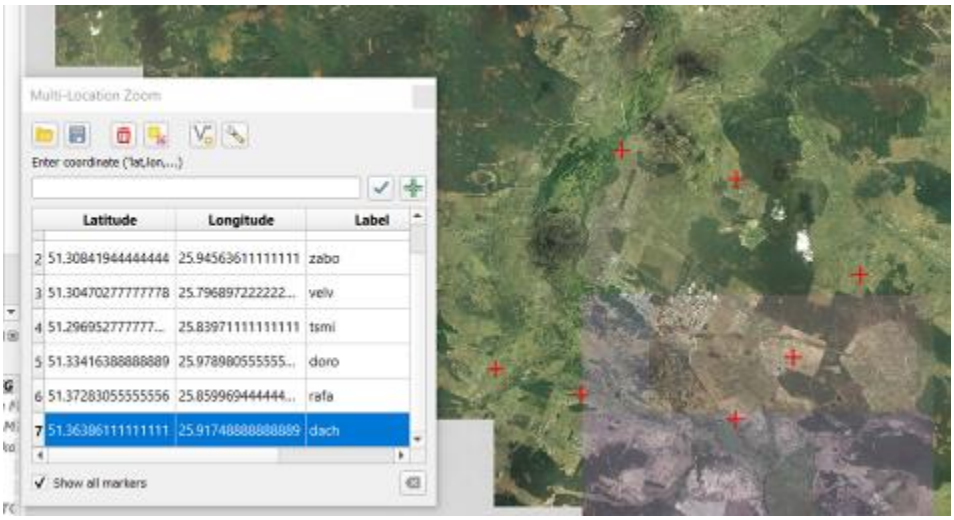


Рисунок 3.20. Нанесення геодезичних пунктів геодинамічного полігону за точними координатами

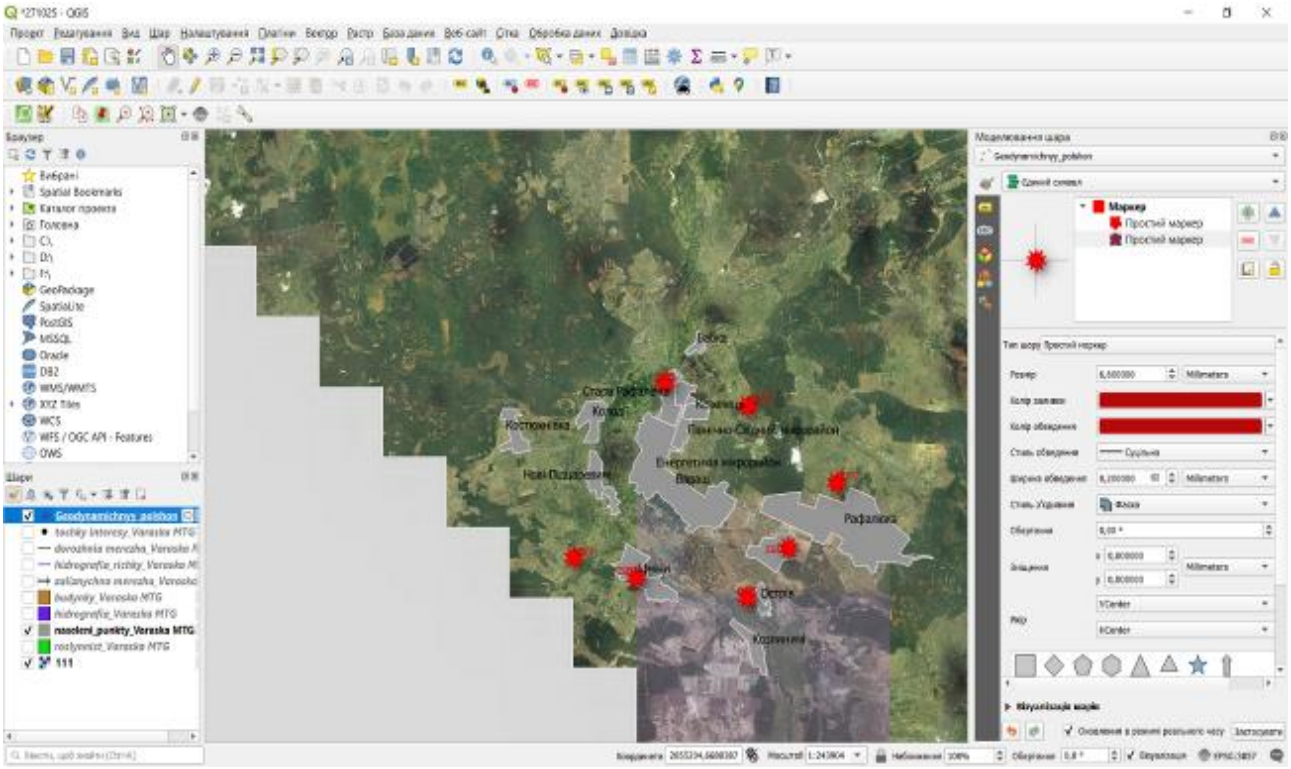


Рисунок 3.21. Шар геодезичних пунктів геодинамічного полігону

Рисунок 3.22. Зовнішній вигляд комплексних геодезичних пунктів

На рисунку 3.23 представлена цілісна створена нами ГІС Вараської МТГ.

