

АНОТАЦІЯ

Гаїна Максим Дмитрович

Здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти

галузі знань 10 – Природничі науки, спеціальності 103 – Науки про Землю, ОПП

«Гідрологія» кафедри географії України та регіоналістики

Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича,

м. Чернівці, Україна

ОСОБЛИВОСТІ ОЦИФРУВАННЯ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ (на прикладі території Румунії)

Анотація. Ця магістерська робота спрямована на вивчення сучасних ГІС-технологій, які застосовуються для оцифрування водних об'єктів на території Румунії. Використання програм QGIS 3.28.10 та Digitals XE забезпечує можливість аналізу просторово-часових змін, зумовлених як природними, так і антропогенними впливами, а також дозволяє оцінити стан водних ресурсів. Основна мета дослідження полягає у розробці методології оцифрування та проведенні аналізу змін у морфології русел, процесах берегової ерозії й рівнях забруднення вод. У роботі розглядаються природні умови досліджуваного регіону, особливості векторизації та дешифрування водних об'єктів. Просторово-часовий аналіз, виконаний у рамках роботи, може слугувати основою для розробки адаптаційних стратегій у відповідь на кліматичні зміни, вдосконалення управління водними ресурсами та мінімізації впливу антропогенних факторів.

Ключові слова: водні об'єкти, ГІС, оцифрування, QGIS, Digitals XE, просторово-часовий аналіз.

Abstract

Haina Maksym Dmytrovych

Applicant for the second (master's) level of higher education

field of knowledge 10 - Natural Sciences, specialty 103 - Earth Sciences, OPP

"Hydrology" of the Department of Geography of Ukraine and Regional Studies, Yuriy

Fedkovych Chernivtsi National University,

Chernivtsi, Ukraine

FEATURES OF WATER OBJECTS DIGITIZATION USING MODERN TECHNOLOGIES (based on the territory of Romania)

Abstract. In this qualification work, a study of modern GIS technologies applied to the digitization of water bodies in Romania. The use of QGIS 3.28.10 and Digitals XE software enables the analysis of spatiotemporal changes caused by both natural and anthropogenic factors and facilitates the assessment of the condition of water resources. The primary goal of the research is to develop a methodology for digitization and analyze changes in river morphology, shoreline erosion processes, and water pollution levels. The study examines the natural conditions of the research area, as well as the specifics of vectorization and interpretation of water bodies. The spatiotemporal analysis conducted within the research provides a basis for developing adaptation strategies to address climate change, optimizing water resource management, and mitigating anthropogenic impacts.

Keywords: water objects, GIS, digitization, QGIS, Digitals, spatial-temporal analysis.

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

(підпис)



М.Д. Гаїна

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. Загальна характеристика досліджуваної території	7
1.1. Географічне положення та фізико-географічні умови	7
1.2. Основні гідрографічні характеристики.....	8
1.3. Водні ресурси та їхнє використання	10
1.4. Екологічний стан і антропогенні впливи.....	13
Висновки до 1-го розділу.....	15
РОЗДІЛ 2. Теоретичні та методологічні аспекти дослідження	17
2.1. Гідрологічна вивченість, спостереження та дослідження в басейні річки Лаломіта	17
2.2. Використання програмного забезпечення QGIS 3.28.10 для аналізу даних	17
2.3. Використання програмного забезпечення DigitalS XE у дослідженнях	25
Висновки до 2-го розділу.....	29
РОЗДІЛ 3. Методи оцифрування та аналіз результатів досліджень	31
3.1. Дешифрування водних ресурсів за допомогою QGIS 3.28.10	31
3.2. Використання DigitalS XE для дешифрування досліджуваної території	49
3.3. Просторово-часовий аналіз річки Олт і загальна характеристика території	54
Висновки до 3-го розділу.....	55
ВИСНОВКИ	56
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	57

ВСТУП

Актуальність дослідження сучасних технологій оцифрування водних об'єктів є важливим для розуміння та оцінки гідрологічних і екологічних змін. Використання ГІС-інструментів, таких як QGIS 3.28.10 і DigitalS XE, дає змогу ефективно аналізувати вплив антропогенних і природних факторів на стан водних ресурсів. Для території Румунії ці технології допомагають визначити просторово-часові зміни, відповідність природним умовам і виявляти ключові загрози, включно з ерозією берегів, забрудненням вод і змінами в морфології річок.

Аналіз сучасного стану водних об'єктів набуває особливого значення в умовах глобальних кліматичних змін, адже він сприяє розробці адаптаційних стратегій для збереження екосистем і ефективного управління водними ресурсами. Результати дослідження можуть бути застосовані для оптимізації управлінських рішень, прогнозування наслідків кліматичних змін і мінімізації впливу людської діяльності.

Об'єкт дослідження: Водні об'єкти Румунії.

Предмет дослідження: методологія й особливості оцифрування водних об'єктів за допомогою сучасних ГІС-технологій.

Мета дослідження: вивчити методи оцифрування водних об'єктів і оцінити зміни їхнього стану в часі та просторі за допомогою QGIS 3.28.10 і DigitalS XE.

Завдання дослідження:

Вивчити природні умови водних об'єктів території Румунії.

Визначити специфіку векторизації та дешифрування водних площ із використанням ГІС.

Провести просторово-часовий аналіз стану водних об'єктів.

Методи дослідження:

- Збір, систематизація та аналізування даних.
- Літературний, картографічний і порівняльний методи.
- Застосування Геоінформаційних систем в оцифруванні водойм.

Це дослідження інтегрує передові технології в управління водними

ресурсами, враховуючи сучасні кліматичні та екологічні виклики.

Структура і обсяг роботи. Робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, та списку використаних джерел. Робота викладена на 58 сторінок тексту формату А4, 57 рисунків. Перелік використаних джерел складається із 29 найменувань.

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДОЙМ РУМУНІЇ.

1.1 Географічне положення та фізико-географічні умови.

Румунія розташована в південно-східній частині Європи, на сполученні дуже вигідних доріг між Європою та Азією. Країна займає площу близько 238 397 квадратних кілометрів і має спільні кордони з п'ятьма країнами: на заході – з Угорщиною, на півночі – з Україною, на сході – з Молдовою, на південь – з Болгарією, а на заході її межі обмежені з Сербією. Румунія також має вихід до Чорного моря на південному сході, що суттєво впливає на її економіку, екологію та кліматичні умови.

Країна розташована на межі між двома великими географічними регіонами: Центрально-Східною Європою та Південними Карпатами. Це розташування визначає різноманіття ландшафтів та кліматичних умов Румунії. Географічні координати Румунії коливаються від 43° 37' північної широти на південь до 48° 15' на півночі та від 20° 15' на заході до 29° 45' на сході. Така географічна різноманітність сприяє великій кількості природних ландшафтів та біорізноманіття.

Однією з основних фізико-географічних особливостей Румунії є її рельєф, який можна умовно поділити на три основні зони: Карпати, Трансільванське плато та Дунайська низовина. Карпати займають значну частину західної частини країни і є основною природною перепорою між Трансільванією та південними регіонами. Вони представляють собою складну систему гірських хребтів, що формують середовище з різноманітним кліматом і рельєфом. Найвища точка Румунії — гора Молдовяну (2 544 м) — розташована в центральній частині Карпат. Крім того, Карпати є важливим вододілом для багатьох річок, що протікають через територію країни.

Трансільванське плато, що знаходиться між Карпатами та Дунайською низовиною, характеризується більш рівнинним рельєфом, з численними пагорбами та долинами, а також численними річками. Це плато є важливою аграрною зоною, яка підтримує велике сільське господарство та має багатий природний потенціал для розвитку економіки. Плато оточене гірськими

масивами, що створює специфічні кліматичні умови, а також сприяє формуванню різноманітних природних екосистем.

Дунайська низовина є частиною великої європейської низовини, що простягається вздовж річки Дунай. Це низовинне узбережжя Чорного моря, де річка Дунай утворює кілька дельт і багатих заплав. Регіон характеризується м'яким кліматом і є важливою сільськогосподарською зоною, оскільки багаті родючі ґрунти та наявність водних ресурсів сприяють розвитку сільського господарства.

Клімат Румунії змінюється залежно від географічних особливостей. Південні регіони мають помірно-континентальний клімат з гарячим літом і холодною зимою, тоді як в центральних і північних районах, на території Карпат, клімат більш континентальний з великими перепадами температур. Південний захід Румунії має субтропічний вплив, що також позначається на метеорологічних умовах. Враховуючи, що річки країни беруть свій початок в горах і проходять через різні кліматичні зони, це створює різноманітні умови для формування водних ресурсів та впливає на їхню доступність для використання в різних секторах економіки.

Таким чином, географічне положення Румунії, її фізико-географічні умови та кліматичні особливості є основними факторами, що визначають особливості водних ресурсів країни. Ці фактори також мають важливе значення для водного балансу, зрошувальних систем, енергетичного використання водних ресурсів та розвитку сільського господарства, зокрема в зонах, що прилягають до великих річок, таких як Дунай, Муреш і Прут.

1.2 Основні гідрографічні характеристики.

Гідрографічна мережа Румунії є однією з важливих складових природного середовища, оскільки річки, озера та водосховища не тільки забезпечують водні ресурси для населення та промисловості, але й мають важливе значення для сільського господарства, енергетики та транспорту. Основними водними шляхами країни є великі річки, серед яких Дунай, Муреш, Прут і Серет. Кожна з цих річок має свою специфіку та роль у водній системі Румунії.

Дунай є найважливішою річкою Румунії і однією з найбільших річок Європи, що протікає через південний захід країни. Він утворює природний кордон між Румунією та Болгарією, а також має важливу роль для економіки, оскільки є важливим судноплавним шляхом. Дунай має широку дельту, що включає численні протоки, озера та болота, які утворюють унікальний екосистемний комплекс, відомий як Дельта Дунаю. Ця територія є важливим природоохоронним об'єктом та місцем для багатьох видів водних і водно-болотних тварин, зокрема птахів. Дунай також є головним джерелом водних ресурсів для низки регіонів, де використовується для водопостачання, зрошення та виробництва електроенергії.

Іншими важливими річками є Муреш, Прут і Серет. Річка Муреш протікає через центральну частину Румунії, з'єднуючи різні природні регіони країни, від Карпат до Дунайської низовини. Вона є важливою водною артерією, що використовується для зрошення та транспортування, а також є джерелом прісної води для численних міст і сільських поселень. Прут, річка, що є притокою Дунаю, протікає через південно-східну частину Румунії, межуючи з Молдовою. Це також важливий водний ресурс для регіонів, через які він проходить, і має важливе значення для сільськогосподарських потреб. Серет, одна з найбільших річок на сході країни, є важливою частиною гідрографічної мережі, протікаючи через декілька адміністративних округів і забезпечуючи водою значні частини центральної та східної частини Румунії.

Румунія також має численні озера, серед яких як природні, так і штучні. Одним з найбільших є озеро Відрару, розташоване в південному заході країни, яке є частиною водосховищ, створених для потреб енергетики. Озеро Відрару забезпечує водою однойменну гідроелектростанцію, що є важливою складовою енергетичної системи Румунії. Іншим важливим озером є Ізворул-Мунтелуй, яке розташоване в південно-східній частині країни, також використовується для енергетичних цілей і забезпечує значну частину водних ресурсів для навколишніх регіонів. Озера відіграють важливу роль не лише в енергетиці, але й у збереженні біорізноманіття, оскільки вони є важливими екосистемами для

багатьох видів флори та фауни.

Крім того, Румунія має значну кількість водосховищ, які створені для регулювання водних ресурсів, зрошення сільськогосподарських угідь, водопостачання населення та підтримання рівнів води в річках для забезпечення транспортування. Водосховища відіграють важливу роль у гідрологічному балансі країни, особливо в умовах змінного клімату. Наприклад, водосховище Тетой на річці Муреш забезпечує водою для зрошення великих площ земель та служить важливим елементом для стабілізації водного балансу в регіоні.

Канали, зокрема численні іригаційні канали, створені в основному для зрошення сільськогосподарських угідь у низовинних районах країни, також є важливою частиною гідрографічної системи. Вони забезпечують постійний доступ до води для сільського господарства, що є особливо важливим в умовах посушливих періодів. Одним з найбільших таких каналів є канал Дунай-Південний Буг, що використовується для перекачування води з Дунаю на території Румунії.

Загалом, гідрографічна мережа Румунії є дуже різноманітною та важливою для забезпечення країни водними ресурсами. Важливість річок, озер та водосховищ у підтримці економіки, сільського господарства та енергетики не можна переоцінити, оскільки водні ресурси є основою для життєдіяльності населення та стабільного розвитку країни.

1.3 Водні ресурси та їхнє використання.

Водні ресурси Румунії є ключовими для розвитку різних секторів економіки, зокрема для енергетики, сільського господарства, промисловості та водопостачання. Країна володіє значними поверхневими та підземними водними ресурсами, які використовуються для різноманітних потреб, але їх ефективне використання вимагає ретельного управління та охорони.

Однією з основних складових водних ресурсів Румунії є поверхневі води, які складаються з річок, озер, водосховищ та каналів. Згідно з даними, більшість водних ресурсів Румунії припадає на річки, зокрема Дунай, Муреш, Прут і

Серет, що мають велике значення для водопостачання, зрошення, а також для виробництва електричної енергії. Річки Румунії мають велику кількість приток, що забезпечують різноманітні водні ресурси для водозабезпечення та інших потреб. Однак через сезонні коливання рівня води, особливо в літній період, Румунія стикається з проблемами забезпечення достатньої кількості води, що потребує спеціальних заходів для регулювання водних ресурсів.

Підземні води Румунії також є важливим джерелом водних ресурсів, зокрема для питного водопостачання та сільського господарства. Основні водоносні горизонти Румунії розташовані в ряді географічних регіонів, таких як південна частина країни, де розвинені великі родовища підземних вод. Ці ресурси використовуються для водопостачання міст, сіл і промислових підприємств. Хоча підземні води є важливими для забезпечення водних потреб, їх видобуток також вимагає певної обережності, щоб уникнути перевищення допустимих рівнів забруднення та виснаження водоносних шарів.

Використання води в енергетиці є одним з найважливіших аспектів водних ресурсів Румунії. Багато гідроелектростанцій розташовані на великих річках, як мінімум на Дунаї, а також на Муреші, і надають досить велику частину електричної енергії країни. Завдяки наявності таких водних ресурсів, Румунія має можливість знижувати свою залежність від інших джерел енергії, таких як вугілля або ядерна енергія, що важливо для забезпечення сталого розвитку та енергетичної безпеки. Гідроелектростанції відіграють ключову роль у енергетичній системі Румунії, особливо в періоди високих водних потоків, коли вони здатні генерувати велику кількість енергії.

Використання води в сільському господарстві є ще однією важливою складовою. Зрошення є основним способом забезпечення водою сільськогосподарських угідь, особливо в регіонах з обмеженими природними водними ресурсами. Сільське господарство Румунії, зокрема в низовинних регіонах, залежить від ефективних систем зрошення, які забезпечують стабільні врожаї та зменшують ризики посух. Водні ресурси також використовуються для забезпечення водою тваринницьких ферм та інших сільськогосподарських

потреб. Зрошувальні системи, зокрема в таких регіонах, як Добруджа, мають велике значення для стабільності сільськогосподарського виробництва.

Зрошувальні системи в Румунії, створені як на основі природних водних ресурсів, так і штучно через водосховища і канали, дозволяють значно збільшити продуктивність сільськогосподарських земель. Однак у зв'язку з нерівномірним розподілом водних ресурсів в країні та можливими змінами клімату, проблема зрошення може стати ще більш важливою для майбутнього розвитку сільського господарства. У деяких районах зрошення є необхідністю, оскільки природні опади недостатні для підтримки високих урожаїв.

Незважаючи на великий потенціал водних ресурсів, Румунія стикається з проблемами їхнього використання та збереження. Однією з головних проблем є забруднення водних ресурсів, яке виникає через сільськогосподарське виробництво, промислові викиди та невідповідні методи водозабезпечення. Зміна клімату також сприяє змінам у водних балансах, що може призвести до посух та підвищення частоти паводків. Ці фактори вимагають від Румунії постійної роботи над поліпшенням ефективності використання водних ресурсів, забезпеченням їх сталого управління та збереженням для майбутніх поколінь.

Отже, водні ресурси Румунії є важливим елементом національної економіки, однак їхнє раціональне використання вимагає постійної уваги до питань екології, збереження водних балансів і боротьби з забрудненням. Водночас розвиток гідроелектростанцій, зрошувальних систем та ефективне використання підземних вод допомагають забезпечувати потреби населення та економіки країни.

1.4 Екологічний стан і антропогенні впливи.

Екологічний стан водних об'єктів Румунії є важливою складовою загального стану навколишнього середовища країни. Водні ресурси, зокрема річки, озера та водосховища, піддаються впливу численних антропогенних факторів, що змінюють їх екологічний баланс, забруднюють води та порушують природні екосистеми. Забруднення водних ресурсів є однією з

основних екологічних проблем Румунії, що потребує комплексного підходу для збереження водних об'єктів та забезпечення сталого розвитку країни.

Основними джерелами забруднення водних об'єктів є сільське господарство, промисловість та міські стоки. У сільському господарстві використання пестицидів та хімічних добрив спричиняє потрапляння токсичних речовин у річки та озера, що призводить до забруднення води, зниження її якості та негативного впливу на водні екосистеми. Наявність великої кількості водоростей, спричинена високим рівнем поживних речовин у водах, є однією з ознак такого забруднення. Промислові підприємства, особливо ті, що працюють в хімічній, металургійній та харчовій галузях, також є значними забруднювачами води. Викиди важких металів, хімічних речовин та інших шкідливих сполук у річки й озера можуть викликати серйозні проблеми для водних організмів і, в кінцевому підсумку, для здоров'я людини.

Міські стоки також є важливим джерелом забруднення вод. У великих містах, таких як Бухарест, Клуж-Напока, Ясси, система водовідведення часто не здатна ефективно очищати забруднені стоки, що призводить до забруднення річок і озер. Наявність неочищених побутових стоків та відходів є серйозною проблемою для водних ресурсів, оскільки вони містять органічні забруднювачі, які можуть спричинити зниження рівня кисню у воді та виникнення "мертвих зон", де неможливо підтримувати водні екосистеми.

Крім того, забруднення води може бути спричинене несанкціонованими викидами промислових відходів або неефективним управлінням відходами. У Румунії є регіони, де не вистачає відповідних систем для очищення та утилізації відходів, що сприяє забрудненню поверхневих та підземних вод.

Вплив зміни клімату на водний баланс Румунії також стає все більш очевидним. Зміни температурних режимів, зменшення кількості опадів в окремих регіонах та збільшення кількості екстремальних погодних явищ, таких як посухи та паводки, спричиняють коливання рівнів води в річках, що негативно впливає на гідрологічну ситуацію. В умовах підвищеної температури та скорочення обсягів водних ресурсів, особливо в літній період, виникають

проблеми з водопостачанням, зрошенням і збереженням екосистем.

Що стосується екосистем, то забруднення водних ресурсів призводить до зміни складу водної фауни та флори, зменшення біорізноманіття та погіршення якості природних середовищ. Викиди токсичних речовин у річки і озера можуть знищувати водних тварин, таких як риби та безхребетні, а також порушувати нормальні процеси самоочищення вод. У результаті цього, екосистеми стають менш стійкими до змін і менш здатними до відновлення після порушень.

