

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧЕРНІВЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ЮРІЯ ФЕДЬКОВИЧА**

**Географічний факультет
кафедра геодезії, картографії та управління територіями**

**ГЕОІНФОРМАЦІЙНЕ КАРТОГРАФУВАННЯ
ЗЕМЕЛЬНИХ РЕСУРСІВ
(НА ПРИКЛАДІ ЗАСТАВНІВСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ)**

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

Виконав:

студент_2 курсу, 208-М групи
спеціальності 193 “Геодезія та землеустрій”
ОПП “Геодезія”
Щербань Назарій Васильович

Керівник:

к.геогр.н., доц. кафедри геодезії,
картографії та управління територіями
Мельник А.А.

*До захисту допущено
на засіданні кафедри
протокол № 3 від 18 листопада 2025 р.
Зав. кафедрою _____ доц. Дарчук К.В.*

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота: - студента 2 курсу, 208-М групи, спеціальності 193 "Геодезія та землеустрій" другого (магістерського) рівня вищої освіти на тему: "Геоінформаційне картографування земельних ресурсів (на прикладі Заставнівської територіальної громади)".

У роботі розглянуто застосування геоінформаційних систем (ГІС) та супутникових знімків дистанційного зондування Землі для дешифрування та аналізу земельних ресурсів території Заставнівської міської територіальної громади Чернівецької області. Використання відкритих даних супутників Sentinel з платформи *Copernicus Browser* дало змогу здійснити імпортування космічних знімків у середовище QGIS, виконати оверлейний аналіз та створити тематичні векторні шари.

Проведено векторизацію основних геооб'єктів території: водних об'єктів, транспортної мережі, будівель, меж адміністративних одиниць, ліній електропередач, а також категорій земельних ресурсів. Для дешифрування використано комбінацію каналів космічного знімку. За допомогою функціоналу QGIS здійснено розрахунок площ та довжин векторизованих об'єктів. Наукова новизна полягає у створенні узагальненої геоінформаційної основи території громади з актуалізованими межами та просторовими характеристиками.

Ключові слова: ГІС, QGIS, дистанційне зондування Землі, дешифрування, Sentinel, Copernicus Browser, земельні ресурси, Заставнівська громада.

ABSTRACT

Qualification work: - 2nd year student, group 208-M, specialty 193 "Geodesy and Land Management" of the second (master's) level of higher education on the topic: "Geoinformation mapping of land resources (on the example of the Zastavnivska territorial community)".

The study examines the application of Geographic Information Systems (GIS) and Earth Observation (EO) satellite imagery for the interpretation and

analysis of land resources within the Zastavna urban territorial community, Chernivtsi region. Open-access Sentinel satellite data from the Copernicus Browser platform were imported into QGIS to perform overlay analysis and create thematic vector layers.

During the research, vectorization of the main geo-objects of the territory was carried out, including water bodies, transport networks, buildings, administrative boundaries, power transmission lines, and categories of land resources. For water object interpretation, the Normalized Difference Water Index (NDWI) was applied, enabling effective detection of rivers, ponds, and drainage systems. Using QGIS tools, the areas and lengths of vectorized objects were calculated. The scientific novelty lies in the creation of an updated geoinformation base of the community's territory with verified boundaries and spatial characteristics.

Keywords: GIS, QGIS, remote sensing, land cover classification, Sentinel, Copernicus Browser, land resources, Zastavna community.

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів наукових досліджень інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

_____ Щербань Н.В.

ВСТУП

Актуальність дослідження. Сучасні космічні технології надають унікальні можливості для аналізу та моніторингу земної поверхні. Використання космічних знімків дозволяє ефективно здійснювати дешифрування території, що є важливим для картографії, екологічного моніторингу, землекористування, містобудування та інших сфер.

Як джерела отримання знімків використовуються супутники дистанційного зондування Землі (Landsat, Sentinel, MODIS, WorldView тощо). Дані супутників сьогодні можна безкоштовно спостерігати та користуватись на різних геопорталах, що дозволяють здійснити попередню корекцію (атмосферна, радіометрична, геометрична), використовувати мультиспектральні і гіперспектральні дані.

Основні напрями дешифрування території: ландшафтне та екологічне дешифрування (визначення типів рослинності, стану ґрунтів, моніторинг змін клімату та природних ресурсів), аналіз урбаністичного середовища (оцінка міських забудов, дорожньої інфраструктури, контроль динаміки міграції населення та розширення міст), сільське господарство (оцінка стану посівів, прогнозування врожайності, виявлення деградації ґрунтів та ерозійних процесів), геологія та гідрологія (виявлення корисних копалин, контроль за водними ресурсами, оцінка рівня ґрунтових вод).

Застосування космічних знімків у дешифруванні території є високотехнологічним та ефективним методом аналізу природних і антропогенних процесів. Використання сучасних технологій дозволяє не лише отримувати точні геопросторові дані, але й швидко реагувати на зміни у навколишньому середовищі.

Безумовно, що новий адміністративно-територіальний устрій України вимагає нових підходів, щодо оцінки земельних ресурсів в межах нових адміністративних утворень – як от громад. Діступність сервісу Copernicus Browser дозволяє використати супутникові знімки для таких цілей.

Метою дослідження є дешифрування земельних ресурсів території

Заставнівської міської громади за допомогою ГІС QGIS по космічним знімкам супутника Sentinel, що отримані з платформи Copernicus Browser.

Об'єктом дослідження даної роботи виступають категорії земельних ресурсів території Заставнівської міської громади, що виступає територією досліджень.

Було визначено такі **завдання** проведеного нами дослідження:

- 1) здійснити імпортування растрових і векторних даних з геопорталу децентралізації та платформи Copernicus Browser;
- 2) завдяки даним платформи Copernicus Browser імпортувати космічні знімки супутника Sentinel відповідної роздільної здатності як геооснови для дешифрування;
- 3) здійснити дешифрування категорій земель в QGIS для території Заставнівської міської територіальної громади та визначити для них статистичні характеристики.

Предмет дослідження – особливості визначення розташування різних категорій земельних ресурсів завдяки ГІС та ДЗЗ для території дослідження.

Методологія та методи дослідження. В ході виконання даної науково-дослідної роботи, було застосовано системно-структурні підходи, тобто, аналіз, причинно-наслідкові залежності, синтез, системний підхід, типологію. Що стосується конкретнонаукових методів, то було використано: порівняльно-географічний, статистичний, картографічний, літературний, історичний та геоінформаційний. Для картографічного моделювання, було застосовано програмне забезпечення QGIS.

Наукова новизна отриманих результатів. За допомогою функціональних можливостей ГІС QGIS векторизовано окремі тематичні шари, що дало можливість кількісно розрахувати сучасний стан (площі) окремих видів земельних ресурсів для території Заставнівської територіальної громади. Завдяки умовним позначенням містобудівної

документації вдалось візуалізувати як окремо так і разом структуру земельних ресурсів для досліджуваної територіальної громади.

Практичне застосування отриманих результатів. Дані результати дослідження можна використати для: інвентаризації земельних ресурсів громади – отримані карти дозволяють органам місцевого самоврядування оновлювати дані про реальні площі ріллі, пасовищ, лісів, водойм, забудованих територій, можливе виявлення нецільового використання земель (самозахоплення, зміна призначення без документів); підтримки містобудівного планування – використання даних для розробки генеральних планів та детальних планів територій, планування інфраструктурних об'єктів (доріг, каналізації, комунікацій) з урахуванням реального землекористування; аграрного моніторингу – контроль сівозмін, відстеження площ під конкретними культурами, моніторинг деградації ґрунтів, використання індексів NDVI для оцінки стану рослинності та прогнозування врожайності; екологічного моніторингу – виявлення вирубок лісів, підтоплених ділянок, ерозійних процесів, створення карт ризику для планування заходів з охорони довкілля; підготовки звітності та відкритих даних – автоматизоване формування наборів даних, сумісних із Національною інфраструктурою геопросторових даних (НІГД), що є вимогою чинного законодавства.

Структура і обсяг роботи. Дипломна робота складається з вступу, трьох розділів, висновків та списку використаних джерел. Робота представлена на 57 сторінках формату А4. Список використаної літератури містить 28 найменувань.

РОЗДІЛ I. ВИКОРИСТАННЯ ДАНИХ ДЗЗ

1.1 Дистанційне зондування Землі: сучасний стан, прилади, перспективи використання.

Дистанційне зондування Землі з космосу – це дослідження нашої планети за допомогою оптичних та радарних супутників.

Класифікація дистанційних методів зондування Землі полягає в типі джерела сигналу на дослідження об'єкта – активному чи пасивному. Інструменти активного ДЗЗ самі здатні випромінювати сигнал або мають власне джерело світла, а пасивному ДЗЗ використовується відбите сонячне світло. Випромінювання також має різні довжини хвиль і буває короткохвильовим (видимий, ближній та середній інфрачервоний діапазон) та довгохвильовим (мікрохвилі).

Радари та лідари – найвідоміші приклади активного методу дистанційного зондування.

Кожен активний датчик дистанційного зондування поверхні Землі спрямовує сигнал та аналізує результат – інтенсивність отриманого сигналу. У більшості приладів ДЗЗ використовуються мікрохвилі, оскільки на них відносно не впливають погодні умови. Технології активного ДЗЗ бувають різні – залежно від того, що вони передають (світло чи хвилі) та що вони вимірюють (наприклад, відстань, висоту, атмосферні явища тощо):

- Радар - це прилад, в якому для вимірювання дальності застосовуються сигнали радіолокації. Відмінною рисою радара є антена, що випромінює імпульси. Коли сигнал радара "наштовхується" на перешкоду, він тією чи іншою мірою повертається. За інтенсивністю повернутого сигналу та витраченого часу можна визначити, наскільки далеко від радара знаходиться об'єкт, що досліджується.
- Лідар визначає відстань за допомогою світла. Метод дистанційного зондування Землі лідаром має на увазі передачу світлових імпульсів та вимірювання інтенсивності повернутого сигналу.

Місцезнаходження досліджуваного об'єкта Землі і відстань до нього обчислюється множенням потрібного часу швидкість світла.

- Лазерний альтиметр (висотомір) вимірює висоту за допомогою лідара.
- Інструменти для вимірювання дальності (дальноміри) визначають дальність за допомогою одного або двох ідентичних пристроїв на різних платформах, які передають між собою сигнали.
- Ехолот вивчає погодні умови вертикально шляхом випромінювання імпульсів (якщо це пристрій активного ДЗЗ).
- Скаттерометр (рефлектометр) – це спеціальний пристрій для вимірювання поверненого (розсіяного) випромінювання.

Крім великої сфери застосування, перевагою активних датчиків дистанційного зондування Землі є практично повна відсутність обмежень щодо умов роботи. Активні датчики ДЗЗ повноцінно функціонують у будь-який час, оскільки їхня робота не залежить від сонячного світла. Крім того, атмосферні розсіювання відносно не впливають на якість зондування апаратурою активного ДЗЗ.

Різні методи дистанційного зондування Землі супутниками знайшли застосування як у науковій сфері, і у прикладних галузях.

- Радіолокаційна топографічна місія шатла (SRTM) збрала дані про рельєф Землі.
- Активне дистанційне зондування поверхні нашої планети з космосу за допомогою лідара дозволило скласти цифрову модель карти висот планети Земля.
- Дистанційне зондування світового океану та віддалених точок нашої планети є критично важливим для океанології, екології, нафтовидобувної промисловості, а також при проведенні пошуково-рятувальних операцій.

- Дистанційне зондування лісів допомагає виявити лісові пожежі, обезліснення, оцінити стан лісових активів (у тому числі за рахунок хвороб дерев) та моніторити лісовідновлення.
- Дистанційне зондування ґрунту активно використовується у сільському господарстві.
- Ехолоти незамінні при прогнозуванні погоди, оскільки вертикально досліджують шари атмосфери і надають дані про вологість, опади, температуру та відсутність або наявність хмарного покриву.

На відміну від активних, пасивні датчики ДЗЗ не мають власного джерела енергії, щоб направити її на об'єкт, що досліджується, або поверхню Землі. Пасивне ДЗЗ залежить від природної енергії – сонячних променів, що відбиває об'єкт. З цієї причини такий метод дистанційного зондування Землі можливий лише за достатньої кількості сонячного світла – інакше відбивати нічого.

У пасивному дистанційному зондуванні застосовуються мультиспектральні і гіперспектральні датчики, які вимірюють отриману кількість сигналу за допомогою поєднань різноманітних діапазонів. видимий, інфрачервоний, ближній, тепловий інфрачервоний діапазон).

Ця технологія ДЗЗ використовується в багатьох галузях. Зокрема, гіперспектральне дистанційне зондування у геологічному картуванні дозволило виявити та картувати родовища корисних копалин, гірські породи та мінерали, гідротермальні прояви, визначити геологічну ситуацію щодо мінералів-індикаторів.

Найпопулярніші приклади приладів пасивного ДЗЗ – це різні радіометри чи спектрометри.

Назви інструментів ДЗЗ дають уявлення про те, що вони вимірюють.