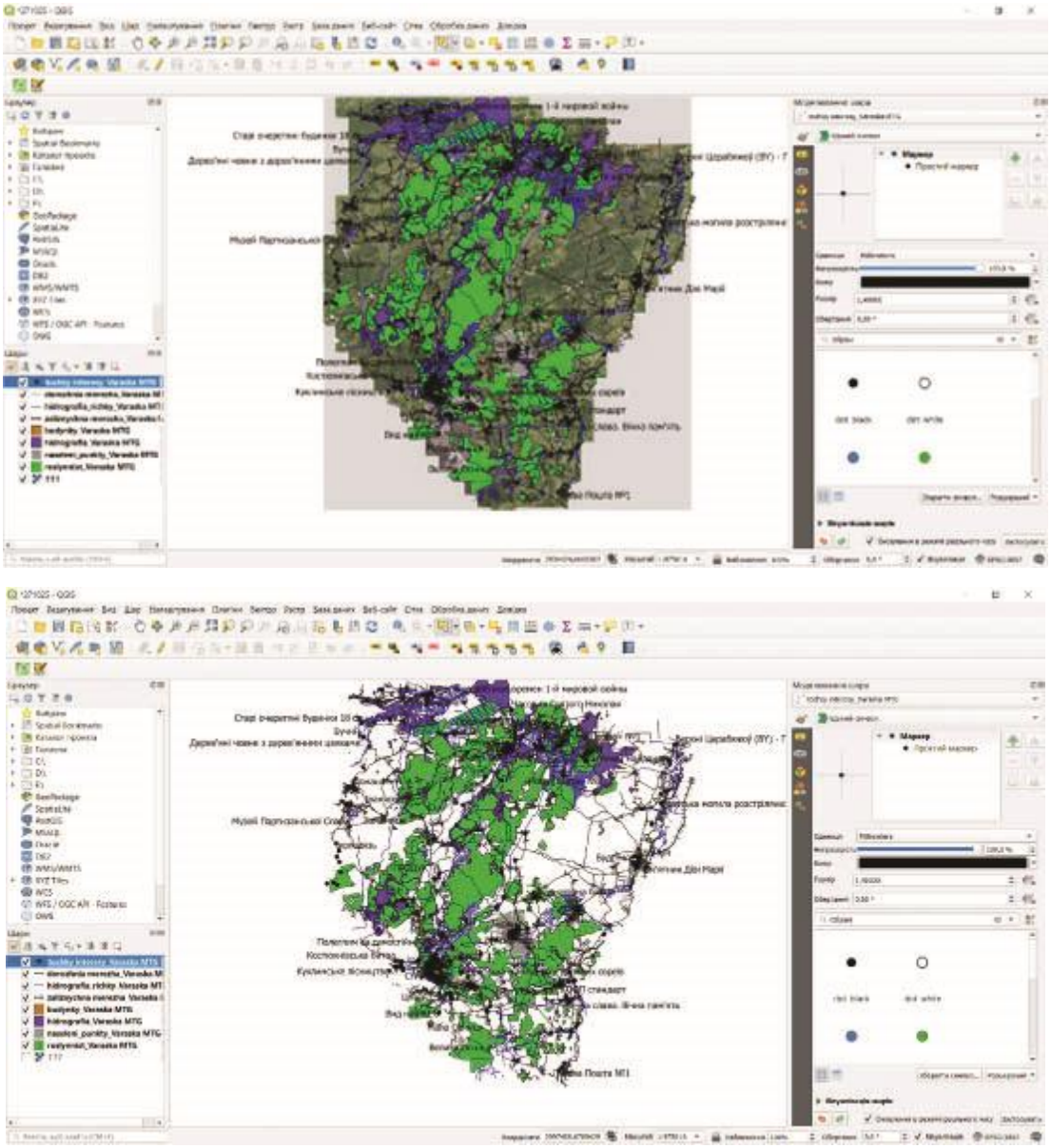


Рисунок-3 23. Загальний вигляд всіх шарів ГІС Вараської МТГ

Після завершення векторизації зберігаємо зміни («Save Edits») і вимикаємо режим редагування. У результаті формується векторний шар, який містить не лише просторову інформацію про межі об’єктів, а й пов’язану з ними атрибутивну базу даних. Після цього виконуємо візуалізацію даних — задати кольори та підписи через вкладку «Symbology», застосувати градації за типом об’єктів або площами. Отриманий результат являє собою повноцінний геоінформаційний шар, який поєднує геометрію об’єктів і базу атрибутивних даних.

