

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Владислав Попов

ДИСТАНЦІЙНЕ ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ

Практикум

Електронний ресурс

Харків – 2025

Рецензенти:

В. А. Пересадько – доктор географічних наук, професор, декан факультету геології, географії, рекреації і туризму Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна;

М. В. Трегуб – доктор технічних наук, професор кафедри геодезії факультету архітектури, будівництва та землеустрою Національного технічного університету «Дніпровська політехніка».

*Затверджено до розміщення в мережі Інтернет рішенням Науково-методичної ради
Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна
(протокол № 11 від 25 червня 2025 року)*

Попов В. С.

П 58 Дистанційне зондування Землі : практикум [Електронний ресурс]. – Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2025. – (PDF 107 с.)

Практикум розроблено відповідно до програми дисципліни «Дистанційне зондування Землі», яка, окрім вивчення теоретичних засад отримання даних дистанційного зондування, має обов'язково містити розгалужену практичну складову, важливу для підготовки конкурентоздатного фахівця-географа. Для надання студентам якісних практичних навичок, практикум пропонує набір практичних робіт із завантаження даних, їх попередньої обробки і виконання основних аналітичних дій в програмному забезпеченні ERDAS Imagine.

Практикум містить завдання до практичних робіт із детальним описом виконання і поясненнями важливих теоретичних концепцій, а також список рекомендованої літератури. Видання призначено для підготовки студентів-географів у закладах вищої освіти.

УДК 528.88

© Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, 2025

© Попов В. С., 2025

Зміст

Вступ.....	4
Практична робота 1. Пошук та завантаження знімків за допомогою онлайн-сервісу USGS EarthExplorer.....	6
Практична робота 2. Основи роботи з зображеннями в ERDAS Imagine.....	24
Практична робота 3. Покращення спектральних характеристик зображень. Використання АОІ для обрізання зображень.....	37
Практична робота 4. Покращення просторової роздільної здатності знімків (Pansharpening).....	54
Практична робота 5. Геоприв'язка супутникового знімку.....	64
Практична робота 6. Некерована класифікація знімків Landsat 8 із застосуванням алгоритму K Means.....	74
Практична робота 7. Визначення змін (Change Detection) на знімках за методом Image Difference.....	86
Практична робота 8. Візуалізація хмар точок та вимірювання за ними.....	94
Рекомендована література.....	107

Вступ

Дистанційне зондування Землі (ДЗЗ) є однією з багатьох фахових сфер, яку на сьогоднішній день важко уявити без сукупності практичних аналітичних дій над даними. Для успішної діяльності майбутнього фахівця-географа, певною мірою, вже сформувався деякий набір навичок, які цілком окреслюють можливі в подальшій діяльності задачі з використанням даних дистанційного зондування. Звичайно, в реальних проєктах в сфері ДЗЗ майбутній фахівець, в більшості випадків, зустрінеться з конкретними і вузькоспеціалізованими задачами. Але представлений до уваги студентів-географів набір практичних робіт ставить на меті надати певний необхідний, на думку автора, мінімум, з яким буде доцільно і корисно познайомитися для широкого погляду на технології отримання, обробки і аналізу даних дистанційного зондування Землі.

Послідовність і зміст представлених практичних робіт з курсу «Дистанційне зондування Землі» побудовано відповідно програми дисципліни, беручи за основу цілком традиційний ланцюжок виконуваних етапів, яку майбутній фахівець зустрине серед професійних задач. Першу практичну роботу присвячено питанням пошуку і відбору якісних знімків з платформи EarthExplorer, для формування стійкого розуміння звідки дані для своїх задач студент може отримати безкоштовно і на що звертати увагу при перевірці їх якості. Хоча тут цілком могли розглядатися інші аналогічні сервіси, проте EarthExplorer як офіційний ресурс поширення даних програми Landsat є надійним варіантом для розгляду процесу пошуку даних ДЗЗ, який не втратить своєї актуальності для навчально-наукових цілей в найближчому майбутньому. Інші сім практичних робіт присвячені візуалізації і обробці даних ДЗЗ в програмному забезпеченні ERDAS Imagine, що є одним з лідерів у своєму класі, а також одним із найбільш зручних інструментів для користувача серед інших подібних пакетів (що спрощує для студентів взаємодію з цим інструментом). В практичних роботах 2, 3, 4 та 5 розглядаються базові питання попередньої обробки і покращення спектральних і просторових характеристик знімків, а також операції просторової прив'язки. Варто зауважити, що цим питанням приділено 4 практичних з 8-ми з міркувань підкресленої важливості розуміння студентом цих етапів. Здобувачу необхідно сформулювати критичне, прискіпливе ставлення до якості даних і доцільних дій з покращення їх характеристик відносно до задачі. Практичні роботи 6 та 7 присвячені питанням класифікації та методиці визначення змін за різночасовими знімками. Теми представляють класичні аналітичні підходи, проте за браком годин класифікація розглядається лише некерована, яка є ілюстративною для вивчення студентами понять

інформаційного і спектрального класів, розуміння різниці між ними. Для практичної роботи 8 було зарезервовано тематику, присвячену хмарам точок. Останнім часом частка лідарних даних невинно збільшується, тому необхідність знайомства студентів з базовими операціями перегляду наголосили роботодавці, що й було враховано при складанні програми дисципліни і цього практикума.

Ще одна особливість – робота студентів на практичних заняттях ведеться, фактично, з одним і тим самим набором даних (окрім практичних робіт 5 та 8) напротязі всього семестру. Завантаживши зображення з EarthExplorer при виконанні першої практичної роботи, далі студенти в наступних завданнях застосовують до знімків по чергово наступні методи, таким чином комплексно характеризуючи обрану територію і краще розуміючи практичну цінність освоєння виконуваних дій.

За умови сумлінного виконання представлених практичних робіт, студент цілком опанує основні етапи робіт з даними дистанційного зондування і буде готовим до використання представлених методів в особистих дослідницьких проєктах, при підготовці кваліфікаційної роботи та в подальшій професійній діяльності.

Автор висловлює щирю вдячність компанії Hexagon Geospatial за багаторічну співпрацю з ліцензування кафедри фізичної географії та картографії Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна програмного забезпечення ERDAS Imagine для навчальних цілей, а також Hexagon Geospatial U за цінні ресурси і алгоритми роботи з ERDAS Imagine, що надихнули на підготовку цього практикума для здобувачів-географів.

Практична робота 1

Пошук та завантаження знімків за допомогою онлайн-сервісу USGS EarthExplorer

Мета: навчитися працювати із USGS EarthExplorer – офіційним онлайн-архівом знімків з супутників Landsat, що доступні для широкого загалу на безкоштовній основі. До переліку необхідних операцій, які потрібно освоїти, належать реєстрація, пошук, відбір та завантаження знімків для подальшого використання. В питаннях відбору студенти мають ознайомитися з основними вадами знімків, що можуть стати перешкодою у їх ефективному використанні.

Завдання:

1. Зареєструватися на сервісі **EarthExplorer** і ознайомитися з інтерфейсом і функціоналом, виконавши дії, викладені в «Ході роботи».
2. Знайти знімки, що зображують об'єкти з координатами (якщо мінути та секунди не конкретизовано, то потрібно ставити 0 у відповідні поля):
 - 16 пд. ш. 69 зх. д.
 - 21 пн. ш 11 зх. д.
 - 36 пн. ш. 112 зх. д.
 - 48 пн. ш. 24 сх. д.

Потрібно зробити 2 знімки екрана вікна браузера для кожної локації. Спочатку – знімок екрана з вікном браузера з результатами запиту (потрібно увімкнути 1-2 відбитки (**Show Footprint**) зображення). Другий – знімок вікна браузера з увімкненим **Show Metadata and Browse** (для будь-якої сцени зі переліку). Завдання потрібно виконати для знімків колекцій **Landsat Collection 2 Level 1 (Landsat 8-9 OLI/TIRS)**, а також **Landsat Collection 2 Level 1 (Landsat 4-5 TM)**. Хмарність – не більше 15%, дата – будь-яка. Отже, загалом студент має зробити 16 знімків екрану – 4 локації з 2 скріншотами на кожну з 2 колекцій супутникових даних. Знімки екрана потрібно вставити у файл Word і дати короткий опис перед кожним із них.

3. Необхідно знайти дві сцени Landsat 8 для регіону свого проживання (або будь-якого іншого, за вибором студента) з такими параметрами: місяць отримання – червень, хмарність – 15%. Це має бути та сама сцена (з ідентичним покриттям) з різницею в 1 чи 2 роки (наприклад, перше зображення - червень 2022 року, друге - червень 2024 року). Студенту потрібно зробити скріншоти вікна браузера з **Show Metadata and Browse** та додати їх у файл Word із коротким описом. В кінці роботи потрібно обов'язково завантажити ці дві сцени (архів **Product Bundle**) для виконання наступних практичних робіт і вставити їх мініатюри (preview) і метадані до файлу Word.

Практична робота оформлюється як окремий файл Word, обов'язково – зі стандартною титульною сторінкою кафедри фізичної географії та картографії. Завершена практична робота (документ Word) надсилається для перевірки на електронну скриньку dzz@physgeo.com у двотижневий строк.

Хід роботи з поясненнями.

Архів Геологічної служби (USGS) пропонується студентам як одне з основних джерел безкоштовних матеріалів дистанційного зондування Землі. Доступ до архіву можливий як для перегляду каталогу знімків, так і для безпосереднього отримання матеріалів, що зберігаються в ньому. У другому випадку знадобиться реєстрація і авторизація на сайті архіву. Нижче описуються ці дії та, власне, хід роботи з каталогом USGS для перегляду матеріалів дистанційного зондування, що зберігаються в ньому, а також принципи пошуку і отримання знімків системи Landsat.

Завдання 1: Реєстрація на сайті EarthExplorer

Для початку реєстрації в рядку меню головного вікна EarthExplorer (<https://earthexplorer.usgs.gov/>) натисніть на посилання Login у меню зверху, а потім Register (Зареєструватися). Почнеться процес реєстрації, який проходитиме у декілька етапів.

1. User Credentials – параметри доступу користувача.
2. Contact Demographic – сфера інтересів користувача.
3. Contact Information – контактна інформація.
4. Complete Registration – завершення реєстрації.

Проходження цих етапів може бути виконане лише послідовно.

Визначення параметрів доступу

До параметрів доступу належать Username (Ім'я користувача) та Password (Пароль). Праворуч від рядків Username, New Password (Новий пароль) та Confirm New Password (Підтвердити новий пароль) розміщені вимоги щодо їх оформлення.

Вимоги до імені користувача:

- має складатися не менше 4 і не більше 30 символів;
- може містити англійські літери та арабські цифри;
- може містити спеціальні символи «.», «@», «_» та «-».

Вимоги до паролю:

- повинен складатися не менше 12 і не більше 64 символів;
- повинен містити хоча б одну англійську літеру;
- повинен містити хоча б одну арабську цифру;
- може містити спеціальні символи «,», «-», «.», «|», «#» та «_».

Після завдання імені, пароля та підтвердження пароля треба ввести капчу – засіб підтвердження того, що реєстрація здійснюється людиною, а не ботом.

На другому етапі потрібно заповнити анкету, мета якої - визначити, в якій галузі та для вирішення яких завдань студент збирається використовувати дані з архіву ГС США. Завершується другий етап також кнопкою *Continue to*.

На третьому етапі студент повинен представитися та повідомити деяку персональну інформацію. Обов'язковими для заповнення є лише пункти, наведені нижче:

- First Name (Ім'я)
- Last Name (Прізвище)
- Address 1 (Адреса в межах міста). Наприклад, «Svobody Sq 4»
- Country (Країна). Вибрати зі списку пункт «Ukraine»
- City (Місто). Ввести, наприклад, «Kharkiv»
- Zip/Postal Code (Поштовий індекс). Наприклад, «61022»
- E-mail (Адреса електронної пошти)
- Retype E-mail (Повторно ввести адресу електронної пошти)
- Telephone (Телефон)

Вкрай важливо зазначити діючу адресу електронної пошти, тому що на неї прийде лист із посиланням на підтвердження реєстрації, а потім і листи з посиланнями на замовлені сцени (якщо такі будуть). Завершення третього етапу виконується за допомогою кнопки *Save Contact Information*.

На четвертому етапі буде показано резюме введеної раніше інформації, яке треба перевірити та натиснути кнопку *Submit Registration* (Завершити реєстрацію). З'явиться повідомлення *Registration Submitted* (Реєстрацію завершено). Після цього потрібно виконати ще декілька дій.

- Дочекатися надходження листа за вказаною адресою електронної пошти з посиланням на підтвердження реєстрації.
- Після переходу на посилання з листа буде відкрито сторінку *Registration Confirmation* (Підтвердження реєстрації), на якій потрібно буде ввести ім'я користувача, введене під час реєстрації. Після цього буде відкрито сторінку для авторизації на сайті *EarthExplorer*.
- Ввести ім'я користувача та пароль.

Завдання 2: Робота з каталогом даних і приклади пошукових запитів

Для початку роботи з каталогом і зменшеними (preview) матеріалів, що зберігаються в архіві USGS, потрібно відкрити в браузері головну сторінку сайту EarthExplorer:

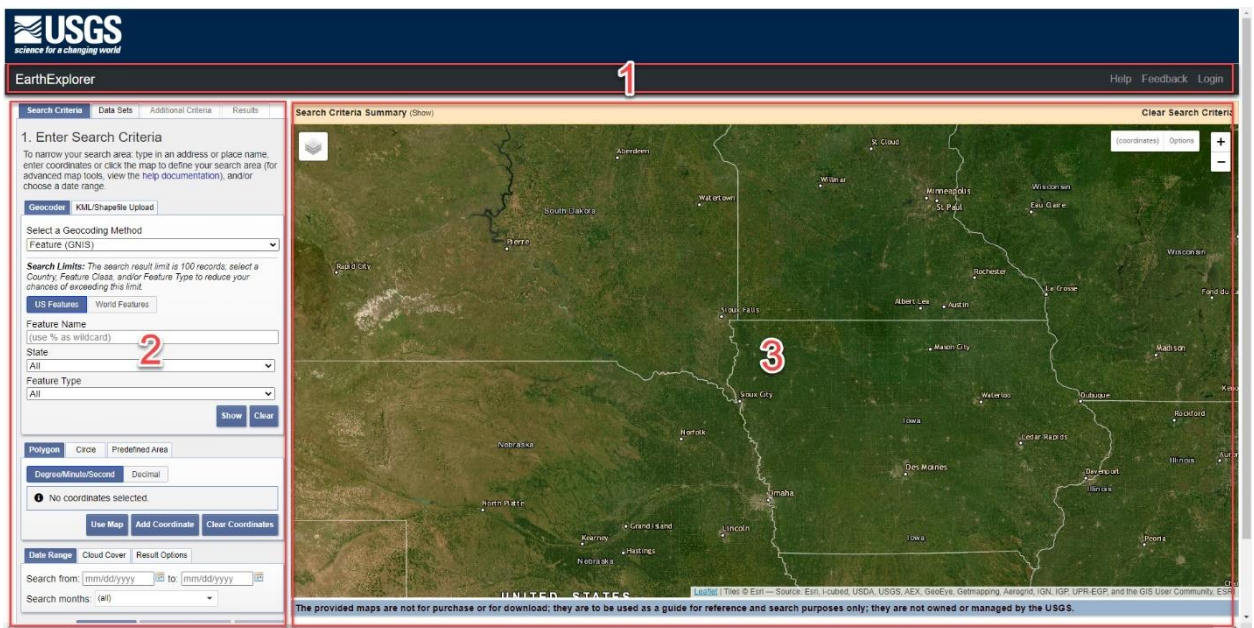


Рис. 1.1. Головна сторінка сайту EarthExplorer

В інтерфейсі головного вікна сайту EarthExplorer можна виділити такі основні елементи: рядок меню (під банером USGS, Рис.1.1, 1); панель пошуку матеріалів (ліворуч, Рис.1.1, 2); карта (основна частина сторінки, Рис.1.1, 3).

Рядок меню містить кілька посилань, головним з яких є **Login**, що дозволяє авторизуватися на сайті зареєстрованим користувачам і зареєструватися новим (див. Завдання 1). Без авторизації не можна завантажувати матеріали. Панель пошуку надає можливість задати критерії відбору необхідних матеріалів, що зберігаються в архіві, і подивитися їх зменшені прев'ю на карті або в окремому вікні. Також можна отримати доступ до метаданих, тобто інформації, що описує умови, за яких були отримані знімки (так звані, «дані про дані»).

Панель пошуку містить 4 вкладки: Search Criteria (Параметри пошуку); Data Sets (Набори даних); Additional Criteria (Додаткові параметри); Results (Результати). Перемикання між цими вкладками здійснюється після введення необхідних параметрів за допомогою кнопок внизу панелі або за допомогою назв самих вкладок. До того як користувач введе основні критерії пошуку та вибере набір даних, кнопки та ярлики вкладок Additional Criteria та Results залишаються недоступними.

Вкладка *Search Criteria*: відповідь на питання «де і коли?»

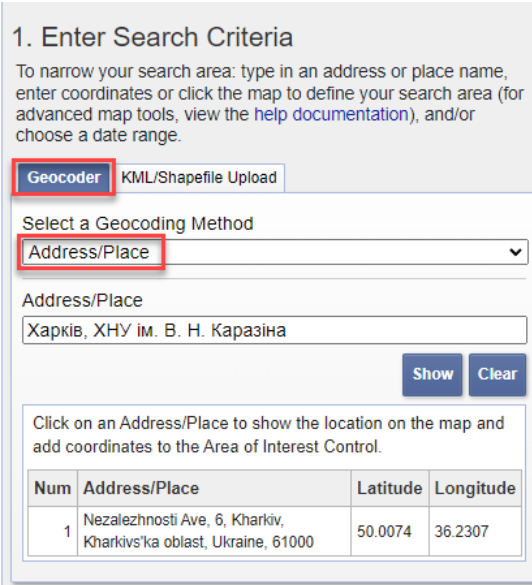
Ця вкладка призначена для обмеження просторово-часових меж пошуку даних. За допомогою інструментів цієї вкладки студент має визначити область інтересу на карті та задати часовий інтервал дати отримання знімків.

Для визначення області інтересу можна скористатися такими основними способами:

1. Введення адреси об'єкта.
2. Вибір серед бази даних географічних об'єктів.
3. Введення географічних координат вручну.
4. Позначка на карті Google.

1. Пошук об'єкта за його адресою.

Пункт випадаючого меню **Address/Place** (Адреса/Місце) у вкладці **Geocoder** робить активним рядок введення адреси об'єкта. Система дозволяє вводити адреси та назви як англійською, так і українською мовами. Наприклад, якщо ввести рядок «Харків, ХНУ ім. В. Н. Каразіна» і натиснути кнопку **Show** (Показати), то результат, що з'явиться, буде відповідати показаному на наступному рисунку.



1. Enter Search Criteria

To narrow your search area: type in an address or place name, enter coordinates or click the map to define your search area (for advanced map tools, view the [help documentation](#)), and/or choose a date range.

Geocoder KML/Shapefile Upload

Select a Geocoding Method

Address/Place

Address/Place

Харків, ХНУ ім. В. Н. Каразіна

Show Clear

Click on an Address/Place to show the location on the map and add coordinates to the Area of Interest Control.

Num	Address/Place	Latitude	Longitude
1	Nezalezhnosti Ave, 6, Kharkiv, Kharkivs'ka oblast, Ukraine, 61000	50.0074	36.2307

Рис. 1.2. Результат пошуку об'єкта на адресу показаний у вигляді таблиці

Можна побачити, що за введеною адресою було знайдено Каразінський університет, причому вказано географічні координати його північного корпусу. Якщо клацнути за назвою об'єкта в таблиці, то на карті буде здійснено перехід до вказаного місця:

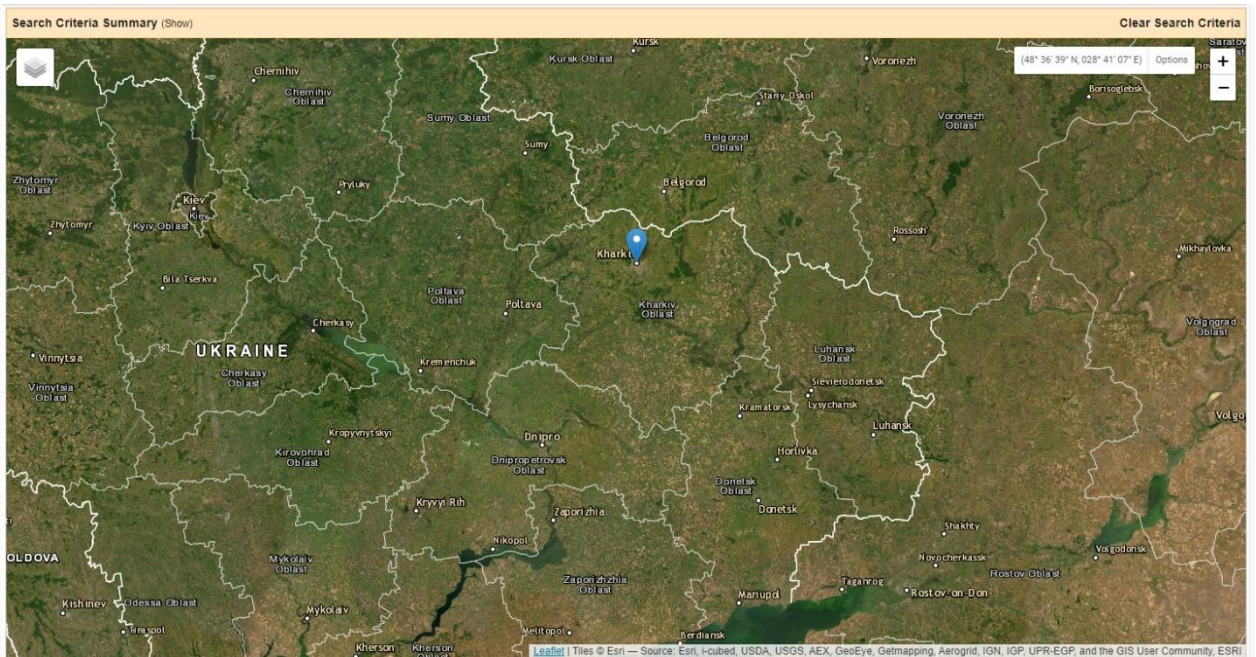


Рис. 1.3. Результат пошуку об'єкта на карті

На цьому рисунку об'єкт показується на карті у досить дрібному масштабі. Це масштаб, який дозволяє добре оглядати сцени Landsat, але не дозволяє переконатися, що справді знайдено північний корпус Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Однак для цього можна скористатися функціоналом карти Google. Збільшивши масштаб, студент побачить, що знайдений об'єкт відповідає бажаному.

3. Вибір серед бази даних географічних об'єктів

У систему закладено базу даних великої кількості географічних об'єктів. На жаль, на відміну від пошуку за адресою, під час роботи з цією базою даних можна працювати лише англійською мовою. Наприклад, щоб знайти річку Дніпро потрібно у вкладці **Geocoder** обрати пункт **Feature** (Об'єкт) і в панелі – натиснути пункт **World Features** (Глобальні об'єкти). Потім ввести у рядку Feature Name (Назва об'єкта) в англійській транслітерації – Dnipro; обрати у списку Country (Країна) – Ukraine; у списку Feature Class (Клас об'єкта) – Hydrographic Features (Гідрографічні об'єкти); у списку Feature Type (Тип об'єкта) – Stream (Потік). І натиснути кнопку Show. Результат пошуку буде представлений у вигляді таблиці.

1. Enter Search Criteria

To narrow your search area: type in an address or place name, enter coordinates or click the map to define your search area (for advanced map tools, view the [help documentation](#)), and/or choose a date range.

Geocoder KML/Shapefile Upload

Select a Geocoding Method

Search Limits: The search result limit is 100 records; select a Country, Feature Class, and/or Feature Type to reduce your chances of exceeding this limit.

US Features World Features

Feature Name

Country

Feature Class

Feature Type

Click on a Feature to show the location on the map and add coordinates to the Area of Interest Control.

Placename	Type	Region	Latitude	Longitude
Dnipro	STREAM	UKRAINE	46.5000	32.3000

Рис. 1.4. Введення назви, вибір категорії та результат пошуку об'єкта з бази даних

Виберіть знайдений об'єкт, клацнувши на його назву (Placename). Точка, що відповідає гирлу цієї річки, буде показана на карті (Рис. 1.5):

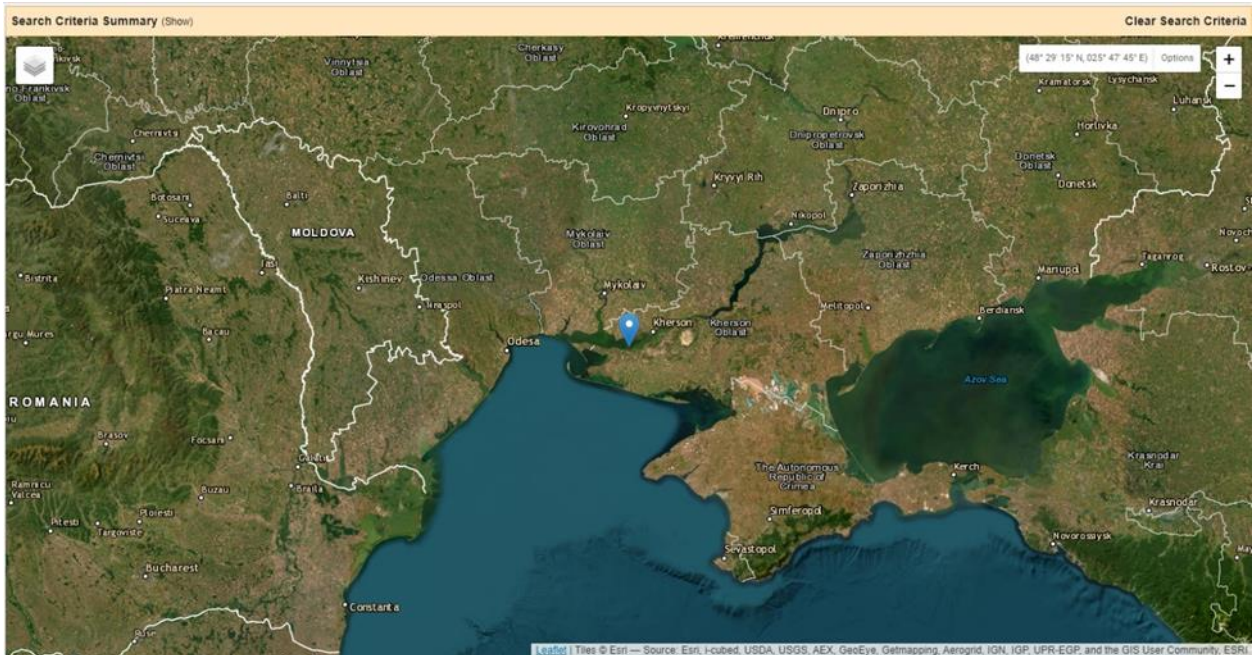


Рис. 1.5. Результат пошуку об'єкта по базі даних на карті

4. Введення географічних координат вручну

Якщо координати об'єкта або району заздалегідь відомі, то їх можна ввести вручну. Для цього потрібно на вкладці **Polygon** натиснути кнопку *Degree/Minute/Second* або *Decimal* залежно від формату завдання координат: як набір значень градусів, мінут і секунд або ж градуси з частками градусів

(десятковими дробами). Потім натисніть кнопку Add Coordinate (Додати координату). У вікні потрібно ввести значення Latitude (Широта) і Longitude (Довгота).

