

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ
МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМ. С.З. ГЖИЦЬКОГО
ФАКУЛЬТЕТ ЗЕМЛЕВПОРЯДКУВАННЯ ТА ІНФРАСТРУКТУРНОГО
РОЗВИТКУ
КАФЕДРА ГЕОДЕЗІЇ ТА ГЕОІНФОРМАТИКИ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

освітнього ступеня «Бакалавр» на тему:

**ЗАСТОСУВАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ДЛЯ АНАЛІЗУ
ЛІСОВИХ РЕСУРСІВ КОСІВСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ
ІВАНО-ФРАНКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Виконала: студентка групи ЗВ-41
Спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій»
Сав'юк В.В.
Науковий керівник: Куліковська О.Є.

Дубляни 2025

УДК 332.3

Застосування геоінформаційних систем для аналізу лісових ресурсів Косівської територіальної громади Івано-Франківської області. Сав'юк В. В. Кваліфікаційна робота. Кафедра геодезії та геоінформатики. Дубляни, Львівський НУВМБ ім. С.З. Гжицького, 2025. 42 с. текст. част., 2 табл., 16 джерел.

Висвітлено науково-практичні аспекти застосування геоінформаційних систем для аналізу лісових ресурсів Косівської територіальної громади Івано-Франківської області.

Здійснено просторовий аналіз структури лісового покриття на основі супутникових знімків Sentinel-1 із використанням програмного забезпечення QGIS і веб-платформ дистанційного зондування Землі.

Площа об'єкта дослідження становить 34819 га, з них більшість займають буково-ялинові насадження, характерні для гірської частини Українських Карпат. Результати дослідження дозволили визначити видовий склад лісів та окреслити перспективні напрями для удосконалення екологічного моніторингу на рівні громади.

Виходячи з результатів аналізу отриманих даних, ці дані можуть бути використані для підтримки прийняття рішень у сфері сталого природокористування та охорони навколишнього середовища.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ЗАСТОСУВАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ДЛЯ АНАЛІЗУ ЛІСОВИХ РЕСУРСІВ	8
1.1. Теоретичні основи функціонування географічних інформаційних систем	8
1.2. Інструментальне забезпечення ГІС, що використовують в лісовому господарстві	13
1.3. Напрямки використання ГІС в лісовому господарстві.....	15
2. АНАЛІЗ РЕСУРСІВ КОСІВСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ ФРАНКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	17
2.1. Аналіз земельних ресурсів.....	17
2.2. Моніторинг земельних відносин.....	19
2.3. Аналіз лісових ресурсів... ..	20
3. РЕЗУЛЬТАТ ЗАСТОСУВАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ДЛЯ АНАЛІЗУ ЛІСОВИХ РЕСУРСІВ КОСІВСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ ФРАНКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	24
3.1. Обробка супутникових знімків для об'єкта дослідження.....	24
3.2. Застосування радарних даних для аналізу лісових ресурсів Косівської територіальної громади Франківської області	28
3.3. Застосування даних дистанційного зондування Землі для моніторингу за станом лісових ресурсів.....	34
4. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА	36
5. ОХОРОНА ПРАЦІ	38
ВИСНОВКИ.....	40
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	42

ВСТУП

Лісові ресурси відіграють ключову роль у забезпеченні екологічної стабільності та соціально-економічного розвитку територій. Для Косівської територіальної громади, розташованої в Івано-Франківській області, ліси є не тільки природним ресурсом, а й одним із головних чинників, які впливають на якість життя місцевого населення. Вони виконують функцію регулювання клімату та захисту ґрунтів, збереження біорізноманіття та забезпечення робочих місць у сфері лісового господарства. Але в сучасних умовах інтенсивна (в тому числі нелегальна) експлуатація природних ресурсів, ерозія ґрунтів, зменшення площі лісових масивів, становлять серйозну загрозу для екосистем Карпат.

Така ситуація вимагає використання сучасних інструментів, що дозволяють здійснювати ефективний моніторинг стану лісових ресурсів та їх раціонального використання. Геоінформаційні системи (ГІС) є одним із найбільш перспективних інструментів для досягнення цієї мети. Поєднуючи просторовий аналіз, супутникові дані та спеціалізоване програмне забезпечення, ГІС дозволяють створювати інтерактивні карти, моделювати складні природні процеси та приймати обґрунтовані управлінські рішення.

Останні дослідження підтверджують, що використання ГІС у лісовому господарстві може значно підвищити ефективність управління природними ресурсами. Такі технології використовуються по всьому світу для моніторингу динаміки лісових масивів, прогнозування антропогенного впливу, оцінки природних небезпек та розробки заходів із відновлення лісів. Україна, а особливо її гірські регіони, є місцем, де ГІС необхідно інтегрувати в управління лісами, оскільки моніторинг класичними методами тут ускладнений через несприятливі природні умови. Зокрема, для Косівської громади геоінформаційні системи відкривають перспективи збереження та охорони лісових ресурсів, які є основою екологічної рівноваги в регіоні.

Тема дослідження також стосується планетарних викликів сучасності, таких як боротьба із глобальним потеплінням та деградацією природних екосистем. Косівська громада, як частина Карпатського регіону, розташована у зоні підвищеної екологічної вразливості з активним людським впливом та загостренням кліматичних змін. Вирішення цих питань потребує комплексного підходу, який враховуватиме як екологічні, так і соціально-економічні фактори. Геоінформаційні системи стали незамінним інструментом у лісовому господарстві, дозволяючи аналізувати як екологічні, так і соціальні фактори в управлінських комплексах.

У даній роботі розглядаються можливості застосування ГІС для аналізу та управління лісовими ресурсами Косівської територіальної громади. Використовуючи сучасні цифрові інструменти, проведено аналіз стану лісових масивів громади, виявлено основні екологічні проблеми, пов'язані з їх використанням, та запропоновано практичні рекомендації для раціонального управління лісами.

Результати можуть бути корисними не лише для вирішення локальних проблем Косівської громади, але й для розробки ефективних стратегій управління природними ресурсами в усьому Карпатському регіоні, що й зумовлює важливість дослідження. Унікальність роботи полягає у використанні інноваційного підходу до моніторингу та оцінки стану лісів, який дозволяє об'єднати екологічні, технологічні та управлінські аспекти в єдину концепцію.

Таким чином, дипломна робота є спробою інтегрувати сучасні досягнення геоінформаційних технологій у практику управління лісовими ресурсами, що сприятиме сталому розвитку Косівської громади та збереженню її природного потенціалу.

1. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ЗАСТОСУВАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ДЛЯ АНАЛІЗУ ЛІСОВИХ РЕСУРСІВ

1.1 Теоретичні основи функціонування географічних інформаційних систем

Географічна інформаційна система (абр. ГІС) — це сучасна комп'ютерна технологія, яка дає змогу пов'язати модель території (електронне відображення карт, схем, космо-, аерозображень земної поверхні) з табличною інформацією (різноманітні статистичні дані, списки, економічні показники та інше). Окрім цього, геоінформаційну систему визначають як систему управління просторовими даними та асоційованими з ними атрибутами. Детальніше, це комп'ютерна система, що дозволяє користуватись, зберігати, редагувати, аналізувати та візуалізувати географічні дані [1].

Компоненти ГІС – це складові системи, які визначено на основі певних характеристик або їх сукупності, що сприймаються як єдине ціле. До них належать: інформаційне забезпечення, апаратне забезпечення, програмне забезпечення, кадрове забезпечення, функціональне забезпечення [2].

Інформаційне забезпечення ГІС – це просторова інформація, закодована у відповідний спосіб, тобто пов'язана з розташуванням об'єкта. Просторові дані складаються з цифрових зображень реальних, дискретних просторових об'єктів (процесів, явищ, подій).

У більшості випадків, найбільш складною частиною у процесі постачання даних для ГІС вважається прив'язка цих даних до місцеположення об'єкта – процес, який називається геокодуванням або геоприв'язкою.

При роботі в ГІС з об'єктами, які розміщені в географічному просторі, їхнє положення може бути описане через:

1. географічну прив'язку (територіальний принцип: континент, країна, місто). В цьому випадку геоприв'язка визначається територією;

2. адресну прив'язки (країна, індекс, вулиця, дім, поверх, корпус, квартира або кадастровий номер об'єкта);
3. координатну прив'язку (градуси, мінути, секунди) іноді з позначенням висоти;
4. атрибутивну прив'язку (праворуч від вокзалу, напроти виходу, біля церкви, північніше західної околиці села Вербовець, збоку від заправки, на 40 кілометрі траси Е-90, в горах та інше) [2].

Елемент, який вказує на місцезнаходження об'єкта, називається геокодом.

Однотипні дані в ГІС утворюють тематичний шар даних, або оверлей (overlay – покриття, тема). Звідси виникла шарова, або пошарова, організація даних в ГІС. Комбінуючи тематичні шари та їх порядок, можна формувати тематичні карти та здобувати нові знання [2].

Апаратне забезпечення – це комп'ютер із встановленою ГІС, а також набір периферійних пристроїв для вводу та виводу інформації. ГІС працюють на різних типах апаратних комп'ютерних платформ – від централізованих серверів до персональних або комп'ютерів, об'єднаних у мережу [2].

Програмне забезпечення – це комплекс взаємопов'язаних програмних модулів, які забезпечують функціональність ГІС (введення, збереження, обробка, аналіз та візуалізація даних, а також підтримка прийняття рішень) та безпосереднє керування ГІС у цілому.

Кадрове забезпечення ГІС включає кваліфікованих технічних фахівців, які розробляють і підтримують системи, створюють та керують даними, а також кінцевих користувачів, які застосовують їх у повсякденній роботі. Ефективність ГІС залежить від кадрового забезпечення [2].

Функціональне забезпечення – методологічна база, закладена в ГІС.

Сучасні ГІС включають інструменти розробки, які дозволяють розширювати функціонал та трансформувати універсальні ГІС у спеціалізовані системи для конкретних галузей, сфер знання, робочих колективів.

Просторова (картографічна) інформація прийнято вважати основою інформаційного блоку ГІС, тому способи її формалізації стали найважливішою складовою технології географічних інформаційних систем. Просторова інформація ГІС охоплює метричну частину, яка описує просторові властивості об'єктів, а також пов'язані з нею змістовні (семантичні, тематичні) атрибути, або просто «атрибути», як їх прийнято називати в англійськомовній науковій літературі.

Сучасні технології внесення просторових даних у комп'ютер, їх інтерпретації та збереження передбачають поелементний розподіл змісту існуючих карт. Для введення, наприклад, топографічної карти необхідно розділити її на шари («теми») однорідної інформації, які містять відомості про рельєф, гідрографічну мережу, населені пункти, дорожню мережу, адміністративні межі тощо. Просторові дані вносяться та зберігаються в комп'ютері у формалізованому вигляді [3].