ВИСНОВКИ

У магістерській кваліфікаційній роботі виконано комплексне дослідження теоретичних і практичних аспектів створення геоінформаційної системи Вараської міської територіальної громади з використанням даних дистанційного зондування Землі.

1. Досліджено роль ГІС у просторовому плануванні та управлінні громадами. Показано, що геоінформаційні системи забезпечують комплексний аналіз природних, соціально-економічних і інфраструктурних даних, що дозволяє оптимізувати землекористування, планування забудови, розвиток транспортної мережі та підвищити прозорість прийняття рішень. Зазначено важливість інтеграції ГІС у процеси сталого розвитку та екологічного моніторингу.

2. Вивчено досвід створення муніципальних ГІС в Україні та світі. Узагальнено найкращі практики країн ЄС, США, Японії та Південної Кореї, а також українських міст — Києва, Львова, Вінниці. Визначено переваги сучасних систем, проблеми впровадження в Україні та напрями вдосконалення, зокрема стандартизацію геоданих, розвиток відкритих платформ і підготовку фахівців у сфері геоінформатики.

3. Запропоновано технологічну схему створення ГІС Вараської міської територіальної громади. Вона включає шість етапів — від аналізу вхідних даних до інтеграції результатів у єдине геоінформаційне середовище. На основі супутникових знімків і описових даних створено тематичні векторні шари, що відображають геодезичні пункти, інженерну, транспортну, природну та соціальну інфраструктуру громади. Особливу увагу приділено формуванню геодинамічного полігону, який може бути використаний для моніторингу деформацій земної поверхні у зоні впливу Рівненської АЕС.

4. Запропонована методика створення муніципальної ГІС довела свою ефективність для умов Вараської МТГ. Вона забезпечує систематизацію просторової інформації, можливість її оперативного оновлення, візуалізацію й аналіз, що суттєво підвищує рівень інформатизації місцевого управління.

5. Практичні результати роботи можуть бути використані органами місцевого самоврядування для ведення кадастрових даних, моніторингу природних і техногенних процесів, планування територій, управління комунальними службами та оцінки екологічного стану. Запропонована методика також може бути адаптована для інших територіальних громад України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Hlukhonets, A & Morozova, T. & Morozov, A. & Kobzysta, O. & Samoilenko, I & Stetsiuk, L.. (2022). Використання ГІС технологій для модернізації систем моніторингу об’єктів природно-заповідного фонду України. Bulletin National University of Water and Environmental Engineering. 2. 40-54. 10.31713/vs220224.
2. Олексюк, І., & Касіянчук, Д. (2025). Застосування геоінформаційних систем у територіальному плануванні для місць розташування очисних споруд у Польщі. Airport Planning, Construction and Maintenance Journal, (1), 78–85. https://doi.org/10.32782/apcmj.2025.1.9
3. Поморцева, О., Кобзан, С., Паньків, В., & Кінь, Д. (2024). Дослідження динаміки зміни вартості нерухомості за допомогою геоінформаційних систем. Просторовий розвиток, (8), 463–476. https://doi.org/10.32347/2786-7269.2024.8.463-476
4. Тищенко, С. В. (2025). Використання геоінформаційних систем у дослідженні туризму і рекреації. Природнича освіта та наука, (3), 142-149. https://doi.org/10.32782/NSER/2025-3.19
5. Podlipaiev, V.(2020). Дослідження можливостей сучасного програмного забезпечення щодо створення геоінформаційних систем трансдисциплінарного використання слабо структурованих даних. Системи управління, навігації та зв’язку. Збірник наукових праць. 3. 4-12. 10.26906/SUNZ.2020.3.004.
6. Поморцева, О. Є., Пілічева, М. О., & Анопрієнко, Т. В. (2020). Технологія використання геоінформаційних систем при обробці геодезичних даних. Технічні науки та технології, (4(18), 229–237. вилучено із http://tst.stu.cn.ua/article/view/200445
7. Скібіна, Т. (2024). Роль інновацій у публічному управлінні та адмініструванні України. Таврійський науковий вісник. Серія: Публічне управління та адміністрування. 88-95. 10.32782/tnv-pub.2024.3.11.