Незважаючи на значні екологічні виклики, Румунія активно працює над покращенням екологічного стану своїх водних ресурсів. В країні діють природоохоронні ініціативи, спрямовані на зменшення забруднення вод і покращення якості водних об'єктів. Румунія є учасником численних міжнародних угод та ініціатив, таких як Конвенція про охорону Чорного моря від забруднення та стратегія з управління водними ресурсами Європейського Союзу. Однією з важливих ініціатив є впровадження системи моніторингу якості вод, що дозволяє своєчасно знаходити проблеми та вирішувати їх.

Основні природоохоронні заходи включають модернізацію систем водовідведення та очищення стоків, впровадження ефективних методів збереження водних ресурсів у сільському господарстві, а також створення заповідних територій для охорони водних екосистем. Також важливими є інвестиції в інфраструктуру для очищення водних ресурсів, підвищення ефективності управління водними ресурсами та заохочення населення до раціонального використання води.

Таким чином, екологічний стан водних об'єктів Румунії є складним і потребує постійної уваги з боку уряду, місцевих органів влади та громадськості. Спільні зусилля у боротьбі з забрудненням вод, адаптація до змін клімату та збереження водних екосистем можуть забезпечити стабільне і сталий розвиток водних ресурсів у майбутньому.

Висновки до 1-го розділу

Загальна характеристика водних ресурсів Румунії демонструє важливість водних об'єктів для економіки країни та її екологічної ситуації. Географічне

положення та фізико-географічні умови Румунії забезпечують їй значні водні ресурси, але одночасно створюють певні виклики через нерівномірний розподіл водних ресурсів та сезонні коливання. Річки, озера, водосховища та підземні води складають основу водної системи країни, і їхнє використання є важливим для забезпечення енергетичних, сільськогосподарських і побутових потреб населення. Однак, враховуючи природні фактори та людську діяльність, управління водними ресурсами є необхідним для збереження їхньої якості та забезпечення сталого розвитку.

Основні гідрографічні характеристики Румунії, зокрема річкова мережа, озера та водосховища, відіграють важливу роль у підтримці екосистем, енергетичних потреб та сільськогосподарських потреб. Однак, для ефективного використання води, необхідно враховувати не лише кількість водних ресурсів, але й екологічні наслідки їх використання. Зрошувальні системи і гідроелектростанції є важливими для економіки, проте їх вплив на навколишнє середовище має бути збалансованим та контрольованим.

Водні ресурси Румунії піддаються значному антропогенному впливу, що позначається на їхньому екологічному стані. Забруднення водних об'єктів, викликане сільським господарством, промисловістю та міськими стоками, створює серйозні загрози для екосистем, здоров'я людей та біорізноманіття. Забруднення вод, зміна клімату та інші антропогенні чинники призводять до порушення природного балансу, що вимагає впровадження ефективних природоохоронних заходів. Водночас країна активно працює над покращенням екологічного стану водних об'єктів через модернізацію інфраструктури та збереження водних ресурсів.

Таким чином, водні ресурси Румунії є важливим стратегічним ресурсом, який потребує комплексного і збалансованого підходу до їх використання та охорони. Збереження водних об'єктів, ефективне управління водними ресурсами та зменшення антропогенного впливу на навколишнє середовище є основними умовами сталого розвитку Румунії. Для досягнення цих цілей необхідно

продовжувати впроваджувати природоохоронні ініціативи, покращувати технології водозабезпечення та залучати громадськість до участі у вирішенні проблем водних ресурсів.

РОЗДІЛ 2. Теоретичні та методологічні аспекти дослідження.

2.1 Гідрологічна вивченість, спостереження та дослідження в басейні річки Лаломіта.

Аналіз гідрологічної вивченості басейну річки Лаломіта починається з огляду його географічного розташування. Річка протікає на півдні Румунії, беручи початок у Бучеджських горах на висоті близько 2500 м. Її довжина становить близько 400 км, а площа басейну – приблизно 10 350 км². Необхідно врахувати існуючі дослідження, включаючи гідрологічні карти та звіти про водний баланс. Важливо описати гідрографічну мережу, враховуючи притоки, розподіл водних ресурсів та антропогенний вплив.

Спостереження зосереджуються на кліматичних умовах (температура, опади, випаровування) та гідрологічних характеристиках (рівень і розхід води, склад і властивості води). Для цього визначають місця спостереження у гірській частині (аналіз формування стоку), середній течії (вивчення впливу антропогенних факторів) та нижній течії (аналіз забруднення та сільськогосподарського впливу).

Методи включають автоматизовані станції для збору даних у реальному часі, польові роботи для вимірювання витрат води та швидкості течії, а також використання супутникових знімків для аналізу змін у басейні.

Для оцінки стану водних ресурсів визначають водний баланс, якість води, а також вивчають гідроекологічні проблеми, такі як ерозія берегів, забруднення та вплив змін клімату. Рекомендації передбачають інтеграцію ГІС-технологій для створення цифрових моделей та моніторингових систем, організацію довгострокового моніторингу, міжнародну співпрацю для обміну досвідом та розробку моделей гідрологічних процесів для прогнозування паводків і посух. Такий підхід дозволить покращити управління водними ресурсами та забезпечити їх раціональне використання.

2.2 Застосування програмного засобу QGIS 3.28.10 для аналізу даних.

QGIS – являється безкоштовною крос-платформенною геоінформаційною системою (ГІС), яка є однією з найзручніших та найбільш наповнених функціями

настільних ГІС, що постійно оновлюється і вдосконалюється. Раніше QGIS була відома під назвою «Quantum GIS».

Цю програму можна встановити на більшість популярних операційних систем. Вона дозволяє створювати та публікувати карти, підвантажувати космічні знімки з різних джерел прямо у програму, а також виконувати обробку і аналіз просторових даних. Одним із ключових завдань QGIS є підготовка картографічної продукції.

Інтерфейс програми базується на бібліотеці Qt. QGIS підтримує велику кількість векторних і растрових форматів, таких як ESRI Shapefile і GeoTIFF. Система має розширюваний функціонал завдяки модульній структурі, що дозволяє створювати плагіни мовами C++ та Python. QGIS дає змогу працювати з різними шарами, які можуть бути растровими чи векторними (точковими, лінійними, полігональними), та використовувати різні картографічні проекції.

Серед додаткових можливостей — геоприв'язка зображень, збереження карт у різних форматах для подальшого використання, а також широкий вибір інструментів для аналізу просторових даних.

Головною перевагою QGIS є її повна безкоштовність та гнучкість, що дає можливість розробникам адаптувати програму під свої потреби. Така модульність робить програму актуальною, забезпечуючи її постійний розвиток і впровадження нових функцій, що сприяє збереженню конкурентоспроможності навіть у порівнянні з платними програмними продуктами.

QGIS активно застосовується у наукових дослідженнях, для оборонних потреб, у лісовому та сільському господарствах. Її популярність зумовлена широким спектром можливостей, що робить програму незамінною в багатьох сферах.

Після встановлення QGIS 3.28.10 користувач отримує доступ до різноманітних інструментів. Серед них є Qt Designer, що інтегрує функціонал QGIS для створення нових або вдосконалення існуючих модулів та стилів. Qt як інструментарій розробки забезпечує крос-платформенну підтримку програм, створених мовою C++, і дозволяє працювати з інтерфейсами, мережами, базами

даних та іншими компонентами без зміни вихідного коду.

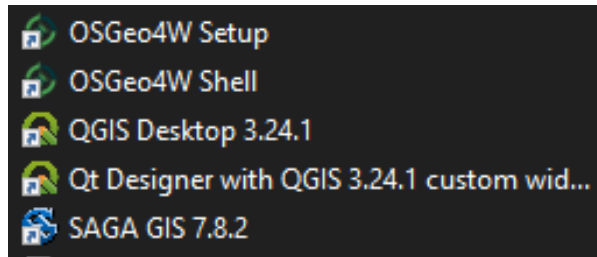


Рис. 2.1. Додаткові програми, що входять у пакет установки QGIS 3.28.10.

Рис. 2.2. Демонструє підтверджувальні дані про актуальність та постійного розвитку функціональних можливостей програмного продукту, оскільки на час утворення ілюстрації було отримано оновлення навіть для попередньої версії програми.

Крім того, Рис. 2.2. відображає робочу зону QGIS 3.28.10, де користувачі можуть легко налаштовувати панелі інструментів під свої потреби, переміщуючи їх без зайвих зусиль. Така гнучкість дозволяє оптимізувати інтерфейс для максимальної зручності. У разі виникнення труднощів або бажання повернути початкові налаштування, це можна зробити за допомогою відповідної функції скидання в самій програмі.

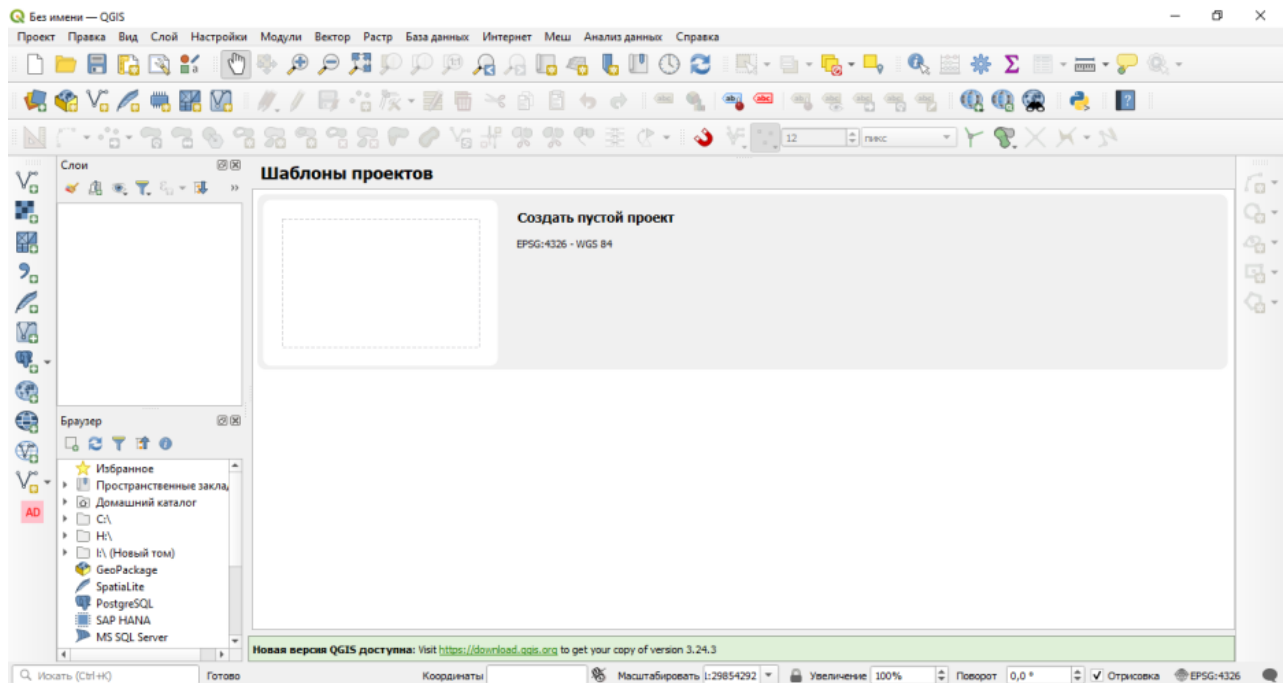


Рис. 2.2. Робоча зона програмного застосунку QGIS 3.28.10.

Однією з ключових переваг QGIS є велика кількість безкоштовних модулів, які значно розширюють функціональні можливості програми. У версії QGIS

3.28.10, яку я використовую, включає 890 плагінів. В моєму випадку встановлено 13 базових плагінів, з них 10 є вбудованими у програму за замовчуванням, а решта були додані для зручнішого користування.

На Рис. 2.3. представлено область із зображенням налаштувань і список плагінів, де показано, що серед встановлених модулів активовані такі: Calculate Geometry, Freehand Raster Georeferencer, DB Manager, GRASS GIS Provider, MetaSearch Catalog Client, Processing, QuickMapServices і SAGA GIS Provider.

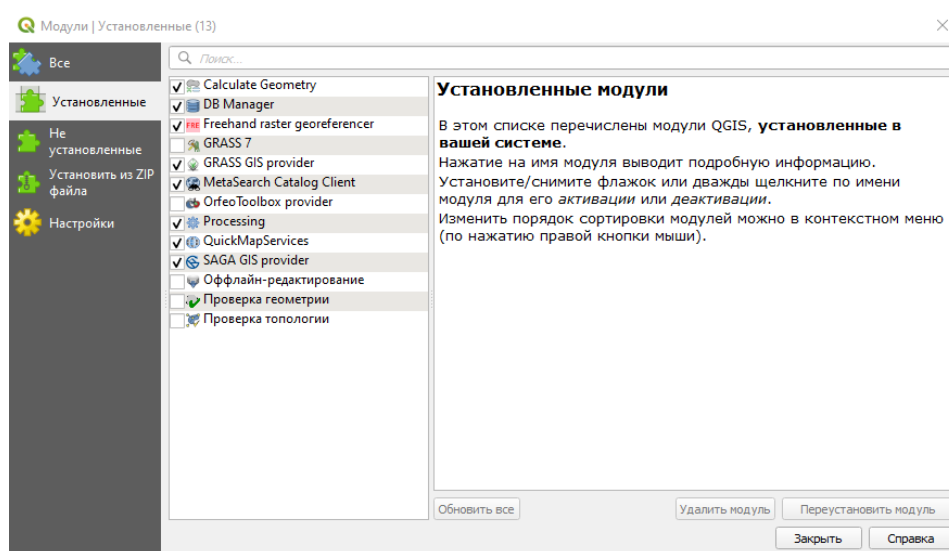


Рис. 2.3. Список встановлених модулів у вікні “Модулі” QGIS 3.28.10.

Серед усіх активованих модулів найчастіше використовувалися такі:

- QuickMapServices - плагін, за допомогою якого оцінюють космознімки.
- Calculate Geometry - модуль, за допомогою якого визначали площу необхідних площин в потрібних шарах.
- Freehand Raster Georeferencer - плагін, що забезпечував прив’язку курсора миші до вже створених об’єктів, що сприяло більш точному створенню нових полігонів на шарах.

Незважаючи на те, що QGIS є безкоштовним програмним продуктом, його інтерфейс і панелі інструментів вирізняються зручністю та функціональністю, які не поступаються навіть платним аналогам. Програмою однаково комфортно користуватися як професіоналам, так і новачкам завдяки доступній організації інтерфейсу. На панелях інструментів відображено більшість функцій, і при наведенні мишки можна отримувати коротеньке описання або назву кожної з

них.

Під час відкривання QGIS користувач бачить діалогове вікно (див. Рис. 2.2.), у якому пропонується створити новий документ під назвою "проект". Цей проект містить геометричні та допоміжні дані, що використовуються для створення картографічних матеріалів, і зберігається у форматі з розширенням .qgs.

QGIS є крос-платформним програмним продуктом, що дозволяє використовувати створені в ньому файли в інших програмах. Це дуже зручно під час розробки масштабних проєктів, які передбачають використання різного програмного забезпечення для аналізу даних.

На панелі управління вихідними даними користувач має можливість створювати різні типи шарів, зокрема віртуальні та тимчасові (див. Рис. 2.4.). При закритті тимчасових шарів програма попереджає про необхідність їхнього збереження. Якщо шар не зберегти, він буде видалений без можливості відновлення, тому важливо бути уважним під час роботи. Кількість шарів, які можна створити, не обмежена, що забезпечує гнучкість у роботі над проєктами.



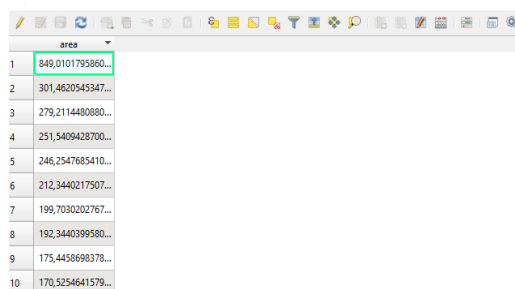
Рис. 2.4. Панель інструментів з допомогою яких можна управляти вихідними даними в QGIS 3.28.10.

Дані з об'єктів шару зазвичай отримують через атрибутивну таблицю, яка може бути заповнена як вручну (наприклад, внесенням номерів для послідовної кількості об'єктів після їх збереження), так і автоматично за допомогою модулів. Прикладом автоматизації є плагін Calculate Geometry, який дозволяє обчислювати площу виділених площин в потрібному шарі.

Щоб відкрити атрибутивну таблицю, потрібно клацнути правою кнопкою миші на потрібному шарі та вибрати пункт "Відкрити таблицю атрибутів" у контекстному меню. У відкритій таблиці користувач може редагувати наявні дані, створювати нові стовпці та рядки, а також зберігати або створювати нові таблиці. У таблиці відображаються порядкові номери об'єктів шару та інші введені дані.

На Рис. 2.5. показано приклад атрибутивної таблиці, де зазначено порядкові

номери об'єктів і розраховану площу кожного з них, отриману за допомогою модуля Calculate Geometry.



	area
1	849,0101795960...
2	301,4620545347...
3	279,2114400880...
4	251,5409428700...
5	246,2547685410...
6	212,3440217507...
7	199,7030202767...
8	192,3440399580...
9	175,4458698378...
10	170,5254641579...

Рис. 2.5. Таблиця із атрибутивною інформацією QGIS 3.28.10.

Після виконання необхідних дій та перевірки готовності графічних матеріалів, можна перейти до створення макету карти та відправки її на експорт. Для цього слід натиснути лівою кнопкою миші на пункт "Проект" у головному меню. Після цього з'явиться контекстне меню, в якому потрібно навести мишку на пункт "Макети" та вибрати потрібний макет. Якщо макети ще не створені, вибираємо в тому ж меню пункт "Створити макет" або натискаємо комбінацію клавіш "Ctrl+P". Далі необхідно ввести назву макету, або вона автоматично встановиться за назвою шару. Після цього з'явиться вікно для редагування новоствореного макету, як показано на Рис. 2.6. У цьому вікні буде доступна інформативна панель інструментів.

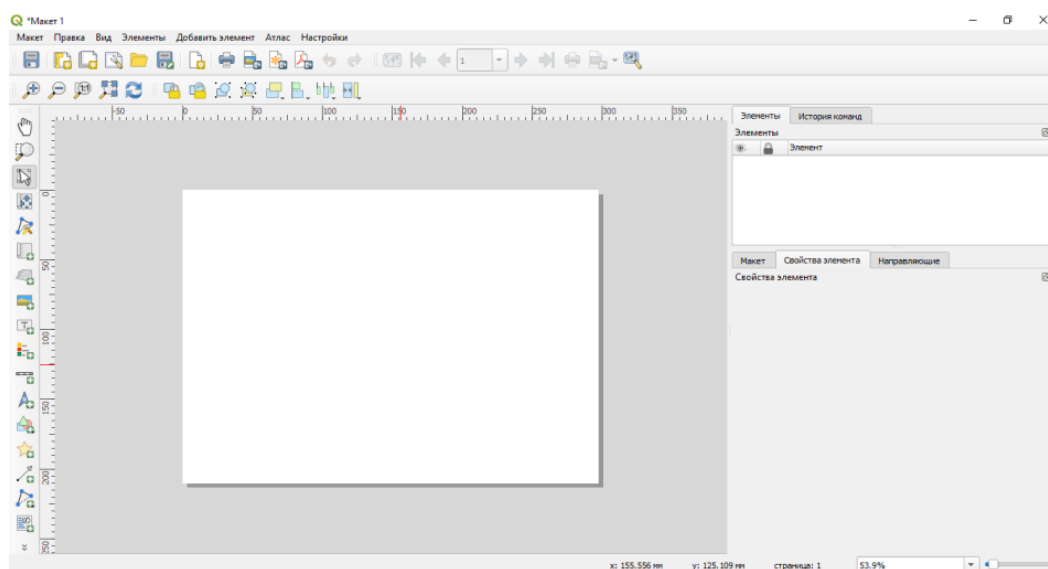


Рис. 2.6. Вікно редагування макету в програмному продукті QGIS 3.28.10.