Наразі використовують два основних методи формалізації просторових даних – растровий та векторний, які відповідають двом принципово різним способам опису (моделям) просторових даних. У першому способі просторова інформація співвідноситься з комірками регулярної сітки як з елементами території (растрове подання), у другому – застосовується система елементарних графічних об'єктів, положення котрих у просторі визначається з допомогою координат (векторне подання). Вибір способу формалізації визначається багатьма факторами, серед яких характер просторової інформації, джерело отримання даних, специфіка розв'язуваних завдань, ємність вільної комп'ютерної пам'яті, швидкодія комп'ютера та інші [3].

Растровий спосіб формалізації просторових даних має два різновиди – регулярні мережі (grid cells) і власне растровий (raster), які суттєво не відрізняються, адже обидва ґрунтуються на формалізації просторової інформації за комірками (cells) регулярної мережі, що повністю покриває територію. У кожній комірці цієї мережі дані представлені одним числом [3].

Під методом регулярних мереж розуміють ручний метод оцифрування просторових даних шляхом осереднення або узагальнення значень елемента, який оцифровується, у кожному квадраті сітки. Це може бути середнє значення висоти місцевості, довжини гідрографічної мережі, концентрації забруднювача, переважаючого різновиду ґрунтового покриття, який історично передував автоматичним методам растеризації просторової інформації, але застосовується й досі [3].

Растровий спосіб, або растрова модель, формалізації просторових даних у найпростішому випадку відображає просторові об'єкти як мозаїку, яка повністю покриває територію. Цю мозаїку й називають растром. Кожен елемент растра – чарунка (комірка) растра або піксель (від англ. pixel, скорочення від picture element – елемент зображення).

Найчастіше застосовують комірки квадратної форми, хоча досить широко відомі комірки трикутної та шестикутної форм. Трикутна мозаїка гнучкіша, ніж чотирикутна, і, в принципі краще підходить для моделювання тривимірних поверхонь. Шестикутна ж мозаїка (з комірками, які представлені рівними правильними шестикутниками) приваблива тим, що всі сусідні комірки є еквідистантними, тобто відстань між центрами всіх сусідніх комірок однакова, чого не можна сказати про квадратні, а тим більше прямокутні комірки растра [3].

Загалом вчені виділяють три основні етапи розвитку геоінформаційних систем. Перші геоінформаційні системи розроблено наприкінці 1950-1960-х роках у Західній Європі, США та Канаді. Це був перший етап розвитку ГІС. До низки головних здобутків цього періоду в теорії ГІС можна зарахувати визначення принципів можливостей геоінформаційних систем, в практичній сфері – розробку перших ГІС. Розробка перших ГІС стала результатом бажання застосувати унікальні та зростаючі можливості ЕОМ, які виникли на початку 50-х років XX ст., для збереження й застосування великою кількістю накопиченої на той час

різноманітної інформації про природні, соціально-економічні умови та територіальні ресурси [4].

Наступним етапом розвитку ГІС став період з початку 1970-х до початку 1980-х років. Проектування геоінформаційних систем виявилось занадто витратним, через те зросла роль фінансування державою геоінформаційних проектів. У цей час було створено безліч комп'ютерних систем та програм, створення і поширення яких сприяли монополізації досліджень в напрямку ГІС-технологій. Тісне об'єднання міждисциплінарних досліджень, їх спрямованість на вирішення складових завдань, споріднених із територіальним плануванням, управлінням та проектуванням, привели до виробництва інтегрованих ГІС, які характеризувалися універсальністю. Якщо перший етап розвитку геоінформаційних систем багато хто називає піонерним, то другий – етапом державних ініціатив [4].

Третій період розвитку ГІС почався в 1980-х роках та триває по теперішній час. Основною рисою етапу став стрімкий розвиток корпоративних і розподілених геоданих на основі комерціалізації геоінформаційних технологій, інтеграції ГІС із системами керування баз даних, а також розробки мережових додатків. Для 80-х років ХХ ст. притаманне збільшення політичного, комерційного та наукового інтересу до ГІС. Це в свою чергу призвело до посилення конкуренції, і як наслідок – активного розвитку досліджень та вдосконалення. Почалися процеси глобалізації геоінформаційної інфраструктури. Багато фахівців називають цей етап користувацьким, коли конкуренція призводить до того, що головну роль на ринку починає грати покупець, його вподобання та потреби. Велику роль в активізації розробки геоінформаційних технологій зіграла поява безкоштовних ГІС [4].

1.2 Інструментальне забезпечення ГІС, що використовують в лісовому господарстві

У сучасних умовах ефективне управління лісовими ресурсами було б неможливим без використання сучасних цифрових технологій, серед яких важливу роль відіграють географічні інформаційні системи (ГІС). Ліси виконують важливі екологічні, економічні та соціальні функції, такі як регулювання клімату, збереження біорізноманіття, запобігання ерозії ґрунтів, а також є джерелом деревини та інших природних ресурсів. Водночас лісові екосистеми зазнають значного впливу антропогенної діяльності, зміни клімату, незаконних рубок і стихійних лих, таких як пожежі та шкідники.

ГІС поєднують картографічні, супутникові та статистичні дані, щоб забезпечити комплексний аналіз стану лісів та виявити динаміку їхніх змін. Це дозволяє точно ідентифікувати вирубані площі, прогнозувати ризики ерозії, відстежувати поширення хворіб дерев та оцінювати ефективність заходів з лісовідновлення. Використання ГІС також може допомогти покращити адміністративну спроможність управління лісовим господарством, виявити незаконні рубки та розробити ефективні стратегії збереження лісового фонду. Значення ГІС у лісовому господарстві постійно зростає, оскільки традиційні методи моніторингу (польові обстеження, паперова документація) є неефективними, трудомісткими і не дають своєчасної інформації. Завдяки автоматизованому збору та обробці даних ГІС дозволяє оперативно приймати рішення щодо управління лісовим господарством, зменшує негативний вплив людської діяльності та сприяє впровадженню принципів сталого розвитку. Таким чином, використання ГІС у лісовому господарстві є не тільки корисним, але й необхідним інструментом для ефективного управління природними ресурсами, що відповідає сучасним вимогам екологічної безпеки та економічної раціональності.

Одним із ключових компонентів інструментального забезпечення ГІС є супутникові технології. Зокрема, супутники програми Sentinel (Copernicus) забезпечують високоякісні знімки, які використовуються для моніторингу лісових ресурсів, оцінки їхнього стану та виявлення змін, таких як вирубка або деградація лісового покриву. Наприклад, супутник Sentinel-2 дозволяє здійснювати аналіз здоров'я лісів за допомогою спектральних індексів. Також супутники Landsat, що належать NASA, надають довготривалі дані дистанційного зондування, які використовуються для створення карт лісів, оцінки змін лісового покриву у часі та вивчення впливу кліматичних змін. Для збору детальних даних про стан лісових ділянок застосовуються дрони, оснащені камерами високої роздільної здатності. Вони дозволяють здійснювати аналіз місцевості, оцінювати стан дерев, виявляти зони ураження шкідниками, а також виконувати точне картографування складних ділянок. Використання дронів значно підвищує ефективність збору даних, особливо у важкодоступних місцях. Ще одним важливим інструментом є польові комп'ютери, такі як Leica Zeno CS25. Ці пристрої дозволяють інтегрувати дані, отримані з супутників і дронів, обробляти інформацію безпосередньо в польових умовах, створювати тематичні карти, вимірювати площі та відстані. Завдяки їхній мобільності й високій продуктивності польові комп'ютери є незамінними для роботи в реальному часі. Для обробки й аналізу даних широко використовується спеціалізоване програмне забезпечення Field Map, яке дозволяє створювати карти, проводити детальний аналіз лісових ресурсів та готувати дані для управлінських рішень. Усі ці інструменти забезпечують комплексний підхід до управління лісовими ресурсами, сприяють збереженню екології та поліпшенню ефективності роботи лісового господарства [5].

1.3 Напрямки використання ГІС в лісовому господарстві

Геоінформаційні системи (ГІС) відкривають широкі можливості для ефективного управління лісовими ресурсами завдяки їхнім функціональним можливостям з аналізу, візуалізації та обробки просторових даних. Основні напрямки використання ГІС у лісовому господарстві включають моніторинг змін лісового покриття, оцінку екологічного стану лісів, планування лісогосподарських заходів, прогнозування ризиків, інвентаризацію лісових ресурсів та управління природоохоронними територіями.

Одним із важливих напрямків є моніторинг змін лісового покриття, який забезпечується через аналіз даних дистанційного зондування. ГІС дозволяють виявляти вирубки, деградацію лісів, їхнє відновлення, а також оцінювати вплив природних і антропогенних факторів на лісові екосистеми [5].

Оцінка екологічного стану лісів здійснюється за допомогою спектральних індексів і аналізу даних з супутників та дронів. Це дає можливість виявляти уражені зони, оцінювати здоров'я дерев та проводити заходи для відновлення екосистем.

ГІС активно використовуються для планування лісогосподарських заходів, таких як оптимізація лісозаготівлі, визначення найбільш підходящих ділянок для заліснення та рекреаційного використання. Це сприяє раціональному управлінню лісами та забезпеченню їхнього сталого розвитку.

Ще один напрямок – прогнозування ризиків, які можуть загрожувати лісовим екосистемам. Використання ГІС дозволяє аналізувати ризики пожеж, ерозії ґрунтів, зміни клімату та планувати заходи для їхньої мінімізації [6].

Для забезпечення ефективного обліку лісів ГІС використовуються для інвентаризації лісових ресурсів. На основі просторових даних створюються бази інформації про види дерев, їхній вік, висоту та стан. Це забезпечує точний контроль за використанням лісових територій [6].

Останнім важливим напрямком є управління природоохоронними територіями. ГІС дозволяють визначати межі зон, аналізувати їхній стан, планувати заходи для збереження біорізноманіття та екологічної стабільності.

Таким чином, використання ГІС у лісовому господарстві забезпечує комплексний підхід до управління лісовими ресурсами, сприяючи збереженню екології та поліпшенню ефективності господарської діяльності.

2. АНАЛІЗ РЕСУРСІВ КОСІВСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ ФРАНКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

2.1 Аналіз земельних ресурсів

Косівська територіальна громада розташована у мальовничому регіоні Івано-Франківської області, де переважають природні ландшафти, зокрема ліси. Загальна площа земельного фонду громади становить 34,819.2115 га, що дорівнює 100% її території. У таблиці 1 наведено дані про розподіл земель за категоріями [7].