5. Позначка карти Google

Користуючись виключно засобами карти Google, можна задати область інтересу у вигляді полігону потрібної форми. Перейдіть до вкладки Polygon (Полігон) і натискайте мишею в тих локаціях на карті, де мають розташовуватися вузлові точки полігону. Наприклад, створимо полігон по кордонам Харківської області (Рис. 1.6). Після визначення у такий спосіб форми полігону зберігається можливість корекції становища його вузлових точок. Максимальна кількість точок для полігону – 30.

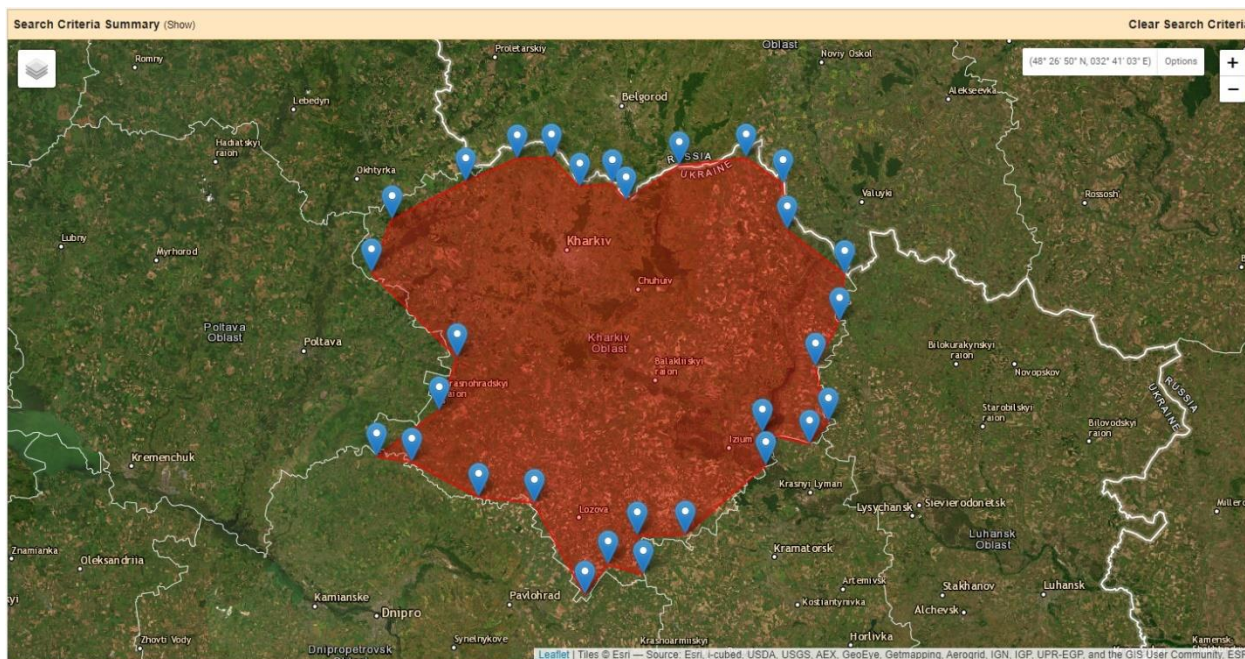


Рис. 1.6. Приклад створення області інтересу у вигляді полігону

Для швидкого видалення всіх точок (спосіб діє для будь-якого варіанта визначення області інтересу) можна натиснути кнопку Clear Coordinates (Видалити координати).

Визначення часового діапазону дати знімання

У нижній частині вкладки Search Criteria потрібно знайти панель Data Range (Діапазон даних). У ній можна ввести значення Search from (Шукати з) та to (до) як межі (початкова та кінцева, відповідно) часового проміжку. Вводити дати можна як вручну, так і за допомогою інструментів "Календар" поряд з кожним значенням. Дата вводиться у форматі ММ/ДД/РРРР. Наприклад, початкова дата виглядатиме так: 07/01/1987. Одночасно можна вибрати, які місяці кожного року слід враховувати при пошуку. Для цього є параметр Search months (Пошук серед місяців). За замовчуванням, для нього встановлено значення all (усі). Однак, наприклад, при аналізі рослинності є

сенс брати матеріали не за всі місяці, а лише ті, протягом яких відбувається вегетація. Наприклад, з травня (May) до вересня (September) включно. Отже, у списку місяців цього параметра треба включити маркери напроти необхідних місяців і вимкнути в інших. Встановлені параметри виглядатимуть як показано на Рис 1.7:

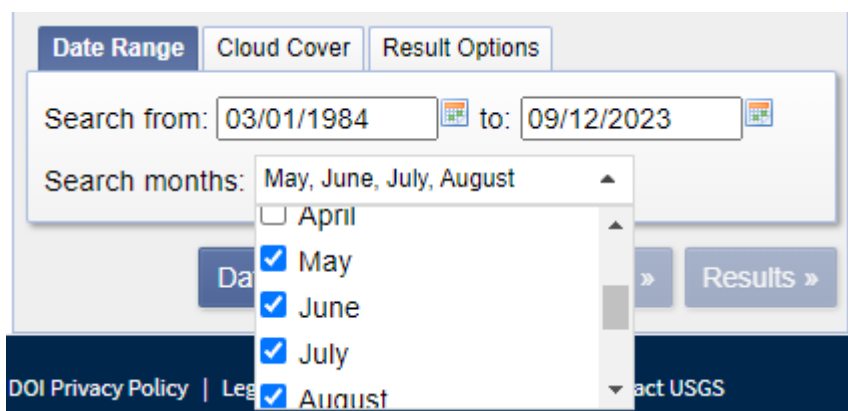


Рис. 1.7. Параметри обмеження часового проміжку даних

Налаштування параметру покриття хмарами

Додатково з параметрів, які треба встановити, потрібно звернути увагу на межу хмарного покриття сцени (Cloud Cover). Цей параметр на вкладці **Cloud Cover** дозволяє вибрати з архіву лише ті знімки, які вкриті хмарами незначно і тому містять достатньо інформації для аналізу. Встановіть для параметра Cloud Cover значення 0% - 30% (менше 30%):

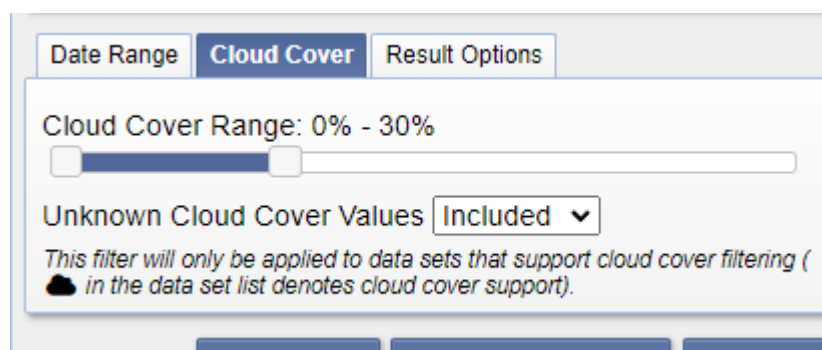


Рис. 1.8. Встановлення меж хмарного покриття сцени

Вкладка Data Sets: відповідь на питання «що шукаємо»?

Після встановлення всіх розглянутих параметрів на вкладці Search Criteria можна переходити до наступної вкладки Data Sets, за допомогою якої потрібно обрати джерело надходження даних. Джерела сформовані на цій панелі у вигляді ієрархічної структури. Як правило, кожен рядок першого рівня – це назва супутникової системи, знімки з якої зберігаються в архіві. Якщо клацнути по такому рядку, то буде розгорнуто набір рядків другого рівня, які дають безпосередній доступ до знімків, доступних для перегляду і

завантаження. Знайдіть рядок **Landsat** і розгорніть рядки другого рівня **Collection 2 Level-1**, що входять до нього:

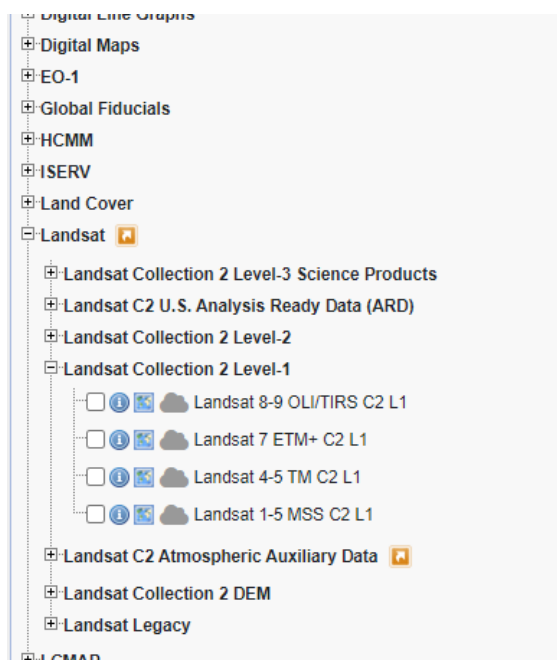


Рис. 1.9. Структура набору даних архіву знімків місії Landsat

Не відзначаєте джерело Landsat 1-5 MSS, тому що якість знімків там невисока. Оберіть знімки з супутників Landsat 4, 5, 7, 8 і 9.

Вкладка **Additional Criteria**: необхідні уточнення

Після встановлення основних параметрів пошуку та вибору хоча б одного джерела даних стає доступною вкладка **Additional Criteria**. На цій вкладці можна встановлювати параметри кожного джерела даних окремо, тому що для різних джерел параметри можуть бути різними. Тому спочатку треба вибрати одне джерело, встановити параметри для нього, потім вибрати інше джерело і так далі. Вибір джерела даних, до якого будуть застосовані додаткові параметри, здійснюється за допомогою списку **Data Sets** (Колекції даних) у верхній частині панелі з такою ж назвою:

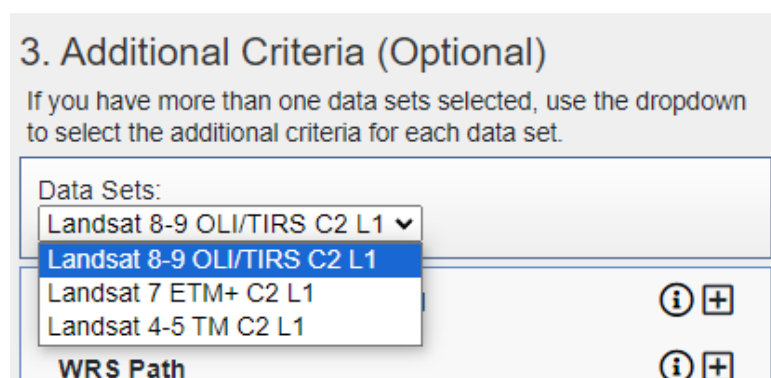


Рис. 1.10. Вибір джерела даних для встановлення додаткових параметрів

Вкладка Results: що знайшлося за сформованим запитом?

Встановивши діапазон хмарного покриття для джерел даних супутників Landsat, перейдіть до вкладки **Results** (Результати). Перегляд результатів для кожного джерела даних проводиться окремо. Знайдені записи представлені у вигляді списку, що розділено на певну кількість сторінок по десять записів на кожному. Для переходу між сторінками можна використовувати кнопки First (Перша), Previous (Попередня), Next (Наступна), Last (Остання). Також можна встановити номер сторінки відразу за допомогою списку, який розташований між цими кнопками.

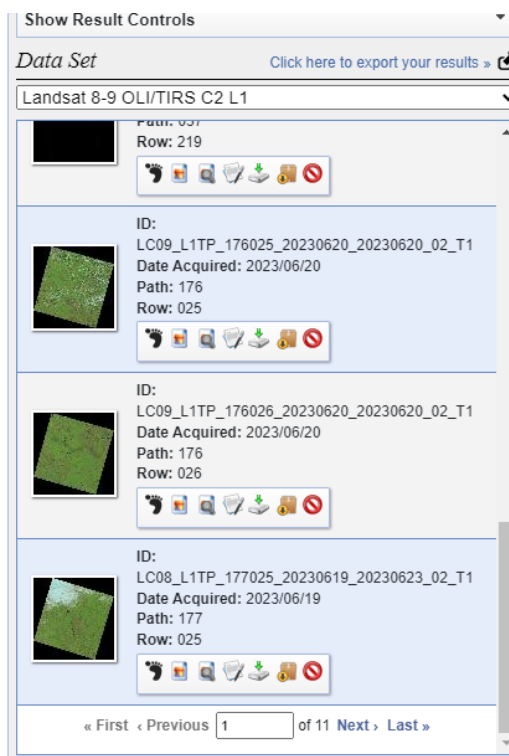


Рис. 1.11. Список результатів пошуку

Рядки в списку результатів містять зменшене зображення сцени, коротку ідентифікуючу інформацію та панель інструментів, які використовуються для перегляду та замовлення сцен. Entity ID – Ідентифікатор сцени, Acquisition Date – Дата знімання.



Рис. 1.12. Панель інструментів для перегляду та замовлення знімків

Натисніть на маленькому зображенні знімка - з'явиться вікно, що містить більше зображення, а також таблицю з метаданими – інформацією про параметри його отримання. Кнопки панелі інструментів мають назву та призначення, описані у таблиці 1.1:

Табл. 1.1. Інструменти перегляду та замовлення знімків

№	Зображення інструменту	Назва	Функція
1		Show Footprint	Показує відбиток знімка на карті (лише його межі)
2		Show Browse Overlay	Показує відбиток знімка на карті як зображення
3		Compare Browse	Додає сцену до порівняння
4		Show Metadata and Browse	Відображує метадані й зменшене зображення сцени
5		Download Options	Відображує варіанти завантаження
6		Add to Bulk Download	Додає до пакетного завантаження (коли треба більше одної сцени)
7		Exclude Scene from Results	Виключити сцену зі списку результатів

На рисунку 1.13 показано відбитки всіх сцен, що відображаються на першій сторінці результатів пошуку. Кольорові напівпрозорі прямокутники на карті відповідають формі та положенню сцен, у яких увімкнена кнопка Show Footprint. При увімкненні цієї кнопки вона відзначається кольором, так само, як і на карті позначена відповідна сцена. Можна побачити, що всі зібрані сцени так чи інакше покривають область інтересу – територію Харківської області.

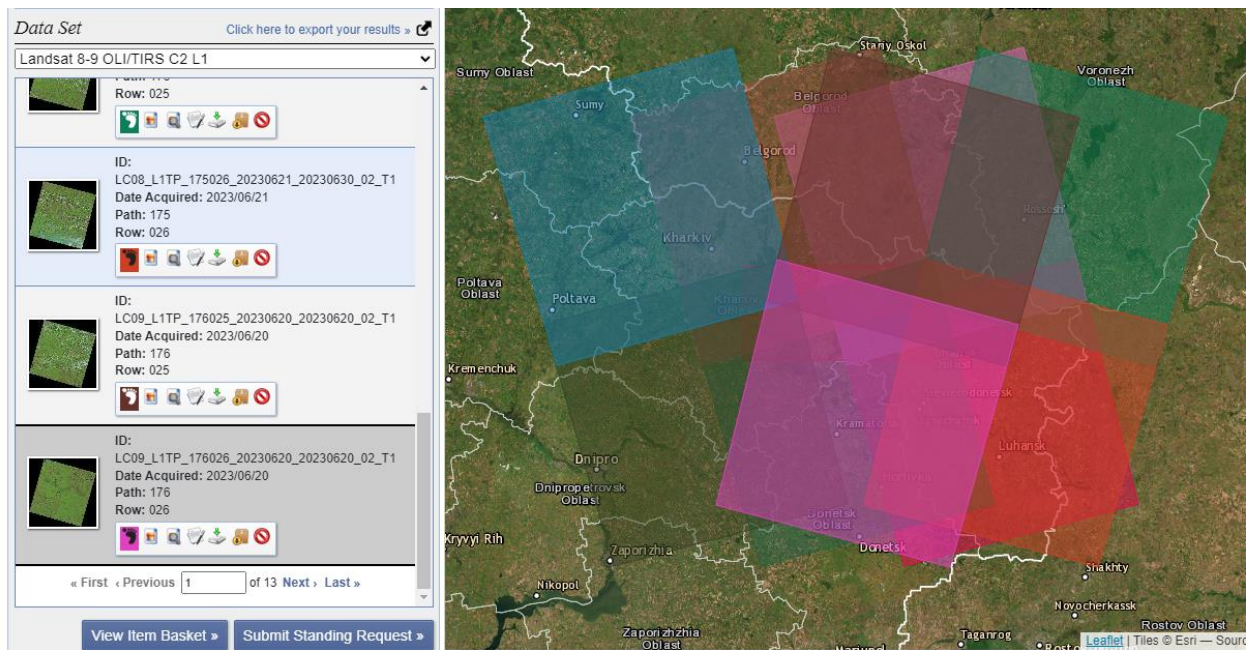


Рис. 1.13. Відбитки всіх сцен однієї сторінки результатів

Є корисна можливість – подивитися яку територію на місцевості охоплює та чи інша сцена, одночасно побачивши її зображення. Для увімкніть для цієї сцени кнопку Show Browse Overlay, і побачите її, накладену на карту:

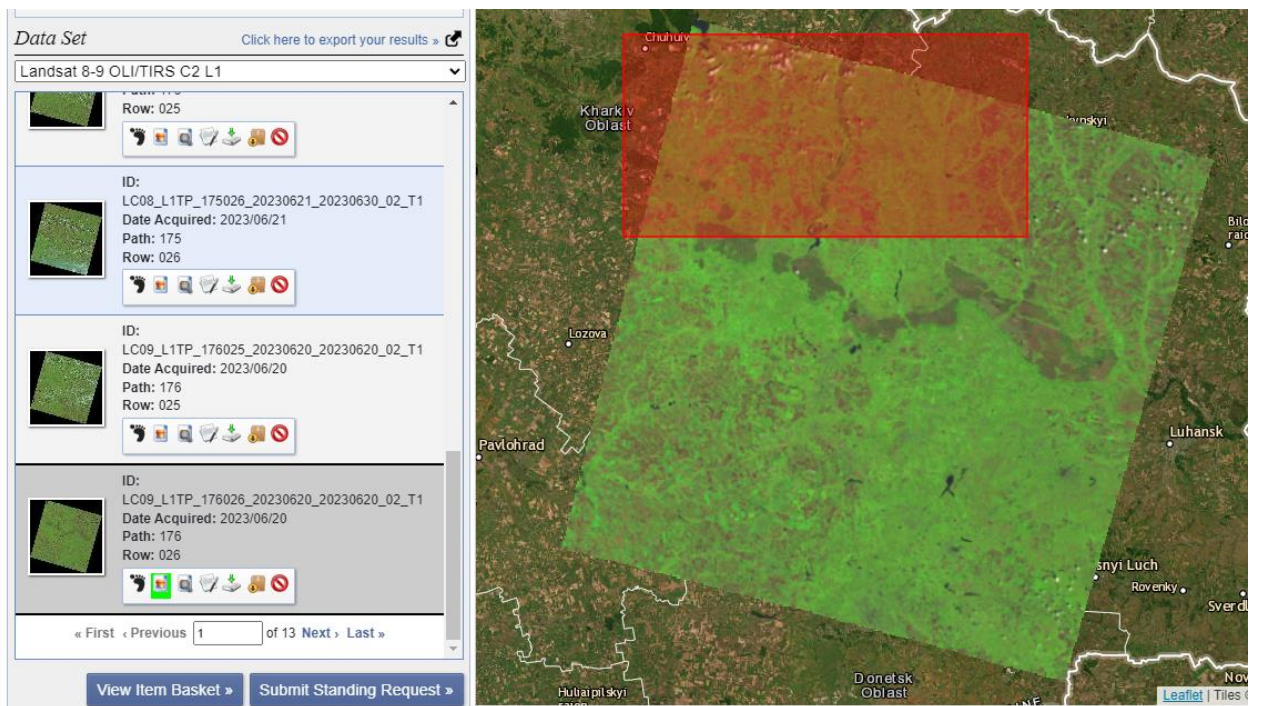


Рис. 1.14. Накладення обраної сцени у режимі прев'ю

На що додатково звертати увагу при пошуку даних?

Супутникових знімків, які відповідають заданим критеріям пошуку, може бути дуже багато. Якщо так трапиться, то насамперед слід уточнити критерії, щоб позбутися непотрібних матеріалів. Потім потрібно переглянути відібрані сцени та виключити ті з них, які містять якісь вади на зображенні. При цьому

треба звертати увагу на: хмарність, дим від пожеж, технічні вади, специфічні кліматичні і фенологічні події.

Хмарність

Шукаючи знімки в архіві EarthExplorer, немає особливого сенсу брати сцени із щільним (понад 30%) покриттям хмарами. Навіть ті небагато хмар, які можуть бути присутніми при такому відборі, часом закривають потрібний об'єкт на знімку. А іноді фільтр хмарності дає похибки і у вибірку потрапляють знімки, майже повністю вкриті хмарами.

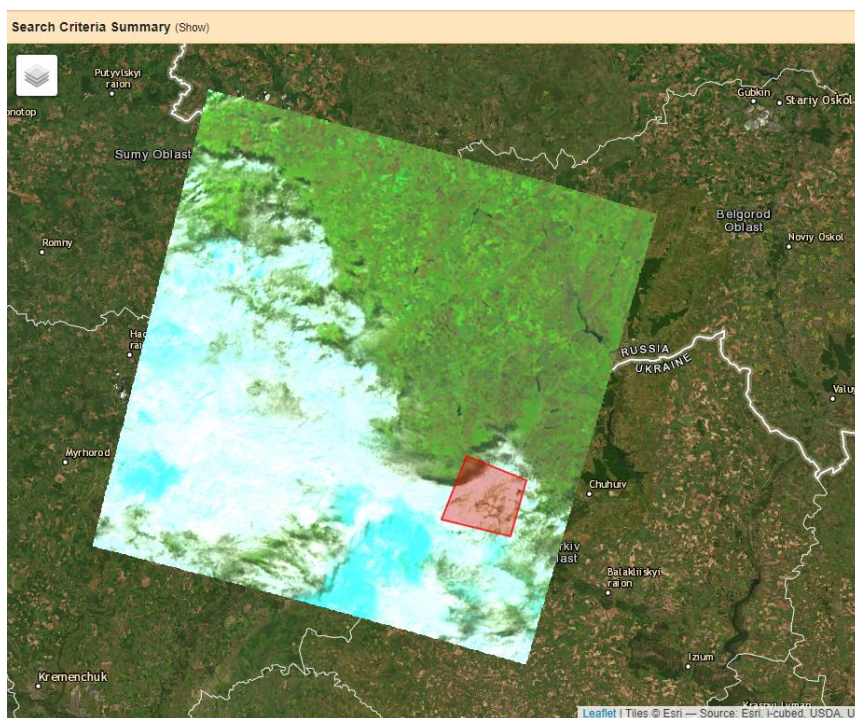


Рис. 1.15. Сцена Landsat-8 з хмарністю, що концентрується над територією Харківської та Полтавської областей

Дим від пожеж

В інші роки, наприклад, у 2020-му році, на Півночі України навесні було багато природних пожеж, і знімки часто виявлялися зіпсованими через димку. При цьому безпосередньо хмарне покриття могло бути невеликим.

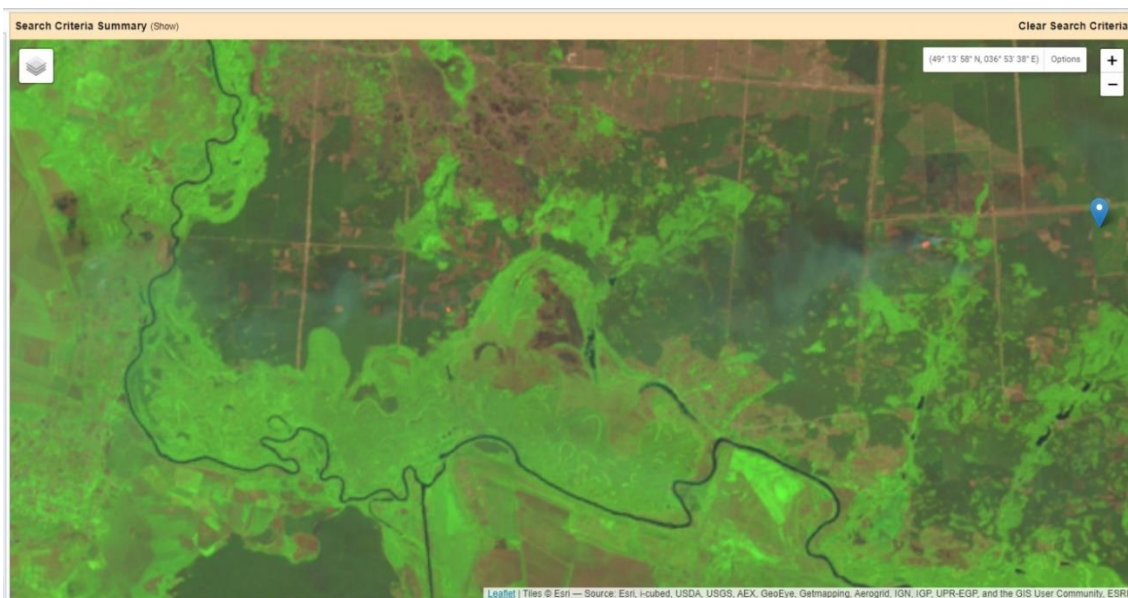


Рис. 1.16. Фрагмент сцени Landsat-8 без хмар, проте з суттєвою димкою від пожежі

Технічні вади

Вади при реєстрації інформації на супутниках Landsat особливо були поширені в 80-ті роки ХХ ст. Вони полягали як у спотворенні інформації про відбивну здатність поверхні, в цілому по сцені, так і в появі на ній нечітких смуг. Окремо слід розглядати технічний брак, пов'язаний із виходом з ладу модуля SLC на супутнику Landsat 7, що стався 31 травня 2003 р. Цей брак полягає у появі на зображенні вузьких чорних смуг. По краях сцени смуги розширюються і часом можуть призвести до неможливості використання таких знімків:

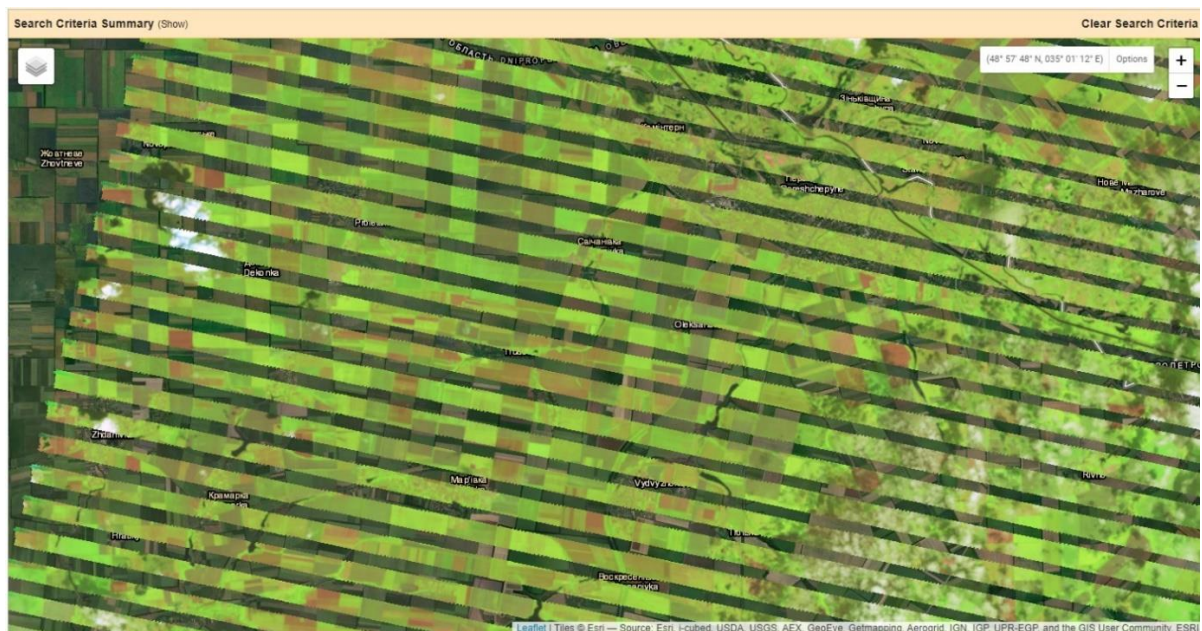


Рис. 1.17. Фрагмент сцени Landsat-7 з технічною вадю – «смугастістю»

Специфічні кліматичні і фенологічні події

Іноді на знімках можна не знайти очікувану зелену рослинність, тому що в деякі роки весняне потепління може статися пізно і, наприклад, в травні ще лежати сніг в деяких регіонах. Якщо метою аналізу знімків є оцінка стану рослинності, очевидно, такі знімки використовувати не варто.