Застосування та переваги пасивного дистанційного зондування Землі

Landsat – один із найбільш значних і яскравих прикладів всілякої апаратури пасивного ДЗЗ, а його місія спостереження Землі є найтривалішою. Супутник Landsat збирав та фіксував дані про нашу планету

понад 40 років, що дозволило проаналізувати, як змінилася Земля за цей період. Великий плюс цієї місії – відкритий доступ до даних ДЗЗ, що застосовуються у геології, картографії, екології, лісовому та сільському господарстві, океанології, метеорології та інших галузях.

Мікрохвильове ДЗЗ поділяється на активні та пасивні види. Принцип їхньої класифікації залежить від функціоналу приладів ДЗЗ: чи розраховані вони на передачу та отримання сигналу або тільки на його отримання. Методи мікрохвильового дистанційного зондування Землі відрізняються від вищеописаних активних і пасивних методів довжиною хвиль. У цьому випадку ДЗЗ довжина хвиль варіюється від 1 див до 1 м.

Короткохвильові прилади дистанційного спостереження Землі мають істотну перевагу, порівняно з короткохвильовими. Мікрохвилі можуть проникати практично через усі атмосферні явища, крім сильних дощів. Завдяки відсутності чутливості мікрохвиль до атмосферних аерозолів, дистанційний моніторинг стає можливим майже за будь-якої погоди.

Прилади пасивного мікрохвильового ДЗЗ розраховані отримання мікрохвильового випромінювання від досліджуваного об'єкта Землі. Пасивний датчик ДЗЗ (наприклад, радіометр або сканнер) визначає природну енергію та фіксує її – з тією різницею, що антена приладу налаштована на отримання саме мікрохвиль, а не інших більш коротких хвиль. Завдяки даному дистанційному методу зондування Землі фахівці можуть отримати дані про температуру і вологість досліджуваного об'єкта, оскільки між цими параметрами і силою випромінювання існують певні відповідності.

Цей тип дистанційного датчика вимірює інтенсивність випромінюваного, переданого або відбитого сигналу. Дані, отримані таким методом, знайшли застосування у метеорології, гідрології, сільському господарстві, екології, океанології.

Найбільш типовим прикладом таких пристроїв дистанційного зондування є радар (мікрохвильовий).

Два основних види супутникового ДЗЗ у цій категорії:

- зі знімками (двовимірні, наприклад, радари);
- без знімків (лінійні, наприклад, альтиметри або скаттерометри).

Ця технологія особливо потрібна в аерокосмічній промисловості, метеорології, при дистанційному зондуванні водних об'єктів та інших галузях.

Дані дистанційного зондування Землі – це супутникові знімки, оброблені та представлені у вигляді растрових зображень нашої планети та файлів з геопросторовими даними про кожен знімок. Опрацьовані знімки – це матеріали ДЗЗ.

Обробка знімків ДЗЗ здійснюється в процесі геопросторового аналізу та складається з двох етапів:

- Попередня обробка передбачає корекцію зображення (геометричну, радіометричну, атмосферну), а також співвідношення місцезнаходження об'єктів зі своїм становищем на географічній карті Землі (географічна прив'язка).
- Тематична обробка – це класифікація об'єктів на знімках за характерними ознаками (вегетація, населені пункти тощо.).

Використання даних ДЗЗ особливо затребуване при моніторингу малих за площею об'єктів, не зазначених на карті через генералізацію або коли спостереження за територіями безпосередньо на Землі неможливе (пожежі, стихійні лиха, віддалені та важкодоступні місця). Крім того, такі матеріали часто використовуються як «підкладки» у ГІС-картуванні .

Отримані матеріали застосовують у багатьох сферах:

- оцінка збитків від лісових пожеж та стихійних лих;
- дистанційне зондування природних ресурсів;
- контроль незаконних вирубок лісів;
- моніторинг знеліснення;
- оцінка стану вегетації на полях;
- дистанційне (аерокосмічне) зондування природного середовища та екосистем;

- виявлення розливів нафти;
- ліквідація наслідків техногенних катастроф;
- поточне місцезнаходження морських суден;
- моніторинг льодовиків;
- виявлення нелегального будівництва об'єктів;
- організація аварійно-рятувальних заходів під час лих та ін.

Ухвалена нещодавно Верховною Радою концепція Цільової на-уково-технічної космічної програми України на 2018–2022 роки передбачає впровадження як першочергових проектів подальшого розвитку досліджень, так і створення нових технологій ДЗЗ для вирішення актуальних задач промисловості, сільського господарства, науки, національної безпеки і оборони.

Задачі ДЗЗ в країні вирішуються цілим рядом установ та організацій. При підготовці спеціалістів з ДЗЗ викладаються навчальні курси у низці закладів вищої освіти України. В останні роки приділялася увага розробленню нормативної та науково-методичної бази ДЗЗ, проведенню наукових досліджень. У 2002–2003 рр. НКАУ спільно з ДКБ «Південне», ЦАКДЗ та ДП «Дніпрокосмос» розроблений перший український національний стандарт з ДЗЗ «Дистанційне зондування Землі з космосу. Терміни та визначення понять», який затверджений і чинність якому надано наказом № 155 Держспоживстандарту України від 15.09.2003 р. Створено також Національний стандарт з ДЗЗ «Дистанційне зондування Землі з космосу. Оброблення та інтерпретування даних». Інститутом агроекології і природокористування НААН розроблено стандарт «Дистанційне зондування Землі з космосу. Наземні дані щодо контролю стану посівів і продуктивності сільськогосподарських культур», затверджений Мінекономрозвитку України від 01.01.2014 р.

Національне космічне агентство України (з 2011 року — **Державне космічне агентство України — ДКАУ**) створене у 1992 році з метою реалізації державної політики в галузі космічної діяльності. До сфери

управління ДКАУ входять понад тридцять промислових підприємств, науково-дослідних інститутів і конструкторських бюро, завдяки яким Україна відома на світовому ринку своєю космічною продукцією: ракетами-носіями «Зеніт-2», «Циклон-3», «Дніпро», апаратурою стикування «Курс» для Міжнародної космічної станції; унікальними об'єктами наземної інфраструктури та ін.

ДНВЦ «Природа» Державний науково-виробничий центр аерокосмічної інформації, дистанційного зондування Землі та моніторингу навколишнього середовища «Природа» (ДНВЦ «Природа») — це державна установа, яка протягом понад 25 років забезпечує архівацію, обробку і передачу зацікавленим міністерствам, відомствам, установам (серед яких — Рада національної безпеки і оборони України, Міноборони, Мінекології, Мінагропо-літики України, обласні державні адміністрації) даних космічного знімання та входить до наземного інформаційного комплексу Державного космічного агентства України. На замовлення користувачів центр виконує роботи та надає послуги з обробки матеріалів ДЗЗ, з розробки та підтримки баз даних, зі створення тематичних ГІС, профільних геопорталів та спеціалізованих інформаційних сервісів тощо.

Історія створення центру сягає 1992 року, коли у складі Українського державного інституту інженерно-геодезичних вишукувань та зйомок (УкрДІІГВІЗ) був створений науково-дослідний і виробничий центр космічної інформації «Природа».

Основні напрямки діяльності ДНВЦ «Природа»:

- Функціонування архіву даних ДЗЗ (архівування, каталогізація та розповсюдження даних ДЗЗ; обробка даних ДЗЗ на замовлення користувачів).
- Функціонування та розвиток відомчого геопорталу Державного космічного агентства України (ДКА) для розповсюдження супутникових і геопросторових даних.
- Створення пілотних проектів галузевих геоінформаційних сервісів

з рекламними та маркетинговими цілями в інтересах дер-жавних та комерційних замовників.

- Впровадження технологій дистанційного зондування та геоінформаційних систем для здійснення екологічного моніторингу.

Центр аерокосмічних досліджень Землі Розвиток ДЗЗ в Інституті геологічних наук НАН України. У відділі тепломасопереносу в земній корі

Інституту геологічних наук (ІГН) АН УРСР по-чинаючи з 1974 р. започатковано роботи з впро-вадження фізико-математичних методів в аерокосмічні дослідження Землі при вирішенні теоретичних і прикладних геолого-геофізичних завдань [5].

Центр було створено в 1992 р. на базі цього відділу та Київського науково-дослідного інституту космоаерометодів колишнього Міністерства нафтової і газової промисловості СРСР та АН СРСР.

При ЦАКДЗ ІГН НАН України працює Центр колективного користування спектрометричною апаратурою. А в 2014 р. засновано наукове фахове електронне видання «Український журнал дистан-ційного зондування Землі».

Центр розробляє і пропонує ефективні методи і технології для:

- дистанційного пошуку нафтогазових покладів на суходолі та шельфі;
- космічного моніторингу і аудиту балансу парникових газів тощо.

1.2 Основні функціональні можливості платформи COPERNICUS BROWSER

Космічні знімки можна використовувати для дешифрування території за допомогою різних методів і технологій. Основні кроки включають:

1. Отримання знімків

- Використання супутникових систем, таких як Landsat, Sentinel, MODIS, WorldView та інші.

- Збір даних у різних спектральних діапазонах (оптичний, інфрачервоний, радарний).
- Отримання даних із відкритих платформ, таких як Google Earth Engine, NASA EOSDIS, Copernicus Open Access Hub.

2. Попередня обробка зображень

- Атмосферна корекція – видалення впливу атмосферних явищ (туман, пил).
- Геометрична корекція – вирівнювання координат відповідно до картографічних проєкцій.
- Радіометрична корекція – нормалізація яскравості зображень.

3. Методи дешифрування території

Візуальне дешифрування

- Аналіз форми, кольору, структури та тіней на знімках.
- Використання стереозображень для визначення висоти об'єктів.

Автоматизоване дешифрування

- Машинне навчання та нейромережі – розпізнавання об'єктів, таких як ліси, поля, водойми, будівлі.
- Класифікація зображень:
 - Неспостережувана (кластеризація) – групування подібних об'єктів без попередніх даних.
 - Навчена (supervised learning) – аналіз території на основі попередньо позначених даних.
- GIS-аналітика (Геоінформаційні системи, такі як QGIS, ArcGIS) – накладання шарів карт, аналіз змін території.

4. Застосування в різних сферах:

- Екологія – моніторинг вирубки лісів, забруднення вод.
- Сільське господарство – визначення стану посівів, прогнозування врожаю.
- Геологія – пошук родовищ корисних копалин.
- Містобудування – контроль за забудовою, аналіз транспортної

інфраструктури.

- Кліматологія – вивчення змін клімату, прогнозування природних катастроф.

Використання космічних знімків значно покращує точність і швидкість аналізу території. Завдяки сучасним технологіям та алгоритмам можна ефективно виявляти зміни у навколишньому середовищі та приймати обґрунтовані рішення.

Доступ до космічних знімків можна отримати через різні платформи, які надають як безкоштовні, так і комерційні супутникові дані.

Безкоштовні платформи з відкритим доступом:

- ◆ Google Earth Engine – велика база супутникових знімків із можливістю обробки даних у хмарному середовищі.
- ◆ USGS Earth Explorer – доступ до даних супутників Landsat, Sentinel, ASTER, MODIS.
- ◆ NASA Worldview – реальний моніторинг Землі з супутників NASA.
- ◆ Copernicus Open Access Hub – доступ до даних європейської програми Copernicus (Sentinel-1, Sentinel-2).
- ◆ EO Browser – легкий доступ до супутникових знімків із можливістю візуалізації та аналізу.

Комерційні платформи (висока роздільна здатність):

- Planet Labs – знімки із супутників PlanetScope, RapidEye (роздільна здатність до 3 м/піксель).

- Maxar (DigitalGlobe) – надає знімки WorldView, GeoEye (роздільна здатність до 30 см).

- Airbus OneAtlas – доступ до даних супутників Pleiades та SPOT. SkyWatch – платформа, що агрегує дані з різних комерційних супутників.

Якщо потрібні безкоштовні знімки, варто звернути увагу на Google Earth Engine, Copernicus Open Access Hub або USGS Earth Explorer. Для детального аналізу високої якості доведеться використовувати комерційні сервіси, такі як Maxar чи Planet Labs.

Copernicus Browser – платформа доступних онлайн-знімків середньої і низької просторової розрізненості від Європейського космічного агентства, який надає доступ до знімків із супутників Sentinel-1, Sentinel-2, Sentinel-3, Sentinel-5P і Sentinel-6, а також цифрових моделей рельєфу Copernicus. Офіційна сторінка: <http://browser.dataspace.copernicus.eu/>.