Таблиця 1 – розподіл земель Косівської ТГ за категоріями

Категорія земель	Площа, га	%
Ліси	18869,1602	54,19
Інше	6468,6674	18,58
Сільськогосподарські землі	6376,7438	18,31
Забудовані землі	2814,1550	8,08
Землі водного фонду	251,9517	0,72
Землі рекреації	38,5334	0,11
Землі громади	34819,2115	100,0

У структурі земельного фонду громади переважають ліси, а також наявні сільськогосподарські, забудовані землі, землі водного фонду та інші категорії. Ліси складають найбільшу частку земельного фонду громади, яка становить 18,869.1602 га, що дорівнює 54.19% від загальної площі. Такий значний відсоток лісів свідчить про суттєвий природний потенціал регіону. Лісові масиви є важливим екологічним компонентом, відіграючи ключову роль у забезпеченні екосистемної рівноваги та сприяючи розвитку рекреаційного потенціалу громади. Сільськогосподарські угіддя займають площу 6,376.7438 га (18.31%). Це

підкреслює вагомe значення аграрного сектору в економіці громади. Ці землі використовуються для вирощування сільськогосподарських культур і ведення тваринництва, що слугує основою забезпечення продовольчої безпеки регіону. Площа забудованих земель становить 2,814.1550 га, що дорівнює 8.08% від загальної площі громади. Ця категорія включає житлові, промислові та комунальні території. Їхня частка свідчить про помірний розвиток інфраструктури та збалансоване використання земельного фонду. Землі водного фонду охоплюють 251.9517 га (0.72%). Хоча їхня частка незначна, вони мають велике значення для підтримання гідрологічного балансу громади, забезпечення водопостачання та збереження водних екосистем. Площа земель рекреації становить лише 38.5334 га (0.11%). Невелика частка цих земель свідчить про недостатній рівень розвитку туристичної інфраструктури, що відкриває перспективи для розширення сфери рекреації та туризму. До категорії "інше" належить 6,468.6674 га земель (18.58%). Ця частка охоплює території, які не входять до визначених категорій земель. До цієї групи входять резервні території або ділянки з невизначеним правовим статусом, які мають потенціал для подальшого використання [7].

Отже, аналіз структури земельного фонду Косівської територіальної громади показує домінування лісових ресурсів, які є основою екологічного балансу регіону. Водночас значна частка сільськогосподарських земель підкреслює роль аграрного сектору, а наявність земель категорії "інше" вказує на можливості подальшого розвитку. Для більш ефективного використання земель громади важливо приділити увагу розвитку рекреаційної інфраструктури та оптимізації використання невизначених земель.

2.2 Моніторинг земельних відносин

Публічний моніторинг земельних відносин — комплексна система спостережень, аналізу, збору, збереження, узагальнення та оприлюднення відомостей про володіння, використання і розпорядження земельними ділянками [8].

Особливу роль у цьому процесі відіграє використання геоінформаційних систем та електронних сервісів, таких як Публічна кадастрова карта України, портал Держгеокадастру, Портал відкритих даних Дія тощо.

Законодавчі основи моніторингу земель закладені у Земельному кодексі України (Глава 33), Законі України «Про державний земельний кадастр» та Законі України «Про землеустрій». У цих законах визначено обов’язок органів виконавчої влади та місцевого самоврядування здійснювати контроль за дотриманням земельного законодавства та використовувати публічно доступну інформацію для прийняття управлінських рішень. Окрему увагу приділено оновленню інформації про межі громад, межі земельних ділянок, а також фактичне землекористування [9].

Згідно із Законом України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо особливостей регулювання земельних відносин в умовах воєнного стану» від 9 червня 2022 року, під час воєнного стану діють певні особливості передачі земельних ділянок державної, комунальної власності в оренду без проведення земельних торгів. Така передача в оренду земельних ділянок може здійснюватися для розміщення виробничих потужностей, підприємств, переміщених (евакуйованих) із зони бойових дій, у тому числі тих, які мають стратегічне значення для економіки та безпеки держави. На час воєнного стану діє спрощений порядок встановлення та зміни цільового призначення земельної ділянки для цілей переміщення виробничих потужностей підприємств, евакуйованих із зони бойових дій, нового будівництва, відбудови будівель для проживання внутрішньо переміщених осіб, об’єктів дорожньо-транспортної

інфраструктури (крім об'єктів дорожнього сервісу), місць тимчасового зберігання відходів від руйнувань, зумовлених бойовими діями, терористичними актами, диверсіями або проведенням робіт з ліквідації їх наслідків, спорудження мереж електропостачання, газорозподільних, водопровідних, теплопровідних, каналізаційних мереж, електронних комунікаційних мереж, об'єктів магістральних газопроводів дозволяється без дотримання правил співвідношення між видом цільового призначення земельної ділянки та видом функціонального призначення території, визначеним відповідною містобудівною документацією без порушення обмежень у використанні земель, вимог нормативно-правових актів, будівельних норм та інших нормативних документів, застосування яких встановлена законодавством [10].

Що стосується Косівської територіальної громади, то моніторинг земельних відносин реалізується, до прикладу, через моніторинг вільних земельних ділянок задля задовільнення потреб інвентаризації. У зв'язку із відсутністю достатнього фінансування, проводиться вибірково. Громада використовує Веб-портал відкритих даних для забезпечення надання доступу до публічної інформації про зміну цільового призначення земельних ділянок, зміну землевласників та ін. Таким чином моніторинг земельних відносин у Косівській ТГ гарантує баланс між ефективним розпорядженням земельними ресурсами, дотриманням законодавчої бази та оперативним пристосуванням до сучасних обставин, зумовлених воєнним станом.

2.3 Аналіз лісових ресурсів

Лісові екосистеми становляться надзвичайно важливий природний ресурс краю, які за своїм призначенням і розташуванням виконують переважно екологічні, водоохоронні, захисні, санітарно-гігієнічні, оздоровчі, рекреаційні, естетичні та інші функції. Через своє географічне положення та обмежене експлуатаційне значення, підлягають державному обліку та охороні [11].

На підставі указу Президента України від 14 травня 2002 року № 456/2002, на території Косівського району було створено Національний природний парк «Гуцульщина» площею 32271 гектар. У межах цієї території 7606 гектарів було передано парку у постійне користування (зокрема 6790 га – землі Кутського ДЛГ та 816 га – землі Косівського РАЛГ). Решта 24665 гектарів стали частиною парку без вилучення у постійних землекористувачів (14772 га – землі Кутського ДЛГ і 9893 га – землі Косівського РАЛГ). Основною метою діяльності парку є охорона, збереження та відновлення лісових екосистем. Це передбачає реалізацію комплексу заходів на відновлення лісових насаджень та забезпечення протипожежної безпеки [12].

У рівнинній частині громади переважають діброви – це мішані буково-ялицево-дубові ліси із такими основними породами, як дуб звичайний та скельний, бук лісовий та ялиця біла. На висотах, вищих за 500 м н. р. м., домінують букові та ялицево-букові ліси з домішкою смереки, де основними породами є бук та ялиця.

Разом з основними лісотвірними породами у насадженнях зустрічається велика кількість супутніх видів дерев та кущів. У рівнинній частині можна побачити ясен, граб, липу, клени гостролистий та явір, осику, березу, вільху чорну. У підліску ростуть ліщина, бузина, калина, верба, горобина та багато інших. Згідно з даними локального моніторингу, кислотність лісових ґрунтів коливається від 3,74 до 4,40. Це характерно для гірських буроземів, які тут переважають, і свідчить про невелике порушення якості місцевих ґрунтів [11].

З метою оцінки лісових ресурсів Косівської територіальної громади було проведено аналіз площі та запасу деревини за основними породами, представленими в регіоні. Оскільки на момент написання роботи актуальних даних про лісовий фонд саме Косівської ТГ не було оприлюднено у відкритих джерелах, у подальшому аналізі використано статистичні дані про лісовий фонд Косівського району за період його функціонування до адміністративної реформи 2020 року.

Враховуючи, що територія Косівської ТГ займає близько 37% колишнього району, наведені нижче показники можна вважати орієнтовними для території громади. Серед основних лісотвірних порід найбільшу площу займає бук (44 %), далі смерека (34 %), значно менше ялиця (7 %), та дуб (6 %) [13].

У таблиці нижче наведено розподіл лісів за породами відповідно до офіційної статистики до 2020 року.

Таблиця 2 – Розподіл лісів Косівського району за породами

№ з/п	Порода	Площа, га	Запас, м
1	Сосна звичайна	293,7	57,68
2	Ялина європейська (смерека)	14118,0	3742,53
3	Ялиця біла	2846,0	883,36
4	Модрина європейська	22,9	5,57
5	Сосна гірська	0,7	0,08
6	Дугласія	5,0	0,87
7	Дуб звичайний	2538,7	439,75
8	Дуб червоний	108,7	20,01
9	Бук лісовий	18328,3	4781,61
10	Граб звичайний	1193,4	121,87
11	Ясен звичайний	21,4	3,22
12	Клен гостролистий	26,0	3,20
13	Явір	18,0	1,78
14	В'яз гірський	1,0	0,05
15	Акація біла	20,3	1,92
16	Черешня	4,3	0,51
17	Береза повисла	342,5	43,37
18	Осика	139,0	18,66
19	Вільха чорна	1089,4	104,24
20	Вільха сіра	81,7	11,77

№ з/п	Порода	Площа, га	Запас, м
21	Липа дрібнолиста	10,0	0,98
22	Тополя	94,0	0,49
23	Верба деревовидна	14,0	0,70
	Разом	41317,0	10244,22

3. РЕЗУЛЬТАТ ЗАСТОСУВАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ДЛЯ АНАЛІЗУ ЛІСОВИХ РЕСУРСІВ КОСІВСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ ФРАНКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

3.1 Обробка супутникових знімків для об'єкта дослідження

Супутникові знімки відіграють ключову роль як джерело просторової інформації для оцінювання стану лісових ресурсів Косівської територіальної громади. Завдяки наявності безкоштовних платформ дистанційного зондування Землі, зокрема таких як SentinelHub, тепер можливо отримати високоякісні знімки. Ці дані дозволяють здійснювати аналіз щільності лісового покриву, виявити ділянки вирубки та фіксувати інші зміни у структурах екосистем.

У процесі даного дослідження для обробки та аналізу супутникових зображень використовувалась геоінформаційна система QGIS. Отже, першим кроком було увімкнення Search QMS (Пошук), після чого у робоче поле додалась нова панель. На цій панелі в рядку пошуку ми ввели “Торомар”, а у списку, який відкрився, обрали OpenToroMap та натиснули Add (Додати). У результаті топографічна карта світу добавилась у проєкт як новий шар, що відображено на рисунку 1.