У цьому програмному забезпеченні також доступна робота з координатною прив'язкою геопросторових даних. Для виконання цього процесу необхідно

виконати низку дій, зокрема трансформувати та закріпити геометричні координати у відповідній проекції.

Для виконання географічної прив'язки в QGIS потрібно скористатися пунктом "Модулі" в головному меню, а потім обрати "Управління модулями". У вікні, що відкриється, слід знайти та встановити модуль "Прив'язка растрів (GDAL)". Проте в поточній версії програмного продукту цей модуль вже інтегровано, тому достатньо обрати пункт "Растр" у головному меню, а з контекстного меню вибрати "Прив'язка растрів".

Процес виконання цих дій проілюстровано на Рис. 2.7

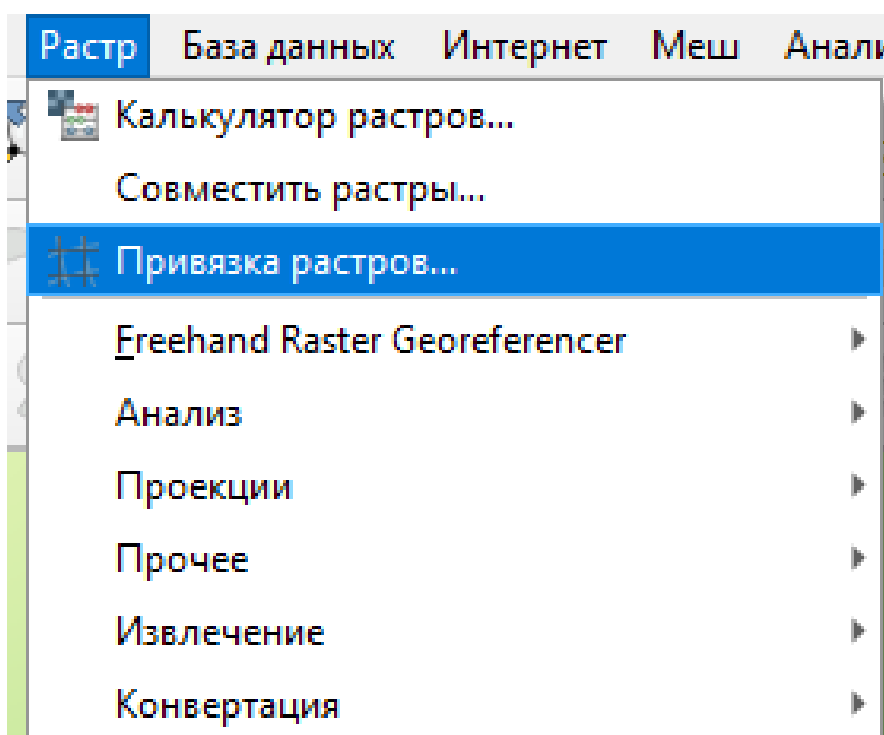


Рис 2.7. Інструмент прив'язки растрів.

Після вибору цього пункту відкривається вікно, у якому відображаються різноманітні панелі інструментів, меню та інша специфічна інформація. Спочатку жодна інформація у цьому вікні не відображатиметься. Налаштування та робочі інструменти для прив'язки растрів показано на Рис. 2.8.

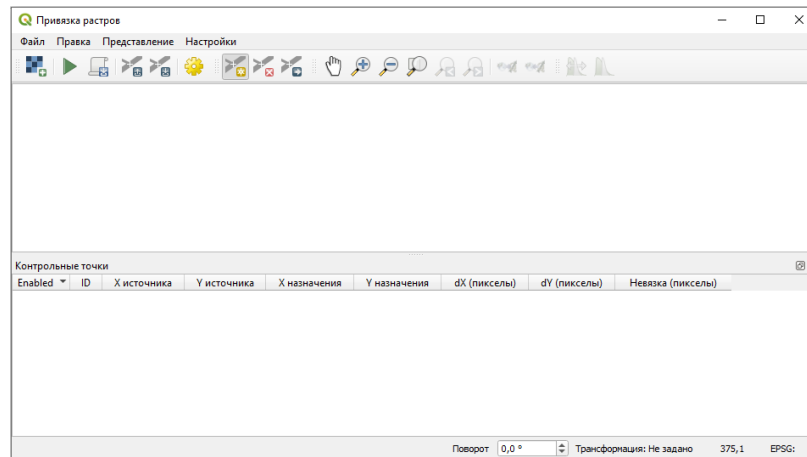


Рис. 2.8. Панель із налаштуваннями прив'язування растрів в QGIS 3.28.10.

Щоб розпочати оцифрування даних, спочатку необхідно створити новий проєкт і додати до нього новий шар. Для цього слід обрати на панелі інструментів функцію "Створити шар Shapefile", яку виділено червоним квадратом у верхньому лівому куті на Рис. 2.9.

Після вибору цієї функції відкривається вікно з назвою "Створити шар Shapefile", яке також зображено на Рис. 2.9.

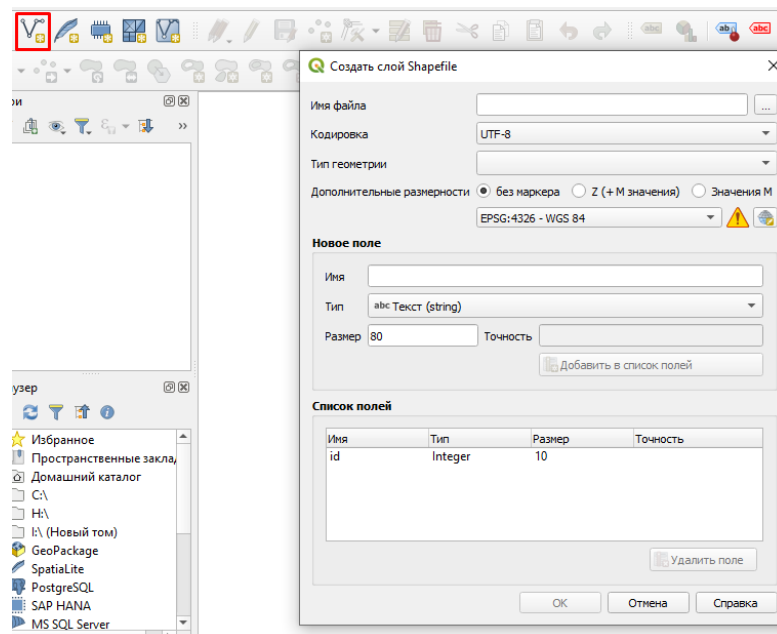


Рис. 2.9. Процес створення нового шару та його налаштування.

Після введення всіх необхідних даних у вікні налаштувань створюється шар. Далі, виділивши цей новостворений шар, можна обрати інструмент "Режим редагування". Після активації цього режиму стають доступними раніше неактивні інструменти на панелі "Додаткові інструменти оцифрування", що показано на Рис. 2.10.

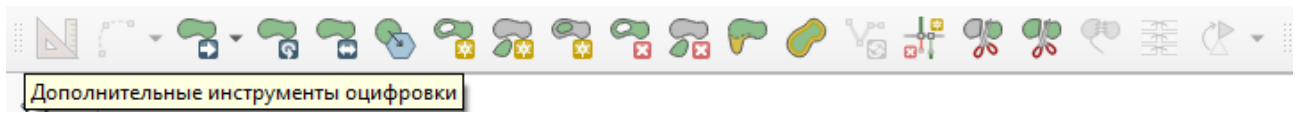


Рис. 2.10. Основний набір інструментів для оцифрування території

Інструменти, зображені на Рис. 2.10, дозволяють створювати та редагувати об'єкти різної форми, забезпечуючи широкий спектр можливостей для роботи з просторовими даними.

2.3 Використання програмного забезпечення Digital XE у дослідженнях.

Програмний продукт Digital XE є потужним спеціалізованим інструментом для обробки та аналізу геопросторових даних. Воно широко використовується для роботи з космічними знімками та картографічними матеріалами, надаючи можливості виконання різноманітних географічних аналізів, таких як оцифровка об'єктів, створення карт та тематичних моделей. Ця платформа також активно застосовується у наукових дослідженнях у сферах геодезії, екології та землевпорядкування.

Однією з ключових переваг Digital XE є здатність обробляти великі обсяги даних, включаючи супутникові та аерофотознімки, що дозволяє працювати з великими геопросторовими наборами. На Рис. 2.11 зображено процес роботи з даними у цьому програмному забезпеченні. Ця функціональність забезпечує високу точність та деталізацію під час обробки зображень, що є критично важливим для таких галузей, як екологічний моніторинг та картографія.

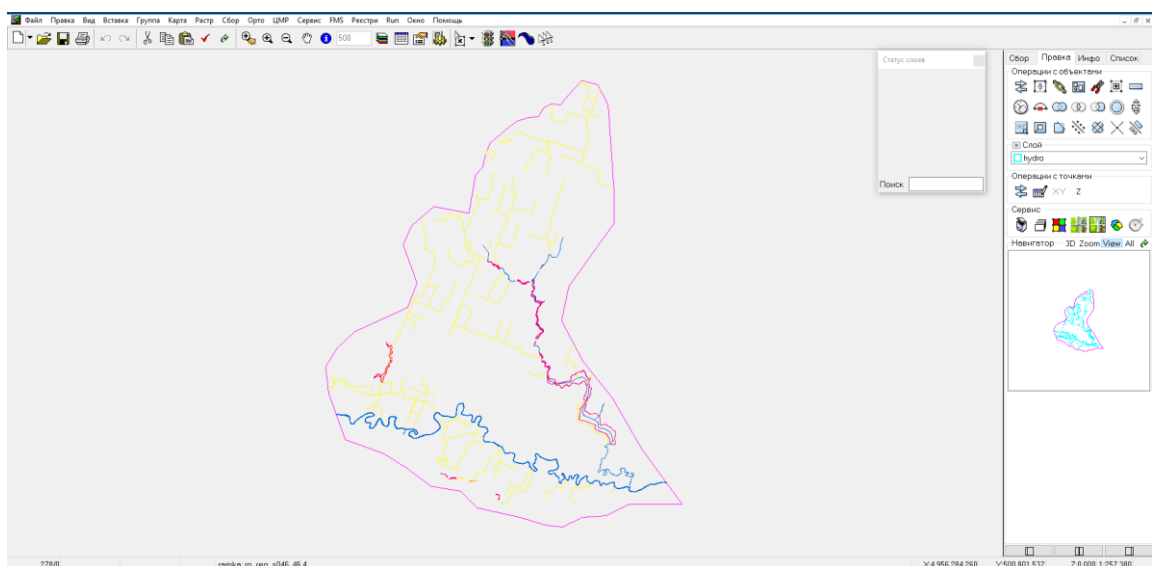


Рис. 2.11. Робочий простір програмного застосунку Digital XE.

Програмне забезпечення Digital XE оснащено потужними інструментами для оцифровки об'єктів, що дозволяють створювати високоточні векторні карти на основі растрових зображень. Процес оцифровки здійснюється за допомогою різноманітних інструментів, таких як лінії, полігони та точки, які демонструються на Рис. 2.12. Завдяки цим інструментам користувачі можуть ідентифікувати та оцифровувати об'єкти на зображеннях, включаючи річки, дороги, будівлі, рослинність та інші природні й антропогенні елементи.

Інтуїтивно зрозумілий інтерфейс програми дозволяє ефективно працювати навіть з великими зображеннями, забезпечуючи високу точність результатів. Це робить Digital XE незамінним інструментом для різних видів географічних досліджень та картографічних завдань.

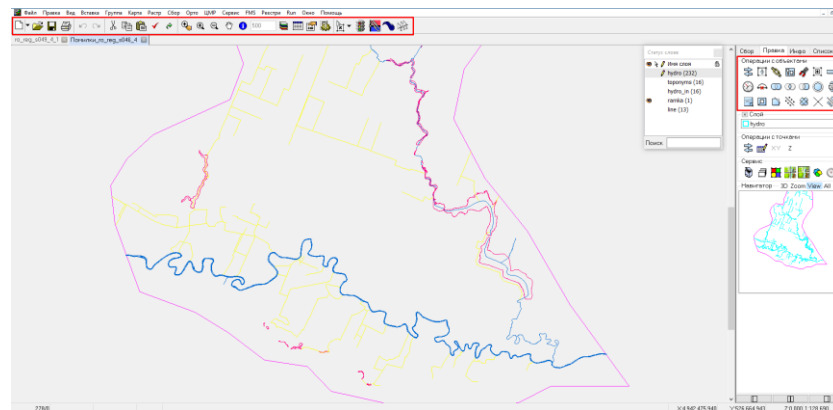


Рис. 2.12. Панель інструменти в робочому вікні програмного застосунку Digital XE.

Програмне забезпечення Digital XE підтримує роботу з різноманітними координатними системами, що є ключовим аспектом для картографічних та геодезичних досліджень. Ця функція забезпечує можливість працювати з різними базами даних, здійснювати конвертацію координат між системами та забезпечувати сумісність із іншими геоінформаційними системами (ГІС). Завдяки цьому отримані дані можна інтегрувати у широку картографічну інфраструктуру або використовувати для подальшого аналізу в інших програмних продуктах.

Однією з важливих особливостей Digitalis XE є наявність потужних інструментів для аналізу просторових даних. Це включає виявлення змін у географічному середовищі шляхом порівняння знімків, зроблених у різні періоди часу, а також автоматизований аналіз географічних об'єктів. Така функціональність дозволяє користувачам ефективно відслідковувати природні та антропогенні зміни, наприклад, зміни русел річок, вирубку лісів або зміни у землекористуванні.

Крім того, Digitalis XE використовує алгоритми обробки зображень для покращення якості вхідних даних, як показано на Рис. 2.13. Це включає корекцію колірних спотворень, зменшення шумів, підвищення контрастності та чіткості зображень. Завдяки цьому програмне забезпечення забезпечує отримання точніших результатів навіть із неідеальних знімків, що значно підвищує ефективність аналізу геопросторових даних..

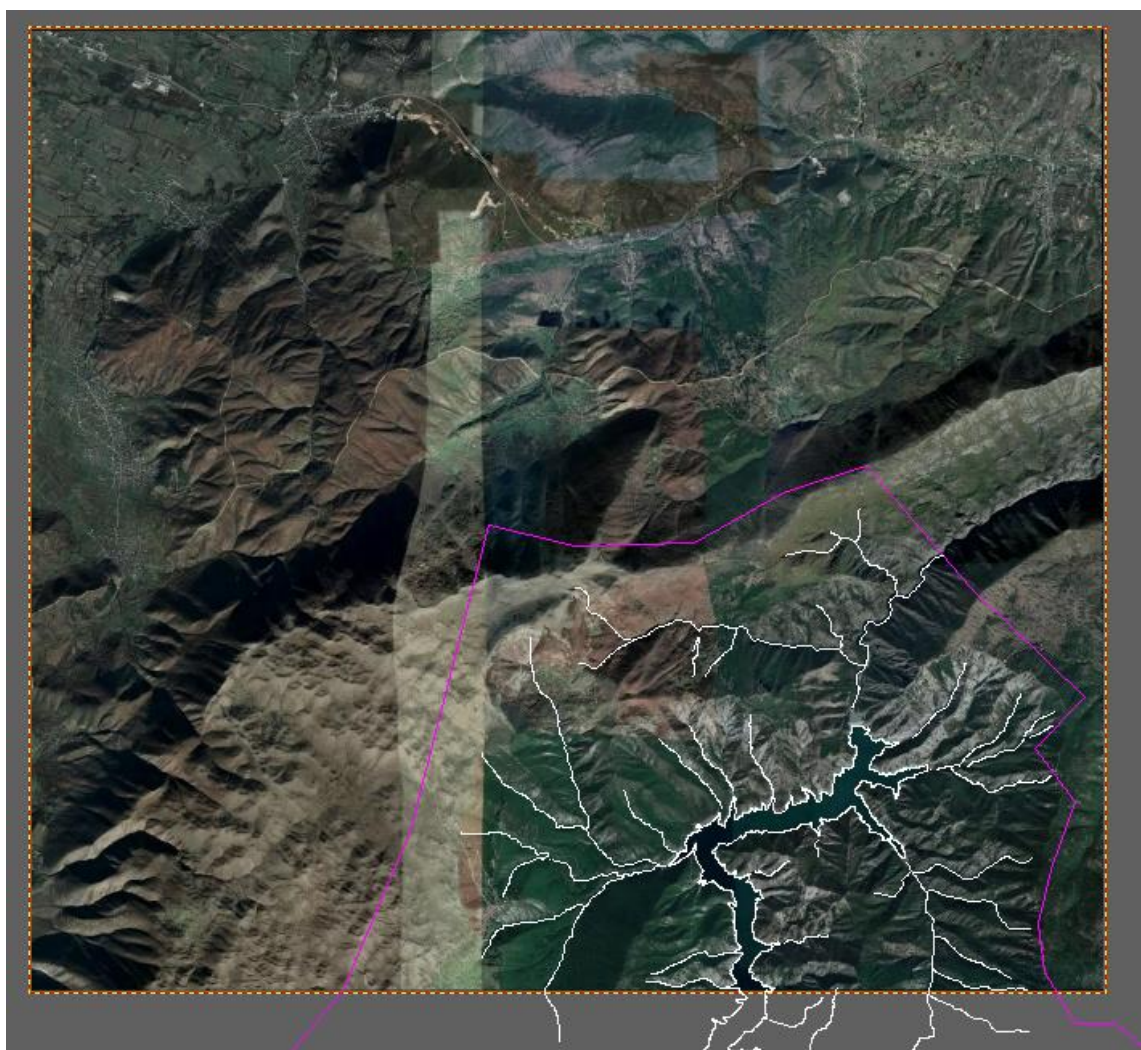


Рис. 2.13. Інструменти в робочому середовищі програмного продукту
Digitals XE.

Окрім цього, Digitals XE забезпечує можливість експорту даних у різноманітні формати, що продемонстровано на Рис. 2.14. Така функція дозволяє інтегрувати результати досліджень у різні платформи, передавати їх для подальшого аналізу або використовувати у публікаціях. Це створює додаткову гнучкість при роботі з проектами різного типу та масштабу, надаючи користувачам змогу адаптувати програмне забезпечення відповідно до їхніх специфічних завдань і потреб.