Copernicus Browser — це центральний інструмент для доступу, перегляду та використання даних спостереження Землі та екологічних даних, наданих сузір'ями супутників Copernicus Sentinel та іншими місіями. Розроблений на базі EO Browser від Sentinel Hub, він пропонує користувачам можливість візуалізувати, порівнювати, аналізувати та завантажувати ці дані для різних застосувань, таких як моніторинг навколишнього середовища, управління надзвичайними ситуаціями, міське планування та сільське господарство. documentation.dataspace.copernicus.eu

Основні функціональні можливості Copernicus Browser включають:

- Візуалізація даних: користувачі можуть переглядати супутникові знімки та інші дані спостереження Землі у високій роздільній здатності, що дозволяє детально аналізувати обрану територію.
- Пошук продуктів: інструмент надає можливість знаходити необхідні дані за допомогою різних фільтрів, таких як дата, тип даних та інші параметри.
- Завантаження продуктів: користувачі можуть завантажувати окремі файли або додавати продукти до робочого простору для подальшого аналізу.
- Інструменти аналізу:
 - *Вибір області або точки інтересу:* дозволяє визначити конкретну територію для аналізу.
 - *Вимірювання:* надає можливість вимірювати відстані та площі на карті.
 - *Завантаження зображень:* дозволяє завантажувати зображення вибраної області у різних форматах.

- *Створення таймлапсів*: інструмент для створення відео, що показує зміни на обраній території протягом часу.
- *Статистичний аналіз*: включає спектральний аналіз та аналіз часових рядів для детального вивчення даних.
- *3D-візуалізація*: надає можливість переглядати дані у тривимірному форматі для більш глибокого розуміння рельєфу та інших характеристик території.

Для доступу до Copernicus Browser необхідно створити безкоштовний обліковий запис. Інтерфейс доступний кількома мовами, що робить його зручним для користувачів з різних країн.

1.3 Пошук космічних знімків для території досліджень в Copernicus Browser

Для використання усіх функціональних можливостей Copernicus Browser необхідною умовою є створення власного аккаунта на порталі Copernicus Browser. Для цього слід відкрити портал Copernicus Browser (набравши в браузері у пошуку “Copernicus Browser” і перейшовши за першим покликанням Copernicus Browser або наберіть повністю покликання <http://browser.dataspace.copernicus.eu/> (Рис. 1.1).

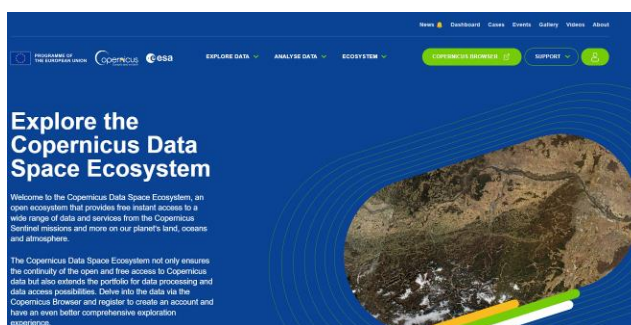


Рис.1.1 Вигляд стартового вікна роботи в Copernicus Browser

Зареєструватись на порталі можна обравши кнопку Login (Увійти). Якщо у вас ще немає власного акаунту, створіть його, натиснувши на кнопку Register (Зареєструватися) і заповнивши поля форми. Реєструючись,

обов'язково вкажіть своє ім'я, прізвище й адресу електронної пошти, створіть і підтвердіть пароль, який має містити не менше 12 літер (у тому числі хоча б одну велику літеру і хоча б одну маленьку), а також хоча б одну цифру й один спеціальний символ. Із випадних списків потрібно вибрати країну та тип користувача. Доцільно також зазначити найбільш відповідну тематику діяльності і мету користування платформою Copernicus Browser. Відмітьте прапорцем пункти *Accept terms and conditions and privacy policy* (Прийняти умови та політику конфіденційності) і натисніть на кнопку *Register* (Зареєструватися) (Рис. 1.2).

Рис. 1.2 Вікно реєстрації на платформі

Для підтвердження реєстраційної форми потрібно здійснити підтвердження через посилання у листі, який надійде вам на електронну скриньку натиснувши *Verify email address* (Підтвердити адресу електронної пошти).

При наступних сеансах роботи з Copernicus Browser, щоб увійти у свій акаунт натисніть кнопку *Login* (Увійти). Важливим та зручним є те, що платформа має опцію україномовного інтерфейсу, оберіть її з випадаючого списку у верхній лівій частині діалогового вікна.

У рядку пошуку території необхідно ввести територію, що цікавить і виберіть опцію *Google Search*, оскільки цей сервіс підтримує більшу кількість україномовних назв локацій. Наприклад можна вказати Чернівці і з випадного списку вибрати Заставна, Чернівецька область, Україна і система автоматично виконає наближення до обраного населеного пункту (Рис.1.3).

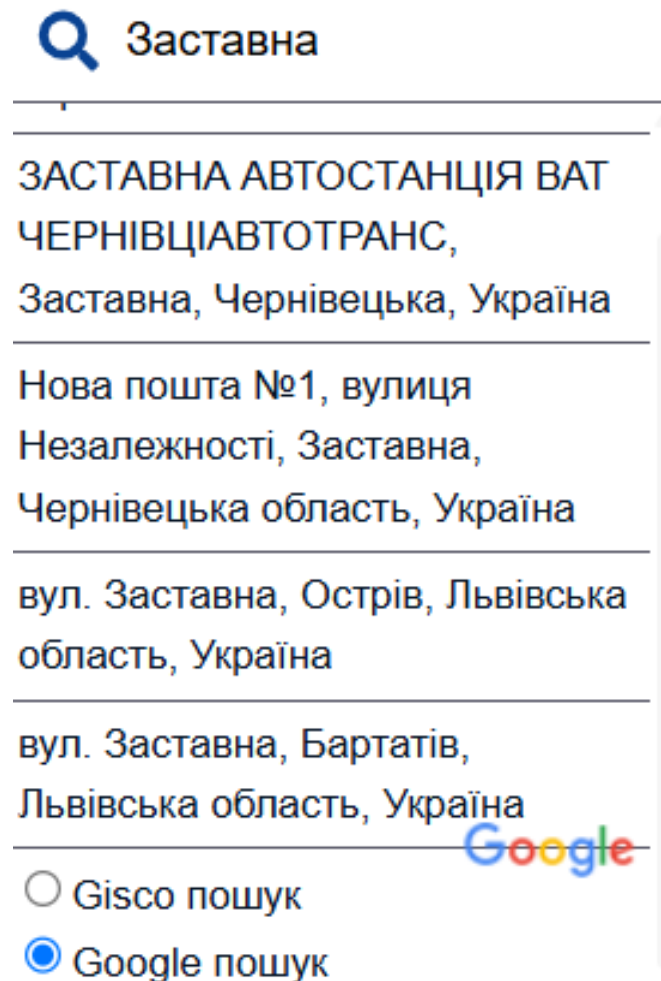


Рис.1.3 Вікно пошуку території досліджень

Використовуючи коліщатко миші, ви можете додатково налаштувати наближення до території інтересу так, щоб Чернівці відображались по центру екрану (Рис. 1.4)



Рис.1.4 Візуалізація території досліджень в Copernicus Browser

Переміщатися картою можна, натискаючи й утримуючи ліву клавішу миші, таким чином протягуючи карту в той бік, який вам потрібно.

Зліва на панелі інструментів можна подивитись доступні Колекції даних (при цьому, натиснувши на , можна прочитати детальну інформацію про супутник, наприклад – Sentinel-2).

Sentinel-2 – це космічна місія в рамках програми Copernicus, яку реалізує Європейське космічне агентство (ESA) для дистанційного зондування Землі. Вона складається з двох супутників – Sentinel-2A (запущений у 2015 році) та Sentinel-2B (запущений у 2017 році), які працюють у парі для забезпечення високоякісних знімків.

Основні характеристики Sentinel-2

- Оптичне спостереження Землі у видимому, ближньому та середньому інфрачервоному діапазонах.
- Висока просторово-часова роздільна здатність:
 - 10 м, 20 м, 60 м (залежно від спектрального каналу).
 - Повний охоплення планети кожні 5 днів (за рахунок двох супутників).
- Ширина зйомки – 290 км за один прохід.
- 13 спектральних каналів, що дозволяють отримувати детальні дані про стан рослинності, ґрунтів, води та атмосфери.

Застосування Sentinel-2:

- Сільське господарство – аналіз стану посівів, визначення типу культур, прогнозування врожаю.
- Лісове господарство – моніторинг вирубки, виявлення хвороб дерев.
- Екологія – оцінка стану водних ресурсів, виявлення забруднень.
- Кліматологія – вивчення змін у ґрунтах, рослинному покриві та рівні води.
- Надзвичайні ситуації – виявлення наслідків природних катастроф (повені, пожежі, посухи).

- Міське планування – аналіз розвитку міст і зміни ландшафту.

Дані Sentinel-2 доступні безкоштовно через платформу Copernicus Open Access Hub і використовуються науковцями, фермерами, екологами та державними органами для різних завдань.

Далі необхідно перейти до панелі Пошук, щоб задати параметри зйомки, що нас цікавлять:

- Джерела даних – Sentinel-2;
- Для вибору рівня обробки даних відмітьте позначкою – MSI – L2A (з атмосферною корекцією);
- Макс. хмарність – 10%;
- Часовий проміжок – за весь останній актуальний рік ведення спостережень; При виборі дати - її обов'язково слід вибирати в календарі, а не писати самостійно з використанням клавіатури.

Натиснувши Пошук - буде завантажено перелік наявних у каталозі знімків, що відповідають визначеним критеріям. Обравши знімок, що цікавить потрібно натиснути кнопку Візуалізувати для його відображення в робочому вікні Copernicus Browser (Рис.1.5).



Рис. 1.5. Результати пошуку і візуалізація потрібного знімка Sentinel-2

Знімок, що був обраний буде відображатись у робочому вікні, а на лівій панелі буде додатково відображено меню Візуалізувати для налаштування візуалізації знімка. За замовчуванням знімок відображається в природніх кольорах - True color, тобто зображення має бути схоже на фотографію місцевості згори. Також перегляньте, який територія матиме вигляд у штучних кольорах - False color.

Для того, щоб мати змогу не шукати знімок знову в переліку, потрібно розгорнути вкладку Додати до і натиснути на значок Додати до Закладок. Після цього зображення з'явиться в переліку улюблених знімків на панелі Закладки.

Зберегти знімок можна за допомогою кнопки Звантажити зображення , що розташована праворуч на панелі інструментів і натиснувши Завантажити у вкладці Основні. У результаті завантажиться знімок як зображення, яке ви бачите на екрані (формату png або jpg). Для того, щоб імпортувати зображення космічного знімка в QGIS необхідно імпортувати у форматі tiff (Рис.1.6).

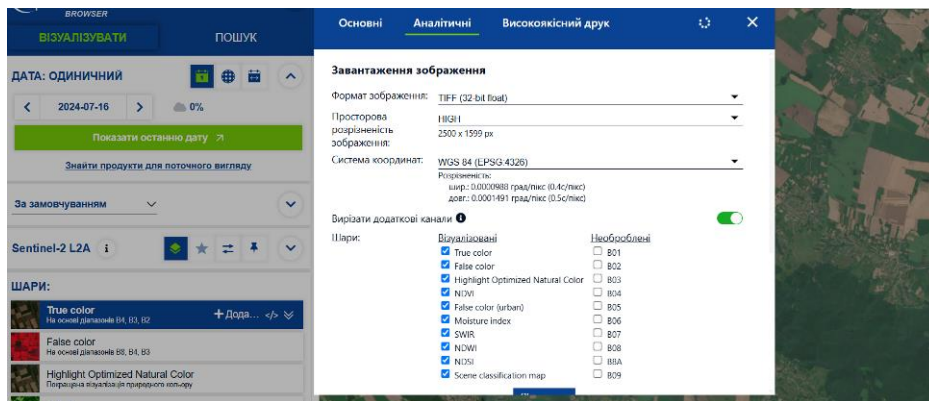


Рис.1.6 Вікно імпорту зображення у форматі tiff

Крім того варто обрати високу якість зображення та обрати додаткові канали космічного знімка, що цікавлять. Після цього утвориться архів, розпакувавши який можна перетягнути утворений файл в ГІС. Це й було здійснено.

Висновки до розділу 1. Дистанційне зондування Землі є ключовим джерелом актуальної інформації про стан земельних ресурсів, а місії Sentinel забезпечують безкоштовні дані високої якості для моніторингу територій. Платформа Copernicus Browser надає зручні інструменти для пошуку, фільтрації та попереднього аналізу супутникових знімків, що робить її ефективною для підготовки вихідних даних у ГІС. Виконання попереднього відбору та завантаження знімків із мінімальною хмарністю (<10 %) підвищує точність подальшого дешифрування й класифікації у середовищі QGIS.

Отримані дані створюють основу для побудови тематичних карт, аналізу землекористування та прийняття управлінських рішень на рівні громади.

РОЗДІЛ II. ВИКОРИСТАННЯ ДАНИХ COPERNICUS BROWSER В ГІС ДЛЯ ТЕРИТОРІЇ ЗАСТАВНІВСЬКОЇ МІСЬКОЇ ГРОМАДИ

2.1 Загальна фізико-географічна характеристика території громади

Відвідавши офіційний сайт Заставнівської міської територіальної громади Чернівецького району Чернівецької області можна детально ознайомитись із статутом, паспортом громади, особливостями її роботи і функціонування. Зокрема встановлено наступне:

Заставнівська сільська об'єднана територіальна громада сформувалася у 2018 р. внаслідок добровільного об'єднання населених пунктів: м.Заставна, с.Вербівці, с.Малий Кучурів.