8. Тимченко, С. (2025). Застосування ГІС у менеджменті проєктів безпеки дорожнього руху: аналітичні інструменти та український досвід. Економіка та суспільство, (74). https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-74-55
9. Lutsiv, N. H., & Chukhna, P. V. (2024). Геоінформаційні системи та їхнє значення у формуванні політик щодо управління лісами. Forestry Education and Science: Current Challenges and Development Prospects. International Science-Practical Conference, October 23-25, 2024, Lviv, Ukraine. https://doi.org/10.36930/conf150.5.15
10. Horelyk, S., Sych, R., & Saul-Hoze, D. (2024). Determination of self-foresting areas by remote sensing data. Ukrainian Journal of Remote Sensing, 11(4), 31–39. https://doi.org/10.36023/ujrs.2024.11.4.273
11. Kolb I., Kolodii П., Ryzhov Є., & Urbanavičius, V. (2024). LAND USAGE MONITORING UTILIZING REMOTE SENSING TOOLS. Bulletin of Lviv National Environmental University. Series Architecture and Construction, (25), 188–197. https://doi.org/10.31734/architecture2024.25.188
12. Денис Ю., Бурштинська Х., Паштетник О. (2019). Моніторинг засихання хвойних лісів за різночасовими космічними знімками (на прикладі Тухлянського лісництва). Збірник наукових праць Західного геодезичного товариства УТГК «Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва», Випуск I (37), — С. 78–84.
13. Бурштинська Х., Поліщук Б., Фіковська О. (2014). Гібридна класифікація лісів за космічними знімками високого розрізнення. Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва, Вип. 1 (27), С. 86–93.
14. Тукай Р.М. Розробка фотограмметричної методики оцінки стану територій з існуючими загрозами повеневих процесів [Текст] : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.24.01 / Тукай Ришард Мацєй ; Нац. ун-т "Львів. політехніка". - Л., 2012. - 23 с.
15. Четверіков Б., Бурштинська Х., Бабій Л., Грицьків Н., Гуніна А., Козак А. Оцінка стану посівів за допомогою індексів рослинності NDVI та EVI на

основі супутникових даних Sentinel-2 – два кейса досліджень / Точне землеробство, 2025, 1(1), С. 28-37.

16. Myklush, Stepan & Havryliuk, Serhii & Chaskovskyy, Oleh. (2012). Дистанційне зондування Землі в лісовому господарстві: навчальний посібник.
17. Пивоварчук, Т. С. (2025). Децентралізація місцевої публічної влади в Україні та окремих державах ЄС: питання співвідношення та адаптації європейського досвіду. Проблеми сучасних трансформацій. Серія: право, публічне управління та адміністрування, (16). https://doi.org/10.54929/2786-5746-2025-16-02-05
18. Ліщенко Л. П., Пазинич Н. В. Моніторинг стану торфовищ для виявлення пожежонебезпечних ділянок за допомогою дистанційних методів. Український журнал дистанційного зондування Землі. 2016. № 8. С. 29–39. DOI: https://doi.org/10.36023/ujrs.2022.9.1.210
19. Іванов, Д., Каштан, В. (2024). Геоінформаційна технологія виявлення та моделювання затоплених зон міста Дубай на основі згорткової нейронної мережі. InformationTechnology: ComputerScience, SoftwareEngineeringandCyberSecurity, 4, 99–113,doi: https://doi.org/10.32782/IT/2024-4-13
20. Stupen P., Ryzhok З., & Stupen O. (2023). Methodical principles of creating a geoinformation database for territorial communities. Bulletin of Lviv National Environmental University. Series Architecture and Construction, (24), 126–132. https://doi.org/10.31734/architecture2023.24.126
21. Karpenko, Olena & Анатолій, Лященко & Андрій, Черін. (2022). Інфраструктура геопросторових даних та геоінформаційне забезпечення сталого розвитку територіальних громад.
22. Рижок, З & Ступень, Р. (2025). Застосування методів штучного інтелекту для просторового аналізу сільськогосподарського землекористування у геоінформаційній системі QGIS. Precision Agriculture. 1. 21-27. 10.23939/pa2025.01.021.

23. Mura M., Bottalico F., Giannetti F., Bertani R., Giannini R., Mancini M., ..., Chirici G. Exploiting the capabilities of the Sentinel-2 multi spectral instrument for predicting growing stock volume in forest ecosystems. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation. 2018. Vol. 66. P. 126–134. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jag.2017.11.013
24. Hordiiko, N. and Yailymova, H. (2023) “Analysis of time series of satellite data for monitoring the state of forests”, International Scientific Technical Journal "Problems of Control and Informatics", 68(4), pp. 96–104. doi: 10.34229/1028-0979-2023-4-8.
25. Електронний ресурс. Режим доступу: https://varashmtg.gov.ua/images/inform/HromadaVarashPresentation.pdf