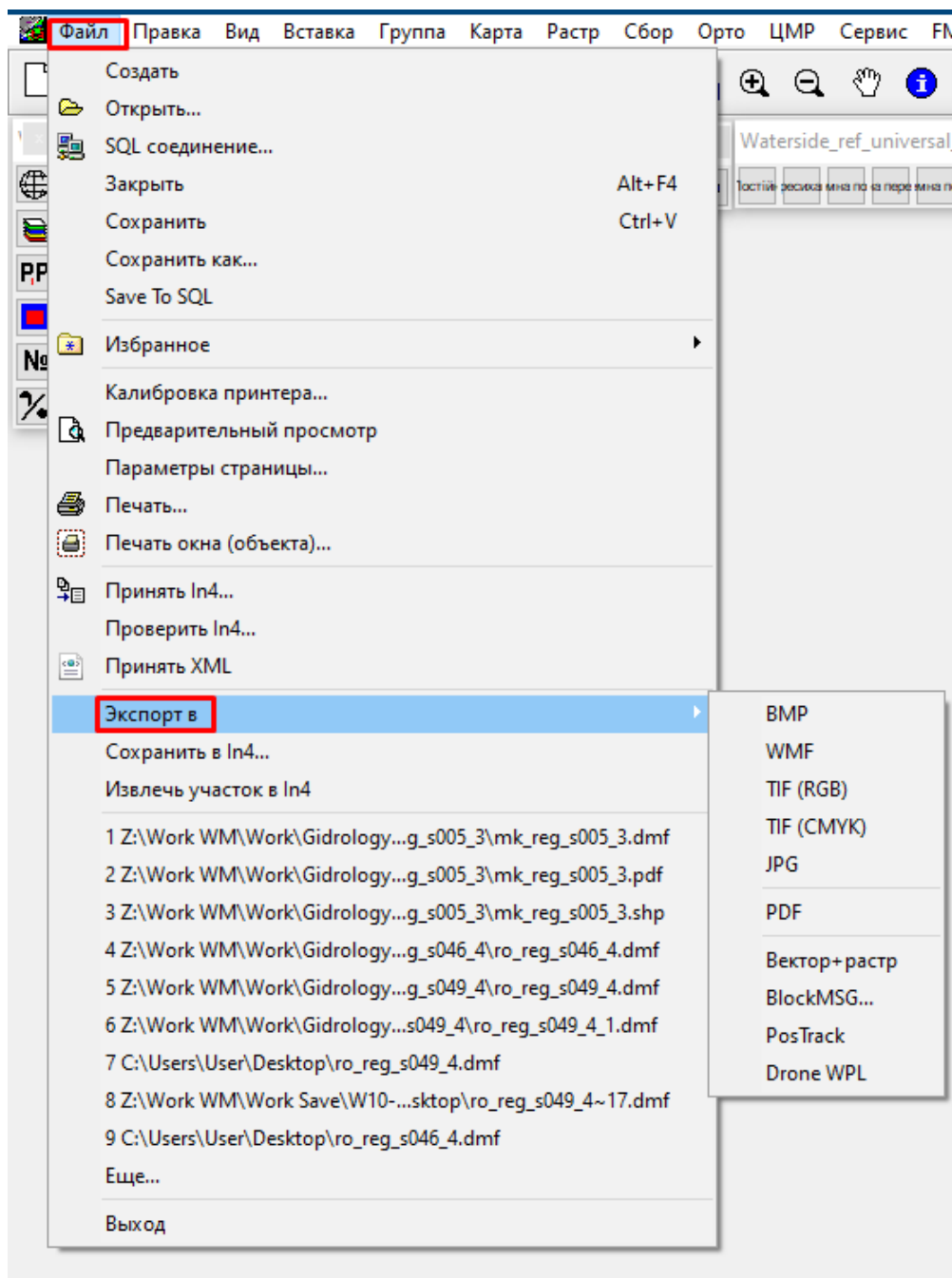


Рис. 2.14. Вікно експорту даних в програмному продукті Digitalis XE.

Висновки до 2-го розділу

Отже, Digitalis XE є універсальним та високоефективним інструментом для роботи з геопросторовими даними. Його широкі можливості, зокрема обробка супутникових знімків, створення картографічних матеріалів та виконання різноманітних наукових і практичних завдань, роблять програму цінною для дослідження географічного середовища. Завдяки функціональності, здатності працювати з великими обсягами даних, підтримці різноманітних координатних

систем і інструментам для детального просторового аналізу, Digitalis XE є незамінним у таких галузях, як геодезія, екологія, містобудування та землевпорядкування.

РОЗДІЛ 3. МЕТОДИ ОЦИФРУВАННЯ ТА АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ.

3.1 Дешифрування водних ресурсів за допомогою QGIS 3.28.10.

Роботу ми розпочали з створення нового проекту в програмі QGIS 3.28.10 (Рис. 3.1)

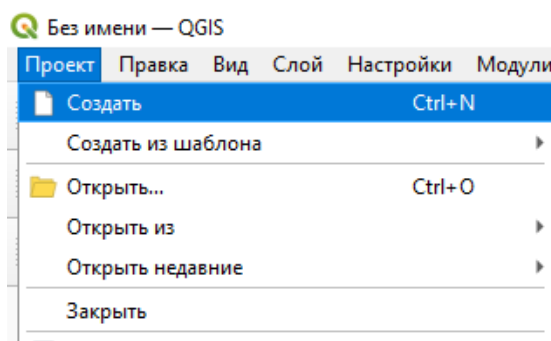


Рис. 3.1 Пункт із головного меню.

Наступним етапом було створення нового шару для дешифрування території. Для цього на "панелі управління вхідними даними" вибрали функцію "Створити шар Shapefile", після чого відкривається вікно налаштувань для "Створення шару Shapefile". У цьому вікні встановлюємо необхідні параметри та натискаємо кнопку "Ок", як показано на Рис. 3.2:

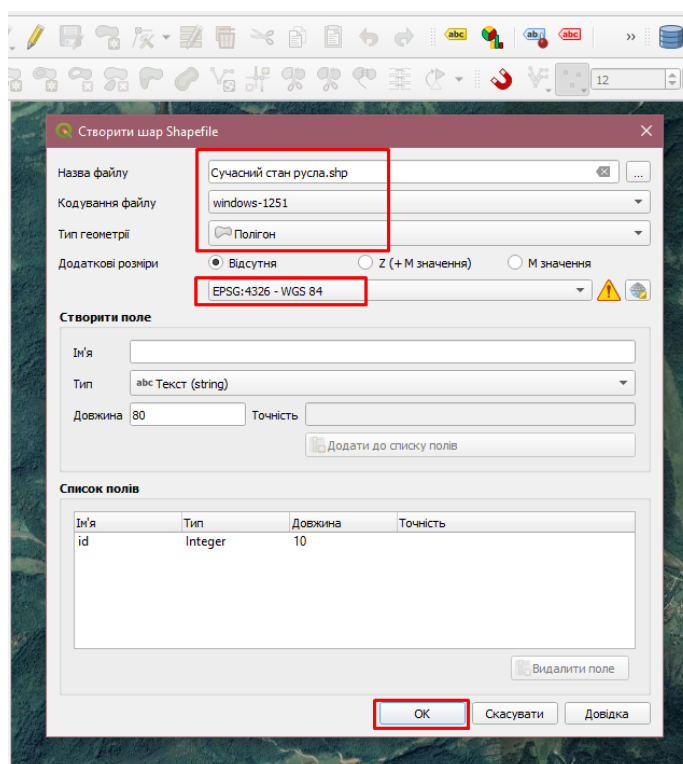


Рис. 3.2. Вікно налаштувань для “Створення шару Shapefile” в програмному продукті QGIS 3.28.10.

- Ім'я файлу – “Сучасний стан русла”
- Система кодування – “UTF-8”
- Тип геометрії – “Площинна”
- Система координат - “WGS 84”

Також встановлюємо колір та прозорість шару, після чого натискаємо "Ок" (Рис. 3.3).

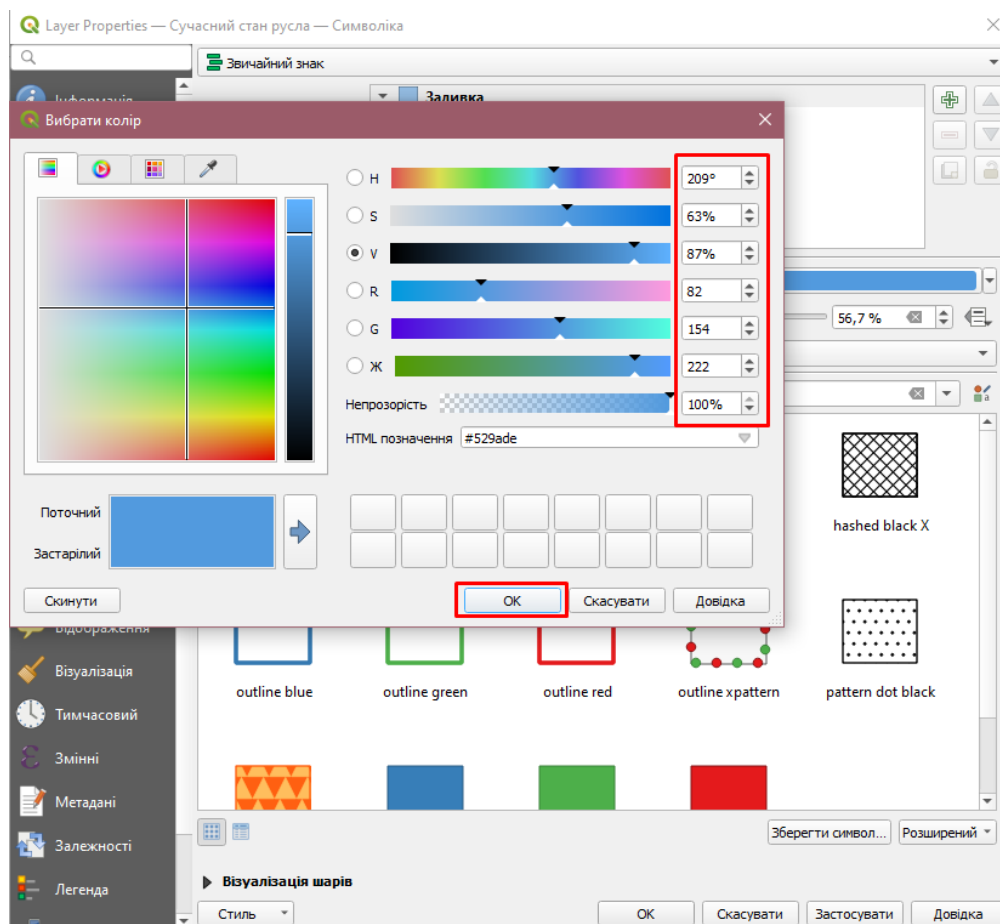


Рис. 3.3. Налаштування кольорової гамми шару в продукті QGIS 3.28.10.

Для подальшого дешифрування території необхідно завантажити безкоштовний космічний знімок. Для цього використовуємо веб-ресурс “Earth Explorer”. Спочатку переходимо за посиланням EarthExplorer, після чого, натискаючи лівою клавішею миші, мітимо область, яку потрібно завантажити, як показано на Рис. 3.4.

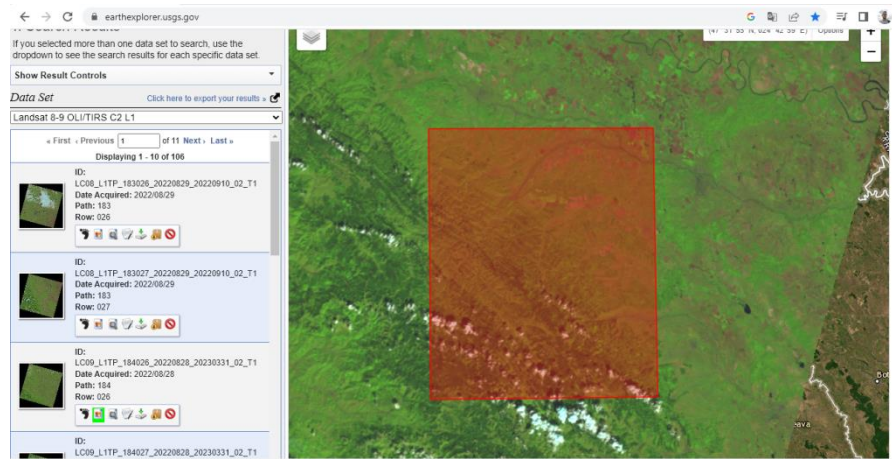


Рис. 3.4. Вікно вибору космознімки для вказаної території на веб-ресурсі “Earth Explorer”.

Для отримання списку знімків, показаного на Рис. 3.4, необхідно налаштувати пошук, як зображено на Рис. 3.5.

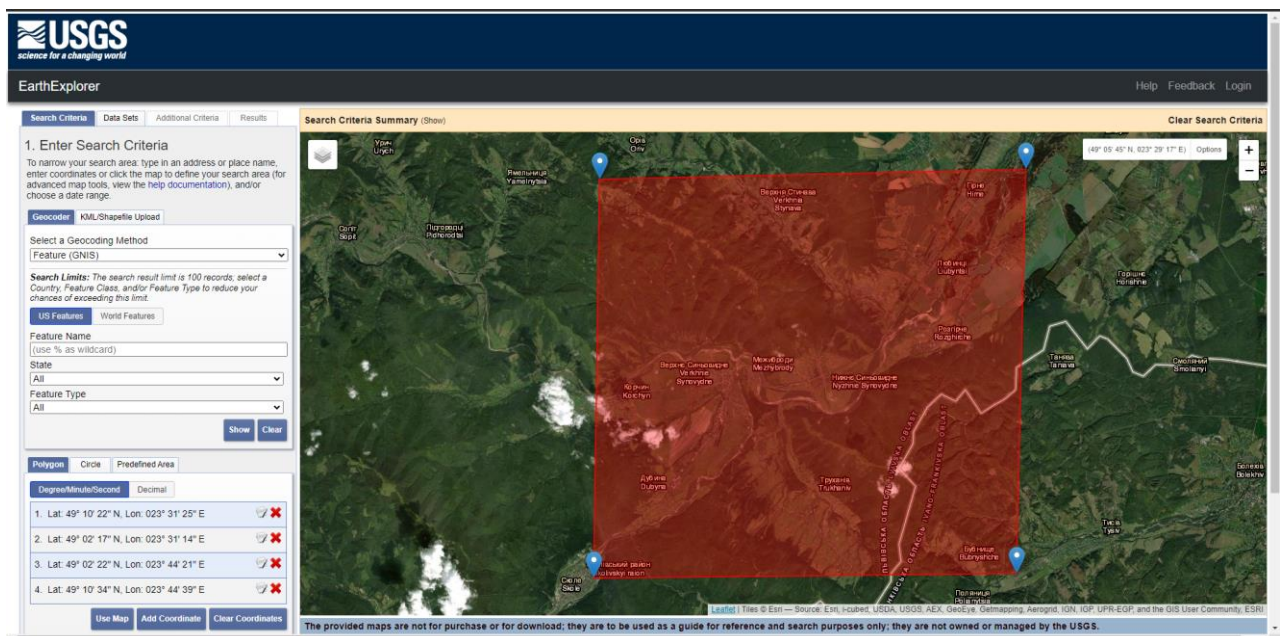


Рис. 3.5. Робочий простір із налаштуваннями для вказаної території на веб-ресурсі “Earth Explorer”.

Після налаштування пошуку та вибору найкращого знімка, завантажуюмо його, натискаючи відповідну кнопку, позначену червоним квадратом на Рис. 3.6. Після цього відкривається вікно, де потрібно вибрати найбільший файл за розміром (Рис. 3.7). Після вибору файл починає завантажуватися.



Рис. 3.6. Список доступних космознімків космознімку, який буде завантажено для вказаної території з веб-ресурсу “Earth Explorer”.

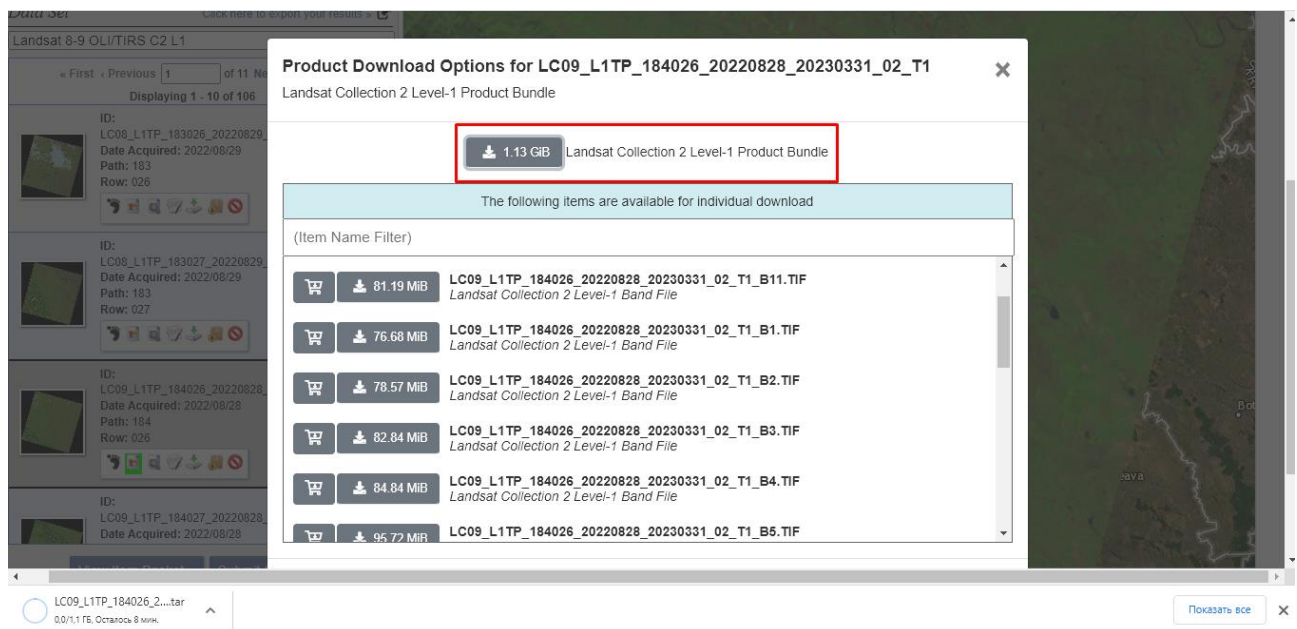


Рис. 3.7. Діалогове вікно із вибором завантажуваного файлу на веб-ресурсі “Earth Explorer”.

Після завантаження архіву, заходимо до папки з ним і розархівовуємо за допомогою WinRAR (Рис. 3.8).

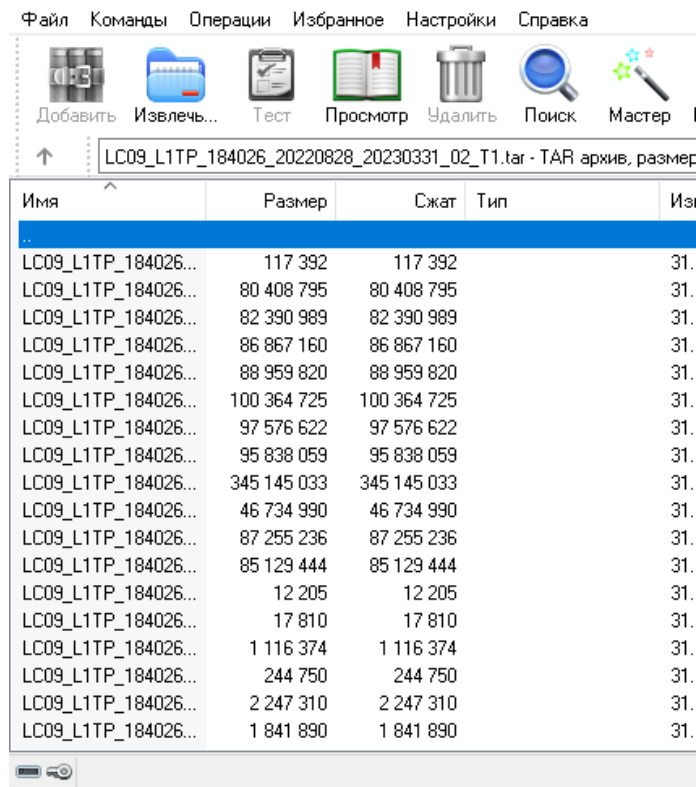


Рис. 3.8. Розархівовані космічні знімки.