Ця громада розташована у Чернівецькому районі Чернівецької області. Адміністративний центр знаходиться в м. Заставна, що розміщене на відстані близько 30 км від м.Чернівців. До кордону з Румунією (пп. Порубне) 73 км., до польського кордону (пп. Шегині) 312 км., до кордону з Молдовою (пп. Мамалига) 83км.

Загальна площа громади становить 46,83 км², а кількість населення – 9393 особи. До її складу входять території, що раніше належали Заставнівській міській, Малокучурівській та Вербовецькій сільським радам.

Географічні особливості

Громада має чітко визначені межі, які можуть бути змінені лише за згодою жителів. Вона межує:

на півдні – з Горішньошеровецькою громадою,

на півночі – з Кадубовецькою та Вікнянською громадами,

на заході – з Веренчанською громадою,

на сході – з Юрковецькою громадою.

Громада має компактну та цілісну територію, яка включає природні ресурси, що сприяють розвитку господарства. Основні показники, щодо громади наступні (Табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Паспорт Заставнівської міської територіальної громади

Назва населеного пункту	Заставна
Тип населеного пункту	місто
Назва громади	Заставнівська міська територіальна громада
Дата створення ТГ	23.10.2018
Назва органу місцевої влади	Заставнівська міська рада
Загальна площа громади	46,83 км ²
Загальна кількість населення у розрізі чоловіки/жінки	Всього: 9 785 осіб, серед них чоловіки – 4 345, жінки – 5 440.
Голова громади/міський голова /інше	Міський голова – Василь Йосипович Радиш
Контактна інформація: адреса, вебсайт	м. Заставна, вул. Самоврядування, 9, Чернівецька обл., 59400, код ЄДРПОУ 04062140, e-mail: rada@zmr.gov.ua
Перелік населених пунктів, що входять до складу територіальної громади, із зазначенням кількості мешканців/ок з розподілом на чоловіків/жінок.	м. Заставна: чоловіки – 3 420, жінки – 4 583. Всього: 8003 с. Вербівці: чоловіки – 256, жінки – 279. Всього: 535 с. Малий Кучурів: чоловіки – 669, жінки – 578. Всього: 1 247
Кількість родин (дворів) у кожному населеному пункті та загалом в територіальній громаді (за наявності)	м. Заставна – 2 867 с. Вербівці – 229 с. Малий Кучурів – 540 Всього: 3 636

Проаналізовано дані, щодо б'юджету громади (Табл. 2.2).

Таблиця 2.2

Б'юджет Заставнівської міської громади

Вид	Рік прийняття 2022 (грн)	Рік закінчення дії 2022 (грн)	Посилання на сайт громади (місце розміщення)
Загальні видатки	70 075 400,00	101400092,82	https://zmr.gov.ua/documents/rs_20377_08.pdf https://zmr.gov.ua/documents/rs_35527_08.PDF
Видатки на соціальну сферу (медицина, соціальний захист)	відсутня	відсутня	-
Видатки на соціальну сферу (медицина, соціальний захист)	2 010 500,00	2 732 511,70	https://zmr.gov.ua/documents/rs_20377_08.pdf https://zmr.gov.ua/documents/rs_35527_08.PDF
Витрати на реалізацію Програма розвитку	-	-	-
Загальні доходи	70 075 400,00	98 089 113,36	https://zmr.gov.ua/documents/rs_20377_08.pdf https://zmr.gov.ua/documents/rs_35527_08.PDF
Трансферти з обласного бюджету в місто/ТГ	1 165 400,00	1 216 100,00	https://zmr.gov.ua/documents/rs_20377_08.pdf https://zmr.gov.ua/documents/rs_35527_08.PDF
Субвенції соціального характеру	немає	немає	-
Власні доходи населеного пункту /ТГ	34 030 500,00	64 351 023,50	https://zmr.gov.ua/documents/rs_20377_08.pdf https://zmr.gov.ua/documents/rs_35527_08.PDF
Залучені кошти від проєктів (міжнародна технічна допомога, спільна робота з громадськими об'єднаннями)	-	-	-

2.2 Відображення космічних знімків в QGIS

Після відкриття космічного зображення різних каналів в ГІС можна спостерігати територію досліджень та геооб'єкти на ній з різної точки деталізації та візуального представлення (Рис. 2.1-2.2).



Рис.2.1 Відображення космічного знімку супутника Sentinel у природних кольорах для території Заставнівської міської громади.

На даному рисунку відображено реалістичні зображення по космічному знімку супутника Sentinel у природних кольорах для території Заставнівської міської громади. Скрипт Оптимізовані природні кольори використовує червоні, зелені та сині спектральні смуги видимого світла у відповідних каналах червоного, зеленого та синього кольорів, у результаті чого створюється продукт із природними кольорами, який представляє Землю такою, якою її бачать люди. У візуалізації використовується затінення світлих ділянок і покращується контрастність і яскравість кольорів за рахунок незначного підвищення контрастності та насиченості.

Композит короткохвильового інфрачервоного діапазону (SWIR). Дані, отримані в короткохвильовому інфрачервоному діапазоні (SWIR) можуть допомогти вченим оцінити вміст води в рослинах та ґрунті, оскільки вода

поглинає хвилі SWIR. Короткохвильові інфрачервоні канали (канал - це певний діапазон електромагнітного спектра; сенсор супутника може формувати зображення поверхні Землі в різних каналах) також можуть використовуватися для розрізнення типів хмар (водяні хмари та крижані хмари), снігу та льоду, які у видимому діапазоні виглядають білими. У цьому композиті рослинність представлена у відтінках зеленого, ґрунт та забудовані території – у різних відтінках коричневого, а вода відображається чорною. Нещодавно згорілі землі відображаються у каналах SWIR, тому їх можна використовувати для картування руйнівних наслідків пожеж. Кожен тип гірських порід по-різному відбиває короткохвильове інфрачервоне світло, що дозволяє складати геологічні карти, порівнюючи відбите світло SWIR.

Класифікація сцени. Класифікація сцени була розроблена для розрізнення між хмарними, прозорими та водними пікселями даних Sentinel-2 та є результатом роботи алгоритму класифікації сцени ЄКА. Представлено 12 різних класифікацій, у тому числі класи хмар, рослинності, ґрунтів/пустелі, води та снігу. Це не карта класифікації ґрунтово-рослинного покриву у класичному розумінні.

Нормалізований диференційний індекс води (NDWI). Нормалізований диференційний індекс води є найбільш прийнятним індексом для картографування водних об'єктів. Водні об'єкти мають значення більше 0,5. Рослинність характеризується меншими значеннями. Штучні об'єкти мають додатні значення від нуля до 0,2.



SWIR



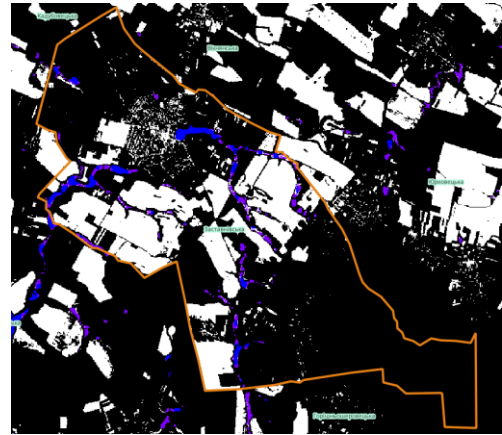
NDWI



NDSI



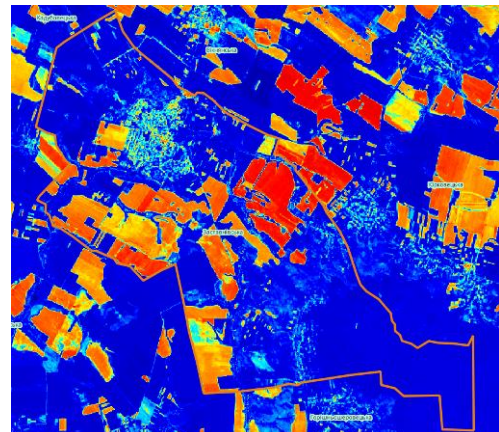
False color (urban)



Scene classification map



NDVI



NDMI



False color

Рис. 2.2 Відображення різних каналів космічного знімку супутника Sentinel для Заставнівської міської громади

Нормалізований диференційний вегетаційний індекс (NDVI). Нормалізований диференційний вегетаційний індекс є простим, але ефективним показником для кількісної оцінки зеленої біомаси. Це показник стану здоров'я рослинності, який базується на тому, як рослини відбивають хвилі світла певної довжини. Діапазон значень NDVI становить від -1 до 1. Від'ємні значення NDVI (значення, що наближаються до -1) означають наближення до води. Значення, близькі до нуля (від -0,1 до 0,1), зазвичай означають розташування на оголених ділянках скель, піску або снігу. Низькі додатні значення характерні для чагарників і лук (приблизно від 0,2 до 0,4), тоді як високі значення характерні для рослинності помірних і тропічних лісів (значення наближені до 1).

Нормалізований диференційний індекс снігу (Normalised Difference Snow Index (NDSI)). Нормалізований диференційний індекс снігу в Sentinel-2 можна використовувати для розрізнення хмарного та снігового покриву, оскільки сніг поглинає короткохвильове інфрачервоне випромінювання, але відбиває видиме світло, тоді як хмари зазвичай відбивають обидві довжини хвиль. Сніговий покрив відображається яскраво-синім кольором.

Нормалізований диференційний індекс вологості (NDMI). Нормалізований диференційний індекс вологості (NDMI) використовується для визначення вмісту води в рослинності та моніторингу посухи. Діапазон значень NDMI становить від -1 до 1. Від'ємні значення NDMI (значення, що наближаються до -1) відповідають відкритому ґрунту. Значення близькі до нуля (від -0,2 до 0,4) зазвичай позначають водний стрес. Високі додатні значення відповідають високому рослинному покриву, що не зазнає водного стресу (приблизно від 0,4 до 1).

Композит урбанізованих територій в штучних кольорах. Цей композит використовується для точнішого представлення урбанізованих територій. Рослинність відображається у відтінках зеленого, а урбанізовані території - у білому, сірому чи фіолетовому кольорах. Ґрунт, пісок і мінерали відображаються різними кольорами. Сніг і крига представлені темно-синіми,

а вода - чорним або синім кольорами. Затоплені райони відображені темно-синім, майже чорним кольором. Композит використовується для виявлення лісових пожеж та кальдер вулканів, які відображаються у відтінках червоного та жовтого.

Композит штучних кольорів/ У композиті штучних кольорів для отримання зображення Землі використовується принаймні одна довжина хвиль з невидимої частини спектра. Дуже популярним є композит штучних кольорів, який складається з ближнього інфрачервоного, червоного та зеленого каналів (канал - це певний діапазон електромагнітного спектра; сенсор супутника може формувати зображення поверхні Землі в різних каналах).

Композит штучних кольорів найчастіше використовується для оцінки щільності та фізичного стану рослинності, оскільки рослини відбивають хвилі близького інфрачервоного та зеленого діапазону, а поглинають - червоного. Міста та відкритий ґрунт відображаються сірим або коричневим кольором, а вода - блакитним або чорним.

Висновки до розділу 2. Заставнівська міська громада має компактну територію площею 75,8 км² із чітко визначеними межами, що дозволяє застосовувати супутникові дані для детального моніторингу землекористування.

Дані Sentinel-2, отримані через Copernicus Browser, забезпечують можливість багатоканальної візуалізації (природні кольори, SWIR, false color), що дозволяє виділяти рослинність, водойми, урбанізовані території та оцінювати їх стан.

Розрахунок спектральних індексів (NDVI, NDWI, NDMI, NDSI) у QGIS є ефективним інструментом для кількісної оцінки рослинності, водного балансу, вмісту вологи та виявлення змін у землекористуванні.

Отримані результати створюють основу для подальшого тематичного дешифрування, складання карт землекористування та прийняття рішень щодо розвитку території громади.

РОЗДІЛ III. ВЕКТОРИЗАЦІЯ КАТЕГОРІЙ ЗЕМЕЛЬ ТЕРИТОРІЇ ДОСЛІДЖЕННЯ В ГІС.

3.1 Візуалізація геооснови та меж для території громади, що досліджується в QGIS

Для запуску QGIS, нами використано меню Пуск на Робочому столі. Крім створених векторних об'єктів, які заплановано створити за допомогою оцифрування космічного знімку ми мали змогу загрузити уже створені векторні шари, зокрема меж та кордонів адміністративно-територіальних одиниць України згідно останньої реформи децентралізації.

Для цього використовуючи кнопку “Завантажити векторний шар”, завантажуюємо вихідний shape-файл. Задаємо при цьому відповідну систему координат як у нашому проєкті (Рис. 3.1).