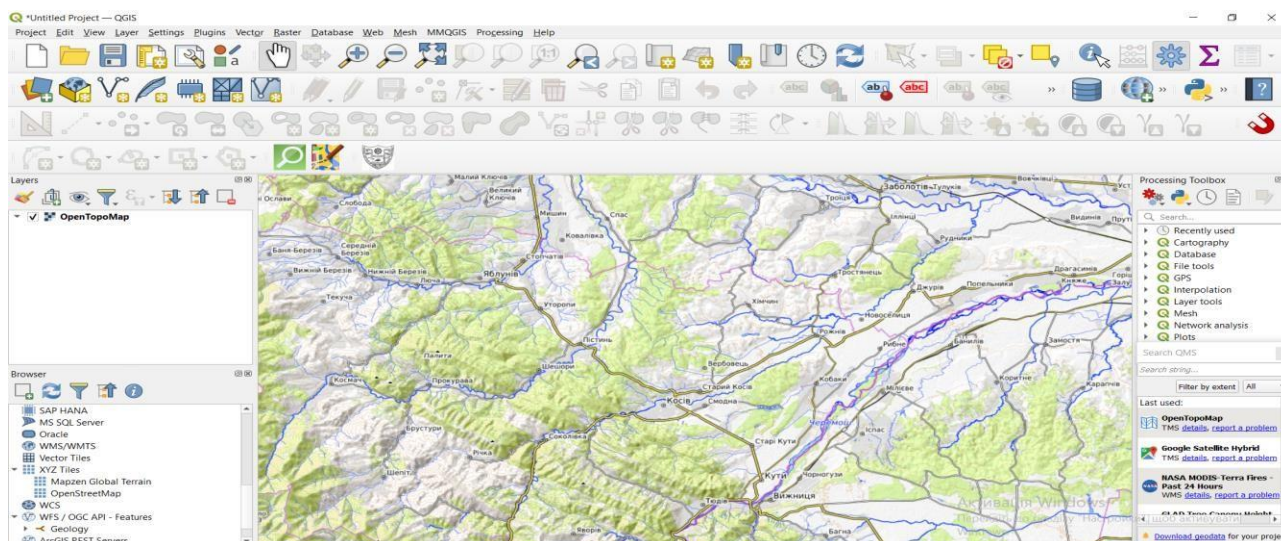


Рисунок 1 – Топографічна карта як новий шар проєкту.

Після цього ми завантажили іншу комбінацію, а саме B12, B8A, B04 (SWIR, Vegetation Red Edge, Red). Вона корисна для дослідження рослинності, бо відбивна здатність у SWIR у більшості зумовлена вмістом води в листі або ґрунті. Нижче послідовно подано відображення комбінацій у вікні системи.

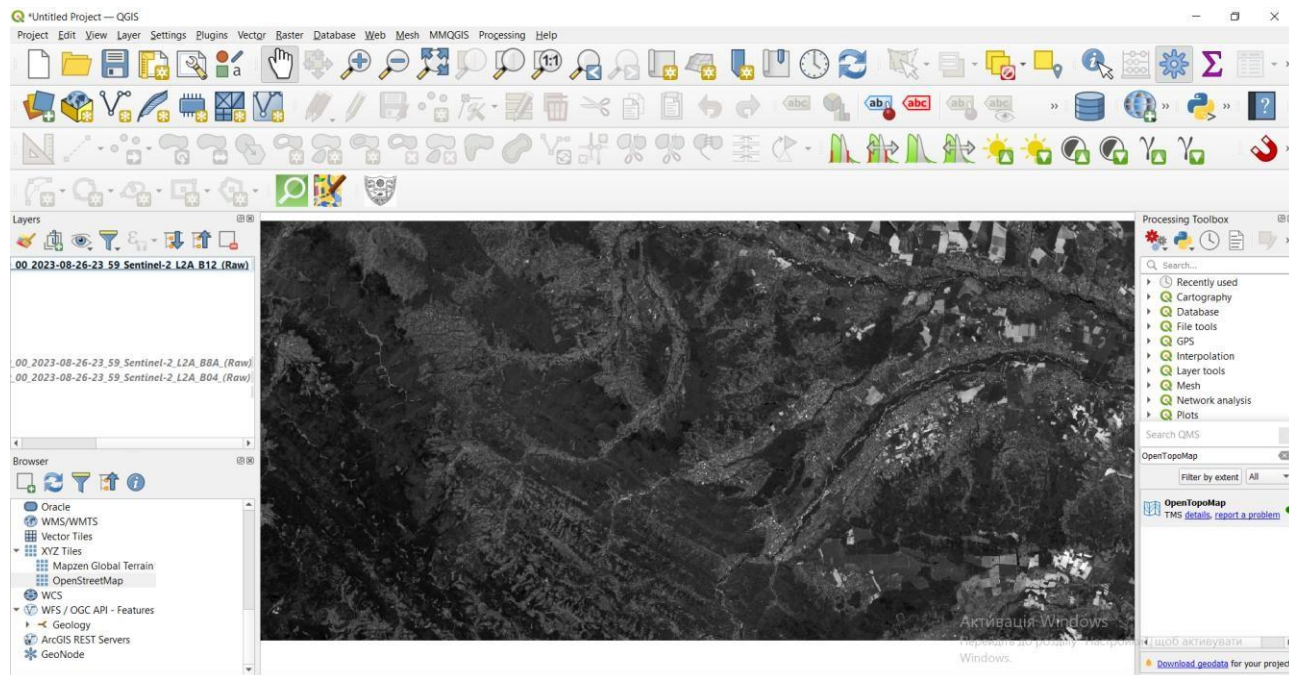


Рисунок 2 – Комбінація B12 (SWIR) у вікні системи QGIS.

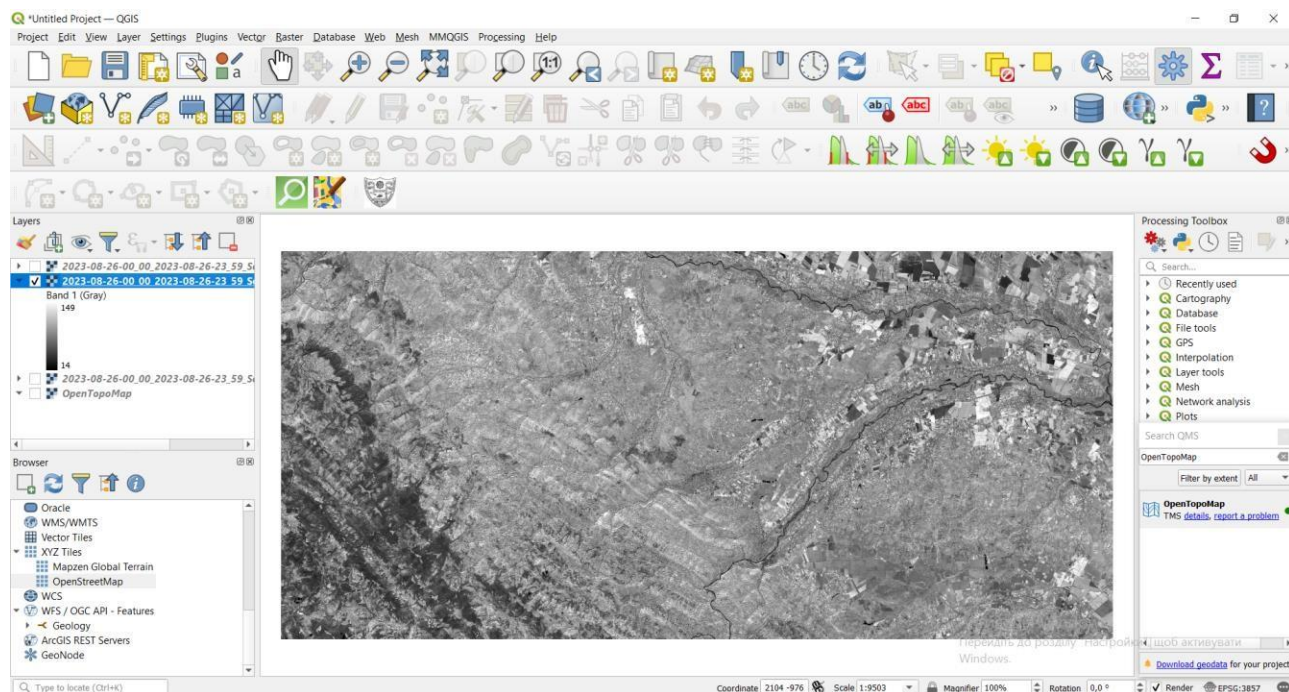


Рисунок 3 – Комбінація B8A (Vegetation Red Edge) у вікні системи QGIS.

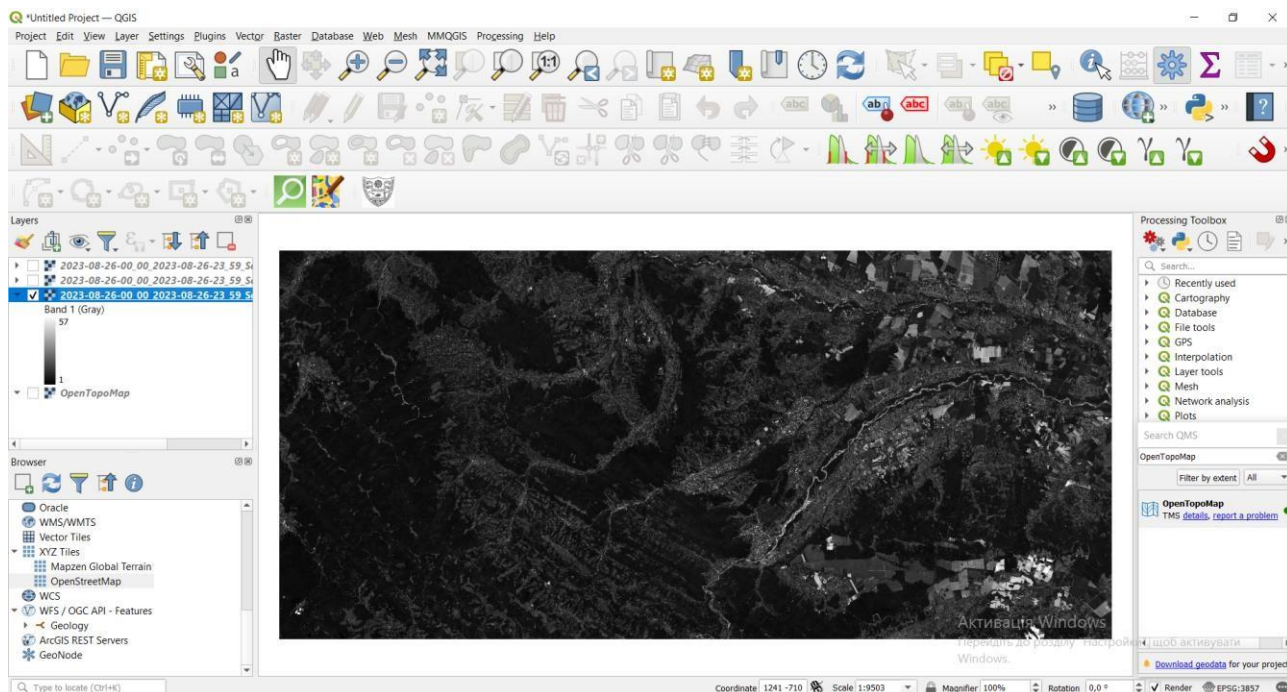


Рисунок 4 – Комбінація B04 (Red) у вікні системи QGIS.