На наступному етапі вибираємо пункт "Растр" в головному меню та натискаємо на нього лівою клавiшею миші, що відкриває контекстне меню. У цьому меню обираємо пункт "Інше", після чого з'являється ще одне контекстне меню, де вибираємо "Результат об'єднання". Відкривається вікно налаштувань, де вказуємо необхідні параметри. Зокрема, вибираємо шлях до вхідних даних — папку на робочому столі, яка містить три файли:

“LC09_L1TP_184026_20200828_20200331_02_T1_B2”,

“LC09_L1TP_184026_20200828_20200331_02_T1_B3”,

“LC09_L1TP_184026_20200828_20200331_02_T1_B4”, які потрібні для коректного відображення зображення в природних кольорах. Також ставимо галочку на пункті "Помістити кожен вхідний шар в окремий канал". Тип вихідних даних залишаємо без змін, вказуємо той самий шлях для збереження вихідних файлів на робочому столі, та даємо файлу ім'я "Landsat8". Після цього натискаємо кнопку "Виконати", як показано на Рис. 3..

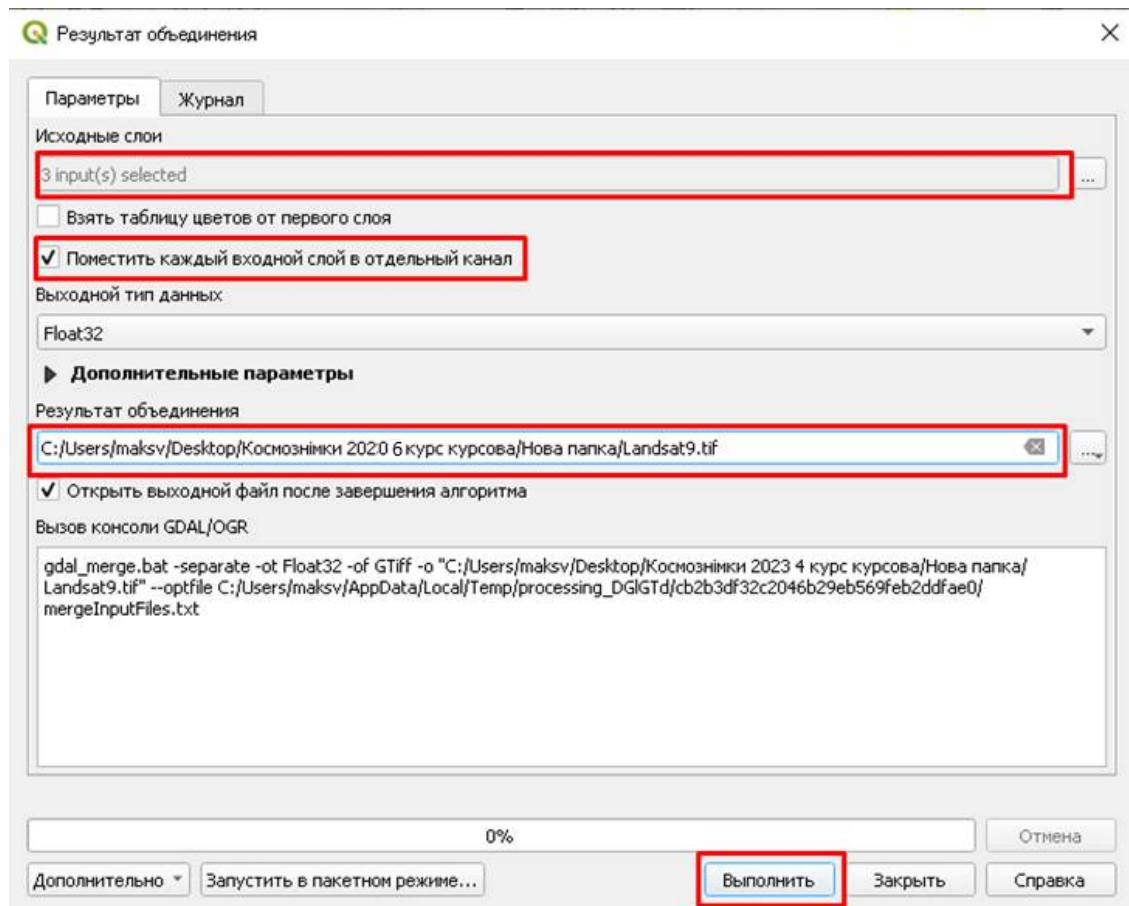


Рис. 3.9. Настройки результатів об'єднання.

Після виконання описаних дій, запускається алгоритм "Результат об'єднання", як показано на Рис. 3.10.

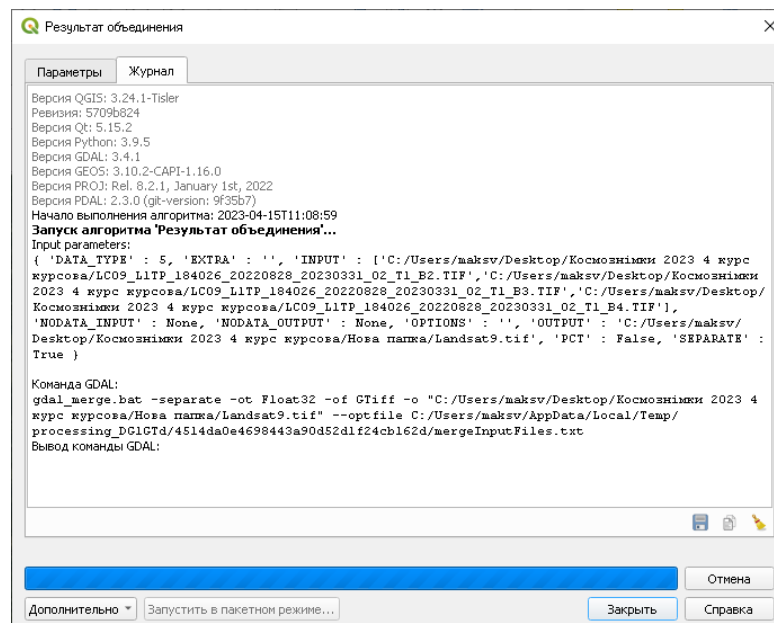


Рис. 3.10. Завантаження алгоритму із результатом об'єднання.

Після певного часу процес завершиться, і ми побачимо новий шар з назвою "Landsat8". Однак цей шар відображатиметься не зовсім коректно, як видно на

Рис. 3.11.

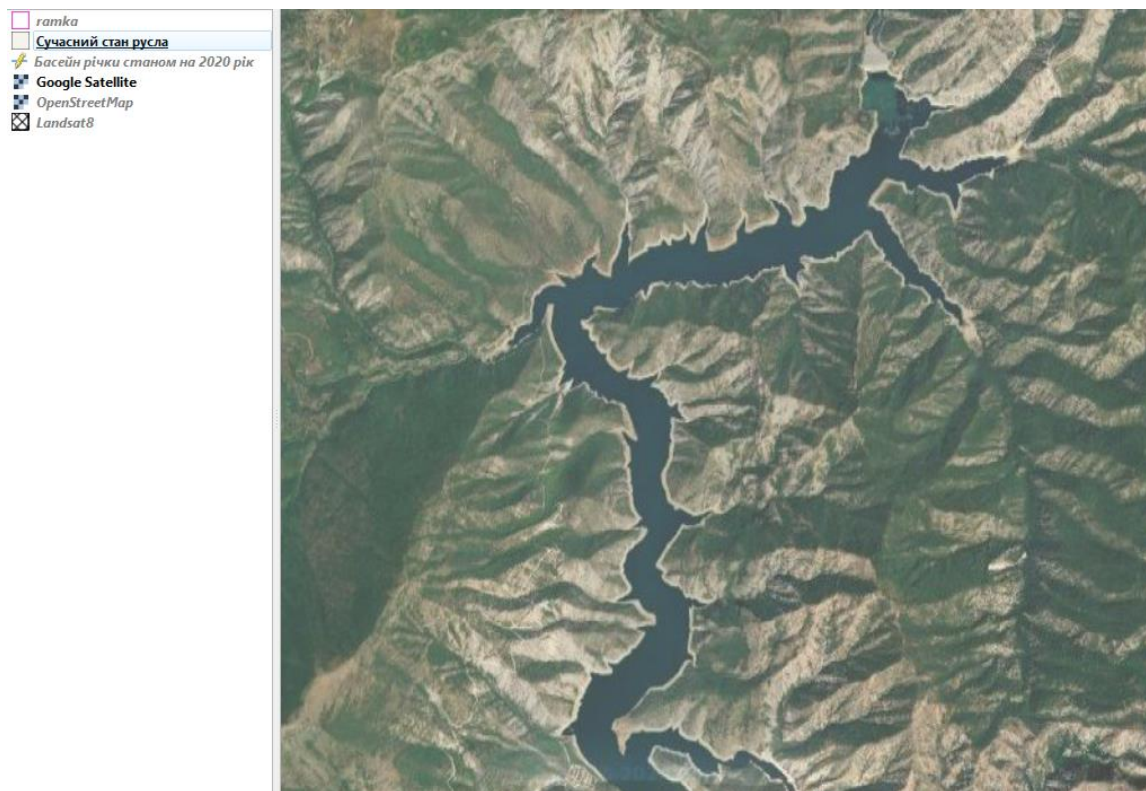


Рис. 3.11. Результат виконання алгоритму "Результат об'єднання" в QGIS
3.28.10.

Наступним кроком є налаштування властивостей створеного шару. Для цього необхідно двічі клікнути на шар або натиснути правою кнопкою миші на шар і вибрати пункт "Властивості", як показано на Рис. 3.12.

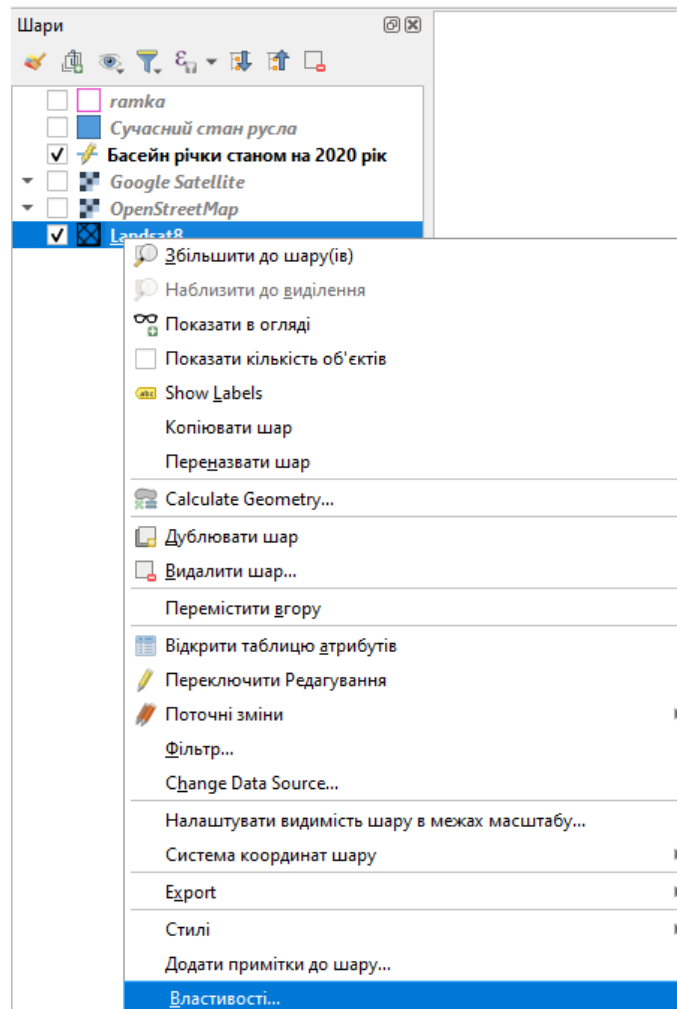


Рис. 3.12. Контекстне меню шару в QGIS 3.28.10.

Після цього відкривається вікно налаштувань шару, де потрібно змінити канали: для Червоного каналу вибрати "Канал 3", для Зеленого каналу залишити "Канал 2", а для Синього каналу вибрати "Канал 1 Gray". Інші параметри залишаємо без змін, як показано на Рис. 3.13.

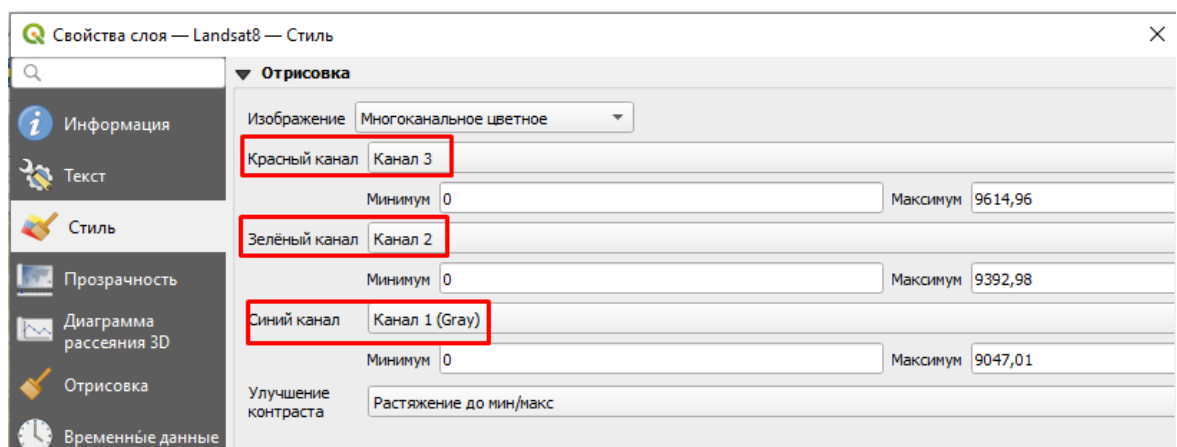


Рис. 3.13. Вікно налаштувань стилю в QGIS 3.28.10.

Після натискання "Застосувати" і "Ок", шар все ще відображається

неправильно, з білим відтінком, як видно на Рис. 3.14.

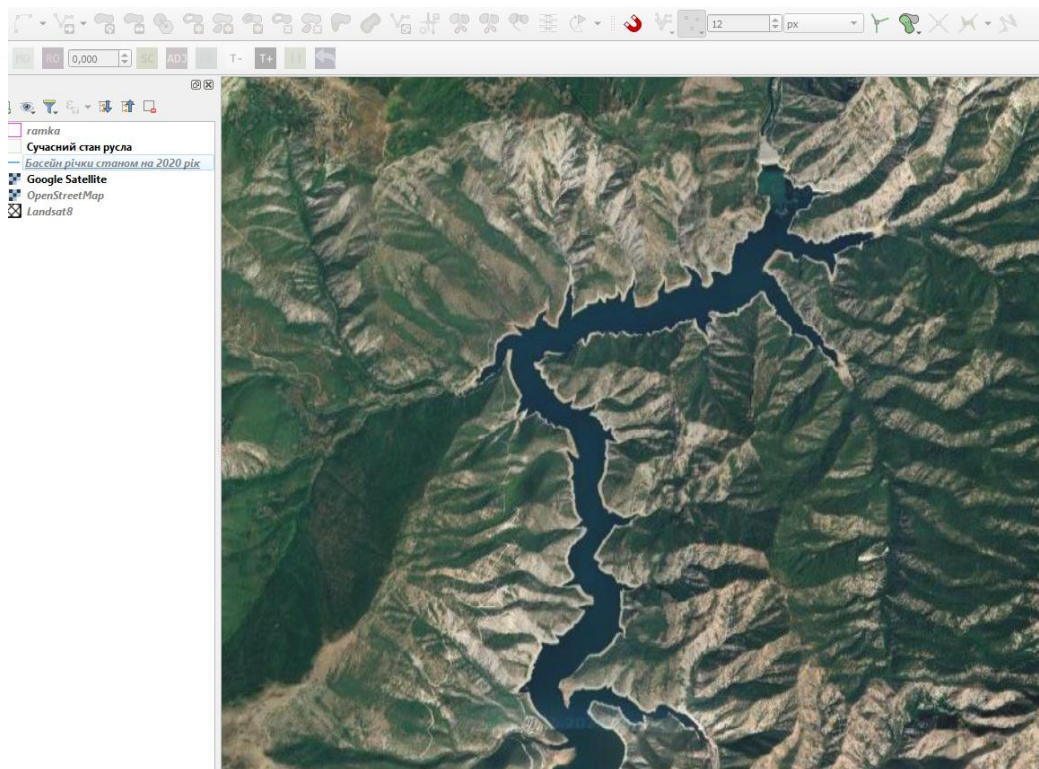


Рис. 3.14. Неправильне відображення шару в QGIS 3.28.10.

Для корекції потрібно зайти знову в властивості шару і створити гістограму. Після цього ми побачимо, що значення частоти для кожного каналу коливаються між 5000 і 10000, як показано на Рис. 3.15.



Рис. 3.15. Вікно налаштувань діаграми розсіювання 3D в QGIS 3.28.10.

Далі в налаштуваннях стилю коригуємо мінімальне значення на "5000" і максимальне на "10000" для кожного каналу. Після натискання "Застосувати" і "Ок" колірні проблеми зникають, і зображення стає чітким та приємним для сприйняття, як видно на Рис. 3.16 та Рис. 3.17.

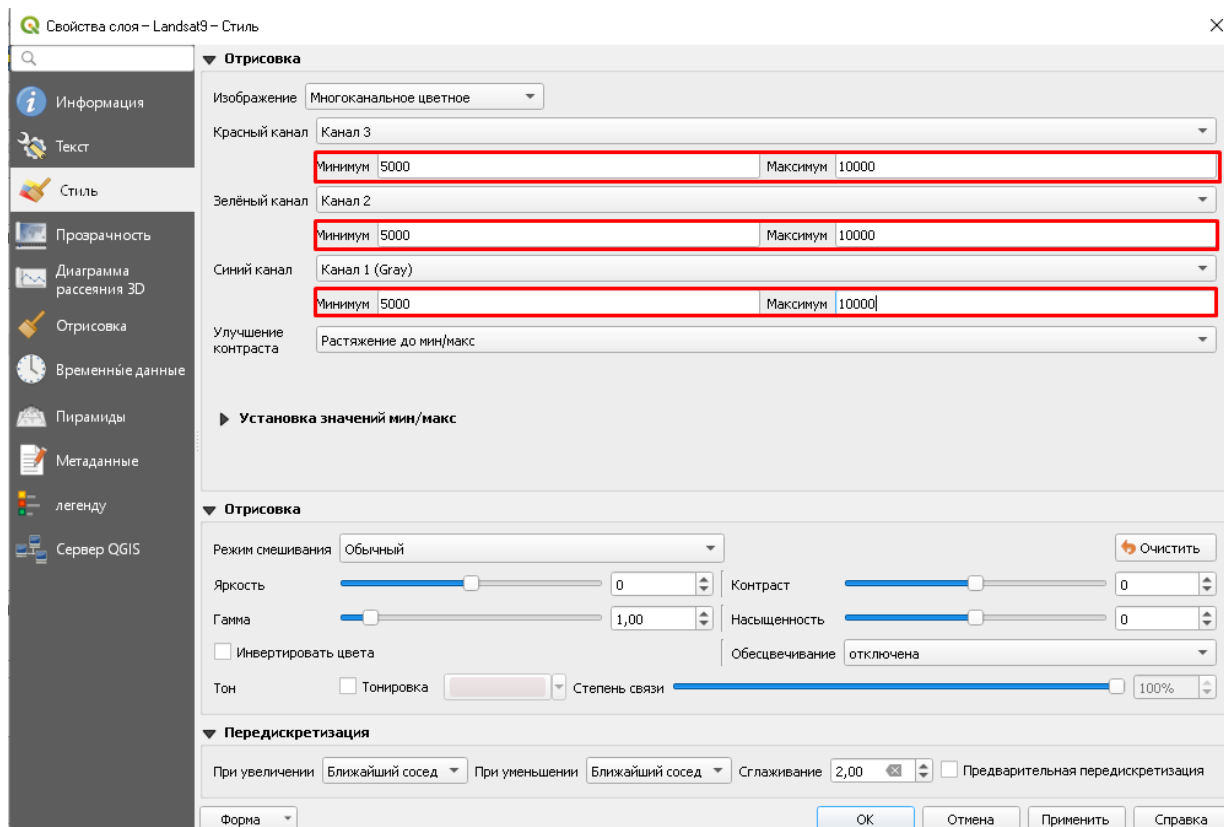


Рис. 3.16. Налаштування стилю шару в QGIS 3.28.10.