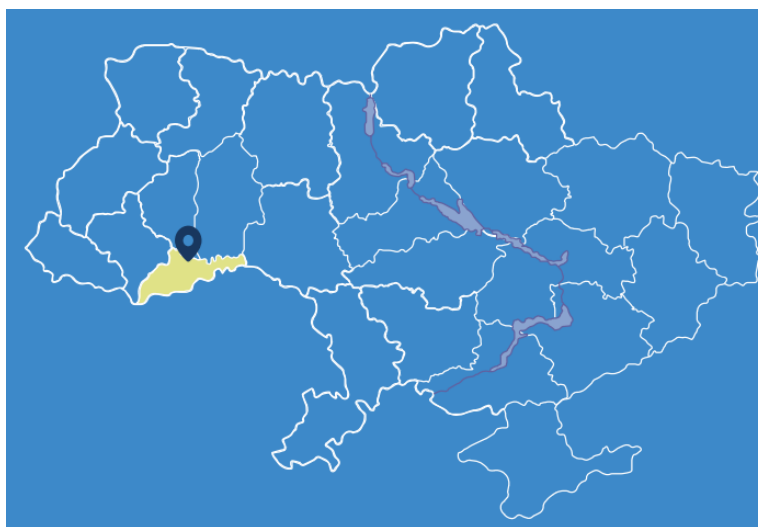


Рис. 3.1 Межі та кордони адміністративно-територіальних одиниць території України

Після завантаження меж та кордонів, потрібно було для візуального представлення залишити лише досліджувану Заставнівську міську територіальну громаду, для цього було здійснено виокремлення окремих об'єктів.

Так як кожна стрічка в таблиці відповідає одному об'єкту на карті і відображає його атрибути у стовпчиках то у таблиці можна здійснювати пошук об'єктів, виділяти їх, переміщувати і редагувати.

Кожен рядок у таблиці відповідає певному об'єкту на карті та містить його характеристики, розподілені за стовпцями. У цій таблиці можна здійснювати пошук, редагування, переміщення та виділення об'єктів.

Об'єкти в атрибутивній таблиці можна виділяти різними способами, залежно від потреб користувача. Виділений рядок містить усі параметри відповідного об'єкта шару. Будь-які зміни у виборі об'єктів через головне меню карти автоматично відображаються в таблиці атрибутів, і навпаки: вибір у таблиці спричиняє відповідні зміни у вікні карти. Таким чином, якщо користувач змінює виділення об'єкта в таблиці, це впливає і на відображення даних у головному меню карти.

Для вибору окремого рядка достатньо натиснути на його номер, розташований поруч із курсором (див. рис. 3.2).

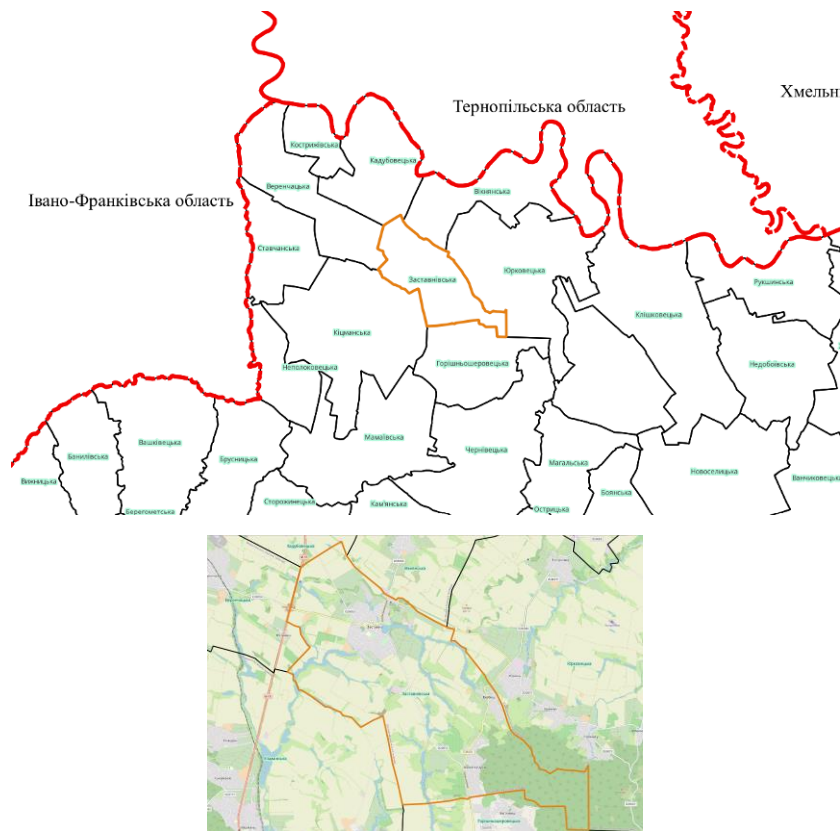


Рис. 3.2 Візуалізація території Заставнівської міської громади в ГІС QGIS

Декілька стрічок можна виділити, утримуючи клавішу Ctrl. Також можна виконати наскрізне виділення: утримуючи клавішу Shift, треба вибрати декілька стрічок, натискаючи на їхні номери. Усі стрічки між обраними положеннями курсора будуть виділені.

Щоб додати share-файл, необхідно обрати “ШАР – Додати шар”. З’явиться нове діалогове вікно. У розділі “тип джерела” необхідно обрати файл і натиснути кнопку огляд, при цьому з’явиться стандартний діалог відкриття файла, який даватиме змогу обрати і додати необхідний share-файл.

Випадаюче меню типів файлів Тип файлів даватиме змогу фільтрувати файли з форматами, що підтримує бібліотека QGIS. Для обраного share-файла слід вказати кодування атрибутивних даних, задати систему координат, можна задавати тип і характеристику окремих атрибутів, після цього натиснути кнопку ОК.

Вибір share-файла зі списку і натиснення кнопки Додати дає змогу завантажити файл в QGIS.

Таким чином можна створювати векторні шари: точкові – для відображення пунктів ДГМ, окремих об’єктів невеликих; лінійних – для візуалізації автомобільних, залізничних доріг, річок, струмків, ліній електропередач, меж та кордонів; полігональних – рослинності, земельних ділянок, будівель, кварталів, річок значної ширини, ставків тощо.

Увімкнені шари геооснови в QGIS: космічні знімки, топооснова, карти Google тощо дозволяють досить швидко та ефектно візуалізувати растрову основу. Проте, не оновленість інформації та геооб’єктів, що тут відображена не дозволяє об’єктивно оцінити, дешифрувати геооб’єкти станом на сьогоднішній день. Відсутність інформації, щодо року чи окремого періоду року відображення растру підвищує суб’єктивність проведених досліджень.

Враховуючи зазначене необхідно імпортувати космічні знімки з відкритих джерел інформації. Це можуть бути дані OSM, EO Browser, Earth Explorer або ж з Copernicus Browser.

У роботі вдалось зробити попереднє. На рисунку 3.3 видно накладення геооснови у вигляді космічного знімку на дані з OSM та межами адміністративного утворення – Заставнівської територіальної громади. Дане завдання вдалось здійснити завдяки оверлейному аналізу програмного продукту QGIS.



Рис. 3.3 Результат оверлейного аналізу растрово-векторних даних в QGIS для території Заставнівської територіальної громади.

3.2 Створення основних векторизованих геооб'єктів в QGIS.

Для проведення дешифрування території досліджень було імпортовано дані із супутникових знімків з геопорталу Copernicus Browser.

Таким чином растрова інформація була імпортована до програмного продукту ГІС, після чого почато дешифрування зображення.

Крім імпортованих меж, здійснено оцифрування геооб'єктів по космознімках середньої роздільної здатності у вигляді окремих тематичних шарів. Проведено пошарове перетворення зображення у векторне.

Під час дослідження розпочато дешифрування елементів водних об'єктів території Заставнівської міської територіальної громади в ГІС.

Проаналізувавши візуальне представлення території досліджень за допомогою різних каналів космічного знімку Sentinel вирішено було як

геооснову для дешифрування використовувати нормалізований диференційний індекс води (NDWI). Нормалізований диференційний індекс води є найбільш прийнятним індексом для картографування водних об'єктів. Водні об'єкти мають значення більше 0,5. Рослинність характеризується меншими значеннями. Штучні об'єкти мають додатні значення від нуля до 0,2 (Рис. 3.4).



Рис. 3.4 Візуалізація території Заставнівської громади на космічному знімку Sentinel у комбінації каналів використовуючи нормалізований диференційний індекс води (NDWI)

Також для дешифрування водних об'єктів використано космічний знімок у природних кольорах. Під час векторизації створено як лінійні – річки, струмки, канали, дренажні системи, а також полігональні геометричні утворення – ставки та озера (Рис. 3.5).

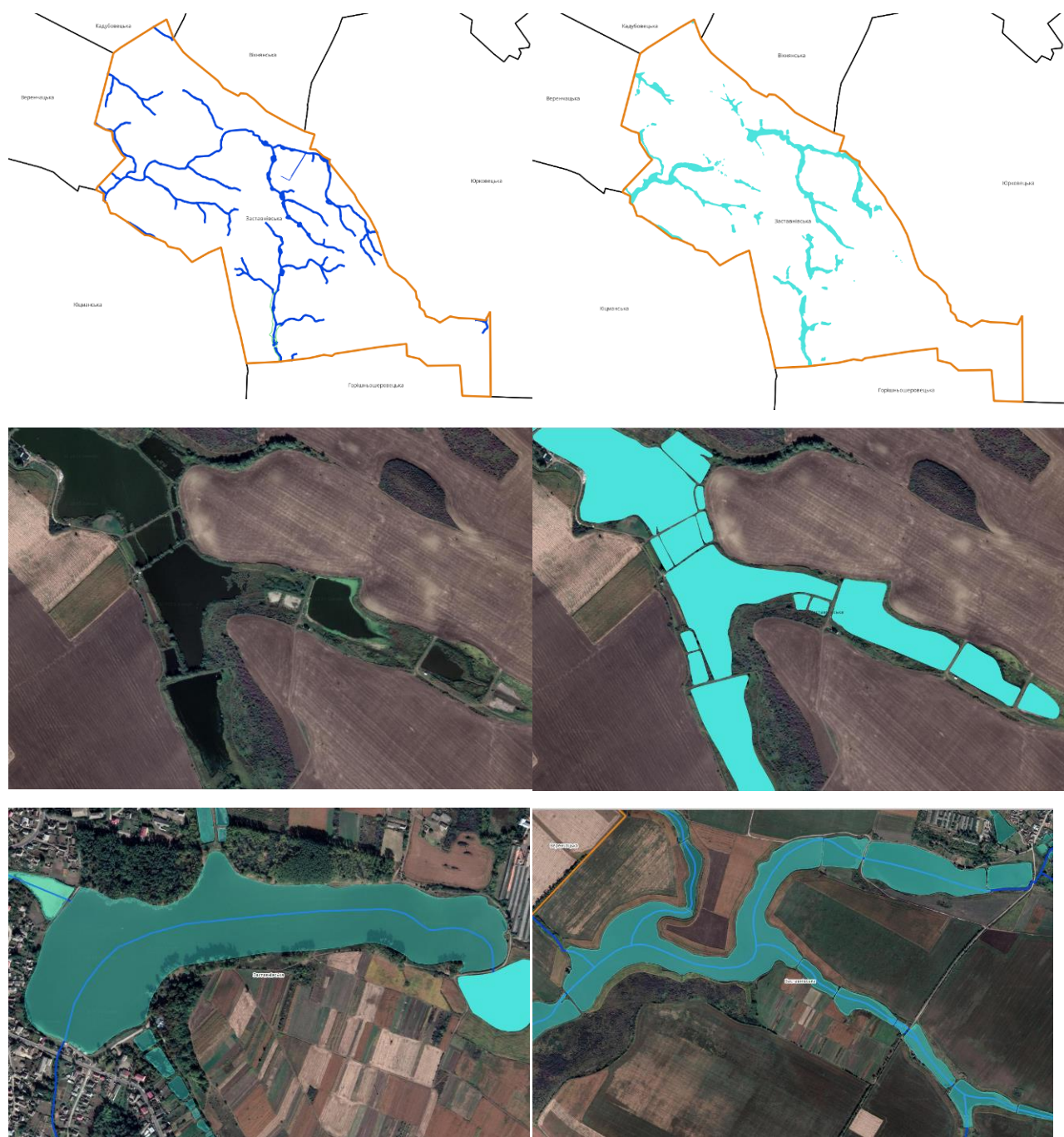


Рис.3.5 Векторизовані водні об'єкти Заставнівської міської територіальної громади (зліва – річки, струмки; справа - ставки)

Окрім того, в південній частині громади на захід від с. Малий Кучурів виявлено водні канали на берегах річки Шубранець (Рис. 3.6 А). У східній частині громади існує водний дренаж – на схід від міста Заставна (Рис. 3.6 Б). Також дешифровано водно-болотні угіддя та ставки.



Рис. 3.6 Дешифрування водних каналів і водного дренажу території Заставнівської громади.