Завдання 3: Завантаження даних

Отримувати матеріали з архіву USGS можуть лише зареєстровані користувачі, які здійснили авторизацію на EarthExplorer. Завантажити дані можливо одним з двох способів:

- завантаження сцени відразу зі списку результатів, якщо ця сцена вже підготовлена для цього;
- замовлення сцени з наступним завантаженням після виконання замовлення, якщо перед забезпеченням доступу її потрібно підготувати.

Багато сцен можуть бути завантажені безпосередньо за прямим посиланням, доступним відразу. З'ясувати, чи наявний такий прямий доступ до знімка, можна за складом кнопок у панелі інструментів сцени у списку результатів. Якщо панель інструментів сцени не містить кнопки Order Scene, це свідчить, що сцену можна завантажити відразу:

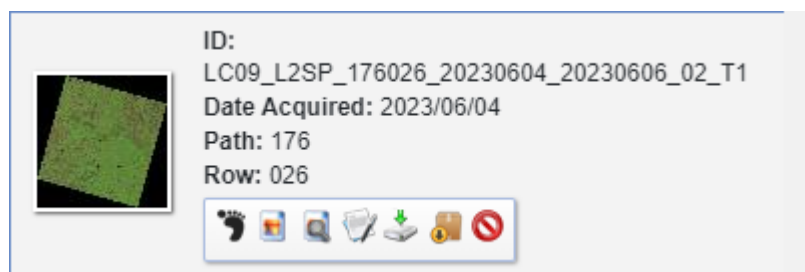


Рис. 1.18. Приклад сцени, яку одразу можна завантажити (без замовлення)

Для завантаження потрібно скористатися кнопкою Download Options. При натисканні на ній з'явиться однойменне вікно (Рис. 1.19):

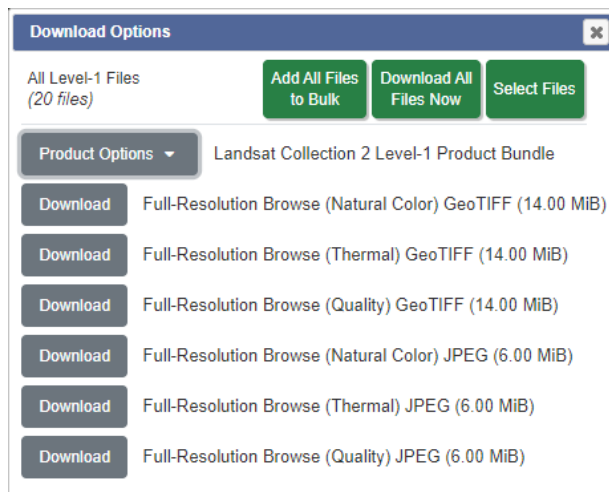


Рис. 1.19. Вікно Download Options

Відображуване вікно надає доступ до скачування як повномасштабних прев'ю сцени, так і всієї її вцілому (архівом). Повна сцена доступна по натисканню на кнопці Product Options, а у новому спливаючому вікні натисніть кнопку, поряд з якою написано **Landsat Collection 2 Level-1 Product Bundle**. На самій кнопці вказано розмір файлу-архіву. Для сцени Landsat-8 це близько 1 Гб.

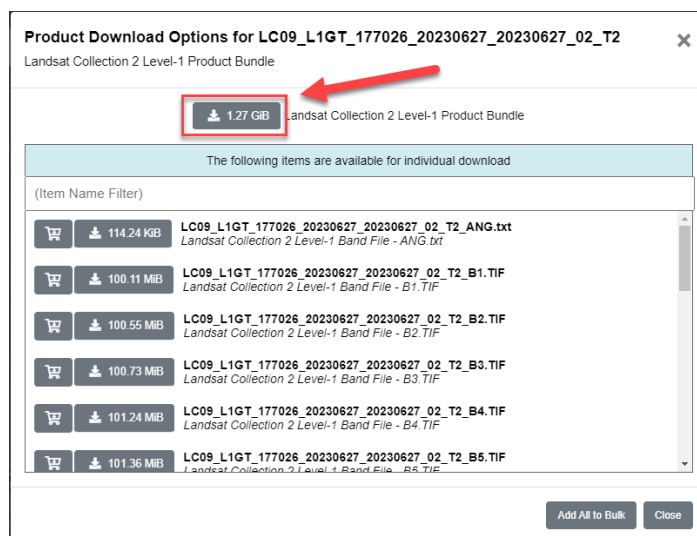


Рис. 1.20. Перегляд варіантів завантаження набору даних

Якщо сцена часто запитується різними користувачами, вона може бути доступна для завантаження відразу. Однак для сцен, що рідко запитуються на завантаження, можуть бути доступні лише прев'ю, а кнопка для скачування всієї сцени буде неактивна.

У такому разі залишається робити замовлення. Потрібно зауважити, що останнім часом майже усі знімки Landsat переходять у стан постійної миттєвої доступності, тому такі ситуації виникають рідко.

Запитання для самоконтролю:

- 1. Які ще дані входять до архіву EarthExplorer, окрім знімків Landsat?**
- 2. Які інструменти пошуку в EarthExplorer найкраще підходять для значних за площею об'єктів?**
- 3. Які місяці найкраще обрати для пошуку знімків з метою вивчення рослинності?**

Практична робота 2

Основи роботи з зображеннями в ERDAS Imagine

Мета: ознайомитися з основами роботи в ERDAS Imagine, навчитися працювати з інструментом імпорту, щоб використати на практиці знімки Landsat, завантажені з EarthExplorer. Студенти мають опанувати процес вибору і об'єднання каналів, створюючи окремі мультиспектральні зображення, які й будуть використовуватися надалі в пакеті ERDAS Imagine. Крім того, розглядаються базові інструменти перегляду для візуалізації растрових зображень і особливості керування ними.

Завдання:

1. Виконати імпорт зображень Landsat 8 в ERDAS Imagine;
2. Ознайомитися з інструментами перегляду зображень;
3. Візуалізувати одночасно декілька зображень;
4. Синхронізувати перегляд декількох зображень;
5. Переглянути метадані зображення;
6. Підключити базові карти до проекту;
7. Переглянути імпортовані зображення в різних комбінаціях каналів.

Для виконання другої практичної роботи знадобляться 2 сцени Landsat (архіви *.tar) за різні роки, які було завантажено з EarthExplorer під час виконання завдань практичної роботи 1.

Студент має зробити знімки екрана вікна ERDAS Imagine і дати пояснення і відповіді на запитання, де це вказано в «Ході роботи». Знімки екрана потрібно вставити у файл Word і дати короткий опис перед кожним із них.

Практична робота оформлюється як окремий файл Word, обов'язково – зі стандартною титульною сторінкою кафедри фізичної географії та картографії. Завершена практична робота (документ Word) надсилається для перевірки на електронну скриньку dzz@physgeo.com у двотижневий строк.

Хід роботи з поясненнями.

Завдання 1: Імпорт зображення Landsat 8

Натисніть **Import Data** на вкладці **Manage Data** в групі **Conversion** для доступу до інструменту імпорту.

Виберіть формат: **Landsat 4,5,7,8 or 9 from USGS** з випадаючого списку. Оберіть перший архів з даними (**Input File**): **LC08_L2SP_119039_20200722_20200911_02_T1.tar** (це приклад, вкажіть свій перший архівний файл сцени Landsat)

Далі оберіть місце збереження нового, імпортованого зображення (**Output File**): за замовчанням використовуватиметься така сама назва вхідного файлу, але з розширенням файлу **.img**

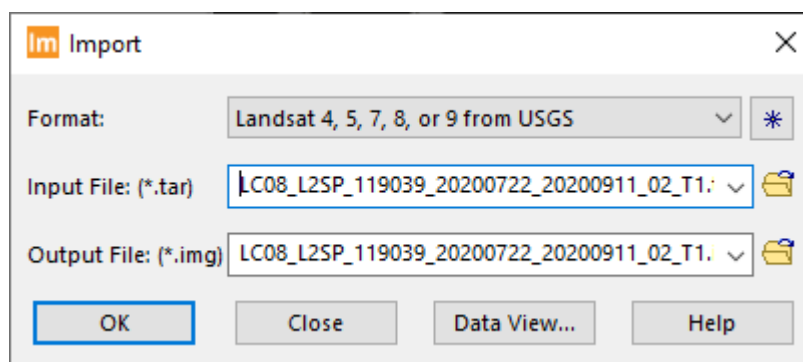



Рис. 2.1. Діалогове вікно імпорту

Потрібно змінити цю назву файлу на щось більш зрозуміле і зручне, тому перейменуйте отримуваний файл описаним нижче чином.

Спочатку потрібно буде переглянути метадані, щоб отримати дату отримання зображень. Будь ласка, згадайте з практичної роботи 1, що метадані дати знімання, надані USGS, мають формат *Рік-Місяць-День*.

Відкрийте текстовий файл: **LC08_L2SP_119039_20200722_20200911_02_T1_MTL.txt** (це приклад, відкрийте свій MTL файл сцени з архіву) з архіву *.tar. Це дасть вам змогу дізнатись дату отримання зображення, яку можна використовувати як частину назви нового зображення. Зверніть увагу, ця інформація також доступна на веб-сторінці, яка використовується під час завантаження даних з EarthExplorer. Знайдіть рядок **DATE_ACQUIRED** (дата отримання зображення).

Зафіксуйте параметр **DATE_ACQUIRED** і закрийте текстовий файл. Повернімось до ERDAS Imagine. Натисніть на піктограму **Output File** (вихідного файлу) .

Тепер перейдіть до робочої теки, оберіть її та назвіть файл: **Landsat8-22-July-2020.img** і натисніть **ОК** (приклад, зробіть це для своїх даних):

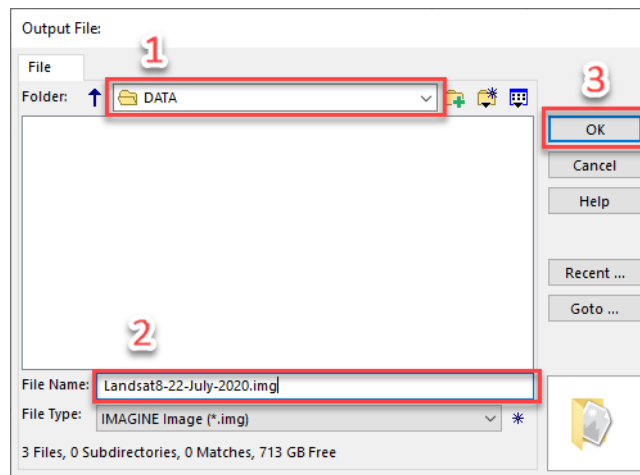


Рис. 2.2. Діалогове вікно збереження імпортованого файлу

З'явиться діалогове вікно імпорту з новими вихідними параметрами файлу – натисніть **ОК**.

Тепер відкриється діалогове вікно налаштувань «Import Landsat 4,5,7,8 or 9 from USGS».

Це діалогове вікно надає вам можливість об'єднувати в один файл (стек) і зберігати кілька наборів вибраних каналів; мультиспектральні, теплові, панхроматичні, мультиспектральні + теплові, Q+A та дані перистих хмар (Cirrus). Для виконання цього завдання оберіть «**Import Multispectral Data**» і зніміть позначки з усіх інших параметрів для швидкої обробки. Натисніть **ОК**, щоб почати процес імпорту.

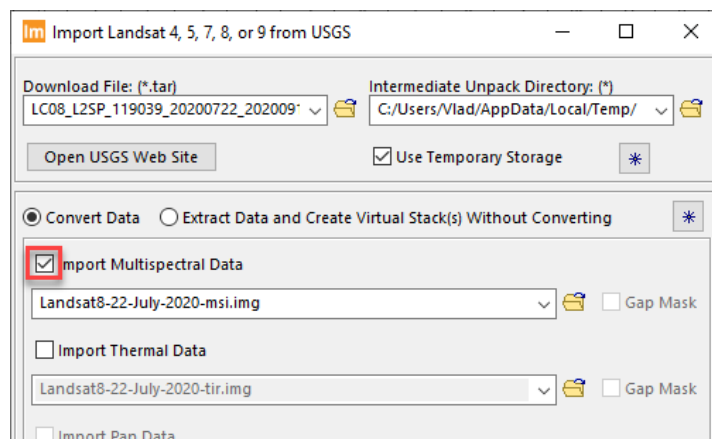


Рис. 2.3. Діалогове вікно вибору каналів для імпорту

Імпортуйте ваші 2 сцени Landsat в цьому завданні. Зробіть знімки екранів описаних проміжних кроків для обох сцен. Загалом, ви зробите 4 скріншоти – по 2 діалогових вікна на кожну з 2 сцен. Вставте їх у свій файл Word із коротким описом перед кожним із них.

У наступному завданні ви відкриєте ці імпортовані файли у 2DView, щоб оцінити результати імпорту.

Завдання 2: Перегляд зображення

У графічному інтерфейсі користувача інструменти керування доступні у вигляді піктограм, щоб можна було не переходити без необхідності між кількома пунктами меню.

У головному вікні натисніть **File (Файл) > Open (Відкрити) > Raster Layer (Растровий шар)**. Відобразиться діалогове вікно **Select Layer to Add (Вибір шару для додавання)**. Змініть тип файлів **Files of type (Тип файлів)** на варіант **All File-based Raster Formats (Усі растрові формати)**. Піктограма поруч зі випадаючим меню дозволяє зберегти стандартний тип формату даних (за замовчуванням).

У каталозі набору даних знайдіть і клацніть набір даних **Landsat8-22-July-2020.img (це приклад, оберіть свій перший імпортований файл *.img із попереднього завдання)**. Поки що **НЕ** натискайте **OK**.

Перейдіть до вкладки **Raster Options (Налаштування растру)**:

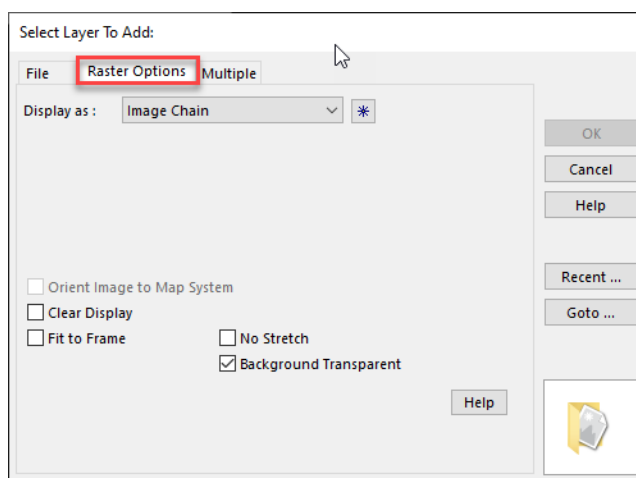


Рис. 2.3. Діалогове вікно *Select Layer to Add*

В секції **Display As (Відобразити як)** оберіть **Gray Scale (Градації сірого)**. Залежно від типу, растровий набір даних ми можемо відкрити як *True Color*, *Pseudo Color*, *Greyscale* або *Relief* (дивіться Табл. 2.1)

Табл. 2.1. Варіанти відкриття зображення

Image Chain (Ланцюжок зображень)	За допомогою параметра «Растр як ланцюжок зображень» можна застосувати покращення, змінювати діапазони кольорів і вилучати нові параметри з растрових зображень.
---	--

True Color (Справжні кольори)	<i>Одночасно відображає безперервні шари (або канали). Кожен шар пов'язаний із червоним, зеленим і синім кольорами монітора. Інтенсивність кожного кольору контролюється значеннями пікселів в кожному шарі.</i>
Pseudo Color (Псевдо кольори)	<i>Відображає тематичні зображення (класифіковані), пов'язуючи кожне значення класу з кольором; одношаровий.</i>
Gray Scale (Градації сірого)	<i>Відображає один суцільний шар (канал). Значення каналу пов'язані з градаціями сірого. Низькі значення темні, високі значення - світлі.</i>
Relief (Рельєф)	<i>Використовується для відображення даних про висоту, що записана в пікселях цифрових моделей рельєфу..</i>

В секції **Display as** оберіть номер шару **Layer 5**. Це відкриє канал 5 як єдиний канал відтінків (градацій) сірого.

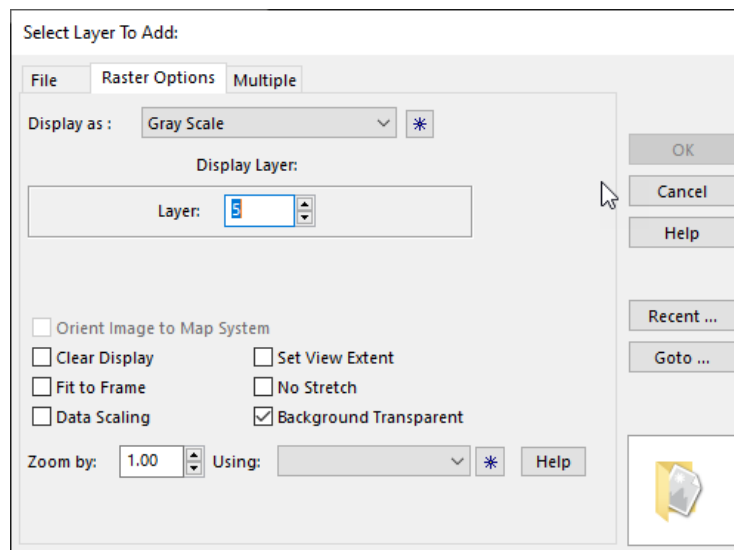


Рис. 2.4. Відкриття 5-го каналу у градаціях сірого

Перейдіть до вкладки «**Multiple**», щоб переглянути параметри виведення кількох файлів в один засіб перегляду (дивіться Табл. 2.2)

Табл. 2.2. Варіанти відкриття декількох файлів зображень

Multiple Independent Files	<i>Додає файли як окремі шари, які можна впорядковувати або видаляти незалежно від інших файлів у засобі перегляду.</i>
Multiple Images in Virtual Mosaic	<i>Окремі файли розглядаються як один логічний файл (або шар) в одному переглядачі. Параметри контрастності застосовуються до всіх зображень у засобі перегляду.</i>
Multiple Images in Virtual Stack	<i>Дозволяє вводити окремі мультиспектральні канали (наприклад, Landsat 8) без необхідності мати одне зображення з кількома каналами. За допомогою цього параметра можна вибрати окремі файли, і ERDAS IMAGINE динамічно об'єднає їх на панелі перегляду, щоб ними можна було керувати як одним зображенням.</i>

Залиште обраним параметр **Multiple Independent Files (Same View)** - «Кілька незалежних файлів (в одному вікні)» і натисніть **OK**, щоб відкрити зображення. Зображення Landsat 8 відкриється в Image 2D View.

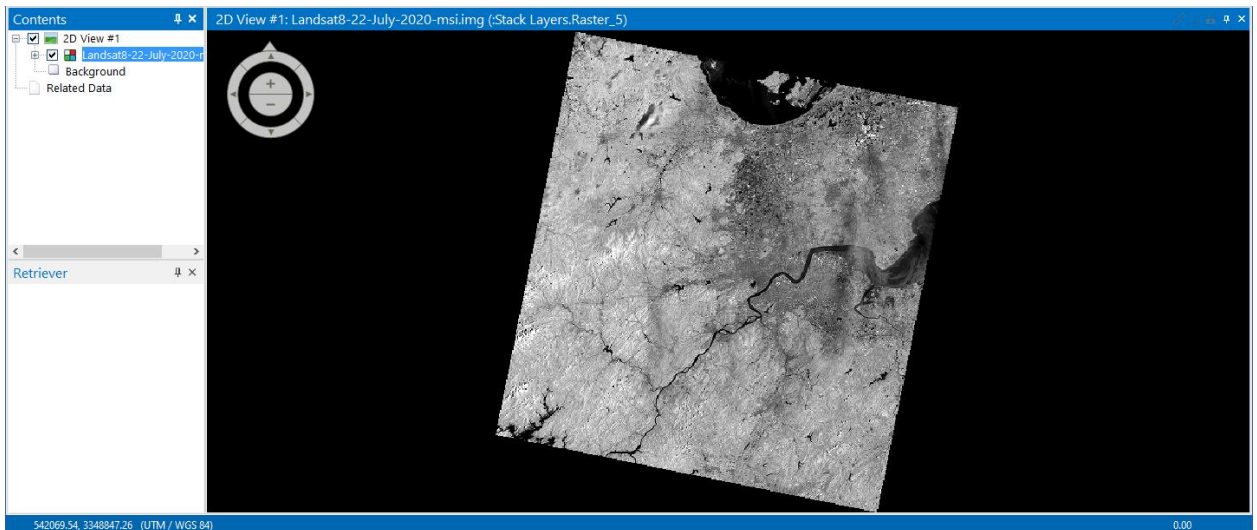




Рис. 2.5. Відкрите зображення у переглядачі

На вкладці **Home** (Головна) натисніть **Fit to Frame** (За розміром кадру). Уся площа зображення буде припасована до меж переглядача.

Ви також можете натиснути правою кнопкою миші будь-де в 2D View та обрати Fit to Frame (За розміром кадру) або натиснути правою кнопкою миші на наборі даних в панелі вмісту та вибрати Fit layer to Window (Припасувати шар до вікна).

Будь ласка, зробіть знімок екрана стану ERDAS Imagine. Вставте його у свій файл Word із коротким описом перед ним.

Щоб збільшити масштаб зображення, наведіть курсор на потрібну область і покрутіть колесо миші вгору. Для того, щоб зменшити масштаб, покрутіть колесо миші вниз.

Використовуйте **Interactive Zoom In** (Збільшення масштабу)  і **Interactive Zoom Out** (Зменшення масштабу)  на головній вкладці (**Home Tab**) щоб намалювати рамку навколо областей, які потрібно переглянути зі зміною масштабу.

Знайдіть кнопку **Previous Extent** (Попередній масштаб)  Previous Extent

Цей інструмент поверне вас назад до останнього рівня масштабування. Ви можете скасувати усі зміни масштабу, які робилися після відкриття зображення.

В групі **Scale and Angle** (Масштаб і кут) скористайтесь **колесом** для збільшення і зменшення масштабу перегляду:





Рис. 2.6. Колесо зміни масштабу

У групі **Extent** на вкладці **Home**, клацніть стрілку випадаючого меню та виберіть масштаб 1:250 000.

Окрім використання наявних у списку масштабів, користувачі також можуть ввести потрібний масштаб у поле.

Будь ласка, зробіть знімок екрана стану ERDAS Imagine. Вставте його у свій файл Word із коротким описом перед ним.

У засобі перегляду (Viewer) утримуйте **середню кнопку миші** (зазвичай, треба натиснути на коліщатко) і переміщайтеся по зображенню. Цей інструмент доступний і окремо - на головній вкладці (**Home**), у секції **Extent**, натисніть кнопку **Pan (Переміщення)**. Зверніть увагу, що вказівник зміниться на руку в засобі перегляду  .

Один раз натисніть мишею в засобі перегляду (Viewer), коли режим панорамування активний. Піктограма зміниться на піктограму інтерактивного «польоту»: 4 стрілки  .


Використовуючи можливості такого віртуального переміщення ERDAS IMAGINE, можна переміщатися по зображенню, відповідно, переміщуючи мишу в потрібному напрямку. Щоб завершити переміщення, підведіть мишу до правого краю двовимірного перегляду (2D View) та виберіть інструмент «Вибрати» (**Select**)  .




Рис. 2.7. Інструмент «Вибрати»

Залиште ваше зображення відкритим у вікні 2D View для наступного завдання практичної роботи.

Завдання 3: Перегляд декількох зображень

В ERDAS Imagine є можливість відобразити кілька переглядів окремих зображень, що допоможе порівнювати різні набори даних. Крім того, можна пов'язувати види разом так, що вид і масштаб кожного зображення будуть залишаються однаковими.

У секції **Window** головної вкладки (Home), натисніть кнопку «Додати переглядачі» (Add Views) . Оберіть «Відобразити два переглядачі» (**Display Two Views**) з випадаючого меню Add Views. Відкриється новий переглядач (View) у вікні програми.

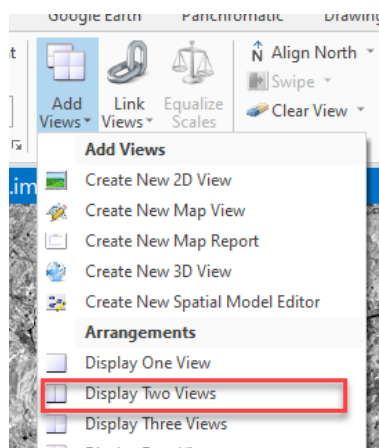


Рис. 2.8. Інструмент «Відобразити два переглядачі»

Оберіть другий переглядач **2D View #2**, натиснувши всередині нього, або натиснувши на 2D View #2 зліва у панелі Зміст (Contents). Перейдіть до **File (Файл) > Open (Відкрити) > Raster Layer (Растровий шар)** і перейдіть до каталогу з вашими даними. Відкрийте **Landsat8-28-July-2022-msi.img** (*оберіть ваш другий імпортований файл *.img із завдання 1*).

Будь ласка, зробіть знімок екрана стану ERDAS Imagine. Вставте його у свій файл Word із коротким описом перед ним.

Залиште обидва набори даних відкритими для наступного завдання практичної роботи.

Завдання 4: Синхронізація перегляду

Розглянемо кілька способів пов'язати 2D види для зручності. ERDAS Imagine надає три способи зв'язати перегляди: Lock, Link і Equalize.

Перевірте ще раз, що ваша перша сцена відкрита в **2DView #1**, а друга - у **2DView #2**. У правому верхньому куті 2D View #1 клацніть символ замка



У 2D View #1 клацніть і потягніть зображення за допомогою середньої кнопки миші (коліщатка). Зверніть увагу на зміни в 2D View #2. Оберіть 2D View #2, щоб виділити та встановити як активний вид (просто клацніть на ньому). Потім у верхньому правому куті 2D View #1 клацніть символ ланцюжка.