Виконавши редагування даних у вікні "Стиль" в налаштування властивостей шару, бачимо що білий відтінок зник, і космічний знімок став більш приємним для нашого зору, та zarazom і більш читабельним, Рис. 3.17.

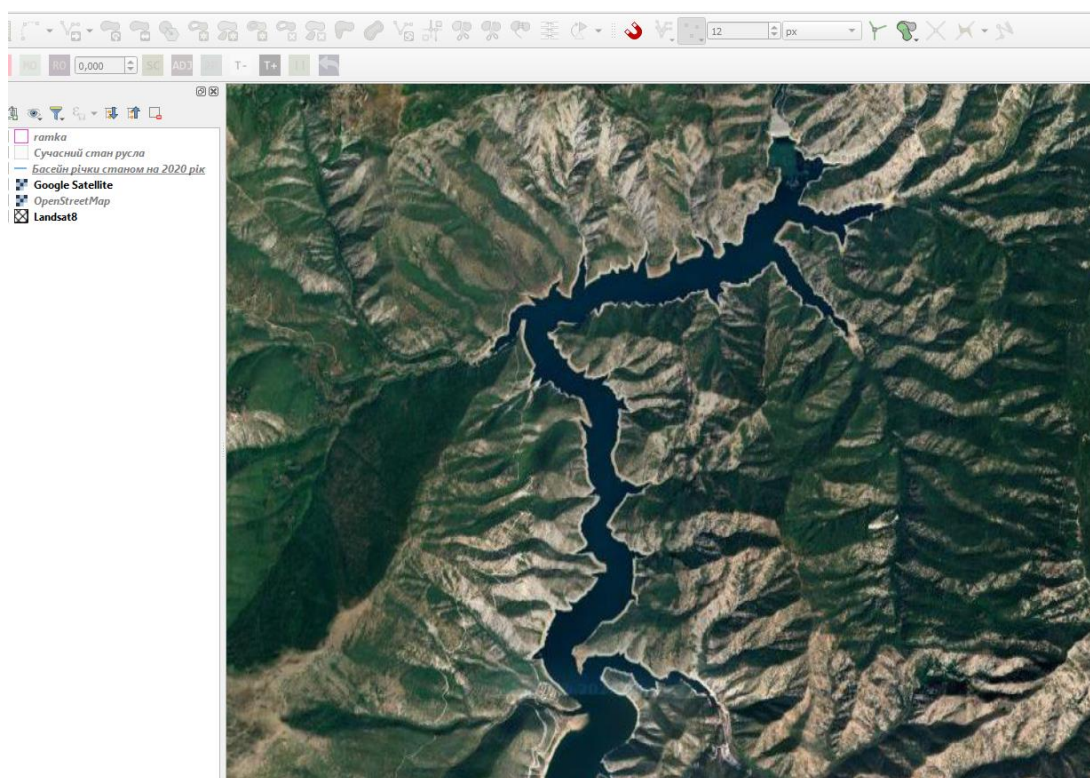


Рис 3.17. Налаштований шар в QGIS 3.28.10.

Тепер можна створити новий шар, натиснувши на функцію "Створити шар Shapefile" на панелі інструментів, як показано на Рис. 3.18.

Після чого у нас відкривається вікно із назвою "Створити шар Shapefile", зображено на Рис. 3.18.

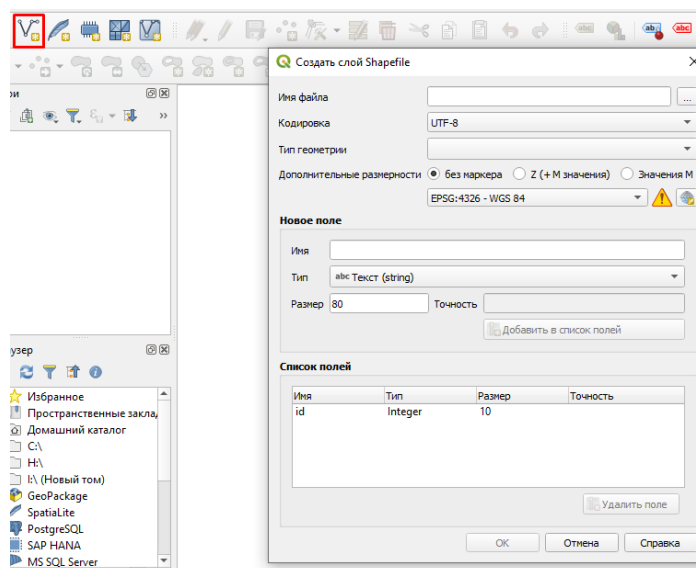


Рис. 3.18. Вікно для налаштування нового шару в програмному продукті QGIS 3.28.10.

Після введення необхідних даних створюється новий шар. Тепер можна активувати режим редагування, як показано на Рис. 3.19.

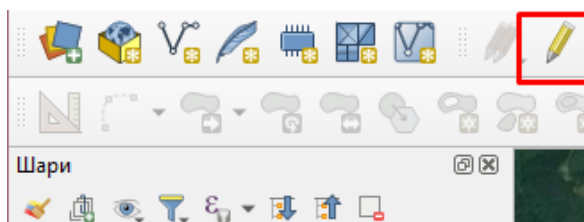


Рис. 3.19. Панель інструментів для оцифрування в QGIS 3.28.10.

Після виконання цих дій у вікні "Додаткові інструменти оцифрування" стають доступними раніше неактивні інструменти. Далі обираємо інструмент "Додати полігональний об'єкт" або використовуємо комбінацію клавіш "Ctrl+" (зображено на Рис. 3.20).



Рис. 3.20. Додаткова панель інструментів для оцифрування в програмному

продукті QGIS 3.28.10.

Після того як ми активували інструмент під назвою “Додати полігональний об’єкт” курсор нашої миші змінився на щось подібне прицілу, тепер для більшої зручності оцифрування нам знадобиться встановити додаткові модулі, для цього на панелі головного меню нам потрібно вибрати вікно “Модулі”, після чого натиснути на пункт “Управління модулями” Рис. 3.21, а саме:

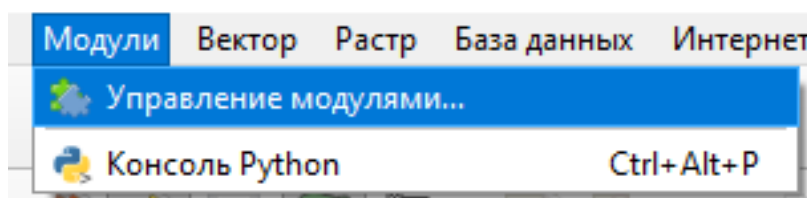


Рис. 3.21. Пункт "Управління модулями" в меню QGIS 3.28.10.

Необхідно активувати модулі "Calculate Geometry" і "Freehand raster georeferencer", використовуючи пошуковий рядок для їх інсталяції, як показано на Рис. 3.22.

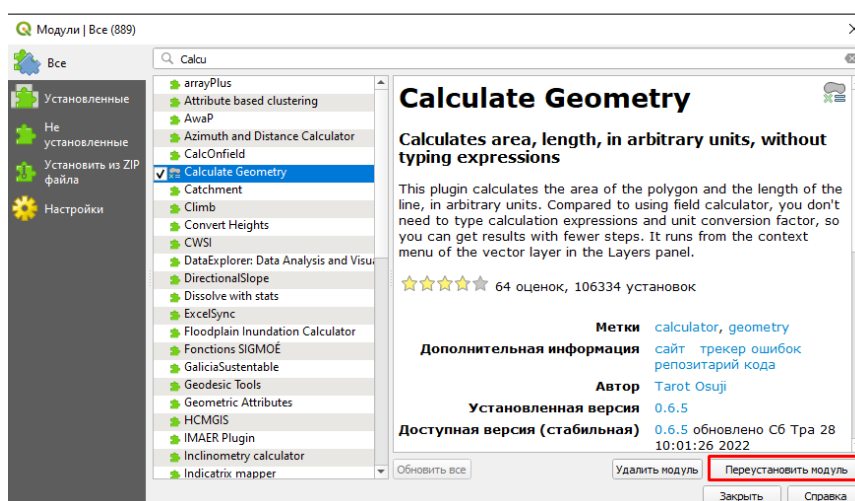


Рис. 3.22. Пошуковий рядок пункту “Управління модулями” в програмному продукті QGIS 3.28.10.

Після встановлення модулів, можна приступати до оцифрування. Використовуючи інструмент "Додати полігональний об’єкт", створюємо полігони, замкнувши їх лівою кнопкою миші. Завершуємо, натискаючи праву кнопку миші. Після цього з'явиться вікно для введення атрибутів, де залишаємо поле "name_Romania" порожнім, як показано на Рис. 3.23.

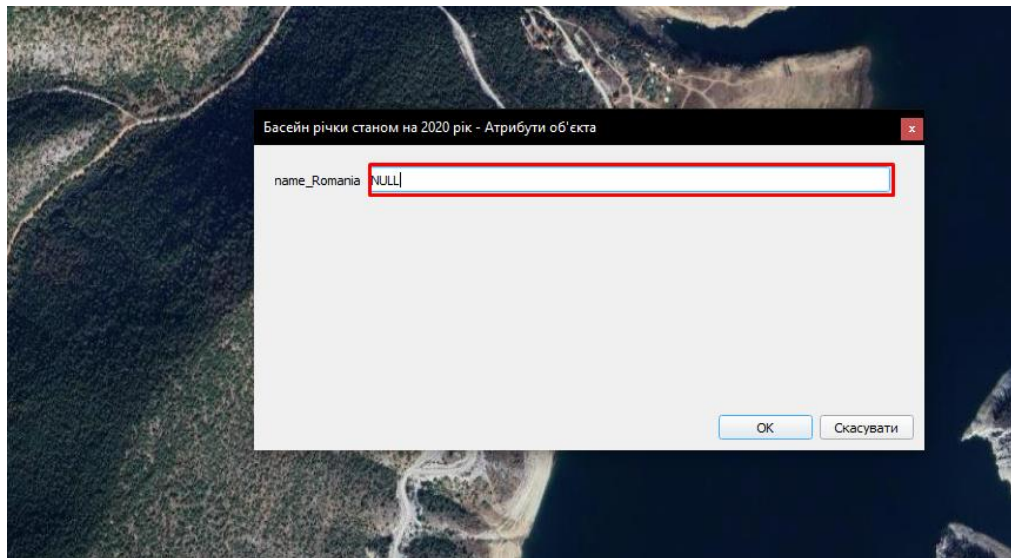


Рис. 3.23 Вікно введення атрибутів в QGIS 3.28.10.

Після завершення оцифрування зберігаємо файл і переглядаємо оцифровані елементи, як показано на Рис. 3.24.

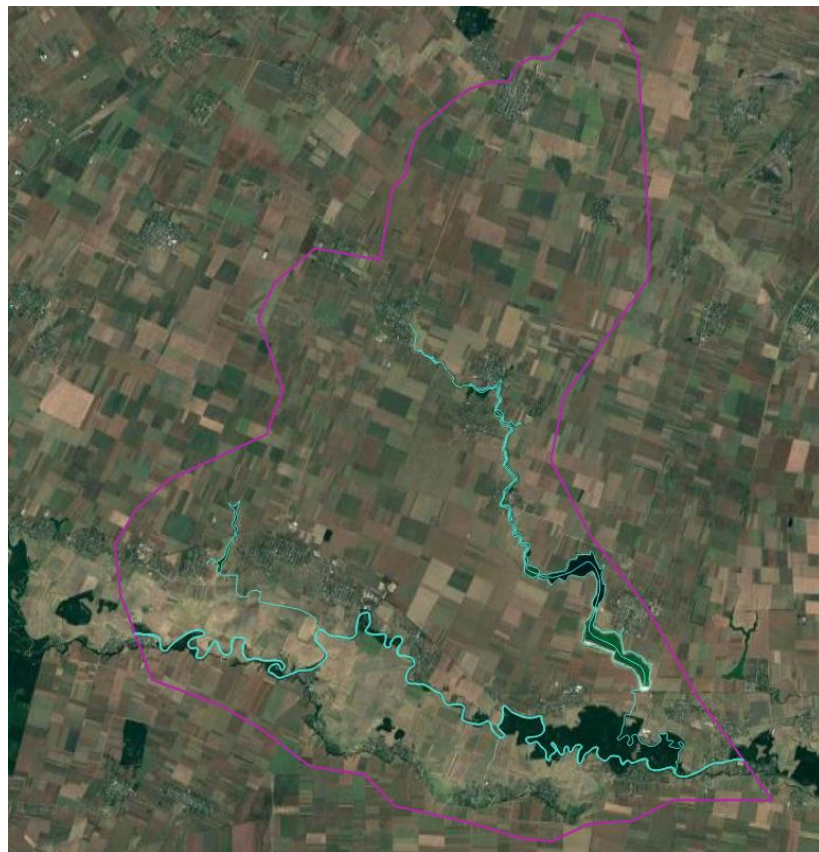


Рис. 3.24. Оцифровані елементи в QGIS 3.28.10.

Тепер відкриваємо таблицю атрибутів для шару "Басей річки станом на 2020 рік" і видаляємо стовпець "ID", оскільки порядкові номери видно в іншому місці, як показано на Рис. 3.25.

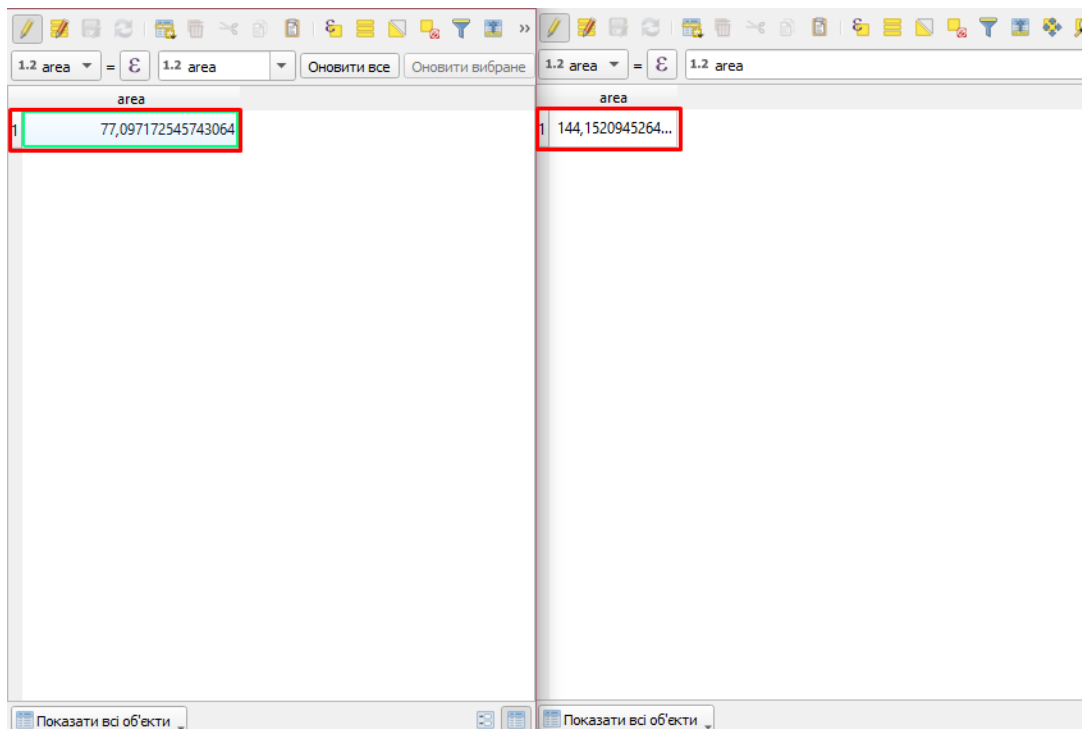


Рис. 3.25. Таблиця атрибутів в QGIS 3.28.10.

Для знаходження площі кожного об'єкта використовуємо модуль "Calculate Geometry". Вибираємо пункт "Calculate Geometry" в контекстному меню шару і змінюємо параметри вимірювання на гектари, знімаючи галочку з параметра "Периметр", як показано на Рис. 3.26 і Рис. 3.27.

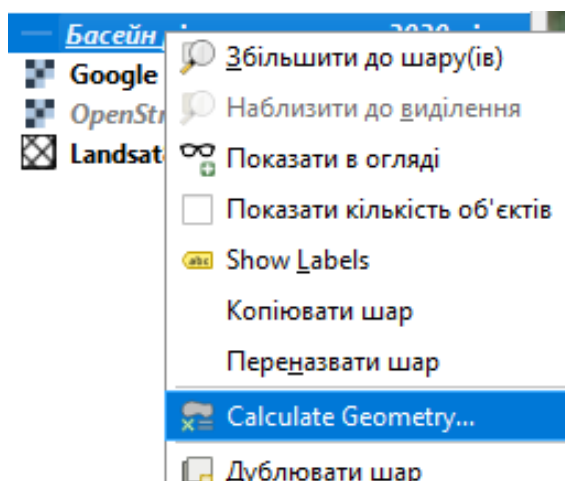


Рис.3.26. Контекстне меню шару в QGIS 3.28.10.

Після виконаних дій з'являється вікно "Calculate Geometry", в якому ми змінюємо одиниці вимірювання з квадратних метрів на гектари та знімаємо галочку з параметра "Периметр", оскільки він нам не потрібен. Інші налаштування залишаємо без змін і натискаємо "Ок" (Рис. 3.27). Після цього з'являються значення площі для кожного елементу (Рис. 3.25).