Щоб завантажити знімок у комбінації B12, B8A, B04 ми повторили дії, які описані вище, але із використанням меню Raster (Растр) - Miscellaneous (Різне) - Merge (Злиття). Проте, відповідно, обрали канали B12, B8A, B04. При завантаженні знімка важливо зберігати послідовність каналів.

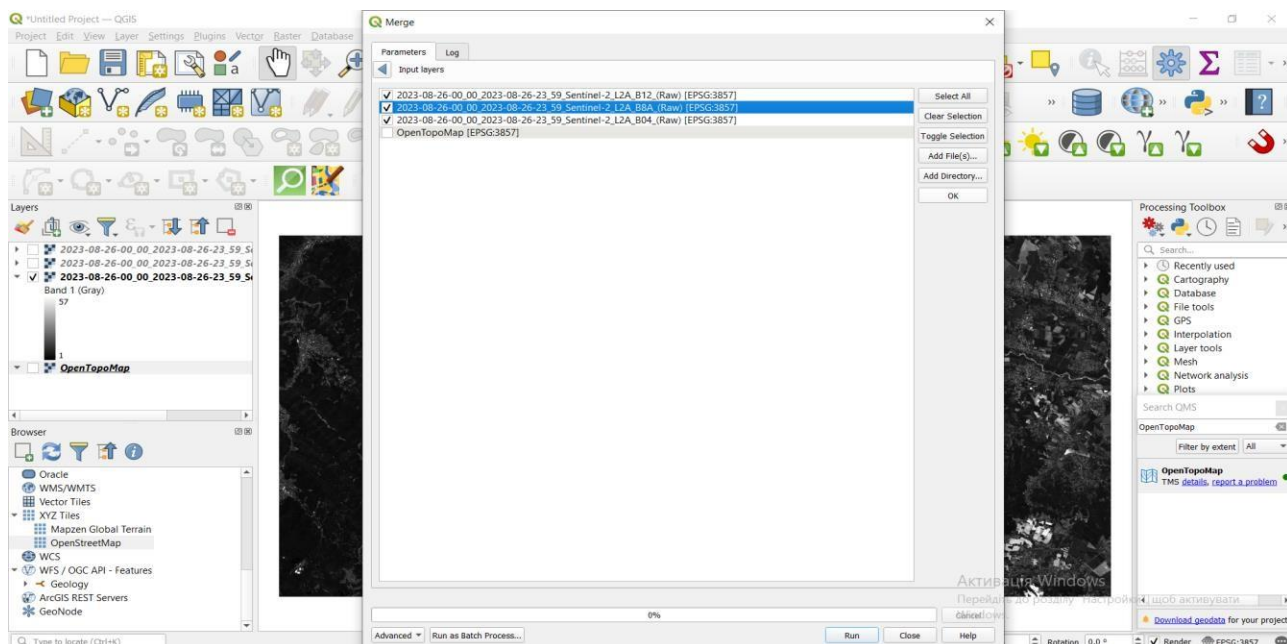


Рисунок 5 – Завантаження знімку у комбінації B12, B8A, B04 у вікні системи QGIS.

Отже, результат обробки каналів передачі супутникових даних відображено на рисунку 6. А саме – здорова рослинність із підвищеним вмістом вологи, а також прибережні райони будуть у яскраво-зелених кольорах, водночас як посушливі райони мають темно-зелений колір. Хвойний ліс – глибокого зеленого, а листяний ліс – яскраво-зелених кольорів.

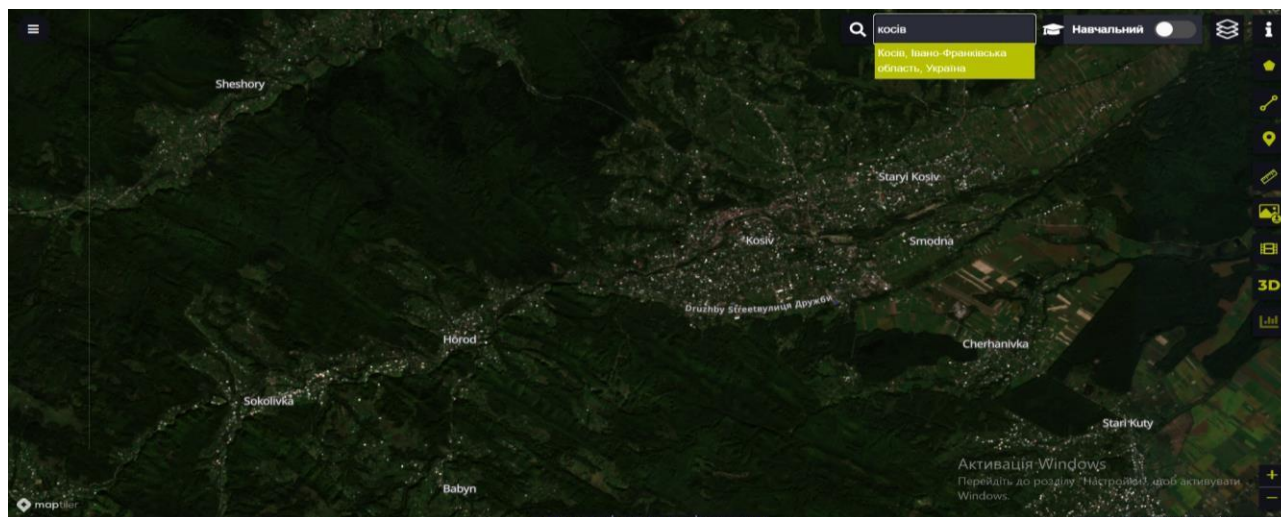


Рисунок 6 – Відображення рослинності за допомогою геоінформаційних систем.

Підсумовуючи все вище написане, результати роботи із геоінформаційною системою QGIS та платформою Sentinel Hub, ми прийшли до висновків, що сучасні технології забезпечують користувача широкими можливостями для візуалізації супутникових даних, обробки вегетаційних індексів, таких як NDVI, та створення тематичних карт, придатних для подальшого аналізу та інтерпретації отриманих результатів.

3.2 Застосування радарних даних для аналізу лісових ресурсів Косівської територіальної громади Франківської області

Ще донедавна доступ до супутникових знімків був обмеженим – його могли отримати лише військові, владні структури чи окремі наукові організації. Проте зараз ми маємо змогу завантажити знімки землі безкоштовно з будь-якої точки світу.

На допомогу у цьому приходять такі ресурси, як Google Earth Pro, NASA, Sentinel Hub та інші.

Одним із супутників, який використовує радарне випромінювання є Sentinel-1. Перевагою таких знімків вважають здатність точного збору інформації та детальнішої фіксації мікрохвиль, які відбиваються від поверхні Землі. Також отримані SAR-дані дозволяють отримати якісні зображення навіть за високої хмарності.

Для аналізу лісового покриття Косівської територіальної громади ми використали сайт Copernicus, де можна безкоштовно та без реєстрації отримати знімки із супутника Sentinel-1. Першим кроком у пошуковому меню вводимо назву міста чи громади, з території яких потрібні супутникові дані (рисунок 7).

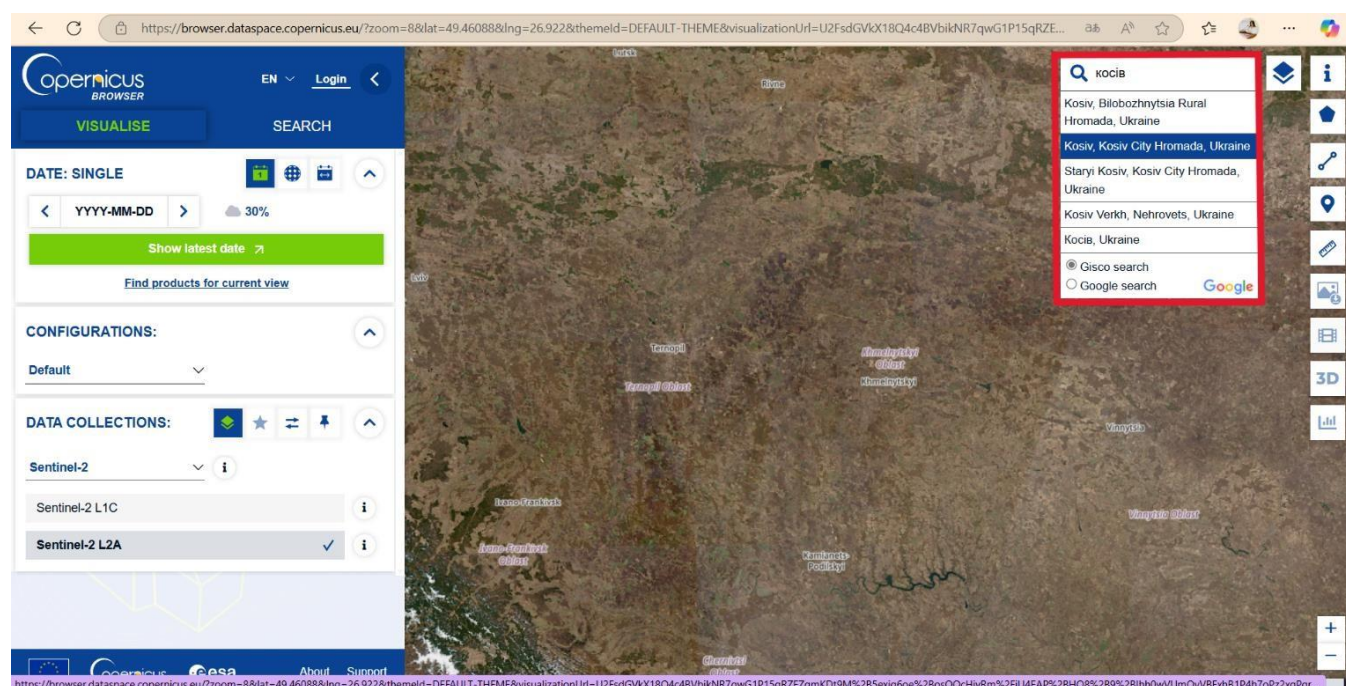


Рисунок 7 – Вибір території для аналізу радарного знімка на сайті Copernicus.

Для того, щоб отримати радарні дані, необхідно обрати супутник Sentinel-1 у боковому меню. Процес відображено на рисунку 8.