Ви помітите, що в 2D View #1 з'явиться рамка. Клацніть біля краю рамки та перетягніть її в інше місце зображення. Зверніть увагу, що зміниться в 2D View #1. Клацніть біля краю рамки та перемістіть її по зображенню. Зверніть увагу на 2D View #1.

Натисніть на край рамки та перетягніть маркери. Це змінить ступінь масштабування пов'язаного вікна.

Будь ласка, зробіть знімок екрана стану ERDAS Imagine. Вставте його у свій файл Word із коротким описом перед ним.

Перейдіть до вкладки **Home** (Головна), секція **Window**. Натисніть на **Equalize Scales** (Вирівняти масштаби).

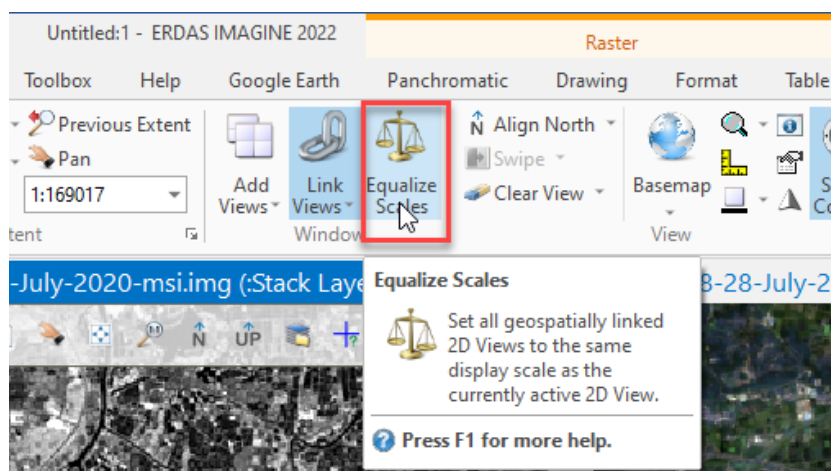


Рис. 2.9. Інструмент «Вирівняти масштаби»

Тепер масштаби обох зображень однакові. Переміщаючи будь-яке з двох зображень, ви помітите, що масштаби обох зображень залишаться незмінними.

Будь ласка, зробіть знімок екрана стану ERDAS Imagine. Вставте його у свій файл Word із коротким описом перед ним.

Залиште зображення відкритими для наступного завдання практичної роботи.

Завдання 5: Перегляд метаданих

Тепер потрібно отримати доступ до метаданих знімків в ERDAS Imagine.

При відкритому зображенні *Landsat8-22-July-2020.img* (це приклад) у 2D View #1 натисніть на групу «Метадані» (Metadata) та оберіть View/Edit Image Metadata. З'явиться інформаційне вікно діалогового вікна метаданих зображення.

Зробіть правий клік на другому зображенні *Landsat8-28-July-2022.img* (це приклад) у 2D View #2 і натисніть Metadata.

Розташуйте обидва вікна метаданих поруч, щоб можна було порівняти метадані обох наборів даних.

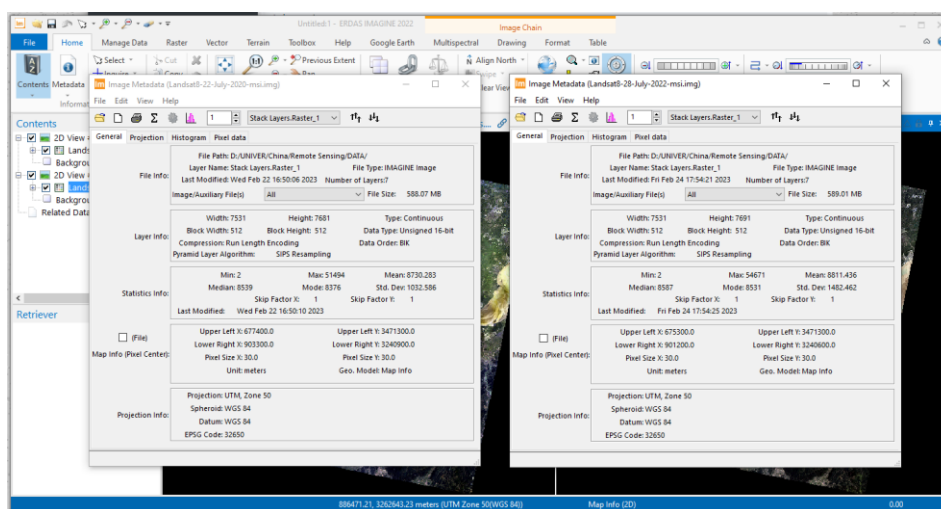


Рис. 2.10. Порівняння метаданих двох зображень

Порівняйте метадані обох зображень.

Будь ласка, зробіть знімок екрана стану ERDAS Imagine. Вставте його у свій файл Word із коротким описом перед ним.

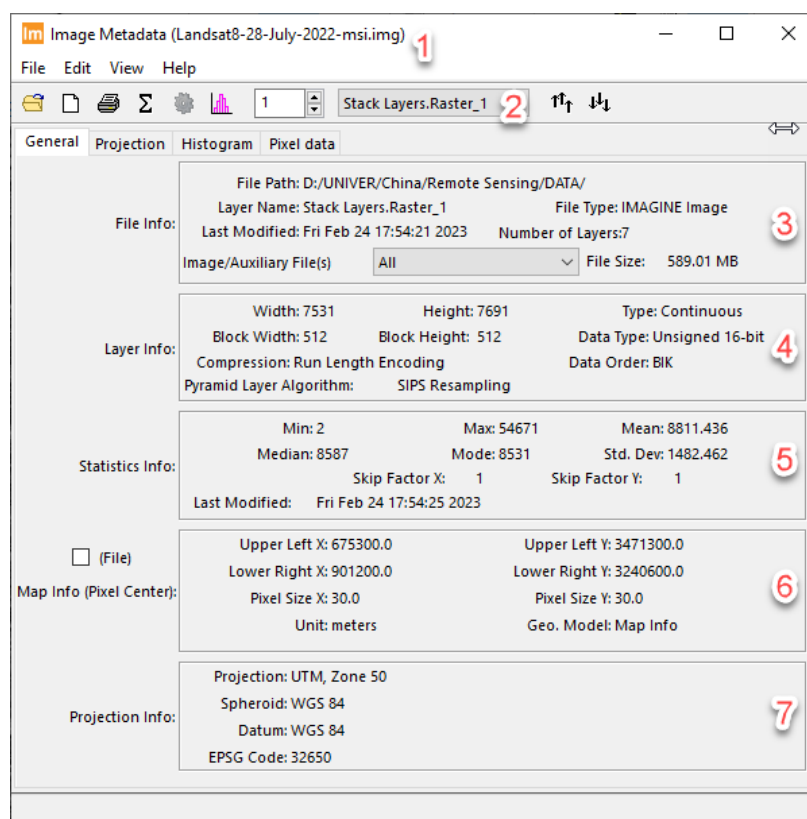


Рис. 2.11. Вікно перегляду метаданих

Табл. 2.3. Пояснення до метаданих

1) File Name (назва файлу)	Обране зображення.
2) Band number (номер каналу)	Канал, для якого відображаються метадані.
3) File Info (інформація про файл)	Показує основну інформацію про весь файл. Точна назва відображається в дужках поряд із заголовком діалогового вікна.
4) Layer Info (інформація про шар)	Інформація про поточний шар.
5) Statistics Info (Статистика)	Статистична інформація, яка обчислюється на основі числових значень пікселів у шарі. Цю інформацію можна створити або відредагувати, вибравши «Edit - Compute Pyramid Layers/Statistics» на панелі меню.
6) Map Info (Pixel Center) (картографічна інформація)	Показує інформацію про координати, пов'язані з шаром. Спосіб перегляду цієї інформації залежить від обраного режиму.
7) Projection Info (Проекція)	Показує проекцію карти, використану у файлі. Якщо файл не має геоприв'язки, ці поля неактивні.

Закрийте вікно метаданих зображення.

Будь ласка, дайте відповіді на такі запитання у вашому файлі Word:

Яка картографічна проєкція для цих зображень?

Скільки каналів у кожному зображенні?

Залиште **2D View #1** відкритим для наступного завдання. Закрийте **2D View #2**.

Завдання 6: Підключення базових карт

ERDAS Imagine містить набір базових карт, які можна відобразити під шарами користувача для зручності розуміння контексту даних і їх розташування.

На головній вкладці (Home) натисніть **Basemap > Open Street Maps**.

Для підключення базових карт вам потрібне активне Інтернет-з'єднання.

Можна вибирати різні базові карти. Для цього завдання потрібно використати базову карту Open Street Maps, для якої не потрібні облікові дані для авторизації доступу. Зменшіть масштаб до перегляду всієї сцени, тоді можна буде переглянути територіальне покриття зображення за допомогою Open Street Maps.

Будь ласка, зробіть знімок екрана стану ERDAS Imagine. Вставте його у свій файл Word із коротким описом перед ним.

Видаліть шар **Open Street Maps**, клацнувши його правою кнопкою миші в меню «Вміст» (Contents) і вибравши «Видалити шар» (Remove Layer).

Завдання 7: Визначення комбінації каналів

Тепер доцільно розглянути вихідні зображення як багатоспектральний набір даних і спробувати різні комбінації каналів. Хоча ERDAS Imagine може автоматично визначити, що знімки було зроблено системою Landsat, іноді може знадобитися вручну вибрати, з якого саме супутника Landsat ці дані були отримано.

Перейдіть на вкладку **Multispectral**. У групі **Bands** (Канали) клацніть випадаючий список **Sensor** (Сенсор) Sensor і оберіть **Landsat 8 MS**.

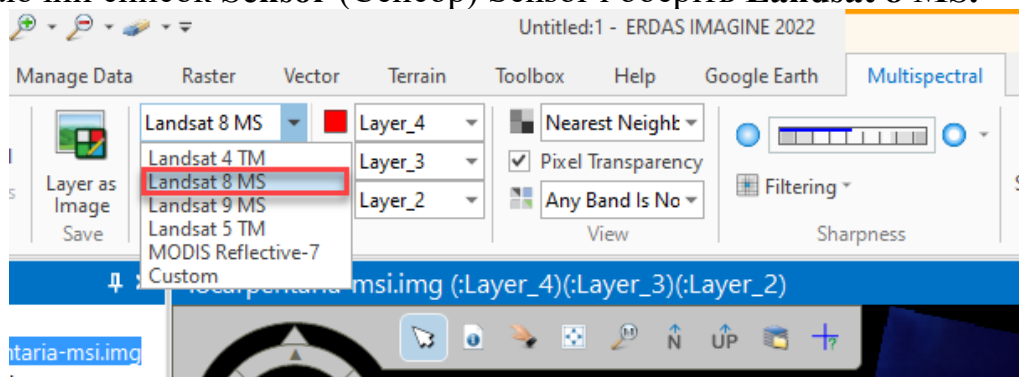


Рис. 2.12. Визначення типу сенсора

Оберіть **False Color IR** у другому випадяючому списку групи.

Ви також можете вручну вибрати різні діапазони для кожного каналу за допомогою окремих випадяючих списків.

Будь ласка, зробіть знімок екрана стану ERDAS Imagine. Вставте його у свій файл Word із коротким описом перед ним.

Вручну встановіть комбінації діапазонів Landsat 8, перелічених нижче:

- 4-3-2 (Натуральні кольори);
- 5-4-3 (Штучні кольори (інфрачервоний));
- 6-5-4 (Штучні кольори);
- 7-6-4 (Штучні кольори);
- 7-5-3 (Штучні кольори);

Будь ласка, зробіть знімки екрана кожної комбінації каналів. Вставте їх у свій файл Word із коротким описом перед ним.

Запитання для самоконтролю:

- 1. Навіщо зображення розповсюджується разом з метаданими?*
- 2. Яким чином можна імпортувати в ERDAS Imagine усі канали, наявні у вихідному архіві сцени?*
- 3. Які ще базові карти доступні для підключення в ERDAS Imagine?*

Практична робота 3

Покращення спектральних характеристик зображень. Використання АОІ для обрізання зображень

Мета: ця практична робота познайомить студентів із широким спектром інструментів, доступних у ERDAS Imagine для перегляду, аналізу та інтерпретації спектральних характеристик зображень та інструментами обрізки знімків. Студенти опанують операції покращення візуальних якостей зображення, змінюючи контраст зображення. В кінці практичної роботи студенти дізнаються, як виокремити потрібний сегмент зображення для подальшої роботи в новий файл.

Завдання:

1. Виконати «розтягування» контрасту зображення;
2. Побудувати спектральний профіль;
3. Обрізати зображення за областю інтересу (АОІ);

Для виконання завдань знадобиться одна з імпортованих сцен Landsat (*.img), які сформувано під час виконання практичної роботи 2.

Студент має зробити знімки екрана вікна ERDAS Imagine і дати пояснення і відповіді на запитання, де це вказано в «Ході роботи». Знімки екрана потрібно вставити у файл Word і дати короткий опис перед кожним із них.

Практична робота оформлюється як окремий файл Word, обов'язково – зі стандартною титульною сторінкою кафедри фізичної географії та картографії. Завершена практична робота (документ Word) надсилається для перевірки на електронну скриньку dzz@physgeo.com у двотижневий строк.

Хід роботи з поясненнями.

При проведенні будь-яких операцій фотоінтерпретації над даними дистанційного зондування Землі, важливо розуміти, як саме корисна частина спектральної інформації співвідноситься зі шкалою яскравостей, інакше візуально результати можуть виявитися помітно менш інформативними, ніж вони можуть бути.

Нижче наведено приклади візуалізації одного і того ж зображення. Зображення ліворуч — без налаштувань відображення, зображення праворуч — з так званим «розтягуванням» контрасту. Неважко помітити, зображення, що перебуває праворуч помітно контрастніше й несе більше тематичної інформації, що може бути вилучена візуально.

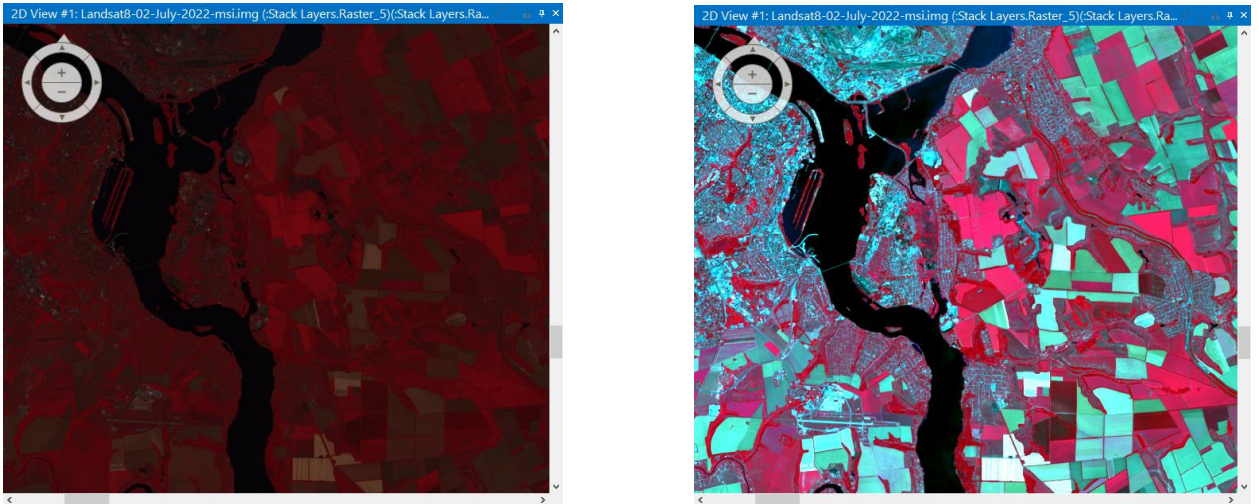


Рис. 3.1. Порівняння зображення без та з підвищеним контрастом

Перш ніж перейти до практичних дій, розглянемо різницю між гістограмами одного з каналів (в нашому випадку четвертого – червоної ділянки спектру) цих зображень. По осі **X** гістограми відкладено значення яскравості (від 0 до 65 536, 16 біт кодування), по осі **Y** – кількість пікселів, що відповідає цим значенням.

На гістограмі другого каналу можна помітити окремий пік, зі значенням 0 і кількістю пікселів, що набагато перевищують кількості пікселів з іншими (нормальними) значеннями. Тому виключення таких значень (як і областей без значень взагалі) є відправною точкою в підвищенні візуальних якостей зображення.

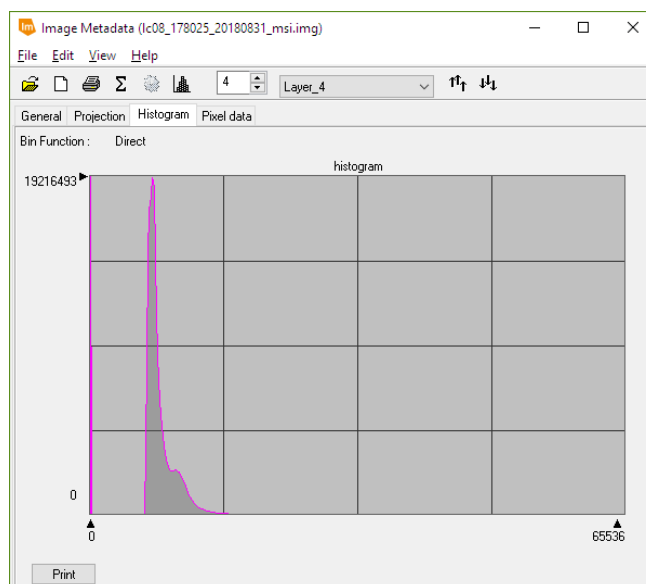


Рис. 3.2. Гістограма розподілу пікселів по значенням яскравості

Виходячи з цього, є доцільним відображати дані пікселів, використовуючи усю доступну шкалу яскравостей, що зробить зображення більш контрастним й інформативним. Про це й піде мова в завданні 1.

Взагалі, для поліпшення якості відображення процесів, що цікавлять, або явищ існує багато різних методик. Процес їх застосування, що може використовуватись для того, щоб робити зображення більш придатним для фотоінтерпретації, називають корекцією зображення.

Завдання 1: Зміна контрасту зображення

Спробуємо практично виконати «розтягування» контрасту вручну, для кращого розуміння сутності цієї операції.

В головному вікні, натисніть **File (Файл) > Open (Відкрити) > Raster Layer (Растровий шар)**. Оберіть **Landsat8-22-July-2020-msi.img** і натисніть на вкладку **Raster Options (це приклад, оберіть свій імпортований файл *.img із попередньої практичної роботи)**.

Перевірте, що параметр **Display as** встановлено на «Натуральні кольори» (**True Color**). Активуйте налаштування **No Stretch (Без контрасту)**, тому що за замовчуванням ERDAS Imagine застосовує покращення контрасту до всіх зображень. Натисніть **OK**.

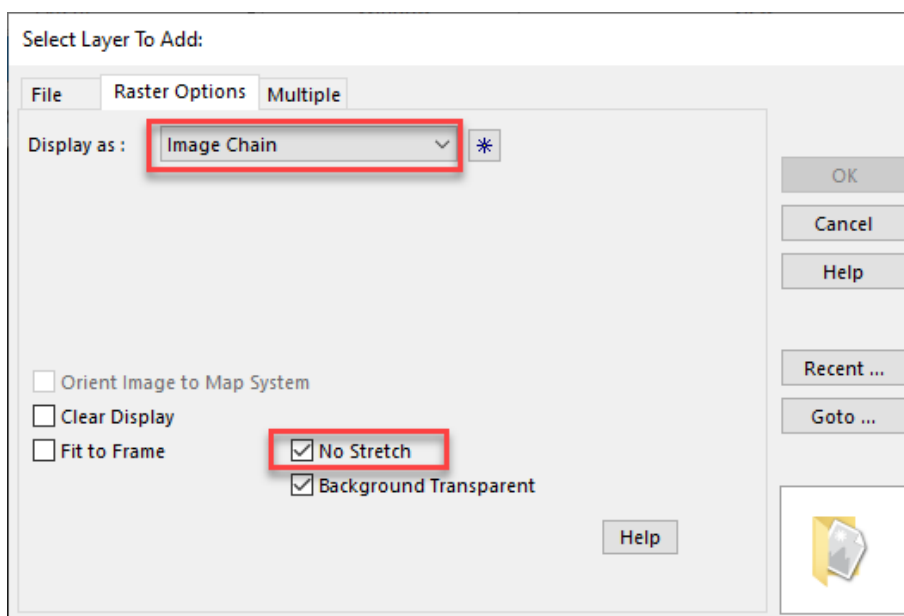


Рис. 3.3. Відкриття зображення без застосування змін контрасту

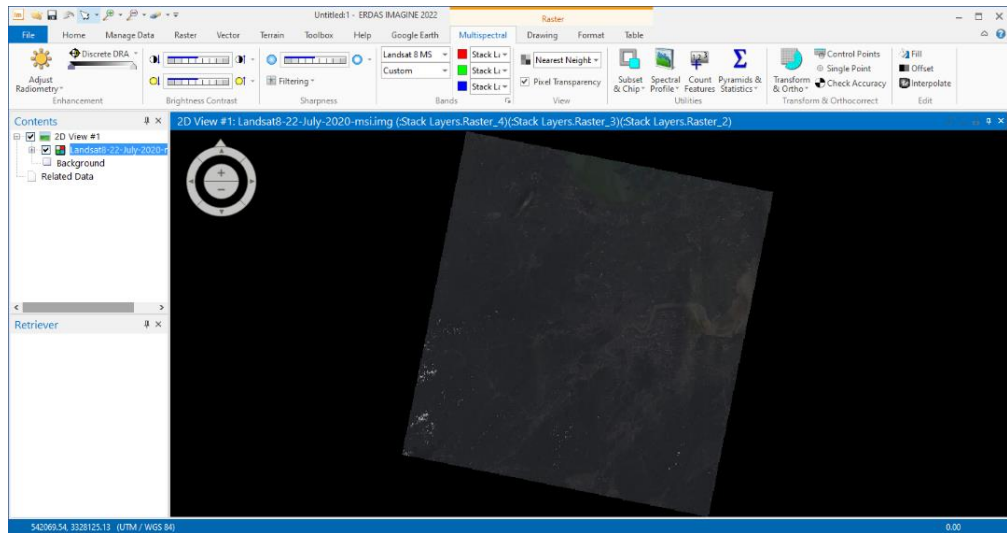


Рис. 3.4. Гістограма розподілу пікселів по значенню яскравості

Відкрите зображення побудоване з початкових значень пікселів, відтак, спостерігаємо його досить низьку контрастність і яскравість.

Будь ласка, зробіть знімок екрана стану ERDAS Imagine. Вставте його у свій файл Word із коротким описом перед ним.

Щоб перебудувати зображення відповідно до наших завдань, на панелі інструментів **Enhancement** оберіть **Adjust Radiometry**. У випадяючому списку ви побачите шаблони розтягання контрасту.

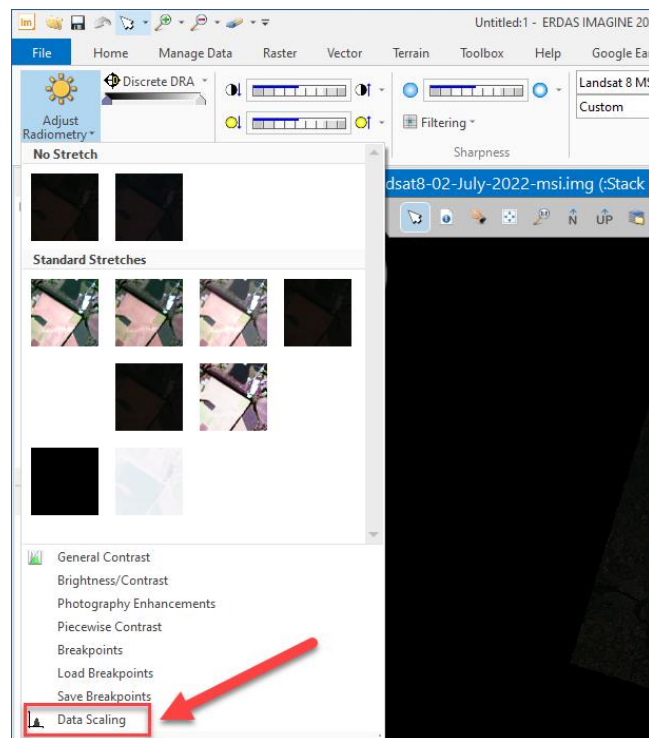


Рис. 3.5. Алгоритми зміни контрасту

Перейдіть **Adjust Radiometry > Data Scaling**. Відкриється вікно Розтягання контрасту для досвідчених користувачів, в якому зображено вихідну гістограму:

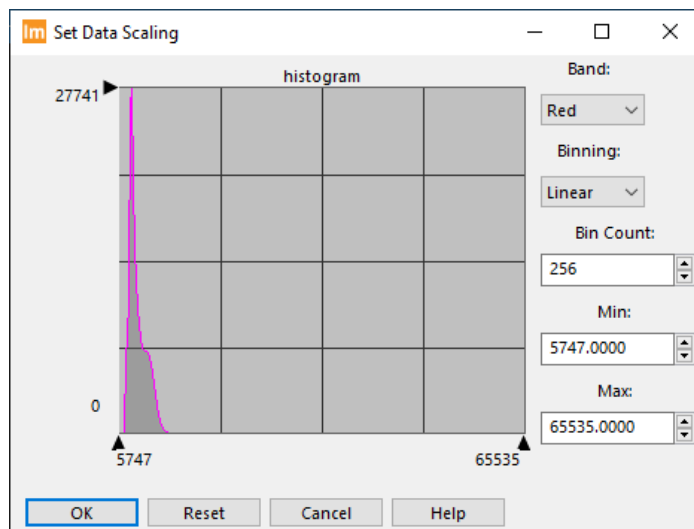


Рис. 3.6. Діалог ручного встановлення діапазону яскравостей

На панелі даного вікна можна продивитися гістограми для всіх трьох каналів окремо (R, G, B), а також параметри розтягнення. За замовчанням у відкритому зображенні у формуванні відображення приймають участь значення від 0 до 65 536 (16 біт на піксель).

На панелі інструментів **Enhancement** оберіть **Adjust Radiometry > General Contrast**. Відкриється вікно з вибором алгоритму корекції та попереднім переглядом результатів. До зображення можна застосувати декілька різних способів корекції: лінійний, Гаусса, еквалізацію гістограми та інші.