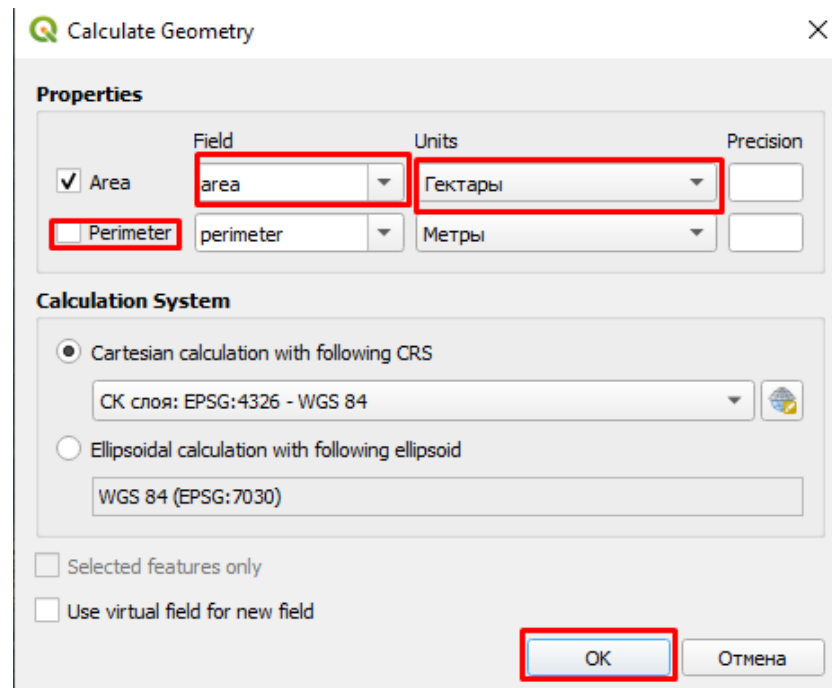


Рис. 3.27. Вікно налаштувань "Calculate Geometry" в QGIS 3.28.10.

Тепер можемо підготувати продукт до друку, створивши макет карти. Вибираємо пункт "Створити макет" в меню "Проект", як показано на Рис. 3.28.

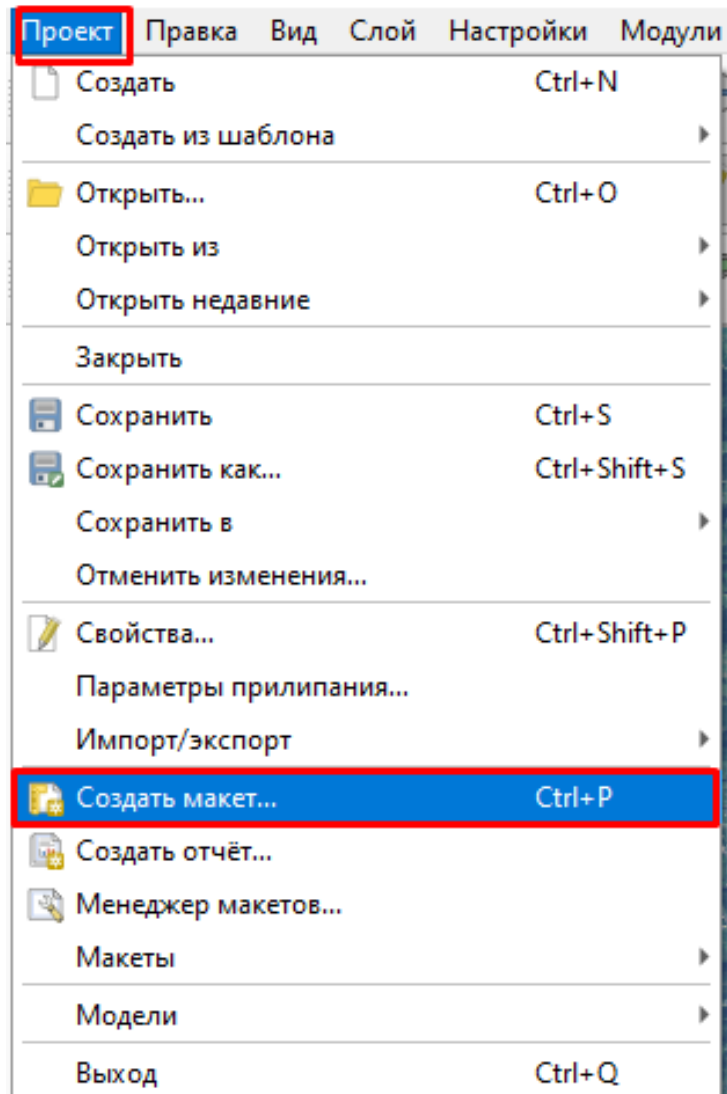


Рис. 3.28. Пункт "Створити макет" в QGIS 3.28.10.

Додаємо необхідні елементи до макету, як показано на Рис. 3.29, а саме:

- Легенда
- Назва карти
- Зображення сторін горизонту
- Створена нами карта змін русла

Наступним етапом нашої роботи є редагування налаштувань доданих елементів до макету карти.

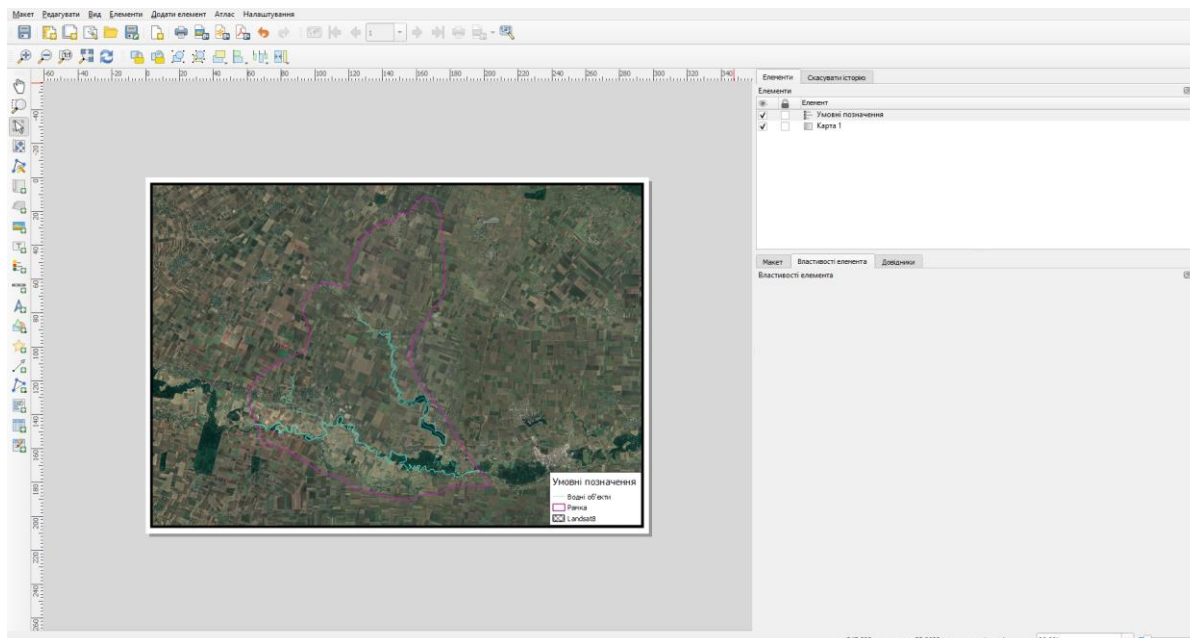


Рис. 3.29. Макет карти до налаштування в QGIS 3.28.10.

Налаштовуємо властивості легенди, вибираючи пункт "Відображати тільки елементи в охопленні карти", як видно на Рис. 3.30.

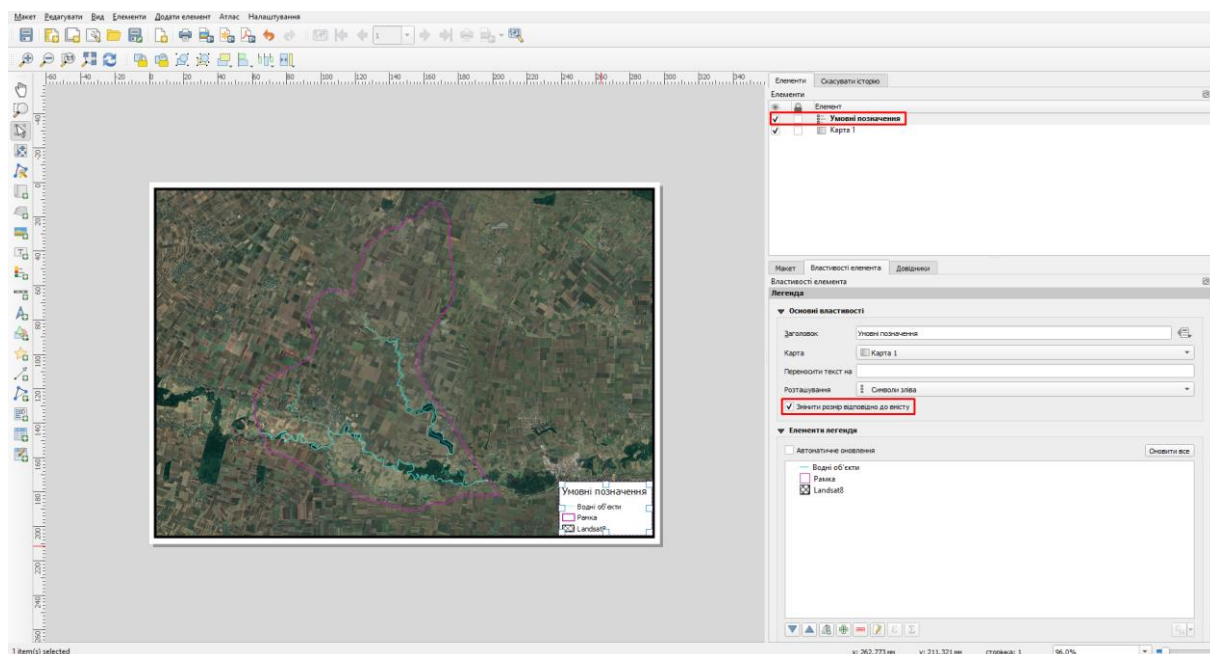


Рис. 3.30. Налаштування легенди в макеті карти в QGIS 3.28.10.

Після цього експортуємо макет у зображення, вибираючи пункт "Експорт в зображення" в меню "Макет", як показано на Рис. 3.31.

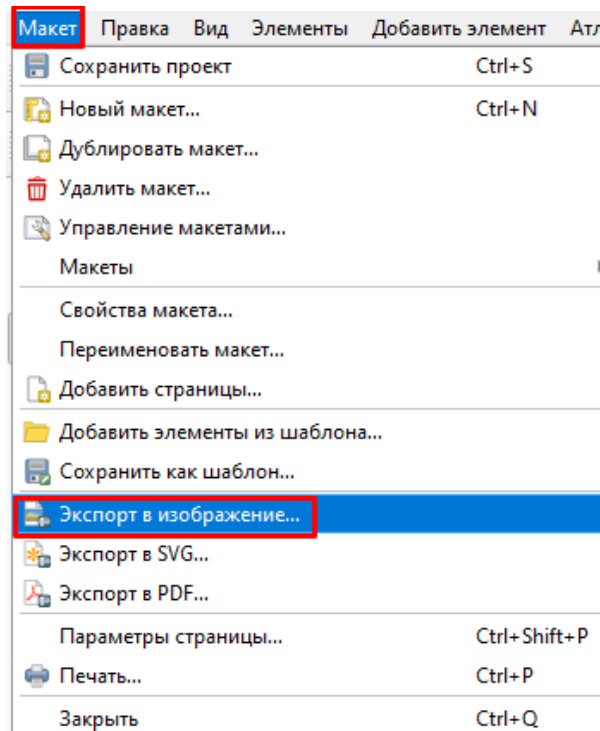


Рис. 3.31. Пункт "Експорт в зображення" в QGIS 3.28.10.

Вибираємо місце збереження і екпортуємо зображення, як показано на Рис. 3.32..

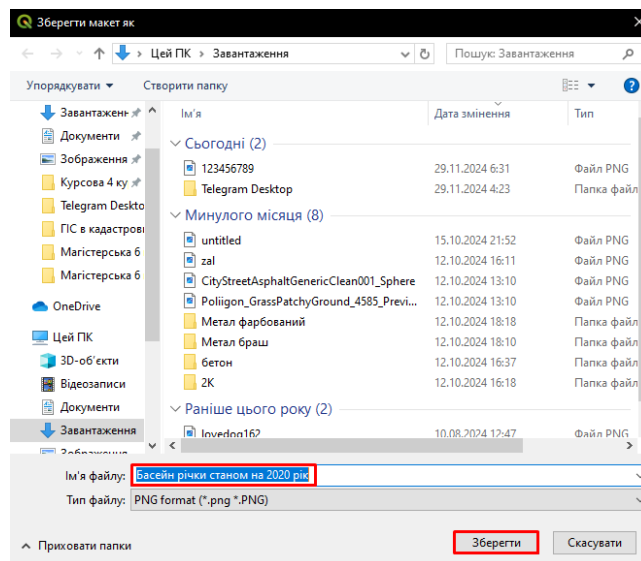


Рис. 3.32. Вікно збереження зображення в QGIS 3.28.10.

Переглядаємо збережене зображення, і якщо результат влаштовує, розробка картографічних матеріалів завершена, як показано на Рис. 3.33.

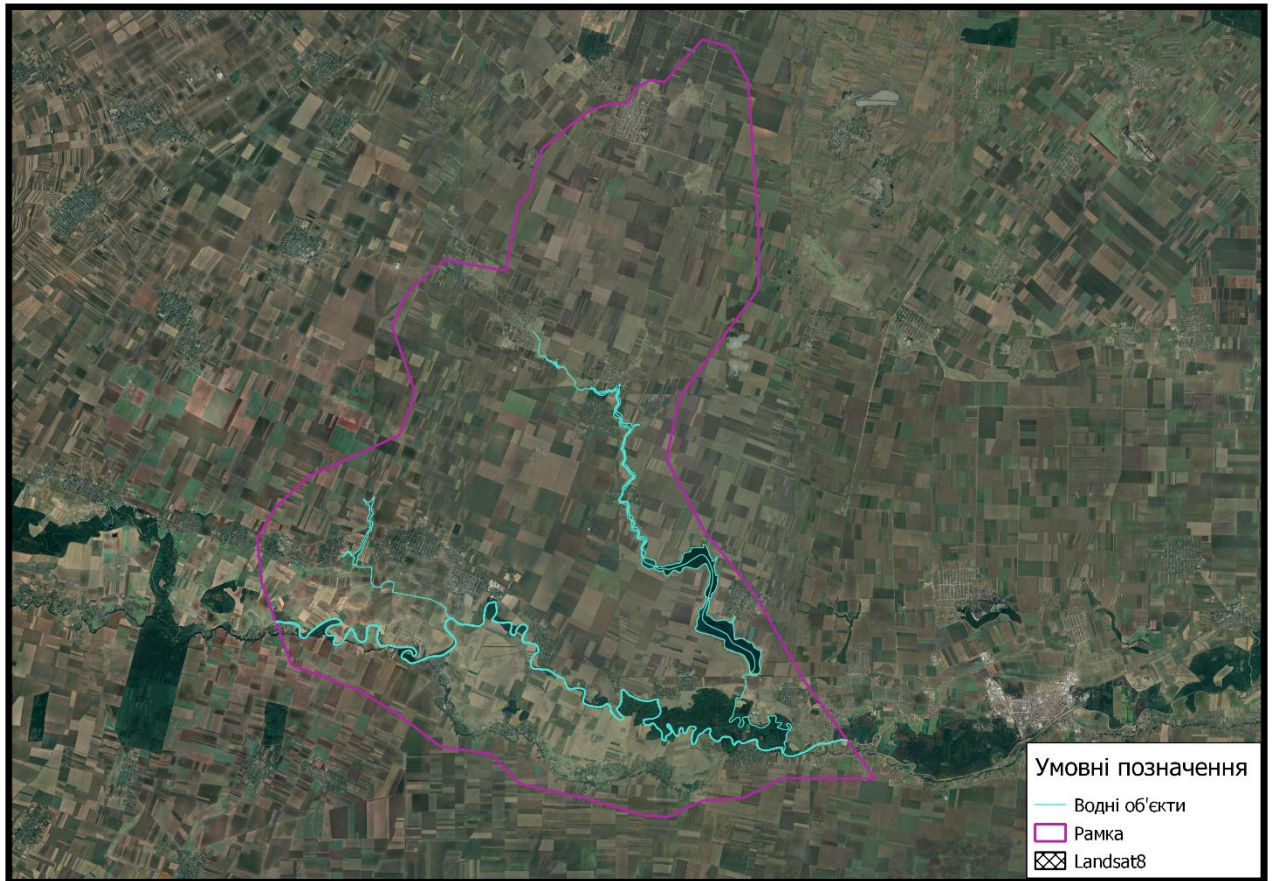


Рис. 3.33. Завершений макет карти в QGIS 3.28.10.

3.2 Використання Digital XE для дешифрування досліджуваної території

Цей етап розпочнемо з повторення кроків з пункту 3.34, а саме створення нового проєкту в програмному продукті Digital XE (Рис. 3.34).

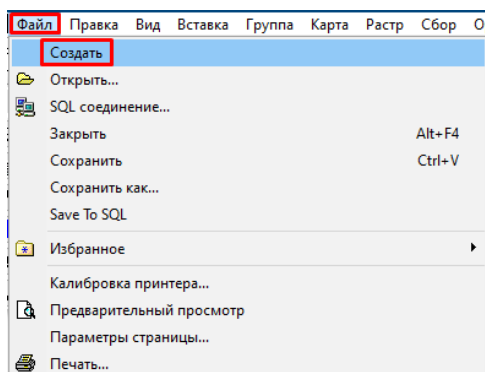


Рис. 3.34 Вкладка головного меню в програмному продукті Digital XE.

Наступним кроком є створення нового шару для виконання дешифрування досліджуваної території в програмному продукті Digital XE.

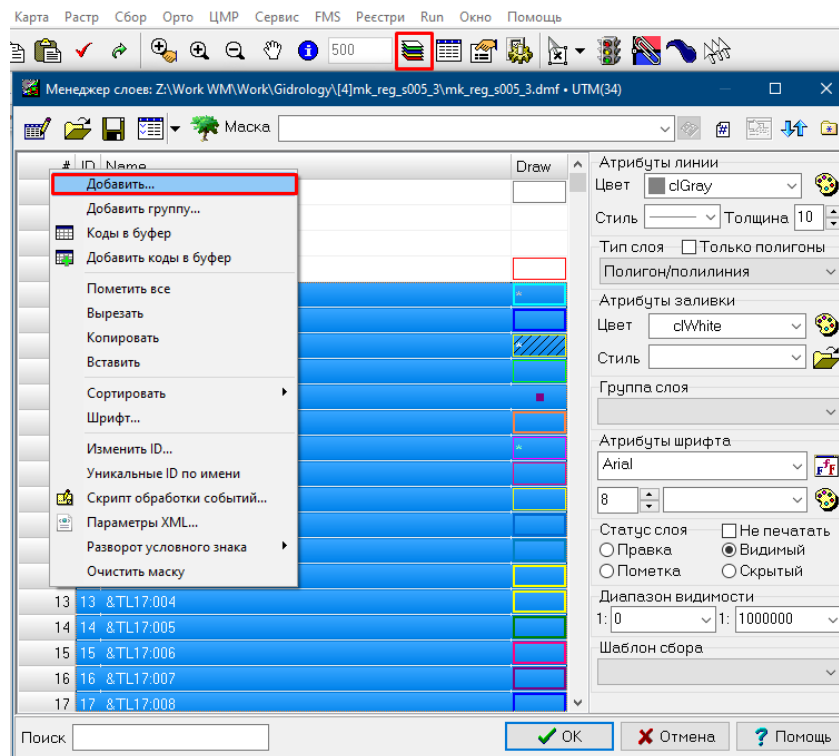


Рис. 3.35 Вкладка головного меню в програмному продукті Digitalis XE.