За допомогою інструментів для створення векторизованих об'єктів проведено дешифрування території з виділенням по космознімку точкових об'єктів, що вказують на розташування населених пунктів територіальної громади. Для окремих сільських населених пунктів здійснено також оцифрування будинків (Рис. 3.7-3.8). За допомогою налаштувань утворено атрибутивну характеристику у вигляді підписів населених пунктів. Як полігональні об'єкти візуалізовано на карті межі сільських і міської рад.



Рис. 3.7 Векторизовані будівлі центральної частини м.Заставна в QGIS.

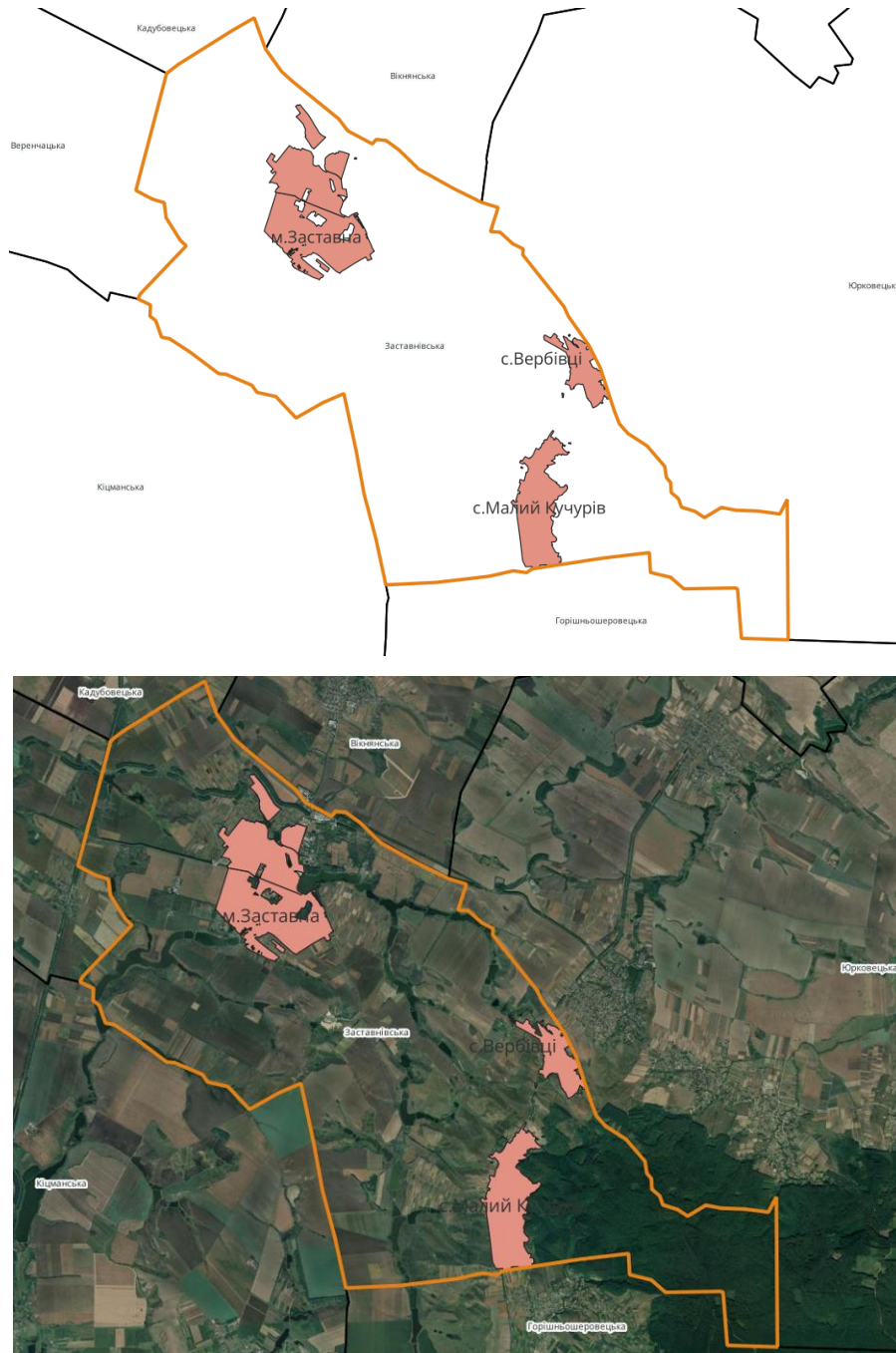


Рис. 3.8 Векторизовані населені пункти для території Заставнівської територіальної громади

Враховуючи, що як основа для топографічного та геодезичного знімання повинні слугувати пункти ДГМ, здійснено аналіз просторових особливостей розташування пунктів державної геодезичної мережі для території громади (Рис.3.9). Як видно з картосхеми, у межах території

досліджень розташовано по 1 пункту ДГМ 2-го класу (Якубович) і розрядної геодезичної мережі (Вербка). Хоча в безпосередній близькості знаходяться ще пункт ДГМ 2-го класу (Васловівці) та пункт 3-го класу (Яблунівка), а також 1 пункт розрядної геодезичної мережі (Товтри). Геодезичне забезпечення для території громади не відповідає вимогам, особливо для ділянок під населеними пунктами. Найменші відстані до населених пунктів становлять 2.1-2.3 км.

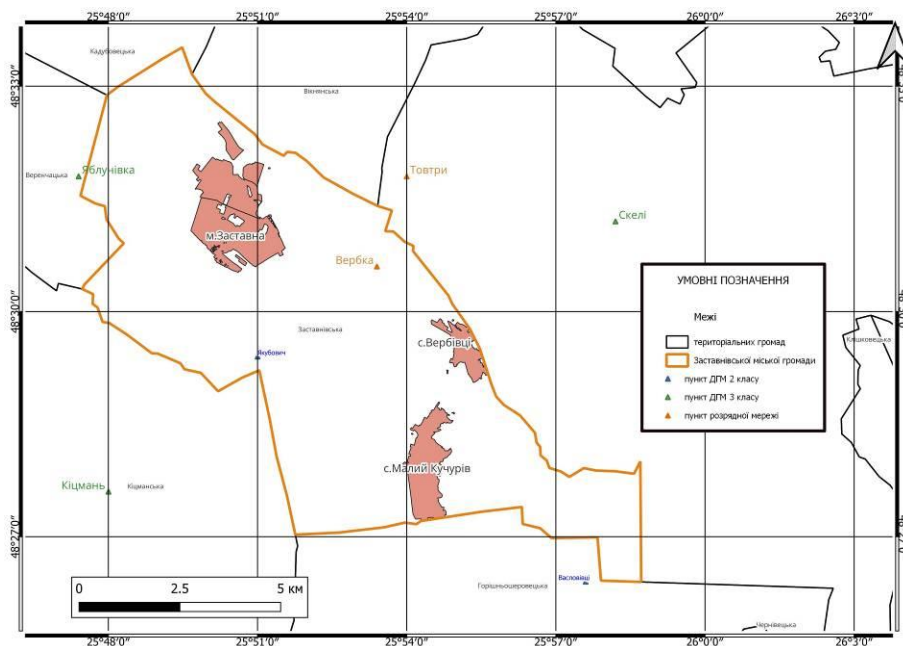


Рис. 3.9 Картосхема просторового поширення пунктів ДГМ для території Заставнівської територіальної громади

Окремими векторизованими лінійними геооб'єктами були утворені дороги. Дешифрування космознімку дозволило виділити декілька категорій для доріг, а саме: пішохідні доріжки, підїзди до житла, вторинні дороги, дороги для обслуговування, сільсько-лісогосподарські та некласифіковані дороги. Як видно з рисунка найбільше скупчення доріг різного призначення спостерігається біля населених пунктів Заставнівської територіальної громади.

Якщо потрібно здійснити вимірювання довжини лінійних об'єктів і записати їх значення у окремий атрибут, то необхідно для лінійного об'єкту

через калькулятор поля у вікні задання формули вказати - $\$length$, а також, якщо необхідно критерії заокруглення - $round(\$length,2)$. Враховуючи зазначене розраховано загальну довжину доріг Заставнівської територіальної громади. Показник загальної протяжності становить майже 580 км (Рис. 3.10-3.11).

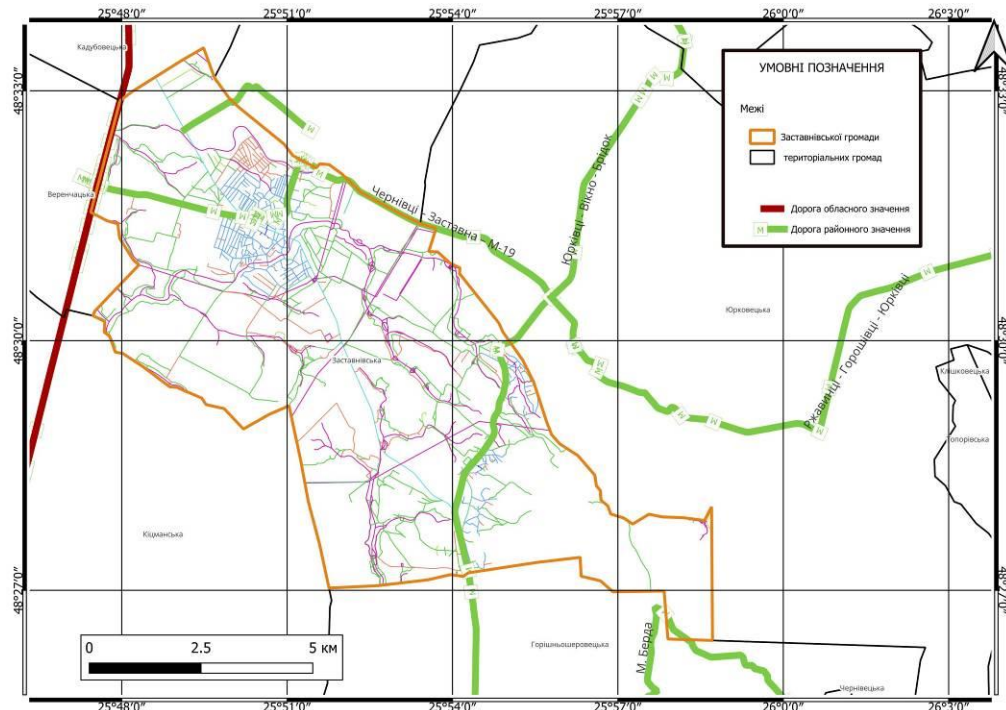


Рис. 3.10 Картосхема просторового поширення доріг різних категорій призначення для території Заставнівської територіальної громади

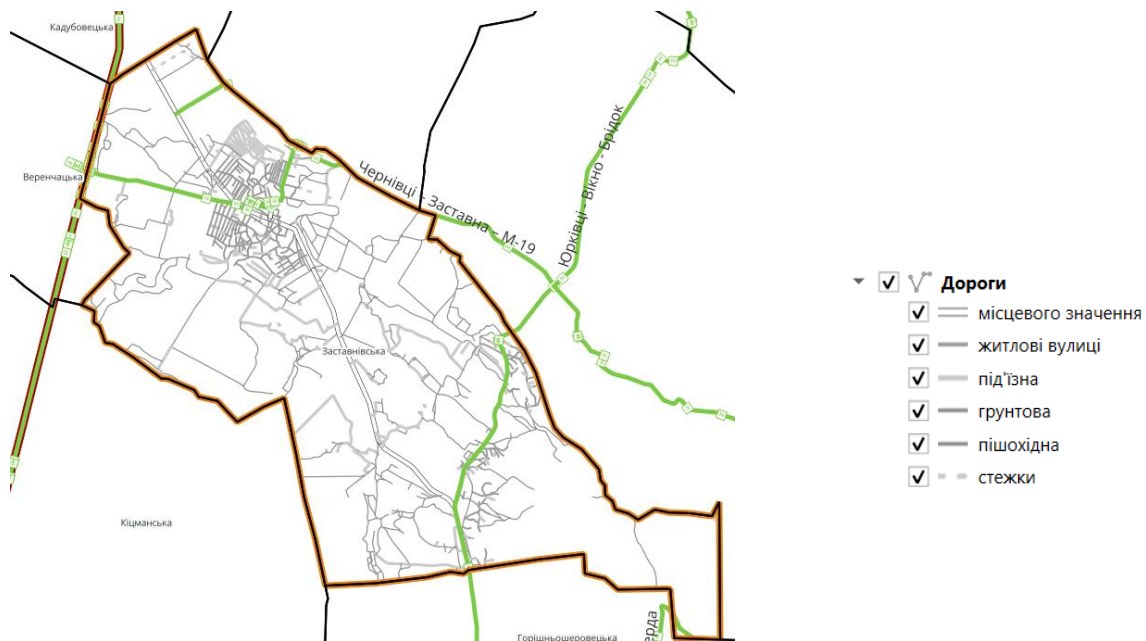


Рис.3.11 Редагування шару "Дороги" в ГІС QGIS

Окрім виявлених векторизованих лінійних об'єктів на території громади вдалось віддишифрувати лінійні об'єкти у вигляді ліній електропередач (ЛЕП) (Рис.3.12). Атрибутивна характеристика дозволила виділити опори високовольтної ЛЕП, порталні опори, опори низьковольтної мережі