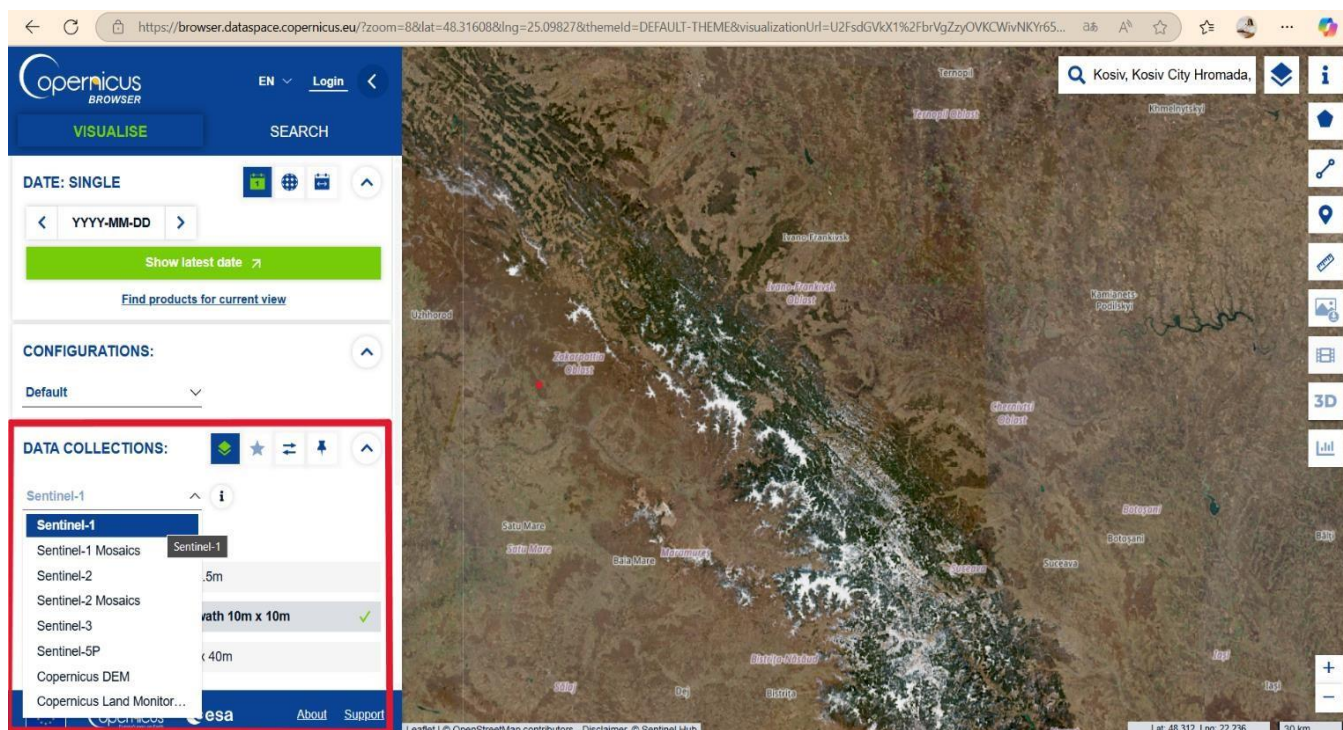


Рисунок 8 – Вибір супутника Sentinel-1 у боковому меню.

Для того, щоб отримати знімок, який найточніше візуалізує дані із суші, необхідно у боковому меню обрати такий режим збору даних, як IW – Interferometric Wide Swath 10m x 10m. Цей режим є стандартним для Sentinel-1 та має 10-метрову роздільну здатність, що підійде для моніторингу лісів. Так само важливим етапом є вибір полярності знімка, яку можна обрати у тому ж меню. VV (вертикально відправлений, вертикально прийнятий сигнал) – підходить для виявлення змін поверхні Землі, а VH (вертикально відправлений, горизонтально прийнятий) – краще сприймає об'єкти рослинності. Тож комбінація VV+VH ідеально підходить для лісового покриву. Етап вибору описаних вище характеристик відображено на рисунку 9.

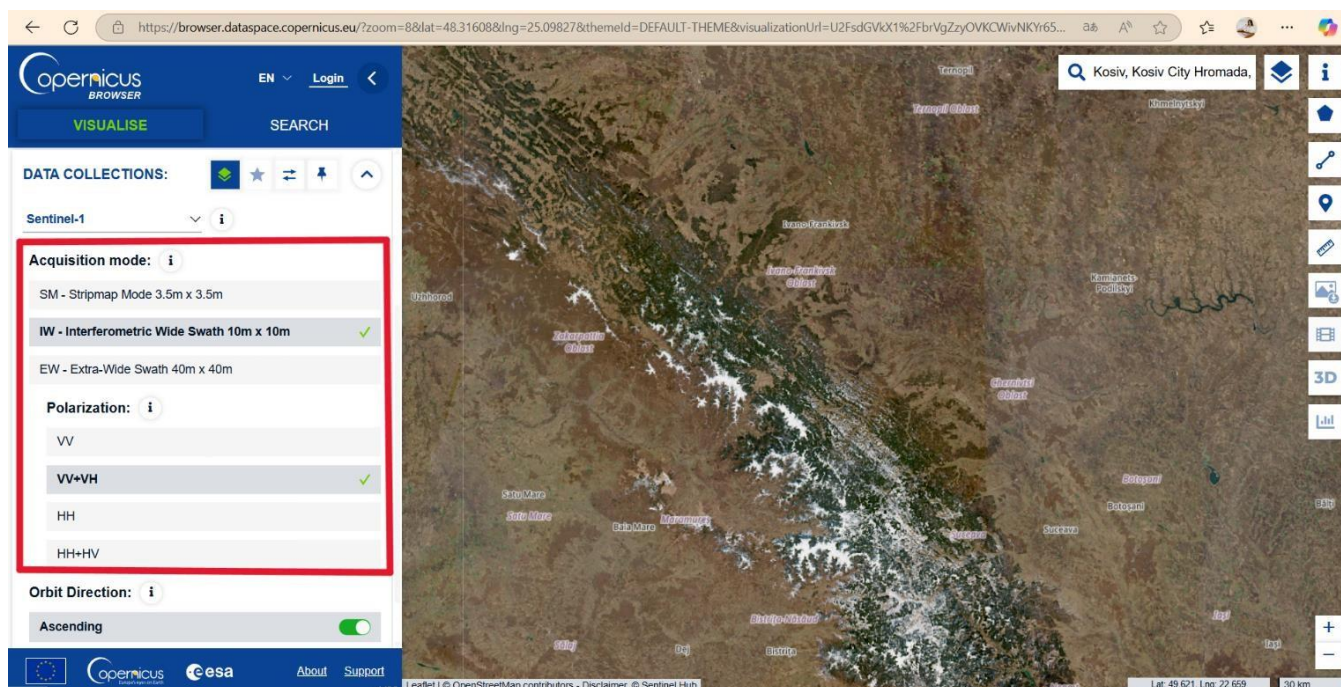


Рисунок 9 – Вибір режиму збору даних у контекстному меню.

Весняно-літній період характеризується інтенсивною хмарністю, але як згадувалось вище, радарні знімки закривають потребу в моніторингу поверхні Землі навіть у цей час. Тож нашим наступним кроком є вибір дати знімання, який подано на рисунку 10.

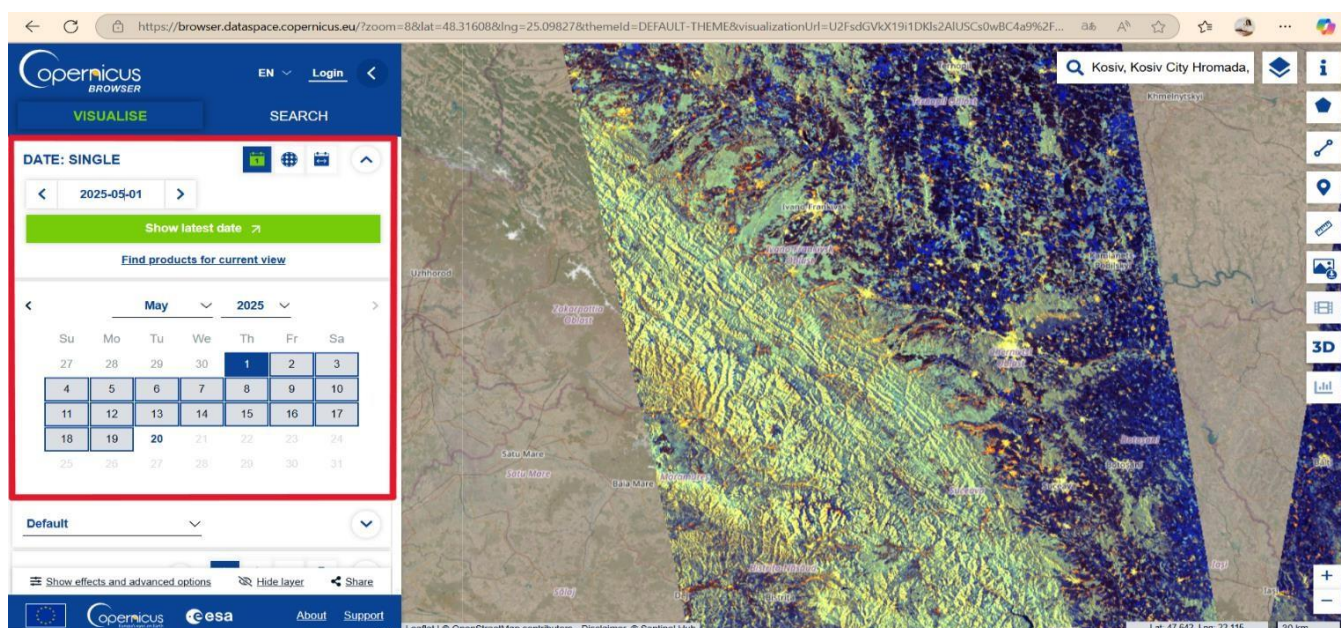


Рисунок 10 – Вибір дати збору супутникових даних.

Для візуалізації даних про лісовий покрив на території Косівської територіальної громади необхідно обрати шари радарного знімка, який якнайкраще буде відображати дані про рослинність. VV-decibel gamma – це найпоширеніший варіант для візуалізації SAR-даних. Проте VV-gamma0 показує загальні зміни на поверхні, тож у випадку моніторингу заліснених територій краще використовувати VH-linear gamma0. Вибір цього шару відображено на рисунку 11.