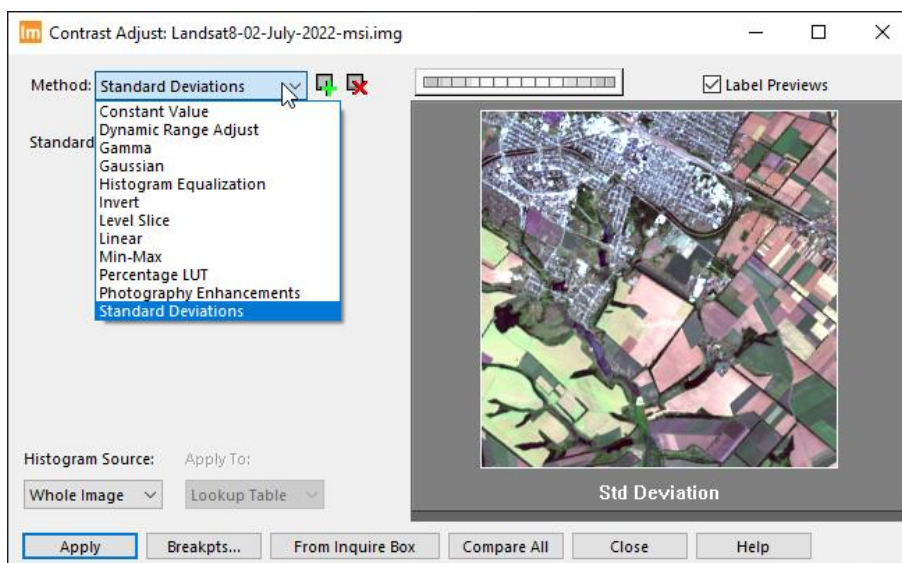


Рис. 3.7. Діалог General Contrast

Скористаємося лінійним методом розподілення. У полі **Slope** введіть значення 0,015 або 0,02.

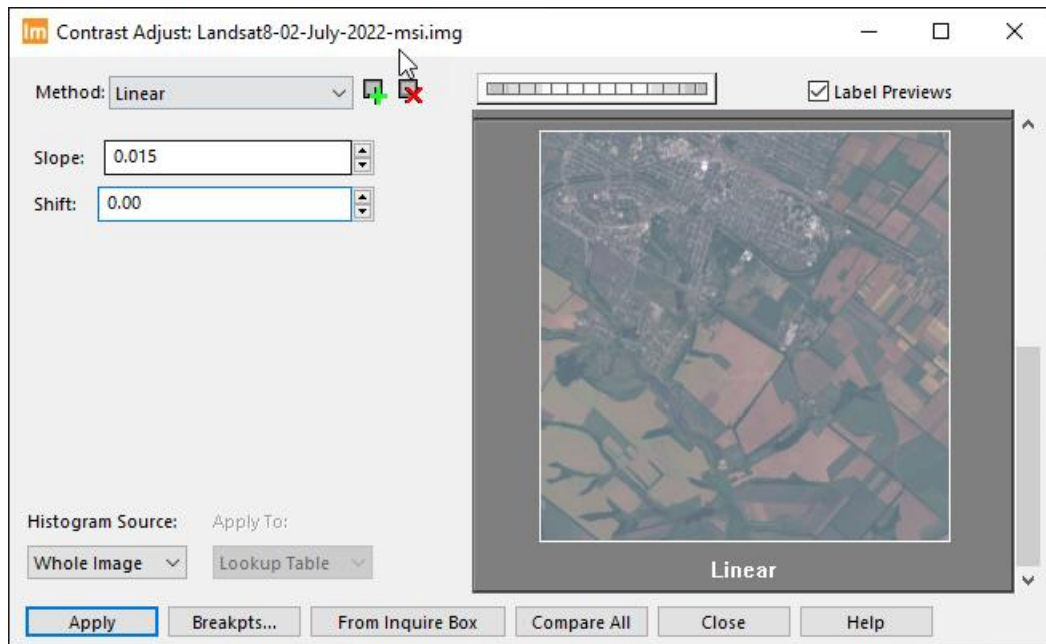


Рис. 3.8. Налаштування лінійної зміни контрасту

Цей параметр змінює схил кривої лінійної функції, при зменшенні схилу контраст знімку зменшується контраст, при збільшенні – відповідно підвищується. Відтак інтерпретаційну здатність зображення можна регулювати.

Будь ласка, зробіть знімок екрана стану ERDAS Imagine. Вставте його у свій файл Word із коротким описом перед ним.

Тепер скасуйте покращення контрасту, натиснувши **No Stretch** в групі інструментів **Adjust Radiometry**.

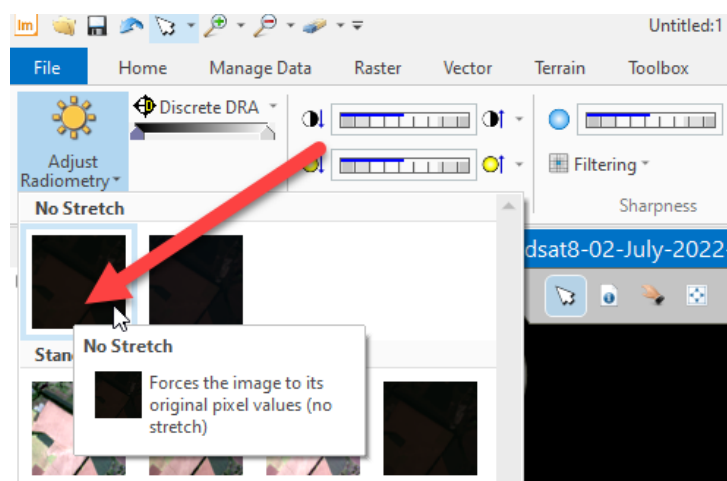


Рис. 3.9. Скасування корекції зображення

Повернемося до **Data Scaling**. Перед вами відкриється вікно перегляду гістограми для червоного каналу. На гістограмі є два трикутних маркери, що окреслюють діапазон значень пікселів, які «розтягаються» від 0 до 65 536. Вони пересуваються за допомогою лівої клавіші миші.

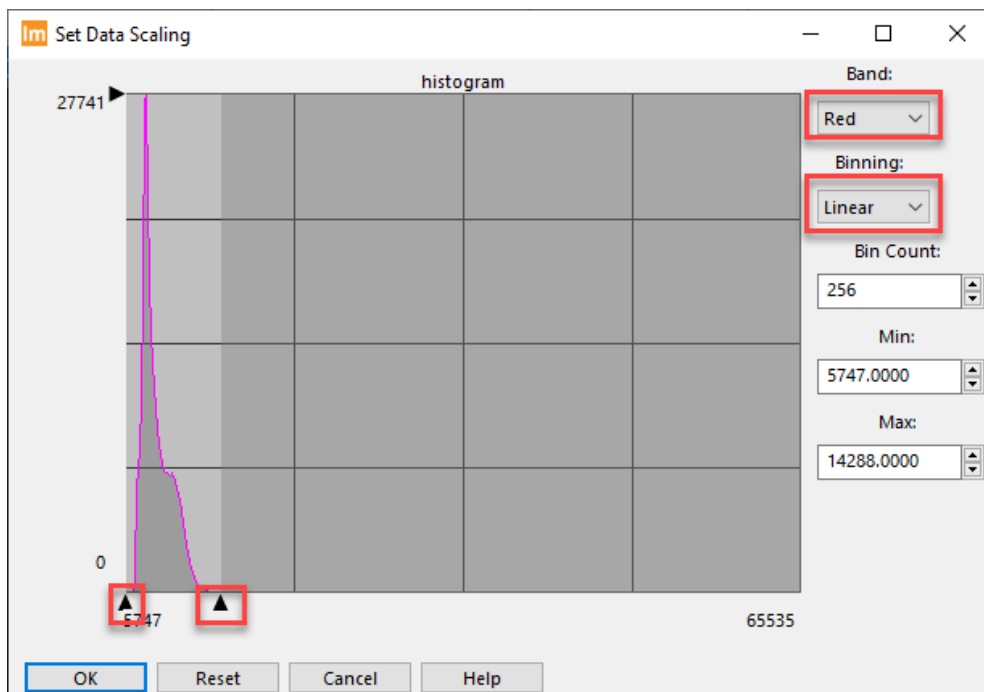


Рис. 3.10. Ручне «розтягування» контрасту

Для кожного Band (каналу) (Red, Green, Blue) поточної виставленої комбінації по чергово пересувайте маркери таким чином, щоб окреслити лише ті значення, що відповідають піку гістограми. Залежно від того, з якою комбінацією Ви працюєте в цей момент коректування вносяться не в конкретний шар, а в один з основних кольорів кодування монітора, якому, у свою чергу, привласнена відповідність певному каналу.

Після виставлення меж для усіх трьох каналів натисніть **ОК**, щоб застосувати зміни. Перегляньте результат.

Будь ласка, зробіть знімок екрана стану ERDAS Imagine. Вставте його у свій файл Word із коротким описом перед ним.



Рис. 3.11. Приклад результату ручного «розтягування» контрасту

Завдання 2: Створення спектрального профілю

Тепер опануємо створення спектрального профілю – своєрідного спектрального «підпису» об'єктів поверхні, що допомагають у подальших операціях автоматичного аналізу знімків (таких як класифікації зображень).

Переконайтеся, що сцена **Landsat8-22-July-2020-msi.img** (це приклад, студент працює зі своєю власною сценою) відкрита у 2D View. На вкладці **Multispectral** у секції **Utilities** оберіть **Spectral Profile** (Спектральний профіль). Відобразиться інструмент **Spectral Profile**. Оберіть піктограму-перехрестя **Create New Profile Point in Viewer** (Створити новий профіль у переглядачі):

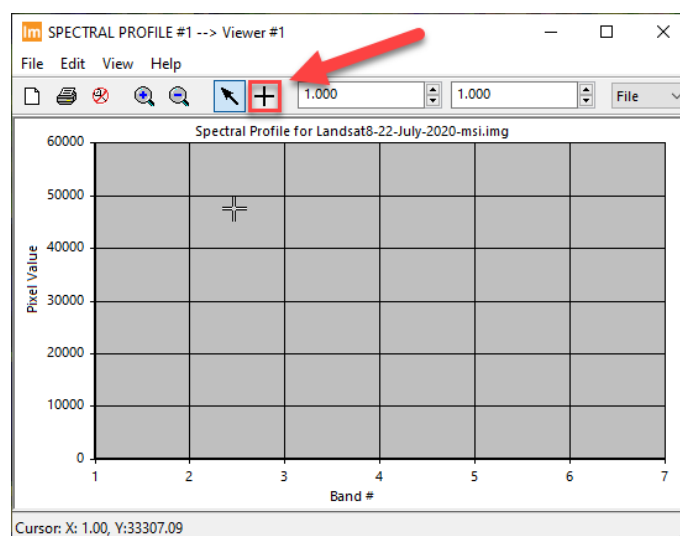


Рис. 3.12. Інструмент Spectral Profile

Перемістіть курсор на знімок і натисніть мишею на області знімку, що відповідає **Воді**. Повторіть цю дію, щоб створити точки для профілю, що відповідають, наприклад:

- Густій рослинності
- Розрідженій рослинності
- Відкритому ґрунту
- Забудові населеного пункту

Користуйтеся підказками викладача, щоб краще і надійніше ідентифікувати типи об'єктів земної поверхні.

Щойно ви визначите 5-6 профілів, перейдіть до **Sensor Attributes** (Налаштування сенсора) в меню **Edit** (Редагувати).

Використання налаштувань сенсора дозволить побудувати графік відносно фактичної довжини хвилі (у мікрометрах) замість номера каналу. Це особливо корисно при використанні кількох моделей сенсорів. Спектральні характеристики, як правило, залишатимуться незмінними для заданого спектрального діапазону, однак можуть різко змінюватися у порівнянні з відповідністю певному каналу. Оберіть **Sensor Type** (Тип сенсора) як **Landsat 8 MS** і натисніть **Apply** (Застосувати) і **Close** (Закрити)

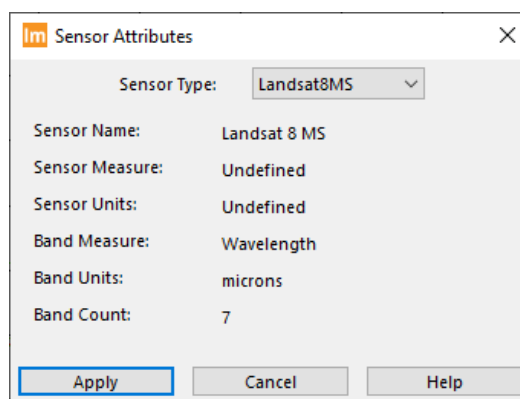


Рис. 3.13. Налаштування сенсора

У вас має відобразитись вікно інструменту з вашою кількістю спектральних профілів і з параметром довжини хвилі за горизонтальною віссю **X**.

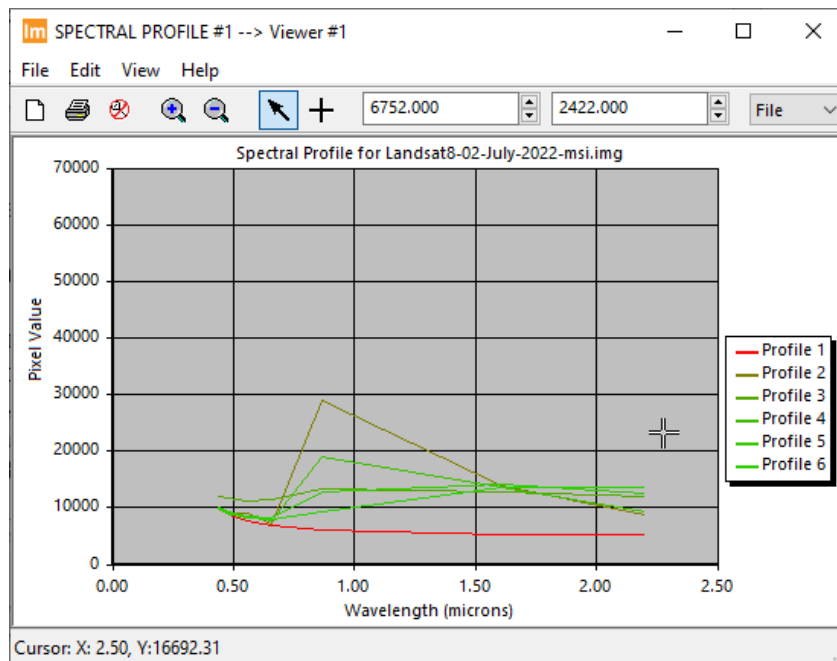


Рис. 3.14. Результат налаштування сенсора

Будь ласка, зробіть знімок екрана стану ERDAS Imagine. Вставте його у свій файл Word із коротким описом перед ним.

Тепер потрібно відредагувати легенду, щоб зробити назви і кольори більш зрозумілими і відповідними до їх суті. Оберіть **Edit > Chart Legend** в меню інструменту. Відкриється редактор легенди (**Legend Editor**). **Перейменуйте і змініть кольори** на відповідні до ваших виділених типів об'єктів.

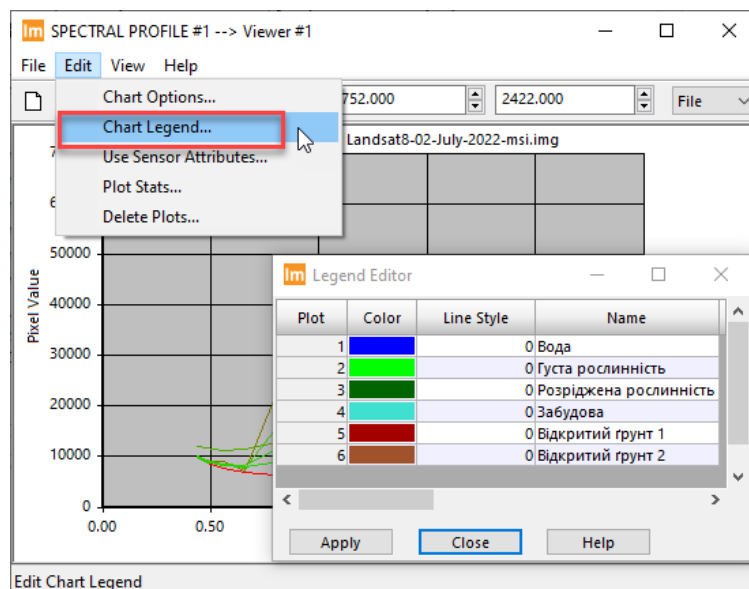


Рис. 3.15. Редагування кольорів і назв профілів

Щойно закінчите з редагуванням, натисніть **Apply** (Застосувати) і **Close** (Закрити). Для редагування зовнішнього вигляду профілю, перейдіть до **Chart Options** (Налаштувань профілю) в меню «Редагувати»

На головній вкладці (**General**) встановіть білий фон профілю. На вкладці осі Y введіть максимальне значення (Max Value) **40000**.

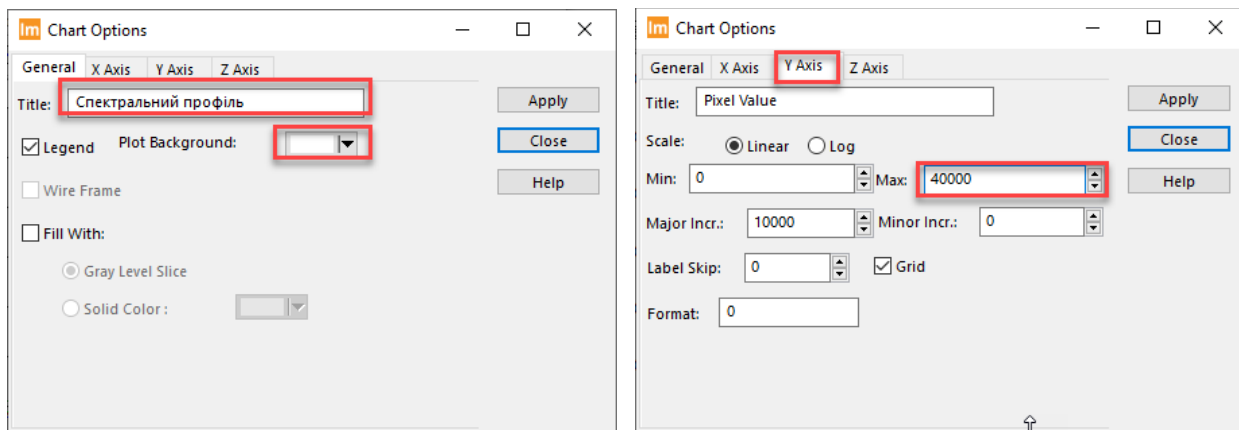


Рис. 3.16. Додаткові налаштування

Натисніть **Apply** (Застосувати) і **Close** (Закрити). Таким чином, ви створили простий спектральний профіль 5-6 типів об'єктів поверхні для сцени Landsat. Подібні профілі можна використовувати для подальшого використання або для порівняння різних сцен. Відмінності між типами об'єктів, як правило, залишаються більш-менш сталими. Ви зможете використати ці спектральні відомості для вдосконалення результатів контрольованої класифікації в майбутньому.

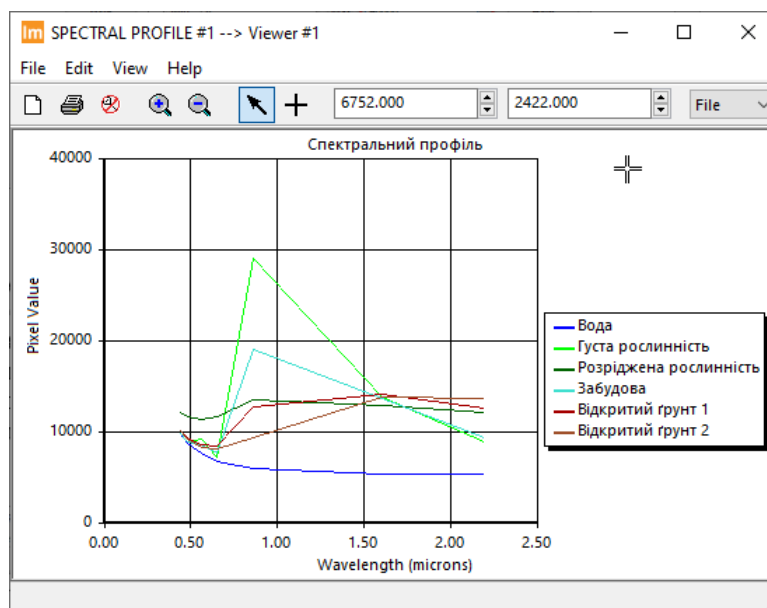


Рис. 3.17. Завершений спектральний профіль

Будь ласка, зробіть знімок екрана стану ERDAS Imagine. Вставте його у свій файл Word із коротким описом перед ним.

Для збереження створених профілів натисніть Файл (File) – Зберегти як (Save As) – Анотація (Annotation).

Перейдіть до вашої робочої теки і збережіть профіль як *pract3_task2.ovr*. Закрийте вікно інструменту **Spectral Profile**.

Завдання 3: Обрізка зображення за областю інтересу (AOI)

Окрім традиційних растрових та векторних форматів, в ERDAS Imagine використовується також внутрішній специфічний тип даних – **Area Of Interest (AOI)**, область інтересів. За властивостями цей тип подібний до векторних даних.

Під областю інтересів (AOI) розуміють точки, лінії або полігони, що окреслюють, виділяють певні, визначені користувачем, області зображення.

Основне мета створення області інтересів – це можливість застосування певних інструментів обробки зображення тільки до цих визначених і окреслених областей. Наприклад, AOI використовують для вирізання фрагменту зображення та формування навчальної вибірки при контрольованій класифікації.

Створення області інтересів можливе як на основі існуючого векторного шару, так і за допомогою інструментів ручного виділення області інтересів.

У цьому завданні ви дізнаєтеся, як створити багатокутник AOI на екрані та обрізати зображення на потрібну область відповідно до ваших потреб.

Переконайтеся, що сцена *Landsat8-22-July-2020-msi.img* (**це приклад, ви працюєте зі своєю власною сценою**) відкрита у 2D View у комбінації каналів **True Color** (змінить за потреби). Оберіть **Fit to Frame** і зображення має відобразитися належним чином.

Будь ласка, зробіть знімок екрана стану ERDAS Imagine. Вставте його у свій файл Word із коротким описом перед ним.

Зробіть правий клік на 2D View і в контекстному меню натисніть **New AOI Layer** (Новий шар AOI).

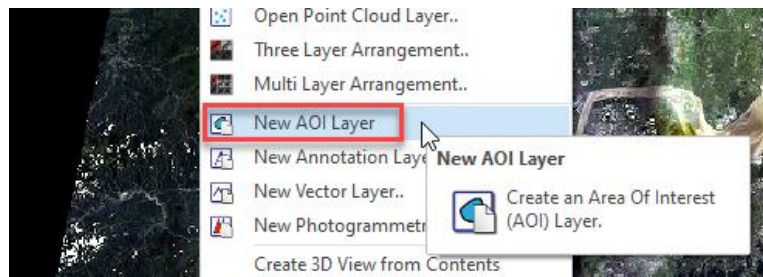


Рис. 3.18. Створення АОІ

АОІ (Область інтересу) використовується в IMAGINE для визначення меж завдань обробки для певної області. У нашому випадку зображення буде обрізане до цього шару АОІ. Новий шар АОІ з'явиться у панелі **Contents** (Зміст). Оберіть цей новий створений шар АОІ на панелі **Contents** і перейдіть на вкладку **Drawing** (Оцифровка) до секції **Insert Geometry** (Створити геометрію) і знайдіть там піктограму **Polygon** (Полігон).

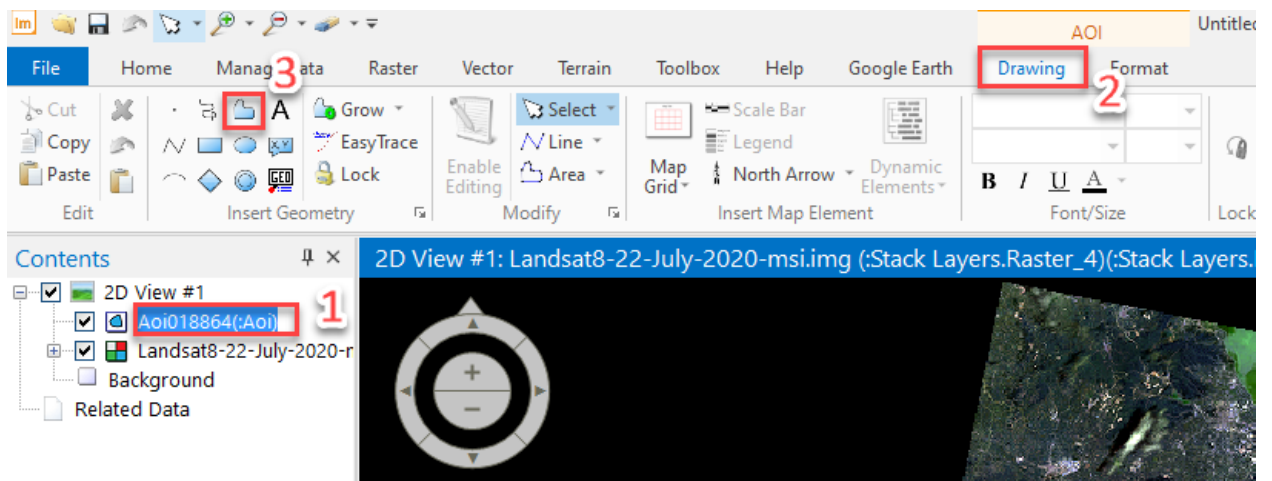


Рис. 3.19. Створення полігону

Обведіть полігон, що відповідає полю (або чому завгодно, що ви бажаєте вирізати), як зображено нижче. Для закінчення полігону зробіть **подвійний клік**. Ви можете змінити колір заповнення контуру. Для цього скористайтеся інструментом **Area Fill**. Змініть колір відображення заповнення полігону.