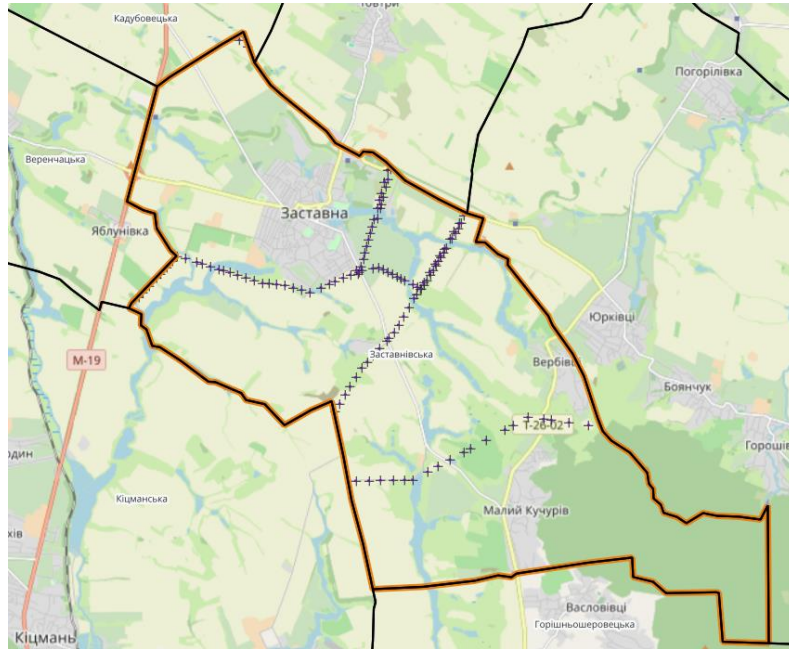


Рис.3.12 Векторизовані ЛЕП Заставнівської громади

Проаналізувавши утворену попередньо картосхему просторового розташування доріг, а також дані, щодо проходження головних автобусних маршрутів (дані зібрані особисто автором з Заставнівської ТГ) було створено окрему картосхему розташування головних автобусних маршрутів для території територіальної громади.

Таким чином, завдяки функціональним можливостям QGIS, а саме створенню та налаштуванню макету карти створено картосхему з усіма векторизованими лінійними об'єктами Заставнівської громади (Рис.3.13).

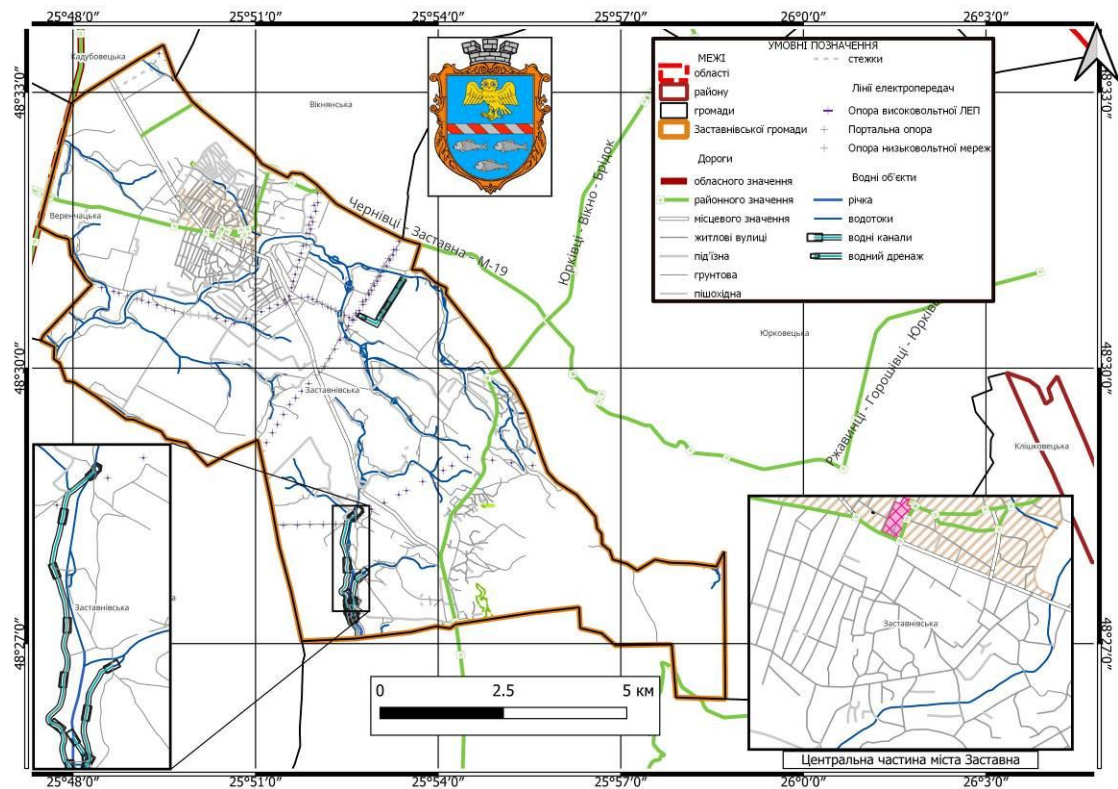


Рис.3.13 Картосхема векторизованих лінійних об'єктів в QGIS Заставнівської громади

3.3 Просторовий розподіл сучасних земельних ресурсів.

В роботі здійснено дешифрування земельних ресурсів по космічному знімку для території Заставнівської територіальної громади. Векторизуючи земельні ресурси проведено класифікацію та виокремлення їх групи. В межах населених пунктів векторизовано полігональні об'єкти під житловою забудовою, фермерськими господарствами, територіями промислових підприємств, під релігійними об'єктами, сміттєзвалищами, кладовищами, території рекреації також векторизовано окремі будинки житлової забудови та іншого функціонального призначення (школи), стадіони. В межах громади дешифровано земельні ресурси під ріллею, землями сільськогосподарського використання та під присадибними ділянками, багаторічними насадженнями, пасовищами та сіножаттями, території під лісовою рослинністю.

Запропоновану класифікацію використано із відомого джерела – геопорталу OpenStreetMap, що також використовувався при аналізі

земельних ресурсів території громади у вигляді геооснови (Рис.3.14).

Для позначення умовними знаками векторизованих геооб'єктів використано Національний стандарт України ДСТУ Б Б.1.1-17:2013 Умовні позначення графічних документів містобудівної документації. Цей стандарт установлює основні умовні позначення графічних документів, які входять до складу містобудівної документації, що розробляється на державному, регіональному та місцевому рівнях відповідно до Закону України "Про регулювання містобудівної діяльності" та державних будівельних норм. Він розроблений Державним підприємством "Український науково-дослідний і проектний інститут цивільного будівництва" (ДП "УКРНДПЦИВІЛЬБУД"), ТК 314 "Планування територій та населених лунктів", ПК 2 "Планування сільських територій". Цей стандарт згідно з ДБН А. 1.1-1-93 належить до комплексу нормативних документів Б.1.1 "Система містобудівної документації"

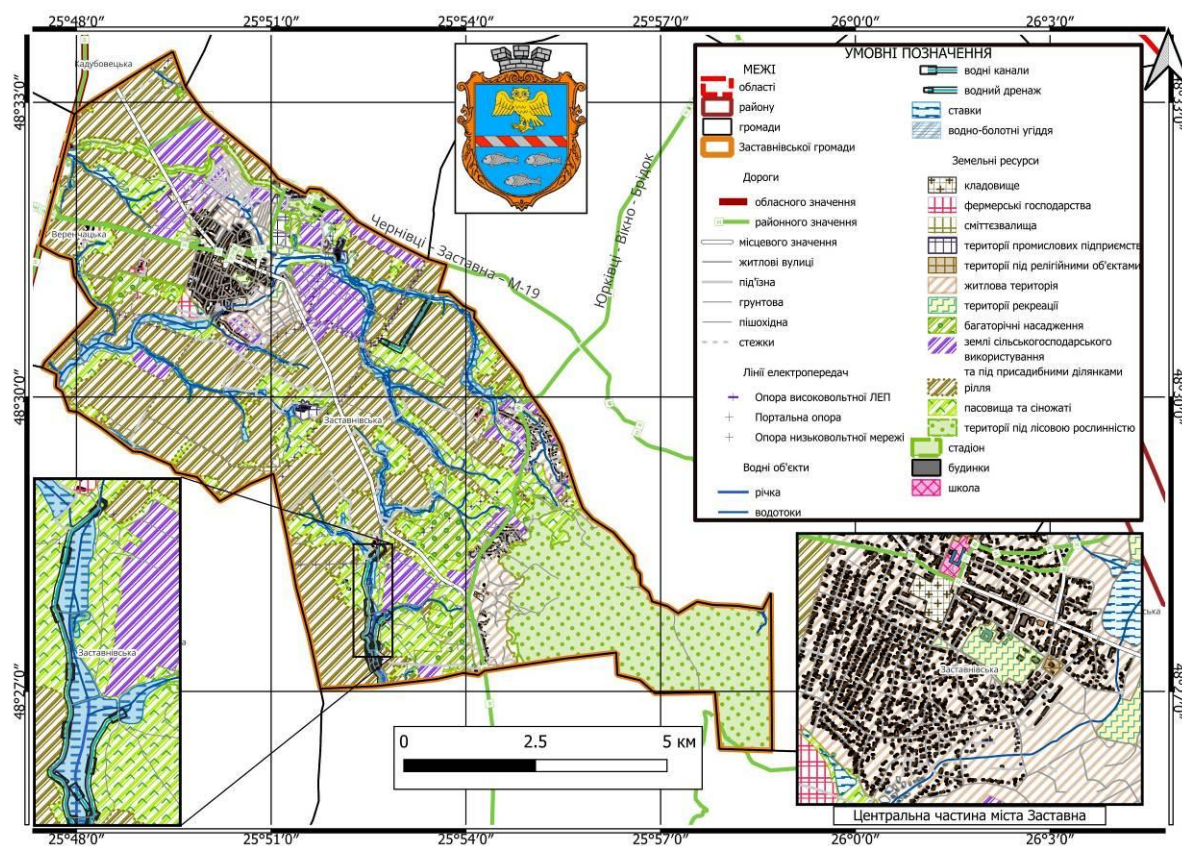


Рис. 3.14 Просторовий розподіл земельних ресурсів Заставнівської громади

Функціональні можливості ГІС QGIS дозволяють здійснити визначення статистичних характеристик утворених векторних геооб'єктів – довжин та площі, що й було здійснено для території Заставнівської міської територіальної громади у даному дослідженні.

У даній роботі для нових векторних геооб'єктів доцільно створити як атрибут нове поле і вказати йому ім'я – area (оскільки важливе визначення площі для полігональних об'єктів), у полі тип – обрано десяткове число. Після цього з'явиться нове поле у вигляді колонки або рядка. Вгорі вікна потрібно обрати нове поле, через діалогове вікно виразу обрати Геометрія – \$area (двічі мишкою), у полі введення формули ввести – $\$area / 1000\ 000$ та вибрати – оновити все. Це робиться для того, щоб атрибутивна характеристика візуально показувала площу в км². Якщо потрібно, щоб відображалась інформація в гектарах, то формула повинна бути - $\$area / 10\ 000$. Досить часто потрібно заокруглити значення, для цього потрібно прописати наступне: $\text{round} (\$area / 10\ 000,2)$. Це дозволить заокруглити значення до двох знаків після коми.

Для визначення периметру полігону, у вікні задання формули вписуємо - \$perimeter. Щодо заокруглень, то можна здійснити попередні дії.

Якщо потрібно здійснити вимірювання довжини лінійних об'єктів (річок та струмків) і записати їх значення у окремий атрибут, то необхідно для лінійного об'єкту через калькулятор поля у вікні задання формули вказати - \$length, а також, якщо необхідно критерії заокруглення - $\text{round} (\$length,2)$.

Після відповідних налаштувань можна обрати інструмент з головної панелі інструментів  (Визначити об'єкти) та окреслити курсором мишки територію, що дасть можливість у результатах спостерігати атрибутивні дані, в тому числі з новим атрибутивним полем.

Таким чином встановлено, що кількість полігональних об'єктів становить понад 4100 одиниць. Загальна кількість векторизованих лінійних об'єктів складає понад 1800 одиниць.