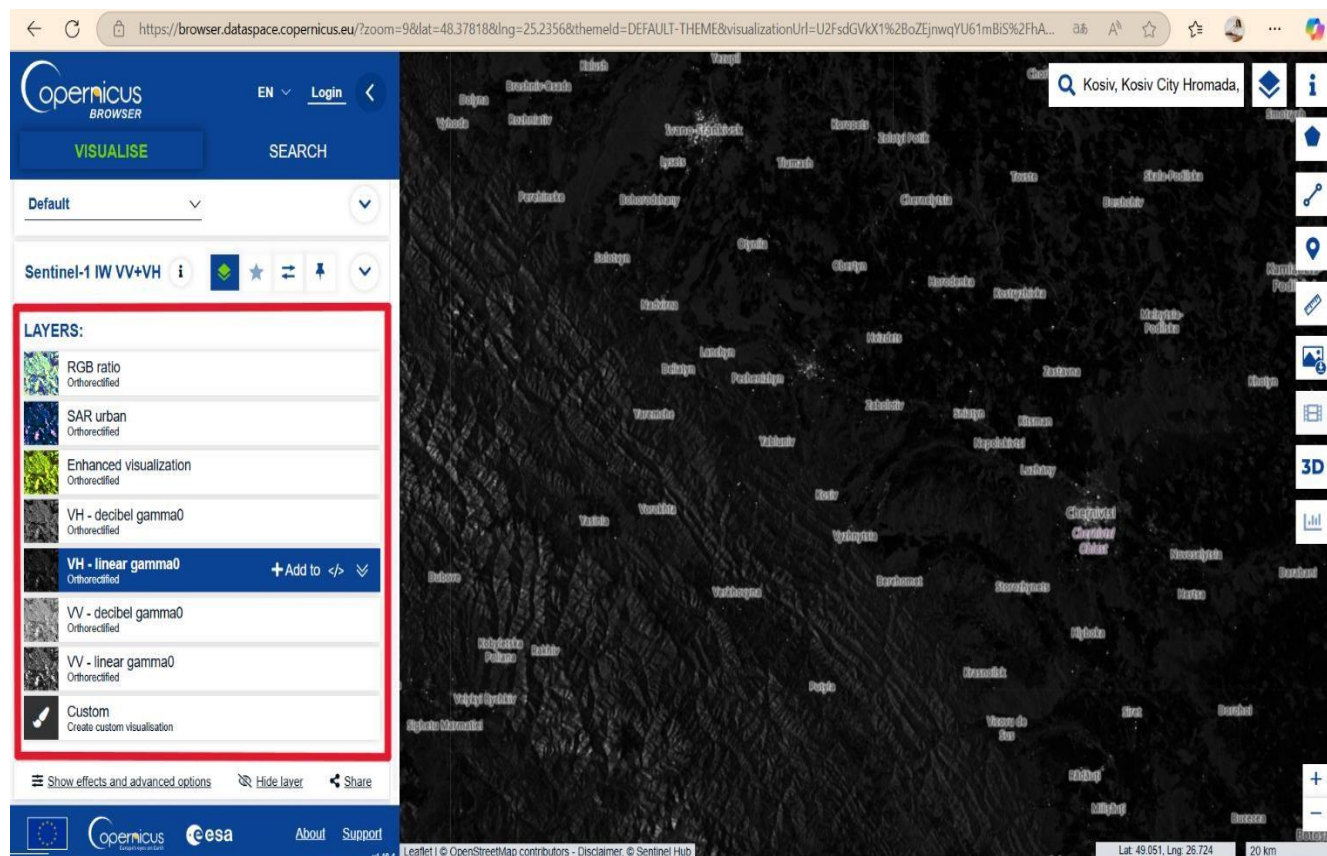


Рисунок 11 – Вибір формату візуалізації радарного знімка Sentinel-1.

На рисунку 12 відображено процес збереження готового радарного знімка у форматах JPG або PNG із можливістю попереднього перегляду отриманого результату.

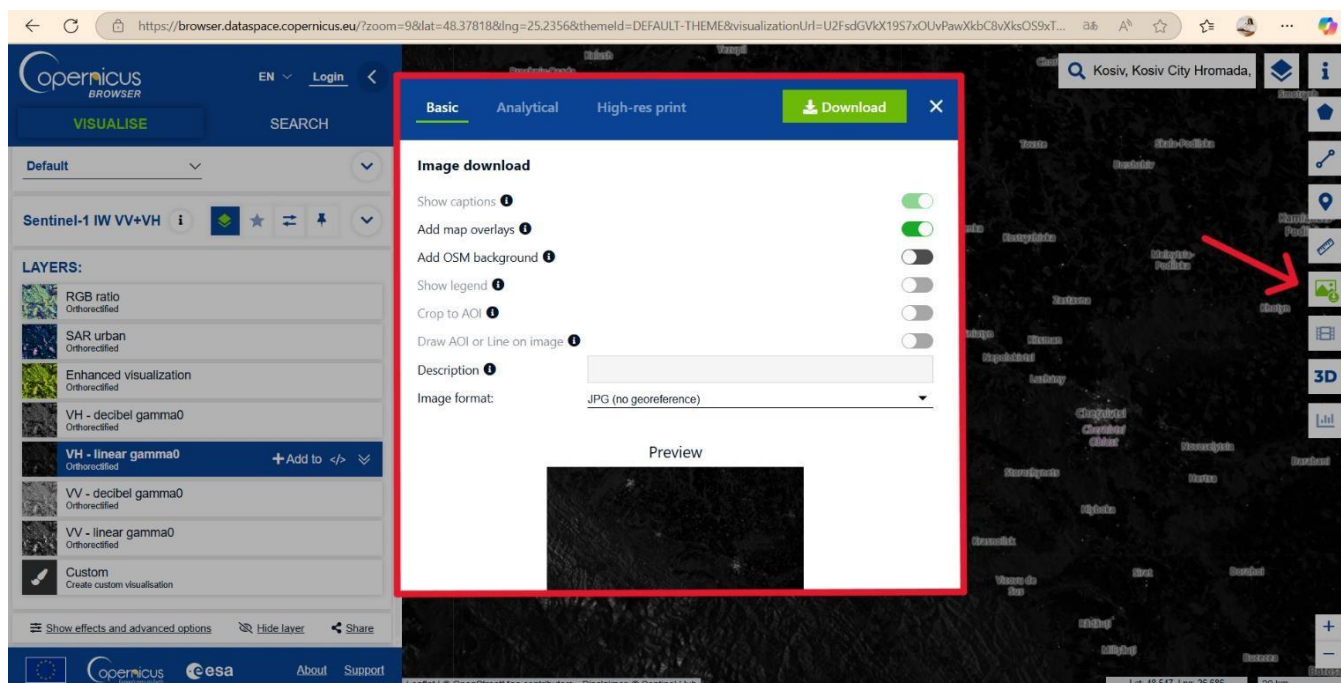


Рисунок 12 – Збереження радарного знімка у бажаному форматі.

У результаті отримано зображення території Косівської територіальної громади, використовуючи яке, можна проводити моніторинг лісових насаджень.

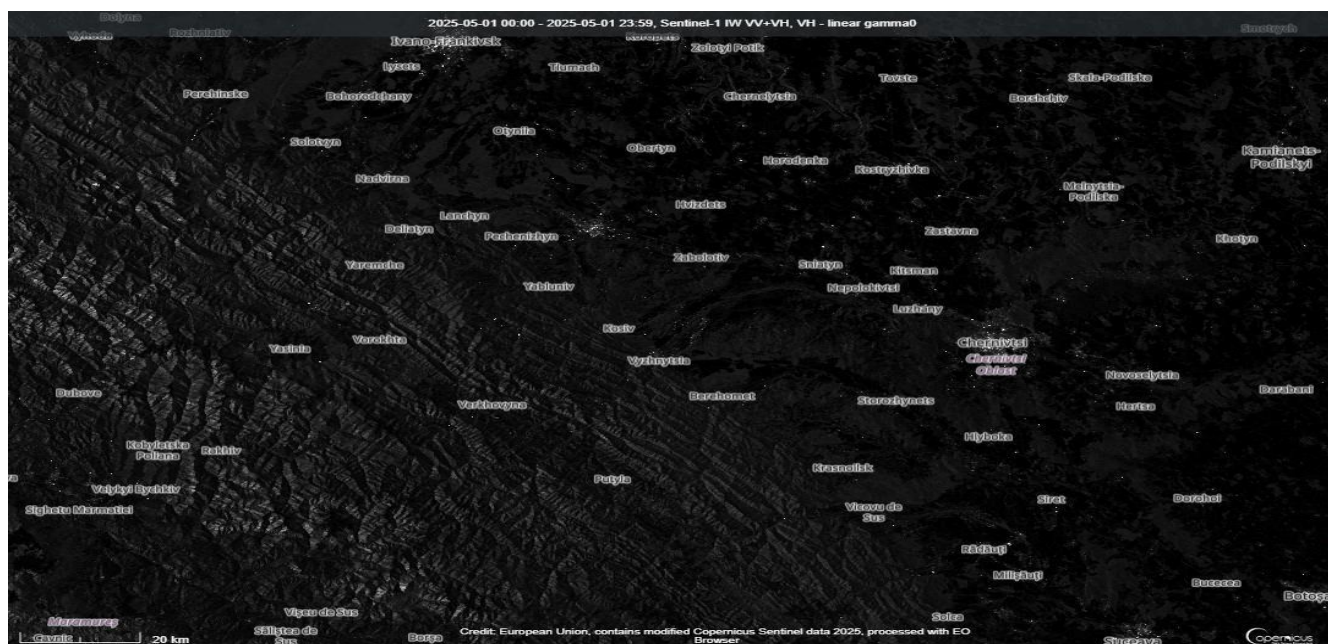


Рисунок 13 – Радарне зображення Sentinel-1 (VH-linear gamma0) для території Косівської ТГ та навколишніх районів (дата зйомки – 01.05.2025).

Чітко проглядаються ділянки з високою радарною сигнальністю – густі лісові масиви у межах Косівської ТГ. Світлі ділянки на зображенні свідчать про щільну лісистість або наявність об’єктів з високою вологістю та шорсткістю поверхні, тоді як темні зони можуть вказувати на відкриті простори або деградовані ділянки лісу. Знімок дозволяє ефективно виділяти зони лісових масивів, потенційних вирубок або змін у структурі покриву.

3.3 Застосування даних дистанційного зондування Землі для моніторингу за станом лісових ресурсів

Дистанційне зондування Землі стало невід’ємною частиною сучасного екологічного моніторингу. Його основна перевага полягає в тому, що супутники дозволяють регулярно отримувати інформацію про стан лісів великої території без необхідності проводити польові обстеження. Це особливо актуально для гірських і важкодоступних районів, до яких належить Косівська територіальна громада.

Для спостереження за лісовими ресурсами найчастіше використовують два типи супутникових даних: оптичні та радарні. Оптичні знімки (наприклад, із супутника Sentinel-2) дають змогу оцінити стан рослинності за допомогою індексів, таких як NDVI (нормалізований диференційний вегетаційний індекс). Цей індекс дозволяє визначити, наскільки активно відбувається фотосинтез у певних ділянках лісу, і відповідно – оцінити їхній загальний стан.

Однак в умовах хмарності, яка часто спостерігається в гірських регіонах, оптичні знімки не завжди дають точну картину. У таких випадках ефективно використовуються радарні дані з Sentinel-1. Ці знімки «бачать» поверхню Землі навіть крізь хмари та у темний час доби. Особливо цінною є поляризація VH (вертикальна передача, горизонтальне приймання), яка чутлива до об’єктів природного походження, таких як лісові масиви. Завдяки SAR-знімкам можна простежити динаміку змін у лісовому покриві, виявити вирубки, зсуви, деградацію ґрунтів тощо.