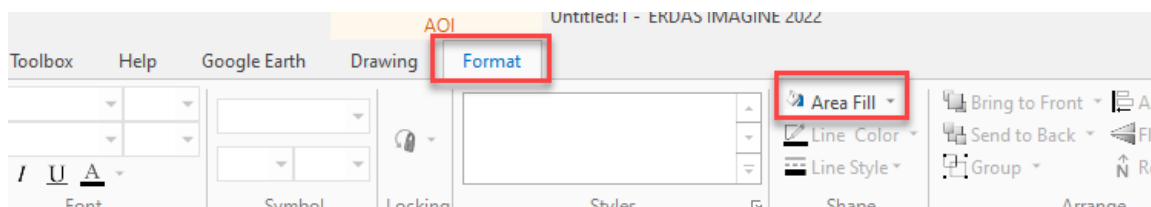


Рис. 3.20. Інструмент заливки Area Fill

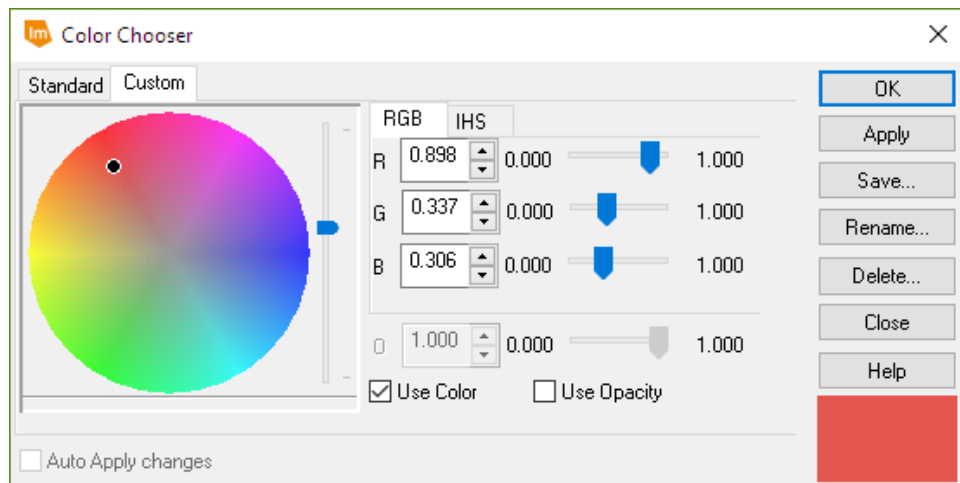


Рис. 3.21. Діалог вибору кольору заливки

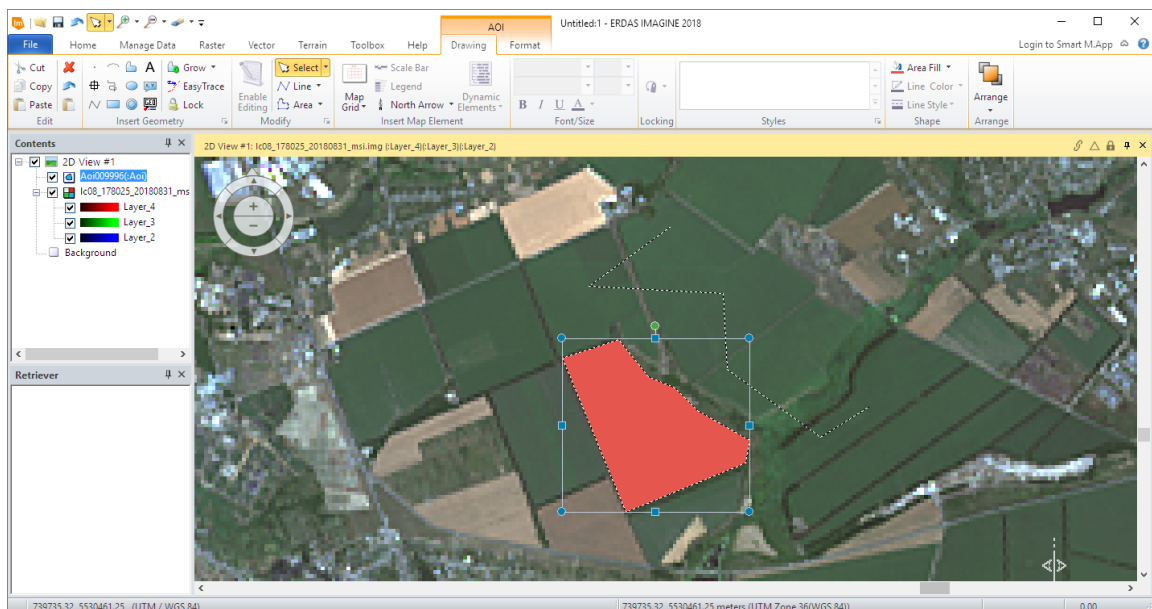


Рис. 3.22. Приклад створеного полігону AOI

Будь ласка, зробіть знімок екрана стану ERDAS Imagine. Вставте його у свій файл Word із коротким описом перед ним.

Переконайтеся, що шар AOI Layer «підсвічено» (обрано) у переглядачі. Перейдіть до **Raster > Subset & Chip > Create Subset Image** на вкладці Raster (Растр) > Випадаючий список **Subset & Chip**.

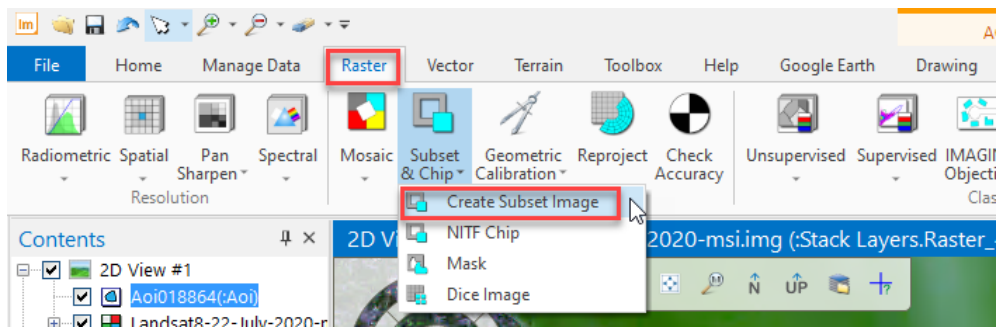


Рис. 3.23. Інструмент Subset

Відкриється інструмент обрізки зображень Subset Tool. Встановіть вихідний файл (**Output File**) з ім'ям *subset.img* у *вашу теку* і натисніть **ОК**, щоб закрити діалог **Output File**. Натисніть на кнопку **AOI** і оберіть **Viewer** (Узяти з переглядача), потім натисніть **ОК**, щоб закрити діалогове вікно **Choose AOI**.

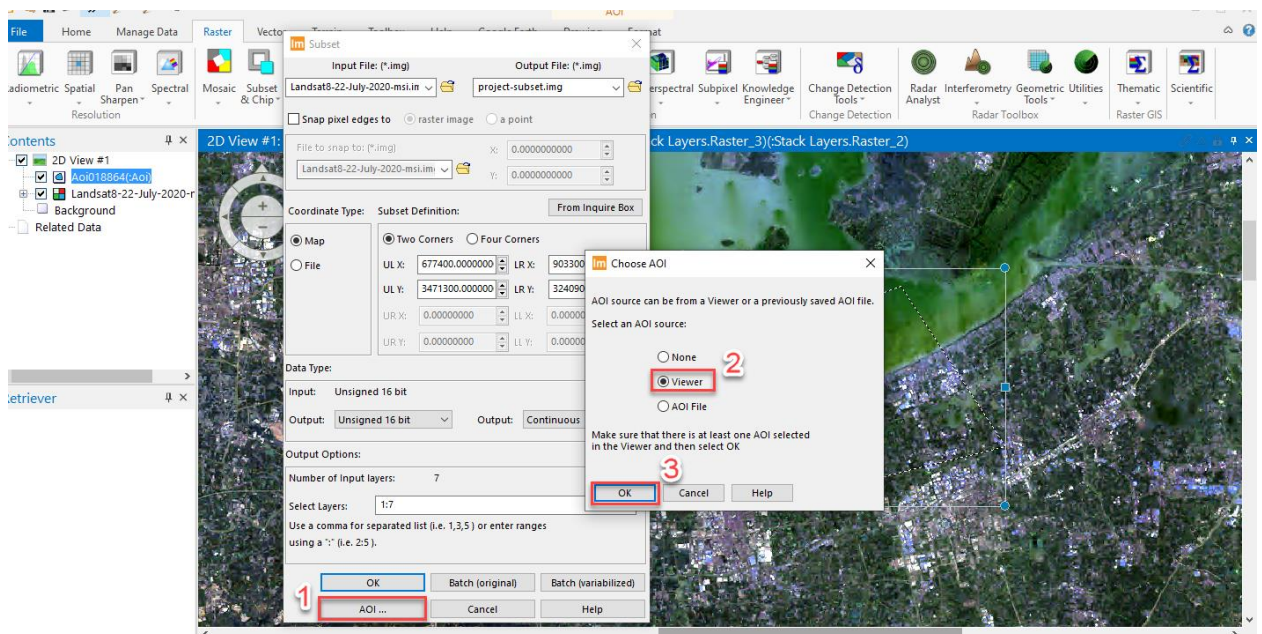


Рис. 3.24. Вибір джерела меж для обрізки зображення

Будь ласка, зробіть знімок екрана стану ERDAS Imagine. Вставте його у свій файл Word із коротким описом перед ним.

Залиште всі інші параметри за замовчуванням, натисніть **ОК**, щоб запустити інструмент обрізки. Відобразиться діалогове вікно списку процесів.

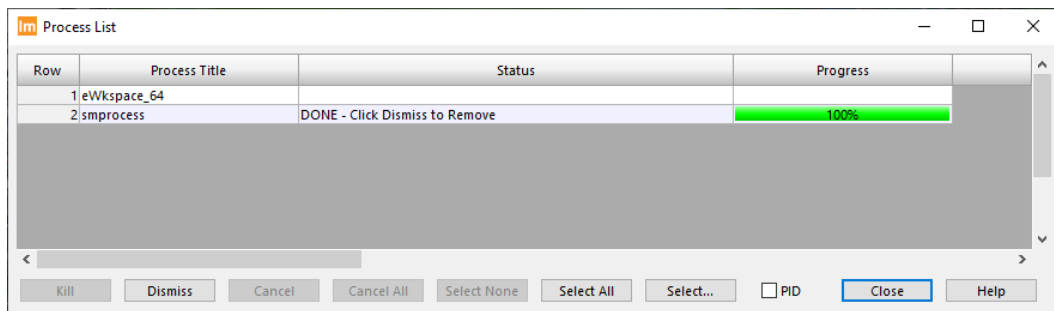


Рис. 3.25. Список процесів

Відображення процесу обробки корисно для перевірки статусу ваших завдань та перевірки завершення без помилок. Після завершення **закрийте** список процесів.

Створений файл не додається автоматично до **Contents**. Його потрібно відкрити самостійно. Для перегляду встановимо 2 області вікна для перегляду: Вкладка **Home** (Головна) > **Add Views** (Додати переглядачі) > **Display Two Views** (Відобразити 2 переглядачі). Відкрийте обрізане зображення *subset.img* у другому 2D View, щоб переглянути результат.

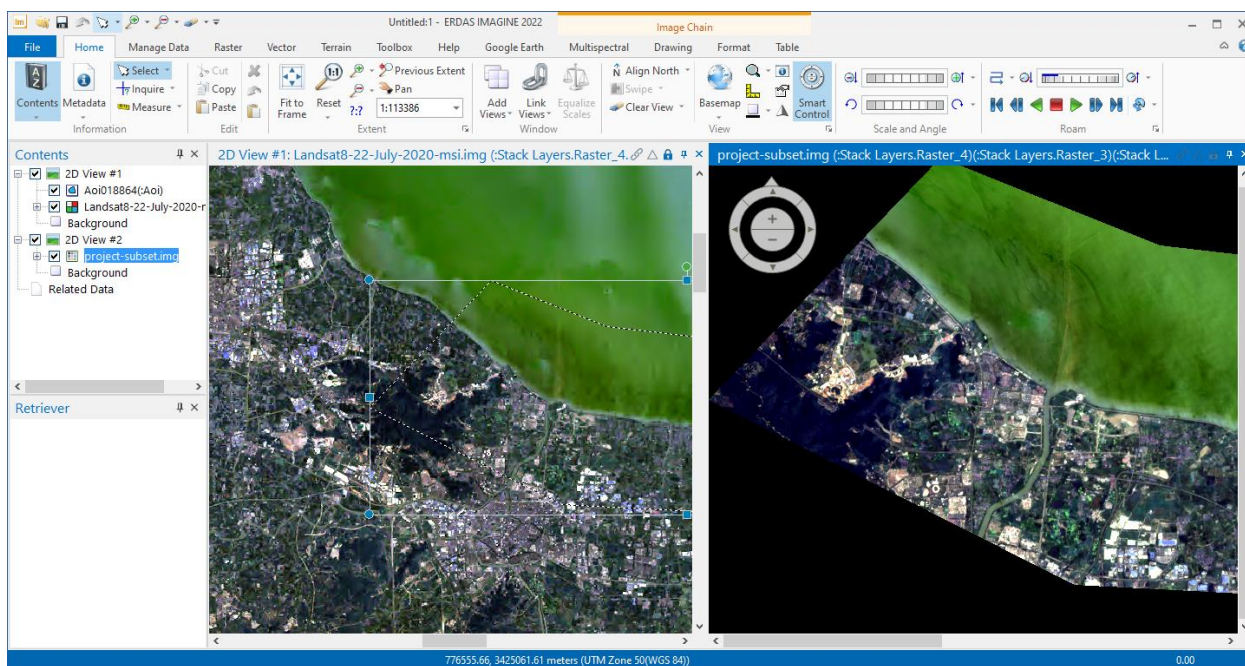


Рис. 3.26. Приклад результату обрізки растру

Будь ласка, зробіть знімок екрана стану ERDAS Imagine. Вставте його у свій файл Word із коротким описом перед ним.

Зверніть увагу, що залежно від того, чи на вашому зображенні встановлено значення «NoData» (цей момент пояснюється викладачем), ви можете змінити цей параметр за допомогою метаданих зображення. Відкрийте метадані

зображення (**Image Metadata**) на вкладці **Home** (Головна), вкажіть своє зображення та виберіть **Edit > Set/Clear NoData Value**

Створіть ще один полігональний АОІ для сцени й виконайте обрізку за ним. Додайте скріншоти результатів у ваш файл.

Письмово висловіть свою думку – в яких прикладних задачах може бути корисна функція обрізки растру?

Запитання для самоконтролю:

- 1. Який метод підвищення контрасту буде ефективний для зображень з великим відсотком затінених ділянок (від дерев, будинків тощо)?*
- 2. Що впливає на точність побудови спектральних профілів?*
- 3. Які, на вашу думку, є альтернативні способи отримання спектральних профілів?*

Практична робота 4

Покращення просторової роздільної здатності знімків (Pansharpening)

Мета: студенти знайомляться із трансформаціями просторової роздільної здатності, зокрема з технологією панхроматичного злиття (Pansharpening), що надає можливість суттєво підвищити просторову роздільну здатність мультиспектральних каналів. В практичній роботі також присвячена увага операції згорткової фільтрації.

Завдання:

1. Виконати перетворення просторової роздільної здатності;
2. Виконати панхроматичне злиття методом NNDiffuse;
3. Розглянути просторову фільтрацію зображень методом згортки.

Для виконання цієї практичної роботи знадобиться одна з імпортованих сцен Landsat (*.img), яке були сформовані під час практичної роботи 2 та відповідний панхроматичний канал B8 з практичної роботи 1

Студент має зробити знімки екрана вікна ERDAS Imagine і дати пояснення і відповіді на запитання, де це вказано в «Ході роботи». Знімки екрана потрібно вставити у файл Word і дати короткий опис перед кожним із них.

Практична робота оформлюється як окремий файл Word, обов'язково – зі стандартною титульною сторінкою кафедри фізичної географії та картографії. Завершена практична робота (документ Word) надсилається для перевірки на електронну скриньку dzz@physgeo.com у двотижневий строк.

Хід роботи з поясненнями.

Загальна концепція покращення роздільної здатності полягає у використанні спектральної роздільної здатності зображень із нижчою просторовою роздільною здатністю (мультиспектральних) і злиття їх з вищою просторовою роздільною здатністю панхроматичного зображення.

Також важливим є розуміння сутності повторної дискретизації (Resample), що є звичайною функцією аналізу зображень. У цій практичній роботі повторна дискретизація використовуватиметься після зміни розміру пікселя для

зменшення просторової роздільної здатності зображення. Потім це саме зображення буде використано для панхроматичного злиття.

Завдання 1: Перетворення просторової роздільної здатності

Це завдання охоплює повторну дискретизацію зображення, щоб зменшити просторову роздільну здатність. Отриманий результат буде використано в наступному завданні під час панхроматичного злиття роздільної здатності, щоб підкреслити візуальний ефект.

Оберіть **Resample Pixel Size** на вкладці **Raster** > група **Resolution** > **Spatial**

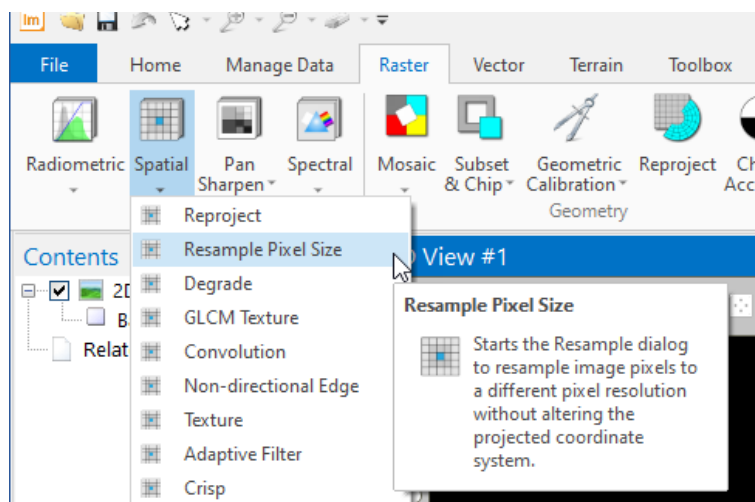


Рис. 4.1. Запуск інструменту повторної дискретизації (Resample)

Вкажіть місце збереження вхідного файлу (Input File): **Landsat8-02-July-2022-msi.img** (це приклад, ви працюєте зі своєю власною сценою). Вкажіть місце збереження вихідного файлу (Output File): **resample_60.img**. В цьому завданні потрібно повторно дискредитувати вихідне зображення Landsat 8 з 30 до 60 метрів.

Встановіть розмір вихідного пікселя **X: 60.00** і **Y: 60.00** та натисніть **ОК** як показано на Рис. 4.2.

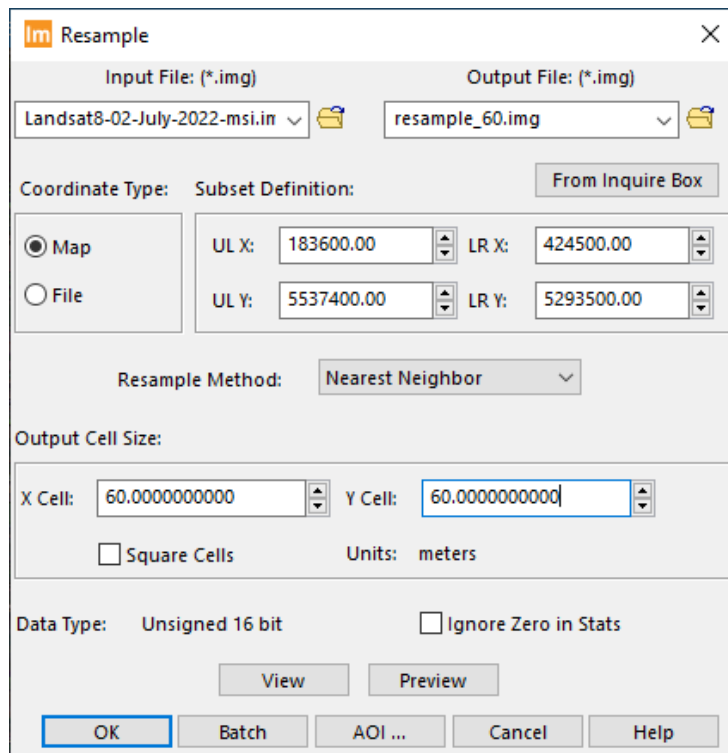


Рис. 4.2. Діалогове вікно повторної дискретизації (Resample)

Будь ласка, зробіть знімок екрана стану ERDAS Imagine. Вставте його у свій файл Word із коротким описом перед ним.

Відкрийте обидва зображення у новому 2D View: *Landsat8-02-July-2022-msi.img* (це приклад, ви працюєте зі своєю власною сценою) та *resample_60.img*. На головній вкладці (Home) у групі Extent оберіть інструмент збільшення масштабу **Zoom In** і наблизьтесь до певної ділянки на знімку.

Переконайтеся, що у 2D View відкрито лише два набори даних, *Landsat8-02-July-2022-msi.img* і *resample_60.img*.

Будь ласка, зробіть знімок екрана стану ERDAS Imagine. Вставте його у свій файл Word із коротким описом перед ним.

На головній вкладці **Home** у групі **View** оберіть інструмент **Swipe**. Це відкриє вкладку **Transition Utility**, яку ми будемо використовувати для порівняння просторової роздільної здатності двох зображень. Перетягуйте повзунок **Transition Extent** зліва направо, щоб порівняти зображення.

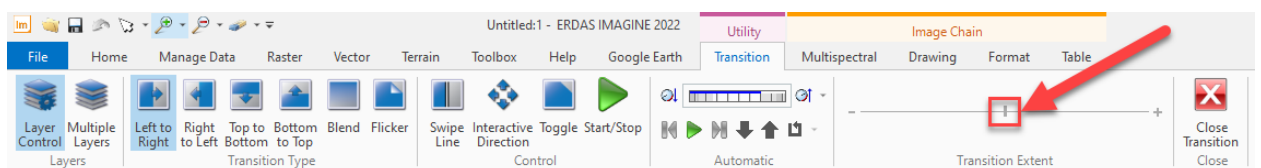


Рис. 4.3. Інструмент Transition Extent

Ви маєте помітити набагато гіршу просторову роздільну здатність вихідного зображення. Ця операція була виконана, окрім методики «загрублення» даних, щоб також пізніше підкреслити переваги панхроматичного злиття, які може надати цей алгоритм для покращення зображень.

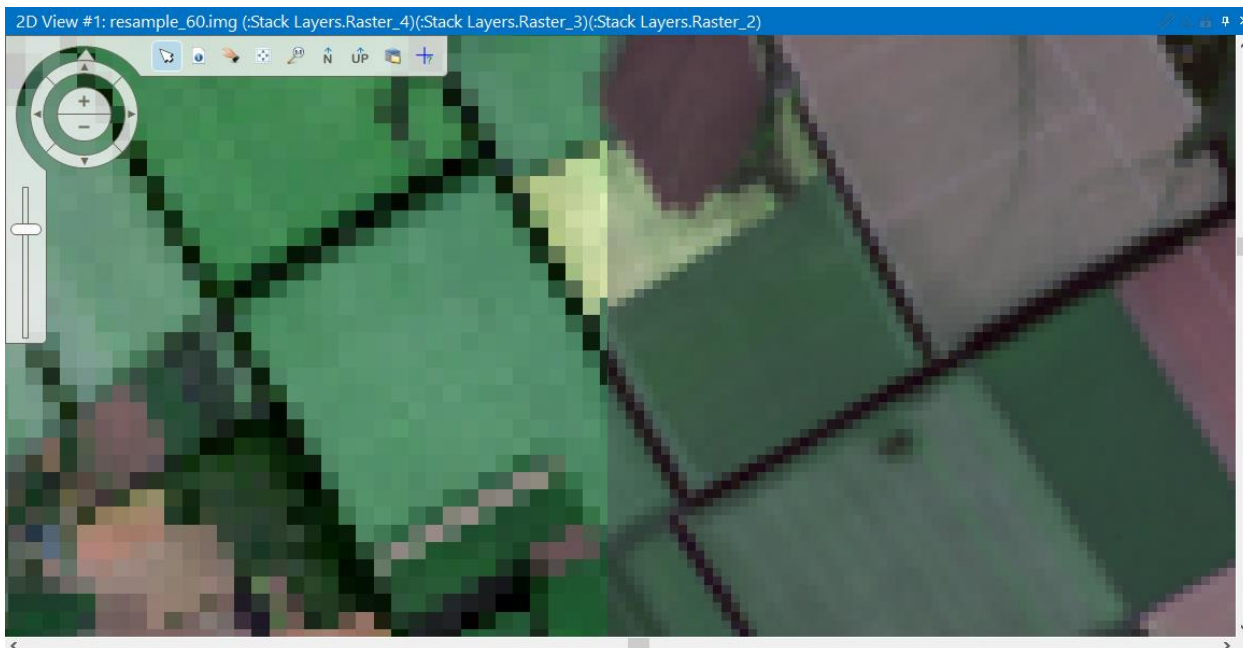


Рис. 4.4. Приклад результату зниження просторової роздільної здатності (ліворуч)

Будь ласка, зробіть знімок екрана стану ERDAS Imagine. Вставте його у свій файл Word із коротким описом перед ним.

Закрийте Transition і очистіть секцію перегляду.

Завдання 2: Панхроматичне злиття методом NNDiffuse

Тепер поєднаємо панхроматичний знімок високої роздільної здатності з мультиспектральними даними нижчої роздільної здатності за допомогою алгоритму NNDiffuse Resolution Merge. Сутність цього методу пояснить викладач.

Оберіть **NNDiffuse Resolution Merge** на вкладці **Raster** > група **Resolution** > **Pan Sharpen**.

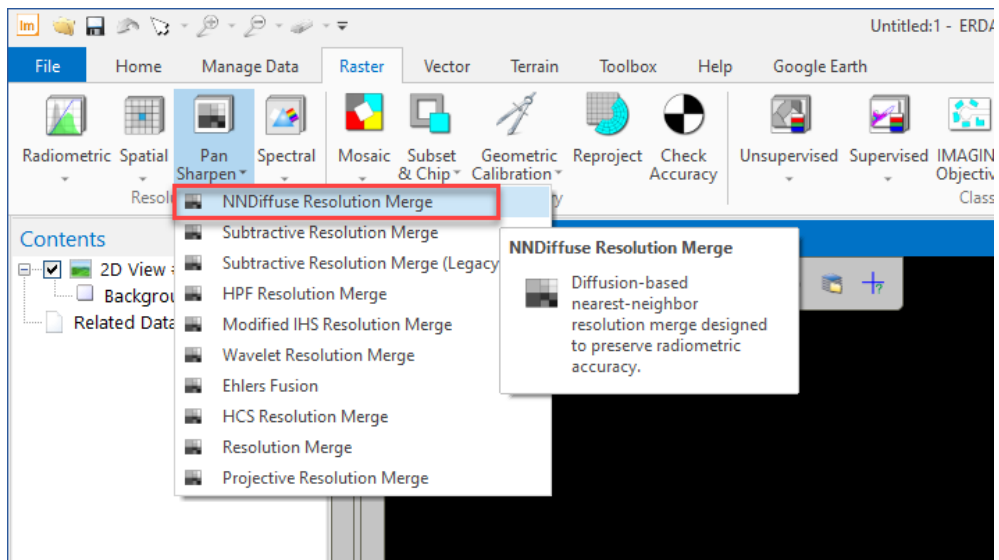


Рис. 4.5. Запуск інструменту NNDiffuse Resolution Merge

Вкажіть такі параметри в діалозі «NNDiffuse Resolution Merge»:

- Вихідний файл з високою роздільною здатністю (**High Resolution Input**): **LC08_L1TP_177026_20220702_20220708_02_T1_B8.TIF** (це приклад, оберіть свій панхроматичний файл **...*_B8.tif** із відповідного до мультиспектрального файлу архіву, що ви завантажили під час практичної роботи 1).
- Вихідний мультиспектральний файл (**Multispectral Input**) як **resample_60.img**, а файл результату (**Output File**) як **resample_60_nnd_15.img**.

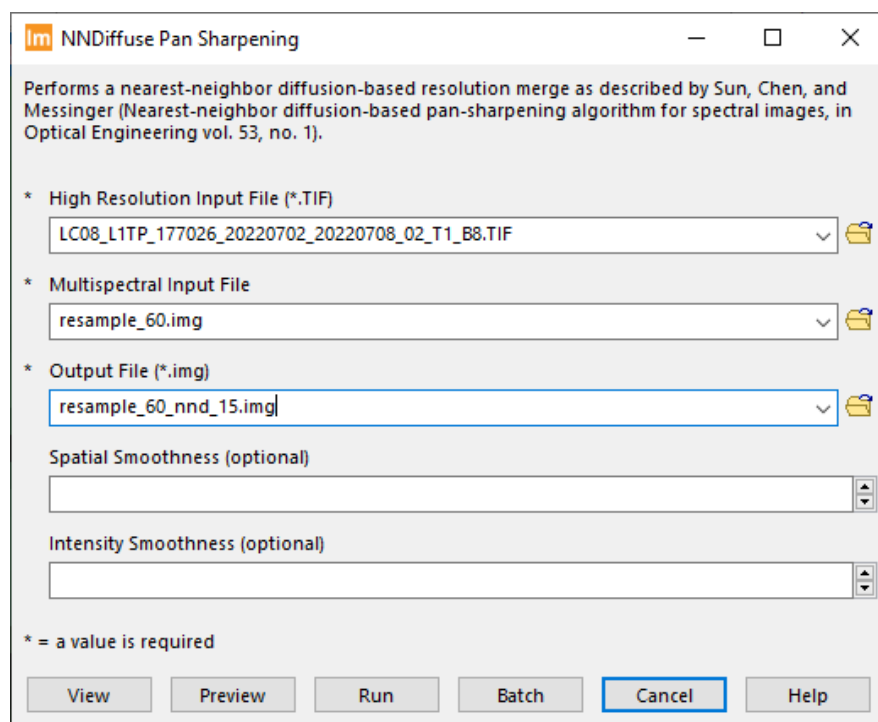


Рис. 4.6. Налаштування NNDiffuse Resolution Merge

Будь ласка, зробіть знімок екрана стану ERDAS Imagine. Вставте його у свій файл Word із коротким описом перед ним.