Окрім візуального представлення інформації, щодо векторизованих даних земельних ресурсів Заставнівської громади здійснено визначення кількісних показників. Створено окремий атрибут для всіх геооб'єктів – площу ділянки. Через калькулятор поля визначено автоматично їх розміри (Табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Площа ділянок земельних ресурсів Заставнівської територіальної громади

№	Категорія земельних ресурсів	Площа, км ²
1	землі сільськогосподарського використання та присадибні ділянки	11,11
2	кладовища	0,206
3	орні землі	29,08
4	території під лісовою рослинністю	16,14
5	багаторічні насадження	4,08
6	землі промисловості	0,91
7	сміттєзвалища	0,09
8	пасовища та сіножаті	3,27
9	території під фермерськими господарствами	0,35
10	рекреаційні території	0,03
11	землі під релігійними об'єктами	0,03
12	озера, ставки	2,68
13	житлова територія	7,74
	Всього	75,8

Серед представлених категорій земельних ресурсів найбільші за площею виділяються ділянки з орними землями – 29,08 км². Просторове поширення показує розташування цих категорій земель по всій території дослідження окрім південно-східної частини громади, де присутні землі під

лісовою рослинністю, що займають площу 16,14 км². Біля населених пунктів розташовані землі під багаторічними насадженнями на площі 4,08 км² та землі сільськогосподарського використання та під присадибними ділянками площею 11,11 км². Розривчасто по всій території громади існують ділянки під пасовищами та сіножаттями загальною площею 3,27 км². Крім того, на території громади існує значна кількість ставків і озер загальною площею 2,68 км².

Аналіз дешифрування показав, що на території досліджень знаходиться 7,74 км² ділянок категорії земель під житловою забудовою. В межах останніх полігональних об'єктів виділено ділянки під кладовищами 0,2 км², сміттєзвалищами 0,09 км², рекреаційними територіями 0,03 км², під релігійними об'єктами 0,03 км². Поблизу міста Заставна знаходяться декілька ділянок під фермерськими господарствами на площі 0,35 км² та під промисловими об'єктами площею 0,91 км² (Рис.3.15).

Загальний показник площі усіх виділених категорій земельних ресурсів становить 75,76 км² враховуючи загальну площу Заставнівської громади з офіційного сайту 75,81 км². Останнє порівняння говорить про досить хороші показники точності векторизованих геооб'єктів.

На території громади розташовані об'єкти ПЗФ (Рис. 3.16). Просторове поширення показує розміщення в східній частині Регіонального ландшафтного парку місцевого значення “Чернівецький”, що межує з Юрковецькою територіальною громадою. Основне завдання – збереження природного ландшафту, охорона рідкісної флори та фауни. Також існує парк-пам'ятка садово-паркового мистецтва “Заставнівський”, що знаходиться в центральній частині м.Заставна. Дендрологічний парк “Заставнянський” перебуває в центральній частині адміністративного центру. Заповідне урочище "Берда". Тут знаходиться найвища вершина рівнинної (східноєвропейської) частини України. Висота становить – 515,7 м. над рівнем моря.



Рис.3.15 Просторовий розподіл земельних ресурсів Заставнівської громади на космознімку

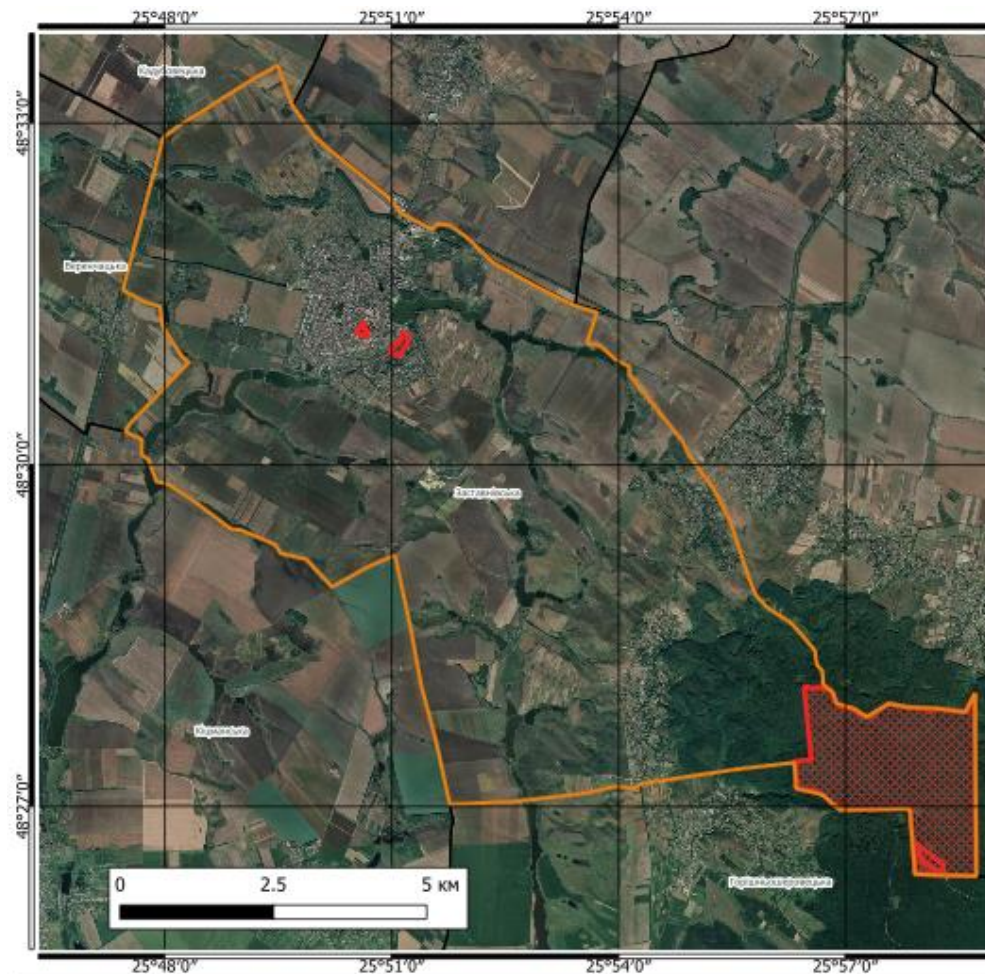


Рис.3.16 Виявлені об'єкти ПЗФ на території громади

Висновки до розділу 3. У результаті виконаних робіт у середовищі QGIS було здійснено завантаження вихідних векторних та растрових даних, їх обробку, оверлейний аналіз та векторизацію основних геооб'єктів території Заставнівської міської територіальної громади. Побудовані тематичні шари (дороги, водні об'єкти, будівлі, межі адміністративних одиниць, ЛЕП) та проведено дешифрування категорій земель за матеріалами космічних знімків. Виконано розрахунок площ та довжин для полігональних та лінійних об'єктів, результати яких узгоджуються з офіційними даними. Отримані картосхеми можуть слугувати базовою геоінформаційною основою для подальших досліджень і планування територіального розвитку громади.

ВИСНОВКИ

1. У дипломній роботі проаналізовано особливості використання геопорталів, що містять дані ДЗЗ у вигляді космічних знімків. Також встановлено зв'язок використання таких геопорталів та програмного забезпечення ГІС для цілей дешифрування території Заставнівської громади. З'ясували теоретичні основи аналізу космічних знімків з різних геопорталів, що дають безкоштовний доступ до імпорту знімків. Розглянуто більш детально методи імпортування космознімків об'єкту досліджень з Copernicus Browser. Здійснено установку параметрів порталу для отримання космознімків, а саме: параметри обмеження часового діапазону шуканих даних, налагодження видачі результатів, характеристику хмарного покриття. Проаналізовано структуру набору даних архіву матеріалів Sentinel, описано джерела даних, список результатів пошуку та інструменти перегляду і замовлення матеріалів.

2. Здійснено експортування та відображення космічного знімку в QGIS. Встановлено, що розпакований архів знімка вміщує декілька сцен, а через додаткові установочні плагіни є можливість здійснювати різний аналіз території досліджень через окремі канали знімків. Утворено синтез зображення різними каналами. В ГІС – продукт QGIS вдалось імпортувати дані ДЗЗ та по окремих візуалізованих зображеннях космознімку супутника Sentinel здійснити дешифрування геооб'єктів для території Заставнівської міської територіальної громади.

3. Створено та візуалізовано геооснову території дослідження у середовищі QGIS з використанням космічних знімків та відкритих векторних даних (межі адміністративно-територіальних одиниць, дані OSM, Copernicus Browser). Здійснено векторизацію геооб'єктів: точкових (пункти ДГМ, населені пункти, окремі будівлі); лінійних (дороги різних категорій, водні об'єкти, ЛЕП); полігональних (житлова забудова, промислові та рекреаційні території, ліси, рілля, пасовища, ставки, кладовища тощо). Виконано дешифрування космічних знімків із застосуванням індексів (зокрема NDWI)

та виявлено водні об'єкти, водно-болотні угіддя, канали й дренажні системи. Проведено класифікацію доріг за функціональним призначенням (пішохідні доріжки, під'їзні, вторинні, сервісні, сільсько-господарські, некласифіковані), що дозволило створити тематичний шар транспортної мережі громади.

4. Здійснено вимірювання кількісних характеристик (довжини та площі) об'єктів за допомогою калькулятора полів QGIS. Визначено, що загальна протяжність доріг у межах громади становить близько 580 км, а площа векторизованих земельних ресурсів – 75,8 км², що практично збігається з офіційними даними (75,81 км²). Виявлено особливості геодезичного забезпечення та визначено просторовий розподіл сучасних земельних ресурсів: найбільшу площу займають орні землі (29,08 км²) та ліси (16,14 км²). Виявлено та векторизовано об'єкти природно-заповідного фонду (Регіональний ландшафтний парк «Чернівецький», парк-пам'ятка садово-паркового мистецтва «Заставнівський», дендропарк «Заставнянський», заповідне урочище «Берда»).

5. Завдяки використанню ГІС QGIS та даних з відкритих джерел (OSM, Copernicus Browser, EO Browser) вдалося створити комплексну картографічну основу Заставнівської міської територіальної громади, векторизувати основні геооб'єкти та провести їх кількісний аналіз. Отримані результати підтверджують ефективність застосування сучасних геоінформаційних технологій для просторового аналізу, планування використання земель і моніторингу територій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Брезіцький Е.Ю., Мосов С.П., Тарасов В.М., Чорнокнижний О.А., Куковський С.А., Географічні інформаційні системи: Підручник. К.: НАОУ, 2005. 240 с
2. Бузіна І.М., Литвиненко Ю.О. Структура картографічних ГІС. Матеріали підсумкової наук. конф. ПВС, аспірантів і здобувачів ХНАУ (23–24 березня 2016). Х.:ХНАУ, 2016. С. 25–26.
3. Геодинамічне районування території Київської області з використанням космічних знімків (для аналізу полігонів захоронення відходів) [Готинян В. С., Арістов М. В., Томченко О. В., Миколенко Л. І.]. К. : ДНВЦ «Природа». Режим доступу до ресурсу: <http://www.pryroda.gov.ua/index.php?newsid=57>
4. Геоінформаційне картографування в Україні: концептуальні основи і напрями розвитку. За ред. Л. Г. Руденка Київ : Наукова думка, 2011. 102 с.
5. Гетьман В.І. Основні Завдання і проблеми розвитку екотуризму в національних природних парках і біосферних заповідниках України. Краєзнавство. Географія. Туризм. 2002. № 35. С. 4–8.
6. Децентралізація та ефективне місцеве самоврядування : [навчальний посібник для посадовців органів влади та фахівців з розвитку місцевого самоврядування]. К. : ПРООН/МПВСР, 2016. 269 с.
7. Доманська М. В. Ідентифікація несанкціонованих звалищ побутових відходів за матеріалами ДЗЗ Часопис картографії, 2013. Вип. 7. С. 114–126.
8. Карпінський Ю. Лященко. К. Стратегія формування національної інфраструктури геопросторових даних в Україні: НДІГК, 2006. 107 с.
9. Кучма Т. Л. Картографування нафтових розливів у Чорному та Азовському морях за даними дистанційного зондування Землі //Вісн.геодез. та картогр. 2006. № 2. С. 26–29.
10. Козаченко Т. І., Курач Т. М. Геоінформаційне картографування

науки та інноваційної діяльності в Україні Вісн. геодезії та картографії. 2004. №3. С. 32-43.

11. Колишко Р.А. Децентралізація публічної влади: історія та сучасні тенденції розвитку. Вісник КНУ. Серія «Міжн. відн.». 2015. Вип. 27. С. 198.

12. Линьов К.О. Децентралізація та лінійність у державному управлінні : автореф. дис. канд. наук з держ. упр. К., 2015. 210 с.

13. Мінченко Р.М. Проблеми децентралізації державної влади і їх взаємодія з місцевим самоврядуванням в Україні. Держава і право. № 39. с. 452.

14. Скрипник Я.П. Основи геоінформаційних технологій. Методичні вказівки та завдання до практичних і лабораторних робіт. Чернівці: Рута, 2004. 44с.

15. Bondarenko E.L., Shevchenko V. O., Ostrouh V. I. (2005). Geoinformation bases of eco-geographical mapping. Kyiv: Fitosotsiotsentr. [In Ukrainian]. Київ: Фітосоціоцентр, 2005. 116 с.

16. OpenStreetMap [Електронний ресурс] — Режим доступу до ресурсу: <https://www.openstreetmap.org>