У межах цього дослідження використовувались як оптичні, так і радарні знімки. З Sentinel Hub було отримано зображення, що охоплюють територію Косівської ТГ за травень 2025 року.

Застосування даних ДЗЗ у поєднанні з ГІС-технологіями дає змогу органам місцевого самоврядування, лісовим господарствам та екологічним службам швидко реагувати на зміни у природному середовищі, оперативно виявляти проблемні ділянки та приймати обґрунтовані управлінські рішення.

4. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

Раціональне природокористування та збереження довкілля є одними з ключових пріоритетів сталого розвитку України. Це особливо актуально в умовах Карпатського регіону, де природні ресурси, зокрема лісові екосистеми, мають важливе екологічне, економічне й соціальне значення. Охорона навколишнього природного середовища, відповідно до чинного законодавства, є обов'язком кожного громадянина, установи чи підприємства, а також невід'ємною складовою будь-якої господарської чи наукової діяльності.

Правову основу охорони природи в Україні становить Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» від 25 червня 1991 року, який визначає основні принципи екологічної політики держави. Серед них — пріоритет запобіжних заходів перед ліквідацією наслідків, екологічна експертиза, врахування екологічних інтересів у процесі планування діяльності та обов'язковість оцінки впливу на довкілля [13].

У процесі виконання цього дослідження не здійснювалося жодного фізичного втручання у природне середовище. Вся інформація про стан лісових ресурсів Косівської територіальної громади була отримана за допомогою дистанційних методів, а саме – обробки супутникових знімків та використання інструментів геоінформаційного аналізу. Такий підхід є екологічно безпечним, оскільки виключає загрозу порушення природних процесів та дозволяє ефективно відстежувати зміни у довкіллі без створення антропогенного навантаження.

Дистанційне зондування Землі, яке використане у даній роботі, є сучасним інструментом екологічного моніторингу. Воно дає можливість своєчасно виявляти ділянки вирубок, зниження щільності рослинного покриву, зсуви, ерозійні процеси тощо. Застосування індексного аналізу (наприклад, NDVI) та радарних знімків у поєднанні з просторовими базами даних створює підґрунтя для глибокого розуміння екологічної ситуації в регіоні.

Таким чином, дослідження, проведене в рамках цієї роботи, є прикладом екологічно безпечної наукової діяльності, яка не лише не шкодить природному середовищу, а й активно сприяє його збереженню. Застосування технологій дистанційного моніторингу забезпечує високу якість та актуальність екологічної інформації, що є запорукою прийняття обґрунтованих рішень у сфері управління природними ресурсами.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

Згідно з Законом України «Про охорону праці» охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, націлених на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності [14].

Окрім зазначеного закону, законодавча база з питань охорони праці містить Кодекс законів про працю України, Закон України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві», а також типові положення, інструкції та державні санітарні норми, затверджені Міністерством охорони здоров'я та Держпраці.

У рамках виконання даної наукової роботи основним видом діяльності є робота з комп'ютерною технікою, програмним забезпеченням, просторовими базами даних та супутниковими знімками. Такий вид праці належить до категорії розумової та малорухомої роботи, яка супроводжується впливом низки шкідливих факторів, зокрема підвищеним навантаженням на органи зору, статичним навантаженням на опорно-руховий апарат, впливом мікрокліматичних умов робочого приміщення та психоемоційною напругою, що виникає внаслідок обробки великої кількості інформації.

Для мінімізації шкідливого впливу таких факторів передбачається впровадження комплексу профілактичних заходів. До них належить забезпечення ергономічного робочого місця відповідно до вимог ДСТУ EN ISO 9241, оптимізація режиму праці та відпочинку з дотриманням перерв кожні 45-60 хвилин, використання фільтрів для моніторів, виконання гімнастики для очей, підтримання нормальної вологості та температури повітря. Також важливим є психологічний комфорт під час роботи, що може досягатися шляхом дотримання етичних норм спілкування в колективі та забезпечення оптимального обсягу завдань [15].

У разі виконання польових робіт, які можуть супроводжуватись збиранням геопросторових даних, здійсненням фотофіксації або верифікацією супутникових знімків на місцевості, особливо в гірських умовах, актуальними стають вимоги щодо екіпірування (спецодяг, взуття, головні убори, репеленти), наявності аптечки, використання GPS-навігаторів, засобів зв'язку та роботи у складі щонайменше двох осіб у складних умовах рельєфу [16].

Таким чином, дотримання вимог охорони праці під час виконання науково-дослідної роботи, зокрема під час аналітичної та геоінформаційної діяльності, є важливою умовою збереження здоров'я та працездатності виконавця, а також запорукою якісного та безпечного виконання поставлених завдань.

ВИСНОВКИ

Отримані результати можуть бути корисними для органів місцевого самоврядування, природоохоронних установ, національних парків, лісових господарств та наукових установ, які займаються плануванням заходів зі збереження природи. Така інформація також може бути використана в системі державного екологічного моніторингу, а її впровадження сприятиме підвищенню ефективності природоохоронної політики в межах Косівської ТГ та суміжних районів.

Під час виконання дипломної роботи було проведено всебічне дослідження лісових ресурсів Косівської територіальної громади, спираючись на геоінформаційні технології та дані з супутників. Вивчення структури, розташування та стану лісових масивів здійснювалося відповідно до сучасних методів дистанційного моніторингу природних систем. Це дало змогу не тільки оцінити актуальний стан лісового покриву, а й визначити конкретні проблемні зони для подальшої роботи у напрямку покращення управління лісовими ресурсами громади.

Встановлено, що лісові масиви відіграють важливу роль у Косівській територіальній громаді, територія якої становить 34819 гектарів. Основний лісовий покрив формують буково-ялинові та смерекові насадження, характерні для гірської частини Карпатського регіону. Вивчення порід показало домінування бука лісового (більше 40% території), ялини європейської та ялиці білої. Водночас зафіксовано незначні ділянки з дубом звичайним, грабом, сосною та іншими листяними видами дерев. Подібний видовий склад лісів визначає високу екологічну та економічну значимість лісового фонду громади.

У процесі роботи проведено збір та обробку супутникових знімків із відкритих джерел – Sentinel Hub, Copernicus Data Space Ecosystem. Радарні знімки Sentinel-1 у поляризації VH дали змогу ідентифікувати відмінності у структурі лісу та визначити ділянки з можливими ознаками деградації. Знімки було оброблено в

програмному середовищі QGIS із використанням базових інструментів обробки зображень, фільтрації, побудови тематичних карт і аналізу атрибутивної інформації.

Окрему увагу приділено просторовій прив'язці та візуалізації результатів аналізу. Створено серію картографічних матеріалів, які відображають межі лісових масивів, індекси вегетаційної активності, результати радарного моніторингу та аналітичні розрахунки щодо площ і порід. Побудовані карти дозволяють швидко візуалізувати стан лісів у просторі, що у свою чергу підвищує ефективність прийняття рішень у сфері охорони довкілля та лісокористування.

У роботі також проаналізовано зміни у нормативно-правовій базі, пов'язані з регулюванням земельних відносин та лісового фонду в умовах воєнного стану. Окремо розглянуто підходи до моніторингу земельних відносин у Косівській ТГ. Встановлено, що громада здійснює оновлення картографічної документації, проводить інвентаризацію землекористування та використовує сучасні цифрові інструменти для контролю за правовим статусом земель. Моніторинг реалізується через офіційні портали Держгеокадастру, Публічну кадастрову карту та локальні ініціативи громади.

Оцінка ефективності використання дистанційного зондування Землі в межах роботи підтвердила, що ці методи є надійними, доступними і високоточними для аналізу екосистем. Вони забезпечують актуальну інформацію в реальному часі, зменшують потребу у польових обстеженнях та є особливо цінними в умовах обмеженого доступу до території. Застосування ГІС-технологій дозволяє інтегрувати різноманітні дані, здійснювати просторовий аналіз, вести моніторинг змін у динаміці та створювати цифрові карти, придатні для публічного використання та стратегічного планування. Таким чином, результати дипломної роботи довели ефективність використання геоінформаційних систем у сфері аналізу лісових ресурсів на рівні територіальної громади. Запропоновані підходи можуть бути застосовані як основа для створення локальної системи екологічного моніторингу, розвитку екологічної політики громади.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Геоінформаційна система, URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BE%D1%96%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%B0_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0 (дата звернення 15.03.2025)
2. В. І. Зацерковний. Геоінформаційні системи в науках про Землю / В. І. Зацерковний, І. В. Тішаєв, І. В. Віршило, В. К. Демидов – Ніжин: НДУ ім. М. Гоголя, 2016. – 510 с.
3. Основи геоінформатики: Навчальний посібник / За заг. ред. О.О. Світличного. - Суми: ВТД «Університетська книга», 2006. - 295 с.
4. Історія розвитку геоінформаційних систем, URL: https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/30460/2/IMST_2019_Skliarova_T-History_of_geoinformation_98.pdf (дата звернення 16.03.2025)
5. Магнетикон. Геоінформаційна система для управління лісовим господарством, URL: <https://magneticonemt.com/geoinformatsijna-systema-dlya-lisovogo-gospodarstva/> (дата звернення 17.03.2025)
6. NGC. ГІС-рішення для лісового господарства, URL: <https://ngc.com.ua/ua/info/solutionforforest.html> (дата звернення 20.03.2025)
7. Стратегія розвитку Косівської територіальної громади на 2022-2027 рік, URL: https://kosivmr.gov.ua/wp-content/uploads/2021/12/%D0%A1%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%B3%D1%96%D1%8F_2027.pdf (дата звернення 20.03.2025)
8. Постанова Кабінету Міністрів України «Про публічний моніторинг земельних відносин» від 12 травня 2023 р. №474, URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/474-2023-%D0%BF#Text> (дата звернення 20.03.2025)

9. Земельний кодекс України, URL: [Земельний кодекс України | від 25.10.2001 № 2768-III](#) (дата звернення 20.03.2025)
10. Особливості регулювання земельних відносин в умовах воєнного стану, URL: <https://legalaid.gov.ua/publikatsiyi/osoblyvosti-regulyuvannya-zemelnyh-vidnosyn-v-umovah-voyennogo-stanu/> (дата звернення 21.03.2025)
11. Засади сталого розвитку Косівщини . – за ред. Г.Д. Гуцуляка. – Чернівці : Прут, 2005. – 208 с.
12. Ліси Косівщини: стан та принципи сталого господарювання, URL: https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2004/14_3/50.pdf (дата звернення 22.03.2025)
13. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» від 25.06.1991 р. №1264-XII, URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text> (дата звернення 23.03.2025)
14. Закон України «Про охорону праці» від 14.10.1992 р. № 2694-XII, URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text> (дата звернення 23.03.2025)
15. ISO 9241, URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/ISO_9241
16. Катренко Л.А., Пістун І.П. Охорона праці в галузі освіти: Навчальний посібник. 2-ге вид., доп. – Суми: ВТД «Університетська книга», 2004. – 304 с.