Натисніть **Run** для початку операції. Після завершення процесу, у порожньому 2D View відкрийте файл *resample_60.img* і отриманий в результатів панхроматичного злиття файл: *resample_60_nnd_15.img*

Перегляньте свої результати візуально за допомогою інструменту **Swipe** на вкладці **Home** > група **View**. Інший спосіб інтерпретації результатів паншарпенінгу полягає в перегляді фактичної інформації метаданих.

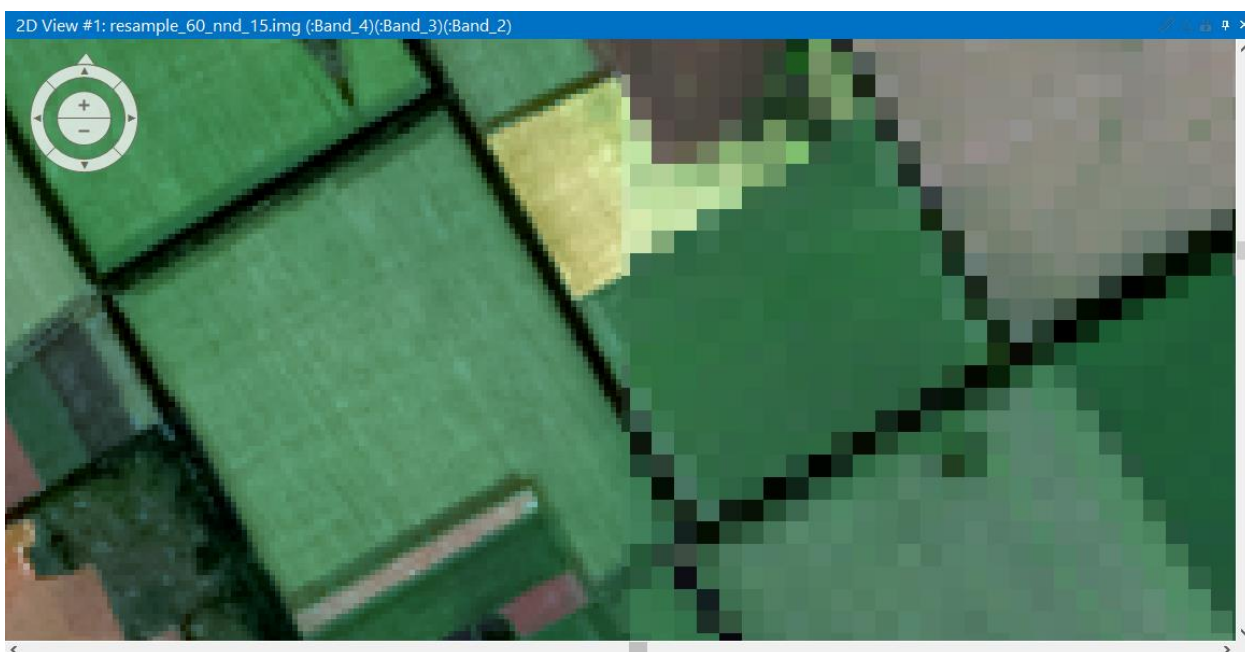


Рис. 4.7. Приклад результату панхроматичного злиття (ліворуч)

Будь ласка, зробіть знімок екрана стану ERDAS Imagine. Вставте його у свій файл Word із коротким описом перед ним.

6. Внизу секції 2D View #1 Transition оберіть вкладку **Contents**.

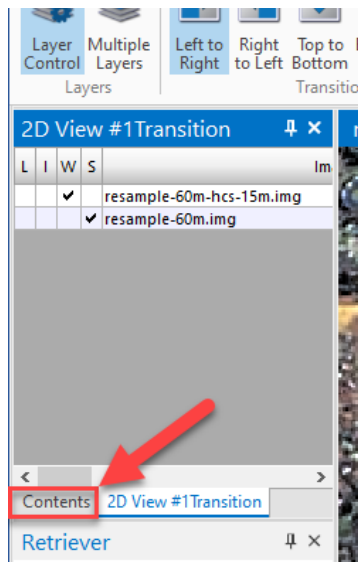


Рис. 4.8. Перехід до вкладки Contents

Натисніть правою клавішею миші на *resample_60.img* і оберіть Metadata. Виконайте подібне для *resample_60_nnd_15.img*

Розташуйте обидва вікна метаданих зображення поруч одне з одним. Зауважте, що функція панхроматичного злиття покращила просторову роздільну здатність мультиспектрального зображення з 60 м до 15 м.

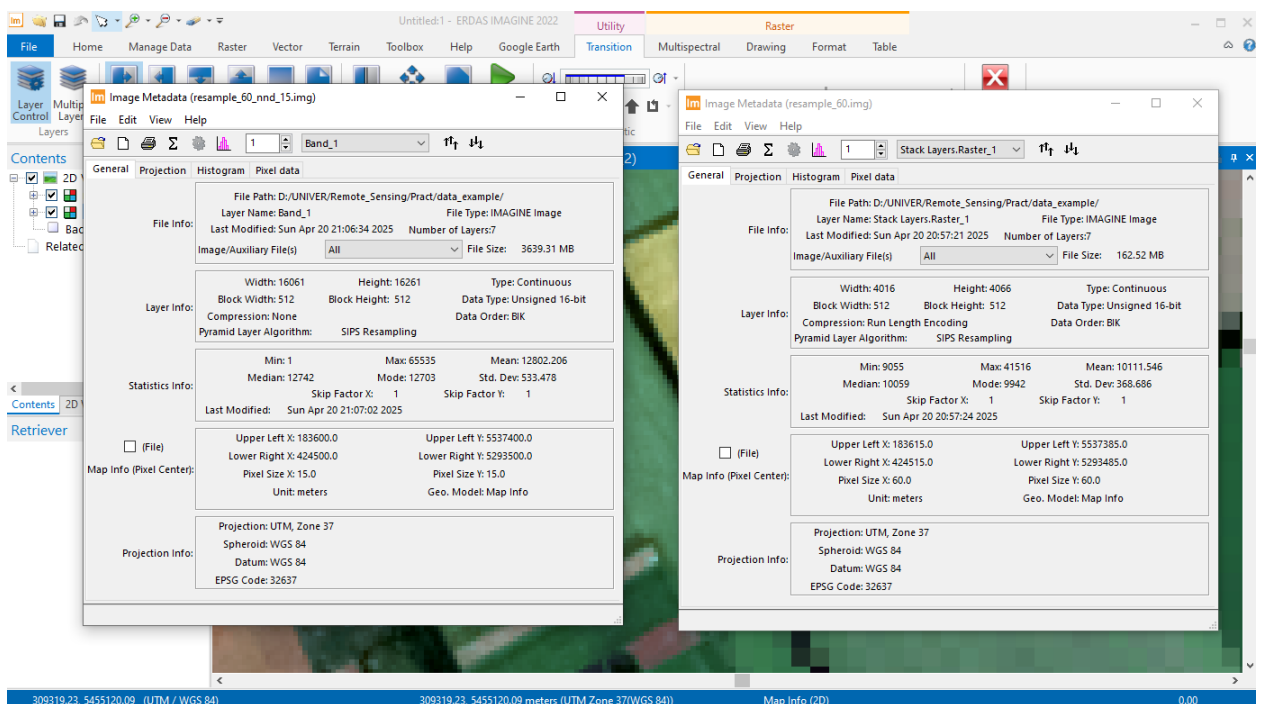


Рис. 4.9. Порівняння метаданих

Будь ласка, зробіть знімок екрана стану ERDAS Imagine. Вставте його у свій файл Word із коротким описом перед ним.

Завдання 3: Просторова фільтрація зображень

Іншим корисним методом для покращення просторових характеристик зображення є згортка (вікно фільтрації). Згортка виконує такі операції покращення зображення, як усереднення, згладження високих або низьких значень пікселів зображення та зберігає його в новому растрі. Це завдання візьме за вихідні дані результат панхроматичного злиття з попереднього завдання і виконає операцію **Edge Enhancement**. Ця дія підкреслює краї (контури) груп пікселів, наприклад покращує краї пікселів уздовж лінійних об'єктів.

Для початку оберіть інструмент **Convolution** (Згортка) на вкладці **Raster** (Растр) > група Resolution (Роздільна здатність) > випадаючий список **Spatial**.

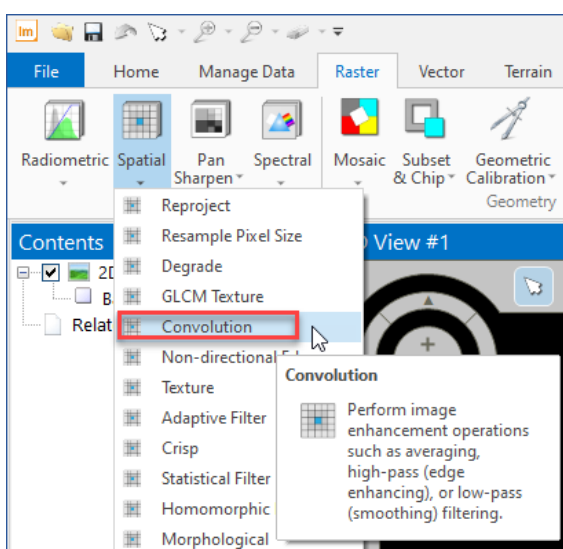


Рис. 4.10. Запуск інструменту Convolution

У діалозі Convolution, що з'явиться після запуску інструменту, потрібно вказати наступні налаштування: вихідний файл: *resample_60_nnd_15.img*; файл результату: *convolution_5x5.img*; Kernel (Ядро): **5x5 Edge Enhance**.

Згадайте, що означає параметр **Kernel** і які орієнтовні результати можуть бути отримані.

Будь ласка, зробіть знімок екрана стану ERDAS Imagine. Вставте його у свій файл Word із коротким описом перед ним.

Запустіть виконання операції, натиснувши **ОК**.

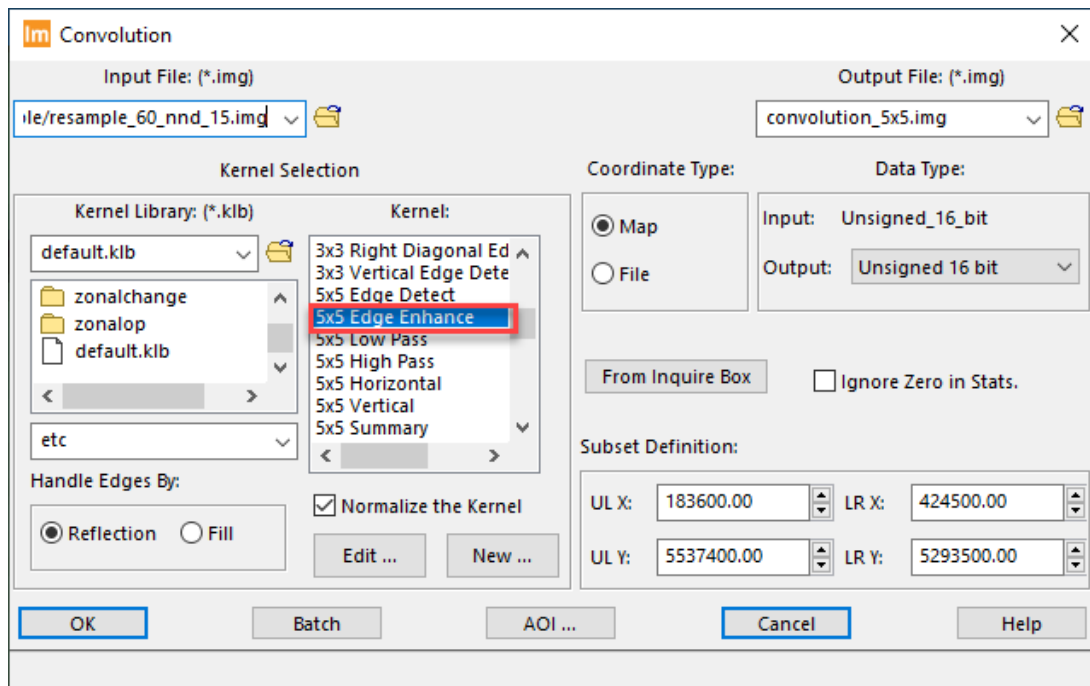


Рис. 4.11. Вікно інструменту Convolution

Відкрийте в пустому 2D View обидва зображення: *resample_60_nnd_15.img* і *convolution_5x5.img*. На вкладці **Home** (Головна) в групі **Extent** оберіть піктограму **Zoom In** і обведіть центральну частину вашого зображення, щоб збільшити масштаб. Для більшої наочності рекомендується встановити масштаб 1:1.

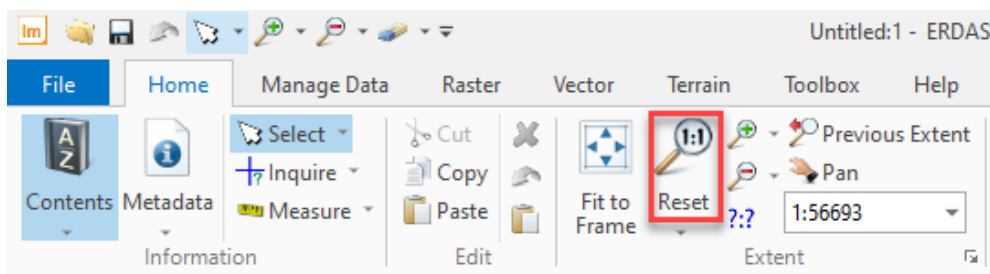


Рис. 4.12. Інструмент встановлення масштабу 1:1

На головній вкладці (**Home**) у групі **View** оберіть інструмент **Swipe**. Перетягуйте повзунок **Transition Extent** ліворуч і праворуч, щоб порівняти зображення.

Будь ласка, зробіть знімок екрана стану ERDAS Imagine. Вставте його у свій файл Word із коротким описом перед ним.

Має стати помітним ефект, який створює алгоритм Edge Enhancement. Візуально такі лінійні об'єкти, такі як коридори доріг і краї будівель, стають більш вираженими на зображенні порівняно з оригінальним введенням.

Наостанок, потрібно порівняти просторові трансформації, які були виконані з вихідного зображення, зі зниженою роздільною здатністю 60 метрів. Видаліть зображення *resample_60_nnd_15.img*. Відкрийте *resample_60.img*. Змініть **Transition extent**, щоб краще візуалізувати різницю між зображеннями. Має бути видима чітка відмінність різкості внаслідок панхроматичного злиття та покращення країв, як показано на Рис. 4.13.

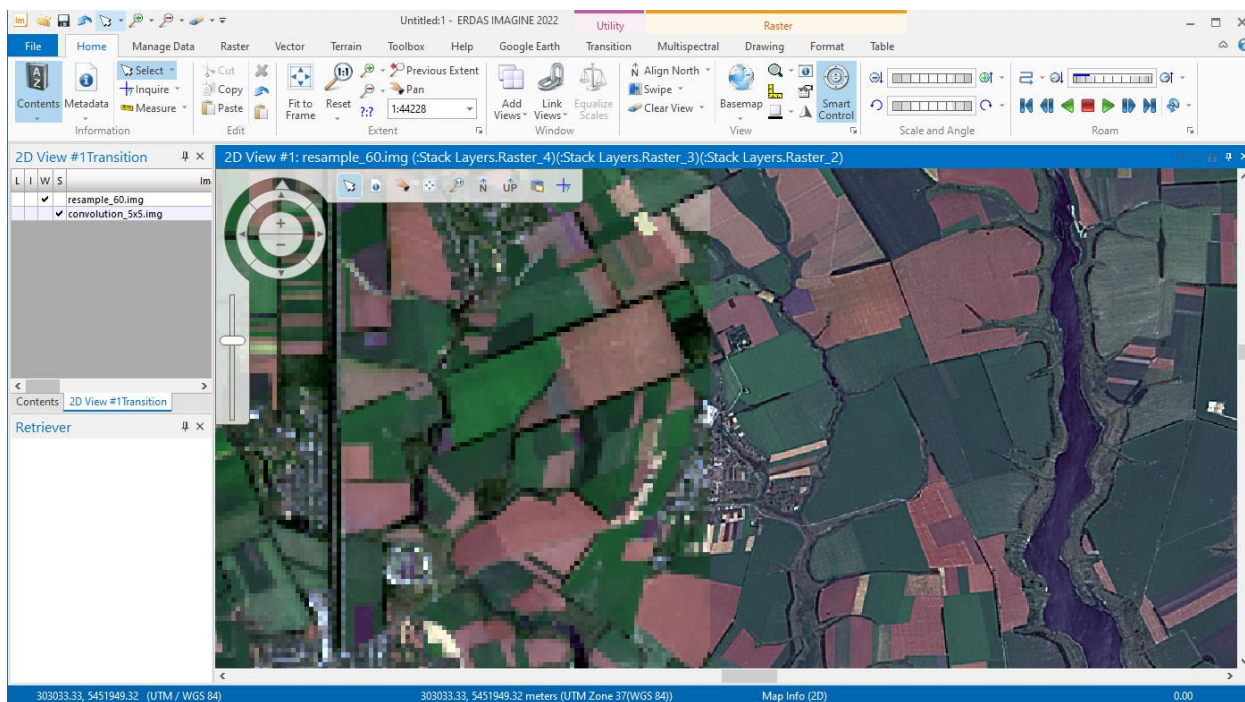


Рис. 4.13. Приклад результату виконаних просторових перетворень

Будь ласка, зробіть знімок екрана стану ERDAS Imagine. Вставте його у свій файл Word із коротким описом перед ним.

Надайте письмові відповіді на запитання в документі практичної роботи:

Які можуть бути причини використовувати просторове покращення?

Запитання для самоконтролю:

- 1. Як ви вважаєте, за яких обставин може бути корисним «загрублення» просторової роздільної здатності?**
- 2. Чому панхроматичний канал має вищу просторову роздільну здатність у порівнянні з мультиспектральними?**
- 3. Який алгоритм згортки доцільно використати для просторової фільтрації шумів в зображенні?**

Практична робота 5

Геоприв'язка супутникового знімку

Мета: студенти знайомляться із процесом географічної прив'язки супутникового зображення, шляхом пошуку точок, що можна ідентифікувати на прив'язаному зображенні – тобто методом Image to Image. Практична робота має важливе значення, адже студенти таким чином зможуть прив'язувати архівні скановані фотоматеріали, карти, а також уточнювати координати в зображеннях з вадами прив'язки.

Завдання:

1. Виконати налаштування параметрів прив'язки;
2. Знайти і встановити опорні точки;
3. Зберегти і перевірити результат.

Для виконання цієї практичної роботи знадобляться дані, що надаються викладачем (дані видаються індивідуально, по варіантах).

Студент має зробити знімки екрана вікна ERDAS Imagine і дати пояснення і відповіді на запитання, де це вказано в «Ході роботи». Знімки екрана потрібно вставити у файл Word і дати короткий опис перед кожним із них.

Практична робота оформлюється як окремий файл Word, обов'язково – зі стандартною титульною сторінкою кафедри фізичної географії та картографії. Завершена практична робота (документ Word) надсилається для перевірки на електронну скриньку dzz@physgeo.com у двотижневий строк.

Хід роботи з поясненнями.

В багатьох випадках перед тим, як розпочати використання знімку або інших даних їх необхідно прив'язати. В ході обробки встановлюється однозначна відповідність між точками на знімку та аналогічними точками на поверхні.

Завдання 1: Налаштування параметрів прив'язки

В програмі ERDAS Imagine геоприв'язка може виконуватися декількома способами, зокрема:

- 1) зображення по зображенню – тобто вибір точок прив'язки із растру;
- 2) зображення по даних – вибір точок прив'язки за картографічними даними (векторна карта, наземні вимірювання точок прив'язки).

В цій практичній роботі ми познайомимося з першим способом — **Image to Image**.

При цьому опорні точки обираються на вихідному, прив'язаному зображенні, та на зображенні, що необхідно прив'язати. В якості вихідного зображення може використовуватися як яких-небудь прив'язаний знімок, так і прив'язана відсканована карта. Таким чином, необхідно знайти характерні точки місцевості на обох знімках.

Відкрийте наданий викладачем панхроматичний (або мультиспектральний) знімок. Він є геоприв'язаним. Територія, що представлена на знімку в цьому прикладі, — частина Харківської області. Щоб запобігти помилкам відображення прив'язаного та неприв'язаного знімків видаліть усе зайве з **Contents**.

В якості зображення, що необхідно прив'язати для прикладу будемо використовувати зображення, збережене за допомогою програми Google Earth Pro для частини території біля Трав'янського водосховища, с. Великі та Малі Проходи (Харківська область).

Відкрийте у програмі ERDAS Imagine неприв'язане зображення *mali_prohody.tif* (це приклад, у вас буде використано надане за варіантом зображення).

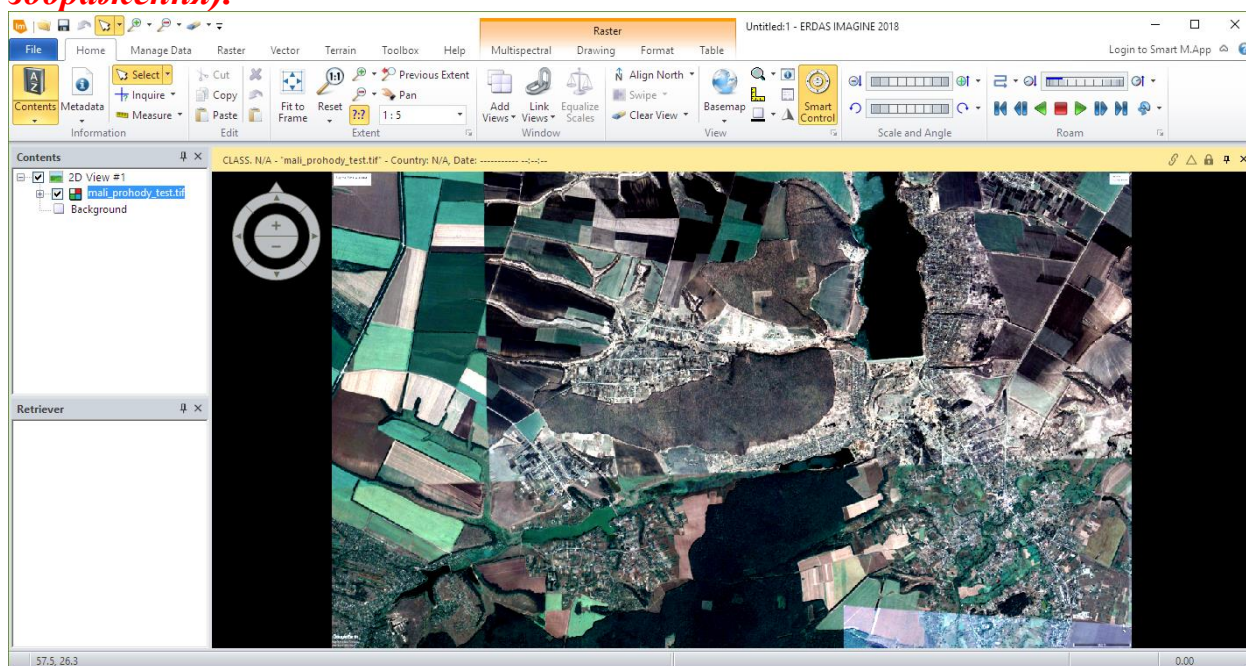


Рис. 5.1. Зображення без географічної прив'язки

Будь ласка, зробіть знімок екрана стану ERDAS Imagine. Вставте його у свій файл Word із коротким описом перед ним.

На панелі інструментів оберіть вкладку **Multispectral > Секція Transform&Orthocorrect > Control Points** Відкриється вікно вибору геометричної моделі, оберіть зі списку модель **Polynomial** та натисніть **ОК**:

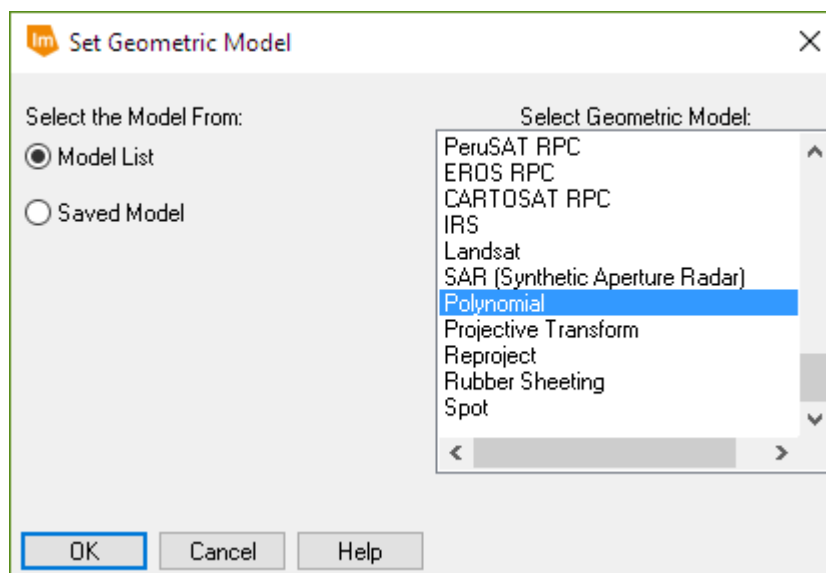


Рис. 5.2. Вибір геометричної моделі

Сенс геометричних моделей і принцип їх вибору буде пояснений викладачем.

Будь ласка, зробіть знімок екрана стану ERDAS Imagine. Вставте його у свій файл Word із коротким описом перед ним.

У вікні **GCP Tool Reference Setup** оберіть перший пункт Image Layer, адже в якості джерела координат буде використовуватися зображення, що є геоприв'язаним. Натисніть **ОК**.