Далі нам потрібно завантажити безкоштовні космічні знімки по яких ми будемо виконувати дешифрування сучасного стану досліджуваної території. Для цього ми знову скористаємося веб-ресурсом під назвою “Earth Explorer”, спочатку увійдемо на даному веб-ресурсі. Отже заходимо на даний веб-ресурс за цим посиланням”[EarthExplorer](https://earthexplorer.usgs.gov) ” та за допомогою натискань лівої клавіші ставимо мітки для того, щоб виділити зону для якої потрібно завантажити космознімок, зображено на Рис. 3.35.

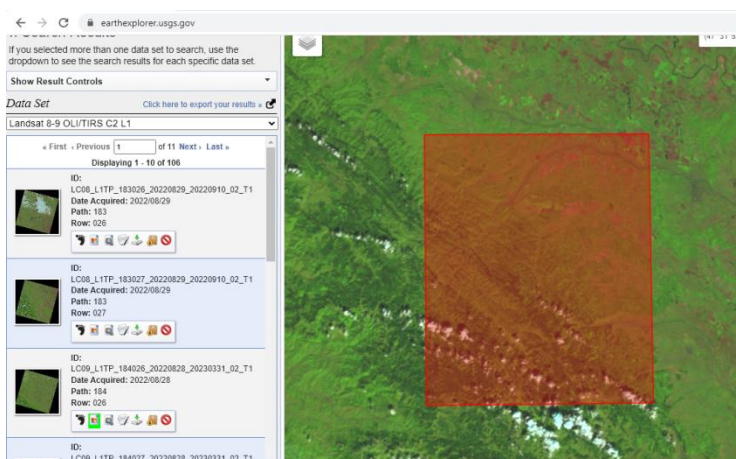


Рис. 3.36. Вікно вибору космознімку для вказаної території на веб-ресурсі “Earth Explorer”.

Для того, щоб отримати даний список космознімків, який зображено на Рис.

3.36. потрібно виконати налаштування пошуку на даному веб-ресурсі, налаштування зображено на Рис. 3.37.

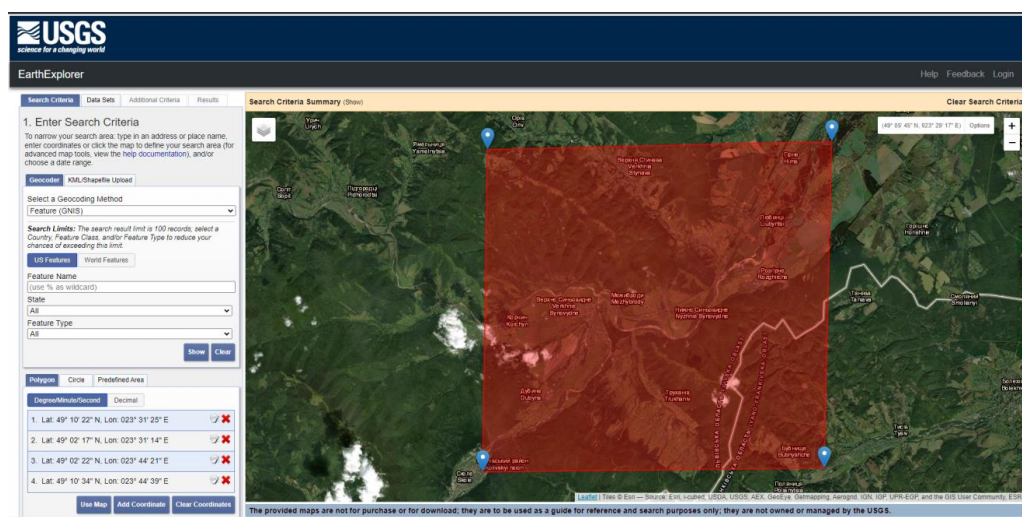


Рис. 3.37. Вікно налаштувань для вказаної території на веб-ресурсі “Earth Explorer”.

Після того як ми налаштували пошук знімків для нашої території, та вибрали найкращий космічний знімок завантажуюмо даний космознімок за допомогою відповідної клавіші, зображено червоним квадратом на Рис. 3.38. після чого відкривається віконце в якому нам потрібно вибрати перший і одночасно найбільший файл за розміром, зображено червоним квадратом на Рис. 3.39. Після чого почнеться завантаження вибраного архіву.



Рис. 3.38. Вікно вибору космознімку, який буде завантажено для вказаної території на веб-ресурсі “Earth Explorer”.

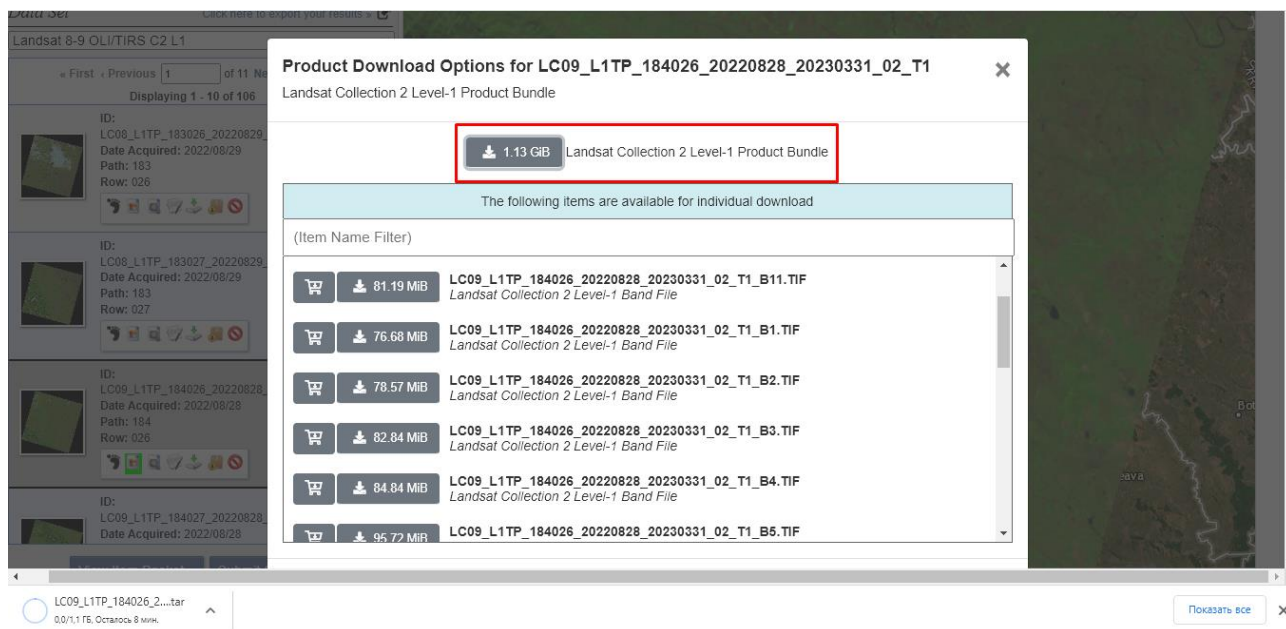


Рис. 3.39. Вікно вибору завантажуваного файлу на веб-ресурсі “Earth Explorer”.

Після того як файл завантажився, заходимо в папку із завантаженим архівом та розархівовуємо його за допомогою утиліти WinRAR, як це було зображено на Рис. 3.40.

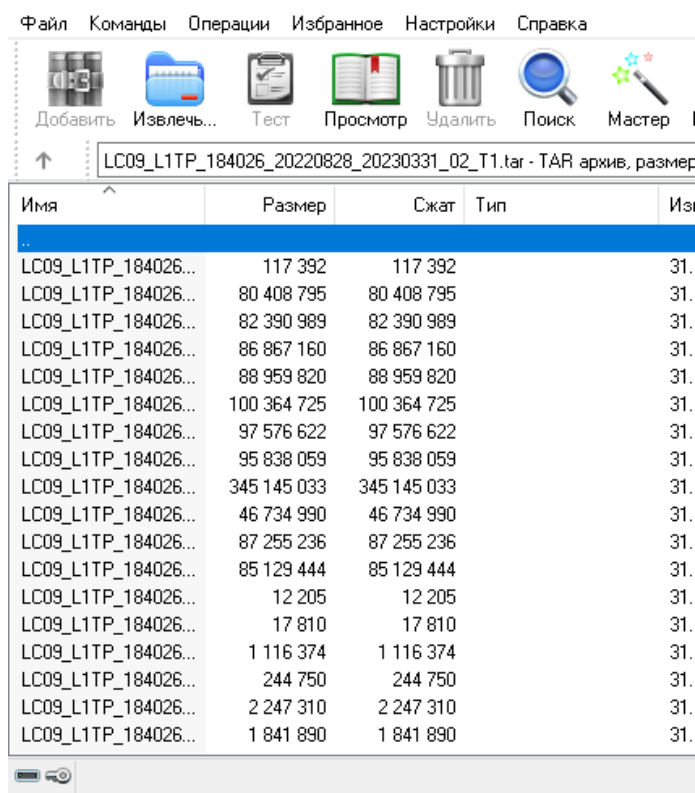


Рис. 3.40. Вікно розархівованого архіву із космічними знімками.

Після цього можемо приступити до завантаження наших космознімків в програмний продукт Digitalis XE, для цього вибираємо пункт в головному меню

під назвою “Растр” потім пункт з контекстного меню Відкрити, зображено на Рис. 3.41.

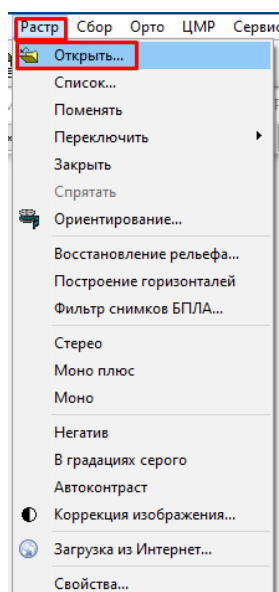


Рис. 3.41. Вікно вибору растрів в програмному продукті Digitalis XE.

На даному етапі вже можна приступати до оцифровування космознімків, ту вже нам не потрібно налаштовувати їх відображення. Результат зображено на Рис. 3.42.

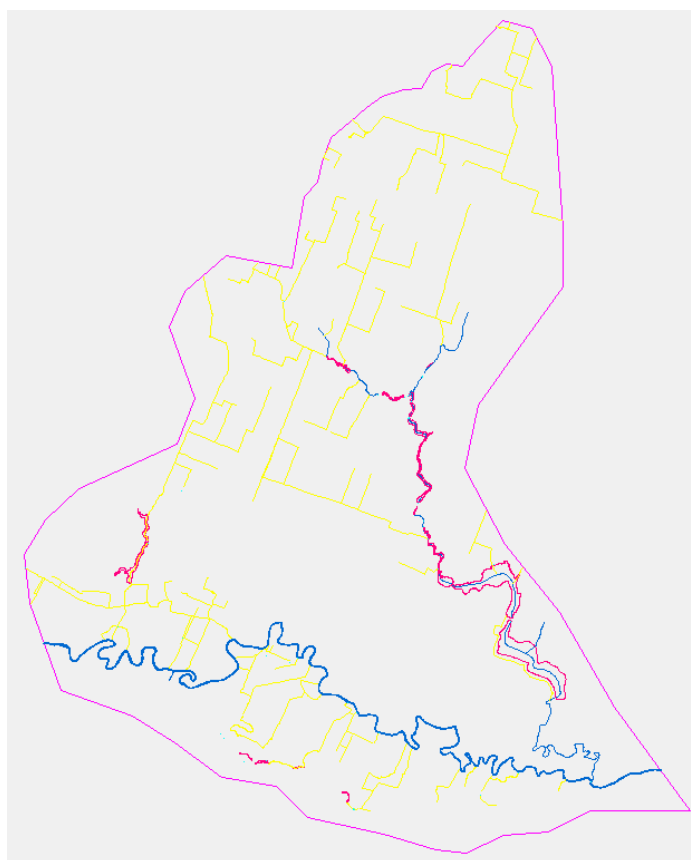


Рис. 3.42. Результат обробки в програмному продукті Digitalis XE.

3.3 Аналіз просторово-часових змін частини русла річки.

Після завершення дешифрування досліджуваної території можна перейти до наступного етапу — детального аналізу отриманих даних. На цьому етапі проводиться комплексне вивчення результатів, зокрема аналізуються характеристики об'єктів, їхній просторово-часовий розподіл, а також оцінюються ключові параметри. Основні характеристики:

- **Кількість водних об'єктів:** 232.
- **Площа досліджуваної території:** 601 км².

Для аналізу змін у водних ресурсах використано плагін "*Calculate Geometry*", який дозволяє порівняти площу річки у 2020 році з сучасним станом (2024 рік). З цією метою було відкрито атрибутивні таблиці двох шарів і отримано такі дані:

- **2020 рік:** площа = 2 625 048 м², периметр = 111 183 м.
- **2024 рік:** площа = 2 388 016 м², периметр = 114 795 м.

Результати порівняння

1. **Периметр:** за 4 роки периметр річки **збільшився**.
 - **Різниця:** 114795 м - 111183 м = 3612 м.
2. **Площа:** площа річки **зменшилася**.
 - **Різниця:** 2625048 м² - 2388016 м² = 237032 м²

1. **Відсоткове зменшення площі:**

$$\frac{237\,032}{2\,625\,048} \approx 0.09033 \quad 0.09033 \times 100 \approx 9.033\%$$

Зменшення площі на 9,03% є значним і вказує на серйозні зміни у водному режимі річки за останні 4 роки.

Висновок до 3-го розділу

У результаті дешифрування водних ресурсів із використанням QGIS 3.24.1-Tisler та Digitals, а також просторово-часового аналізу річки Лаломіта, було отримано детальні дані про зміни на досліджуваній території. Завдяки цим технологіям вдалося точно векторизувати водні об'єкти та дослідити їхню динаміку, що є ключовим для оцінки стану водних ресурсів і раціонального планування територій. Отримані дані забезпечують основу для подальшого моніторингу змін і ухвалення обґрунтованих управлінських рішень, спираючись на актуальну картографічну інформацію.

Висновки

Була проаналізована роль ГІС-технологій, таких як QGIS 3.28.10 і DigitalS XE, у дослідженні просторово-часових змін об'єктів та створенні високоточних картографічних матеріалів. Застосування цих інструментів сприяє вирішенню практичних завдань у геодезії та картографії, включаючи територіальне планування, оновлення картографічних даних та оцінку впливу антропогенних факторів.

Описані методи дешифрування та векторизації водних об'єктів, доріг і будівель із врахуванням природних і техногенних чинників, що впливають на стан територій. Залучення ГІС-інструментів та технологій дистанційного зондування дозволило отримати точну інформацію про зміни території, яка має значний вплив на прийняття управлінських рішень.

Результати дослідження мають практичне значення для вдосконалення картографічних і геоінформаційних систем, сприяючи підвищенню якості просторового планування на основі актуальних даних. Використання сучасних технологій відкриває нові можливості в управлінні територіями, оптимізації інфраструктури та адаптації до глобальних екологічних і техногенних викликів.

Загалом, дослідження акцентує важливість інтеграції геоінформаційних технологій у картографічні процеси, що забезпечує високу точність і ефективність у плануванні та управлінні територіями.

Список використаних джерел

1. Географічна енциклопедія України: в 3-х томах/ Редакція: О.М.Маринич (відпов. ред.) та ін. – К.: «Українська радянська енциклопедія» імені М. П. Бажана, 1989. – с.253 – 281.
2. Геренчук К. І. Природа Львівської області / Геренчук К. І. - Львів: Вища школа. Вид-во Львів. ун-ті, 1981. — 156 с.
3. Геренчук К.І. Природа Українських Карпат / Геренчук К. І. – Львів: Вид-во Львів. ун-ту, 1968. – 267 с
4. Енциклопедія українознавства. У 10-х томах./ Головний редактор Володимир Кубійович. – Париж; Нью-Йорк: Молоде життя, 1954 – 1989. – с. 189 - 211
5. Ковальчук О.З., Голодовська О.Я. Спостереження за станом поверхневих вод основних річкових басейнів Львівської області. – Львів: Вид-во нац. ун-ту Львівська політехніка, 2009. – с. 206 – 210
6. Михнович А. Аналіз мережі моніторингу поверхневих вод у Львівській області// Вісн. Львів. ун-ту : Сер. географічна. – Л., 2006. – Вип. 33. – с. 254 -260
7. Паланичко О.В. Закономірності руслоформування річок Передкарпаття : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. географ. наук: Київськ. нац. ун-т ім. Т. Шевченка. - К.: 2010. - 20 с.
8. Барладін О.В., Ярощук П.Д. Створення геоінформаційних систем різного рівня з використанням космічних знімків різної просторової розрізненості // Геоінформатика. – 2005. - № 3.
9. Бондарук Г.В., Кагало О.О., Проценко Л.Д., Артов А.М., Проць Б.Г. Нормативно-правове забезпечення збереження біорізноманіття в лісовому секторі України: Аналіз та перспективи розвитку. – Львів, 2013. –

С. 67-82.

10. Алієв, С. І. Геоінформаційні системи в гідрологічних дослідженнях. Київ: Наукова думка, 2021.

11. Василенко, О. М. Екологічний стан водних об'єктів Румунії. Чернівці: ЧНУ, 2022.

12. Гончарук, П. І. Водні ресурси та їх використання в сільському господарстві. Харків: Основа, 2019.

13. Данилюк, Р. В. Фізико-географічні умови Карпатського регіону. Львів: Світ, 2020.

14. Єфименко, А. М. Річкова мережа Румунії та її вплив на екосистеми. Одеса: ОНУ, 2018.

15. Заставний, І. І. Кліматичні умови Дунайської низовини. Тернопіль: ТНЕУ, 2020.

16. Калінін, С. О. Особливості використання водних ресурсів у Європі. Дніпро: УДХТУ, 2021.

17. Кравченко, Л. Г. Екологічний моніторинг водних ресурсів. Київ: Либідь, 2017.

18. Литвиненко, Т. П. Антропогенний вплив на водні ресурси Румунії. Чернівці: ЧНУ, 2021.

19. Мартинюк, М. В. Вплив змін клімату на водний баланс Європи. Харків: ХНУ, 2022.

20. Мельник, С. О. Гідрографічні характеристики Трансільванського плато. Львів: Політехніка, 2019.

21. Олійник, І. П. Водосховища та канали Румунії: функції та проблеми. Чернівці: ЧНУ, 2020.

22. Павленко, Ю. М. Енергетичне використання водних ресурсів. Дніпро: НГУ, 2021.

23. Романенко, В. Д. Гідроекологічні аспекти річки Дунай. Київ: Інститут гідробіології, 2018.

24. Сидоренко, Г. Л. Охорона водних ресурсів у Карпатському

регіоні. Івано-Франківськ: Прикарпаття, 2020.

25. Смирнов, П. К. Роль водних об'єктів у забезпеченні біорізноманіття Румунії. Одеса: ОНУ, 2021.

26. Ткачук, Л. І. Природні озера Румунії: гідрологічні характеристики. Тернопіль: ТНЕУ, 2019.

27. Федорчук, С. О. Сучасні технології оцифрування водних об'єктів. Київ: Інститут географії, 2022.

28. Шевченко, М. В. Природоохоронні ініціативи в управлінні водними ресурсами. Харків: Основа, 2021.

29. Яковенко, О. П. Зміна клімату і її вплив на річкову мережу Європи. Київ: Наукова думка, 2020.