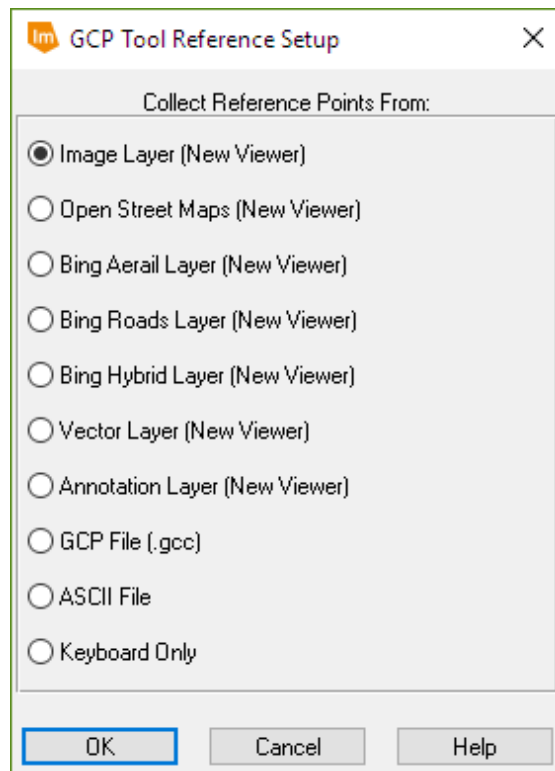


Рис. 5.3. Вибір джерела координат для геоприв'язки

Відкриється вікно вибору зображення з геоприв'язкою. Оберіть наданий для практичної роботи мультиспектральний знімок у форматі *.img. Натисніть **ОК**.

Будь ласка, зробіть знімок екрана стану ERDAS Imagine. Вставте його у свій файл Word із коротким описом перед ним.

Програма сповістить про систему координат, що має знімок з прив'язкою, ніяких додаткових дій не потрібно. Натисніть **ОК**.

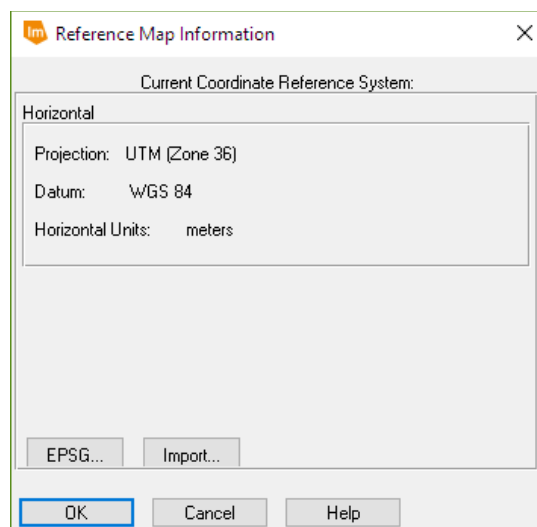


Рис. 5.4. Координатна система джерела

Далі з'явиться вікно вибору порядку поліному та завантаження файлу параметрів обраної геометричної моделі. Залиште порядок 1 – це так зване афінне перетворення, сутність порядків поліномів і їх вплив на процес геоприв'язки буде пояснено викладачем. Закриваємо діалог кнопкою **Close**.

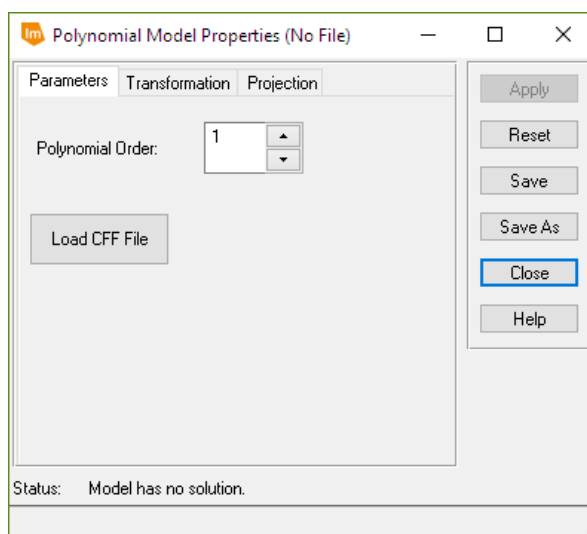


Рис. 5.5. Діалогове вікно встановлення порядку поліному

Можна переходити до процесу пошуку спільних точок для визначення координат.

Будь ласка, зробіть знімок екрана стану ERDAS Imagine. Вставте його у свій файл Word із коротким описом перед ним.

Завдання 2: Пошук і визначення опорних точок

Процес прив'язки полягає у візуальному встановленні відповідних точок на знімку, що прив'язується та на еталонному знімку. Цей процес виконується у вікні **Multipoint Geometric Correction**.

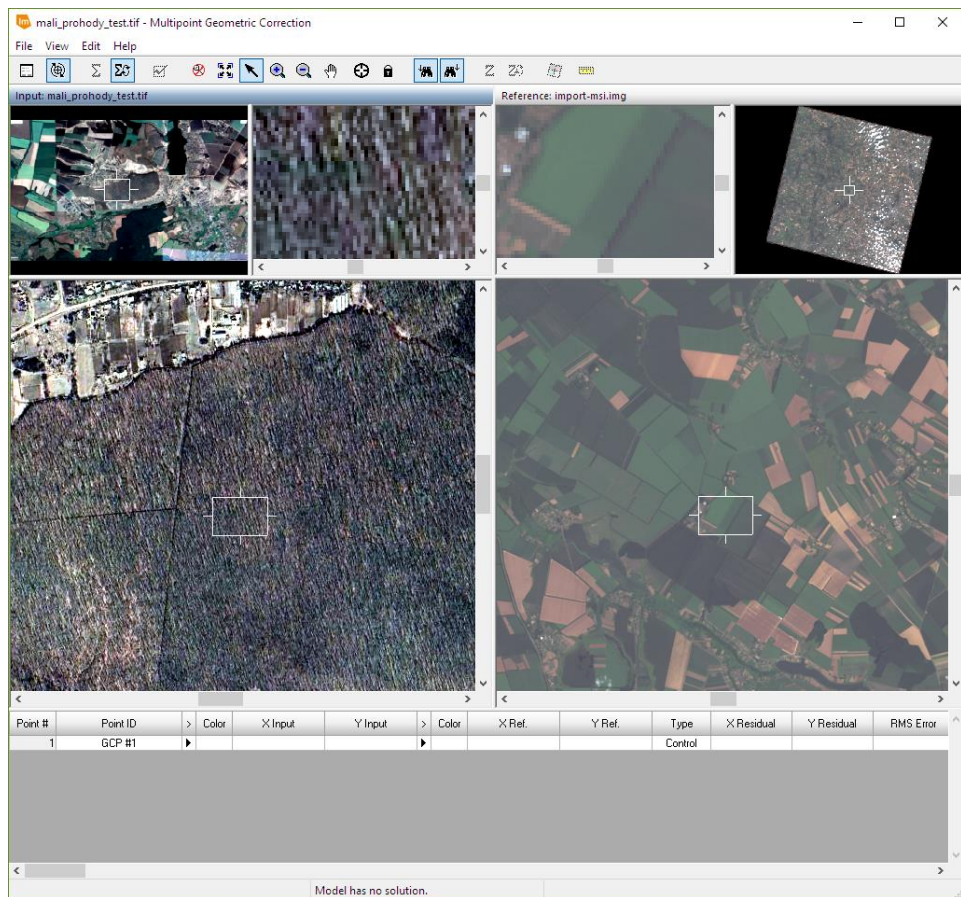



Рис. 5.6. Вікно Multipoint Geometric Correction

Необхідно обрати на обох знімках точкові об'єкти, що добре розрізняються (перехрестя доріг тощо).

Для цього необхідно зорієнтуватися, якій частині прив'язаного знімка відповідає територія, зображена на неприв'язаному. В цьому прикладі спробуємо орієнтуватися по південній частині Трав'янського водосховища.

Коли визначили характерні спільні особливості зображень, оберіть інструмент **Create GSP**  та наведіть перехрестя курсору на обрану точку і натисніть. На знімку з'явиться контрольна точка GCP#1. Після цього оберіть інструмент ще раз та встановіть точку у відповідному місці на іншому знімку. Внизу вікна в таблиці ви можете відслідковувати яким координатам точки прив'язаного знімка відповідає точка на неприв'язаному:

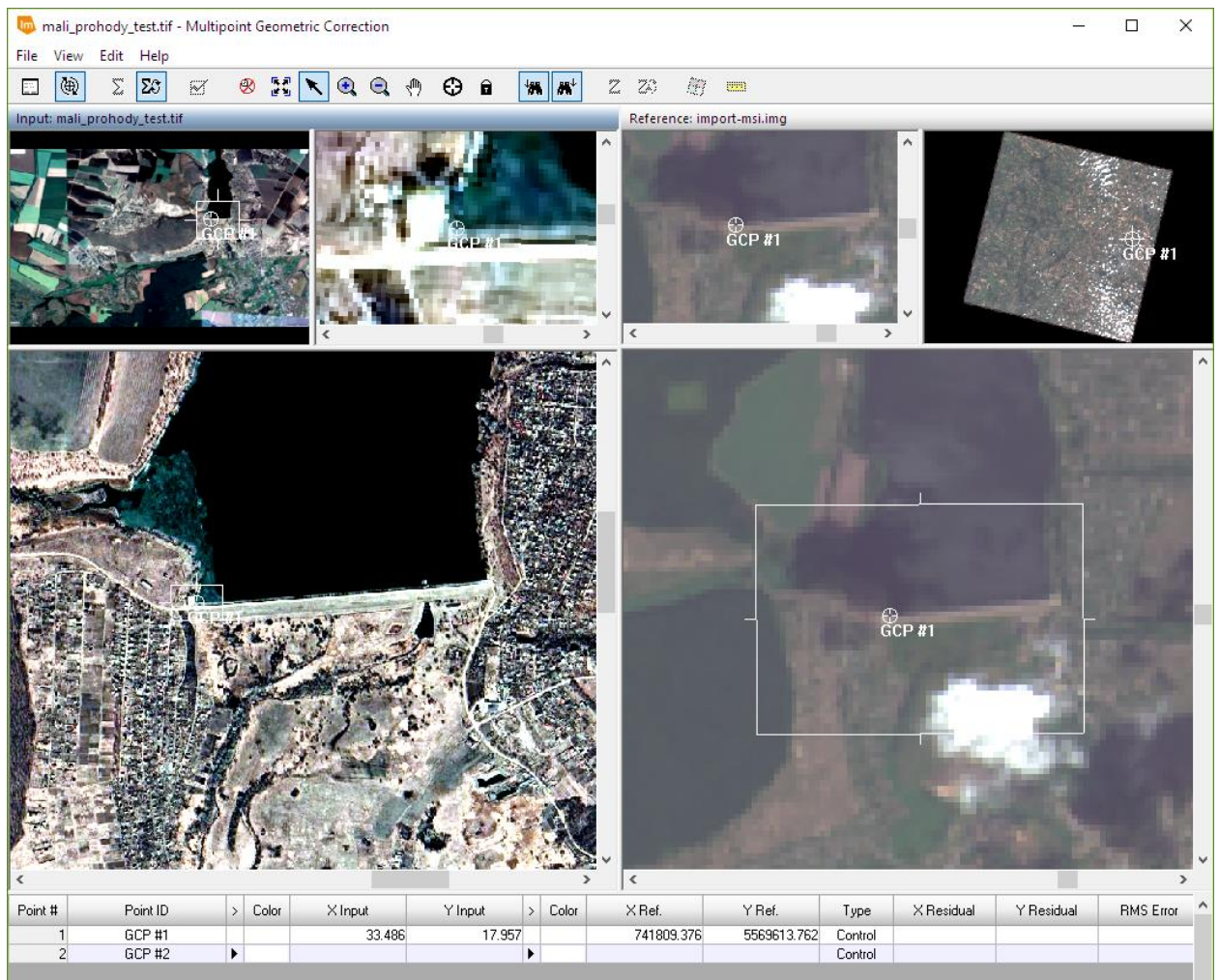


Рис. 5.7. Визначення опорної точки

Аналогічним чином зробіть ще 8 точок. Намагайтеся обирати точки рівномірно по всьому зображенню!

Будь ласка, зробіть знімок екрана стану ERDAS Imagine. Вставте його у свій файл Word із коротким описом перед ним.

Зверніть увагу, що після встановлення 3-х точок програма буде пропонувати вам місцеположення наступних точок на іншому знімку автоматично, але дещо неточно. Ви можете легко коректувати положення контрольних точок за допомогою інструмента **Select GCP**.

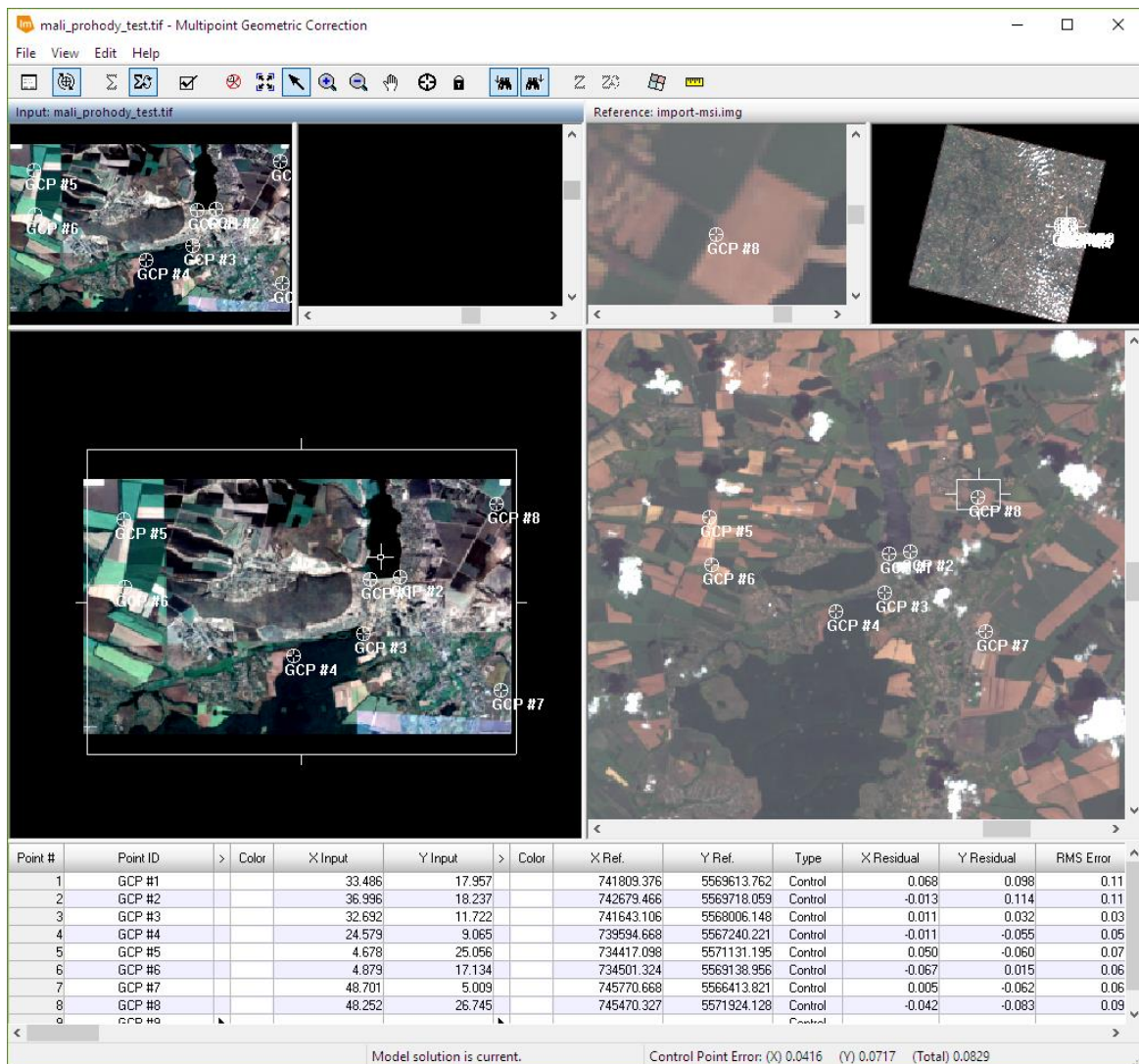


Рис. 5.8. Приклад встановлених опорних точок

Знайдіть у таблиці стовпчик «RMS Error», що містить дані похибки для кожної з пари точок. Уважно перегляньте похибки. Бажано, щоб вони не перевищували значення 1,0.

Будь ласка, зробіть знімок екрана стану ERDAS Imagine. Вставте його у свій файл Word із коротким описом перед ним.

Завдання 3: Збереження і перевірка результату

Наступний етап — це процес обчислення значень яскравостей для прив'язаного зображення та запис його до нового файлу. Усі шари растрових даних у вихідному файлі повторно дискретизуються. Нове зображення має стільки ж шарів, скільки і вихідне зображення. При цьому доступні алгоритми повторної дискретизації: найближчий сусід, білінійна інтерполяція, кубічна згортка та бікубічний сплайн.

Для збереження даних в новий файл оберіть інструмент **Display Resample Image Dialog**:

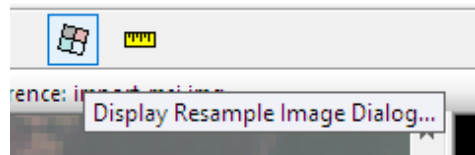


Рис. 5.9. Інструмент *Display Resample Image Dialog*

З'явиться діалог **Resample**, де потрібно вказати вихідний файл нашого щойно прив'язаного знімку (у полі **Output File**). Назвіть файл своїм прізвищем (латинськими літерами) з припискою **_referenced** у форматі ***.img** та збережіть у вашу папку. У розділі **Resample Method** (Метод повторної дискретизації) виберіть **Bilinear Interpolation** (Білінійна інтерполяція). Увімкніть опцію **Ignore Zero in Stats** (Ігнорувати нуль у статистиці), щоб пікселі з нульовими значеннями файлу були виключені під час обчислення статистики для вихідного файлу. Натисніть **OK**.

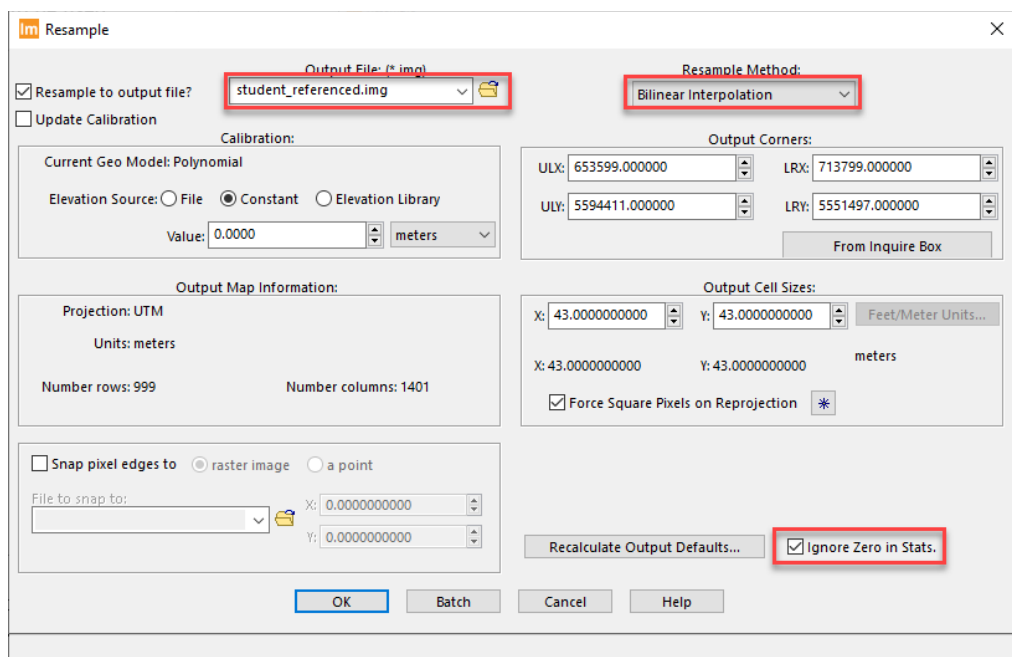


Рис. 5.10. Діалогове вікно *Resample*

Будь ласка, зробіть знімок екрана стану ERDAS Imagine. Вставте його у свій файл Word із коротким описом перед ним.

Розпочнеться процес прив'язки:

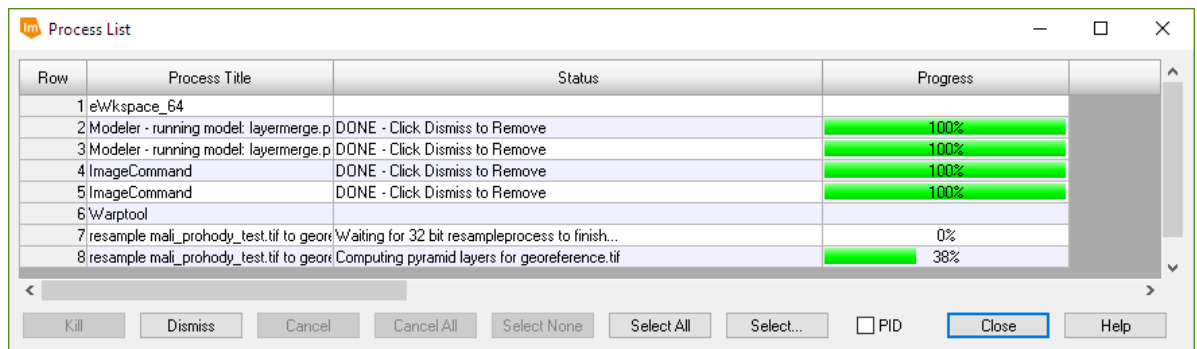


Рис. 5.11. Процес геоприв'язки

По завершенню ваш файл можна завантажити у **Contents** разом зі знімком Landsat. Перетягніть створений Вами файл поверх знімку Landsat. Оберіть **Fit to Frame** та перегляньте результат вашої прив'язки. Додайте базову карту OpenStreetMap до вашого проєкту.

Будь ласка, зробіть знімок екрана стану ERDAS Imagine. Вставте його у свій файл Word із коротким описом перед ним.

Запитання для самоконтролю:

- 1. На що впливає обраний порядок поліному при виконанні геоприв'язки?*
- 2. Яка мінімальна кількість опорних точок потрібна для виконання геоприв'язки методом афінного перетворення?*
- 3. Які можна виділити вимоги до вибору зображення як джерела координат для геоприв'язки?*

Практична робота 6

Некерована класифікація знімків Landsat 8 із застосуванням алгоритму K Means

Мета: студенти знайомляться з методами некерованої класифікації з метою встановлення спектральних класів різних типів об'єктів поверхні, а також з етапами обробки отриманих результатів класифікації для ідентифікації інформаційних класів, їх об'єднання та фільтрації результату.

Завдання:

1. Виконати некеровану класифікацію зображення;
2. Ідентифікувати і перейменувати отримані спектральні класи;
3. Змінити кількість класів в зображенні;
4. Виконати фільтрацію класифікованого зображення.

Для виконання завдань вам знадобиться одна з імпортованих сцен Landsat (*.img) з найменшим хмарним покривом, яку ви сформували під час виконання практичної роботи 2.

Студент має зробити знімки екрана вікна ERDAS Imagine і дати пояснення і відповіді на запитання, де це вказано в «Ході роботи». Знімки екрана потрібно вставити у файл Word і дати короткий опис перед кожним із них.

Практична робота оформлюється як окремий файл Word, обов'язково – зі стандартною титульною сторінкою кафедри фізичної географії та картографії. Завершена практична робота (документ Word) надсилається для перевірки на електронну скриньку dzz@physgeo.com у двотижневий строк.

Хід роботи з поясненнями.

Класифікація - автоматичний поділ усіх пікселів знімка на групи, що відповідають різним об'єктам місцевості, на основі відмінностей у їх спектральній яскравості. Всі методи класифікації поділяють на попиксельні і об'єктно-орієнтовані, а серед попиксельних методів виділяють методи керованої («з вчителем») і некерованої («без вчителя») класифікації.

Метод K Means (Кластеризація методом k-середніх) є одним з найбільш популярних алгоритмів, використовуваних для некерованої класифікації зображень (класифікації без вчителя). Він базується на кластеризації зображення, впорядкування множини об'єктів в порівняно однорідні групи. Результатом обробки є новий растровий шар, що містить отримані кластери, об'єднані по належності до спектральних класів. Утворені спектральні класи кодуються від мінімальних середніх до максимальних і нумеруються з одиниці. Подальша обробка зводиться до тематичної інтерпретації одержаних спектральних класів.

Завдання 1: Некерована класифікація

Запустіть **ERDAS Imagine**. Відкрийте у програмі знімок, що має назву **Landsat8-22-July-2020-msi.img** (це приклад, оберіть свій імпортований файл *.img із практичної роботи 2).

Зверніть, будь-ласка, увагу що знімок має бути вибраний за досить жорсткими критеріями – він має майже не містити хмар та димки. Звичайно, за спектральними характеристиками хмари і димка виділяться алгоритмом в окремий клас об'єктів, але для більш повного охоплення поверхні слід або обирати знімки з мінімальним хмарним покриттям, або ж видаляти спеціальними інструментами («маскувати» хмари).

Оберіть комбінацію каналів True Color («штучні кольори») 5-4-3. Виконайте вже вивчені дії з покращення спектральної роздільної здатності (**Adjust Radiometry > Data Scaling**).

Як ви вважаєте, чи є сенс покращувати спектральну роздільну здатність перед діями з дешифрування? Яким чином ця дія вплине на результати класифікації? Запишіть відповідь до Вашого файлу практичної роботи.

Після розтягування контрасту можна починати підготовку до процесу класифікації.

На панелі інструментів оберіть вкладку **Raster > Unsupervised > Unsupervised Classification**. Відкриється діалог інструменту **Unsupervised Classification**.

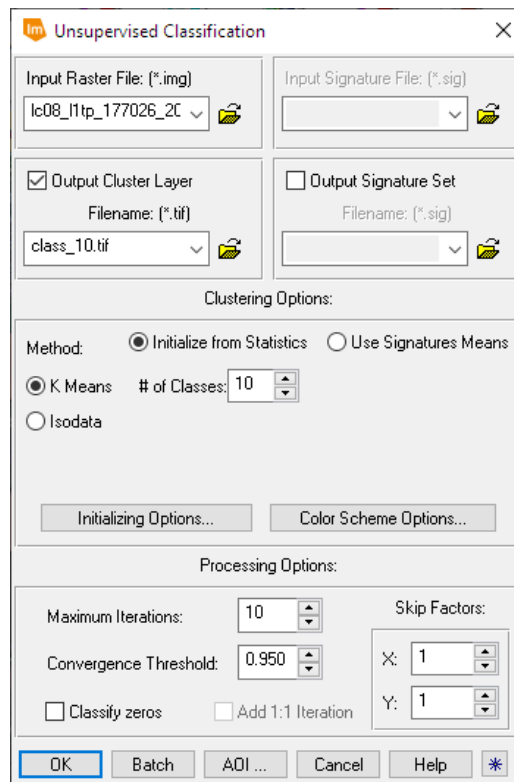



Рис. 6.1. Вікно інструменту некерованої класифікації

Тепер виконаємо налаштування процесу. Почнемо з файлу з результатами класифікації. В цьому вікні натисніть у секції **Output Cluster File** на кнопку  та задайте ім'я файлу *.img, в який ви плануєте зберегти класифіковане зображення (**class_10.img**).

Перейдемо до секції **Clustering Option**. Спершу оберемо алгоритм класифікації. За замовчуванням програма вмикає алгоритм **K Means**, залишимо його обраним.

Наступним кроком слід встановити кількість класів. Встановіть значення в 10 (тобто, усі пікселі зображення буде розподілено на 10 класів за характеристиками спектральної яскравості з використанням кластерного аналізу):

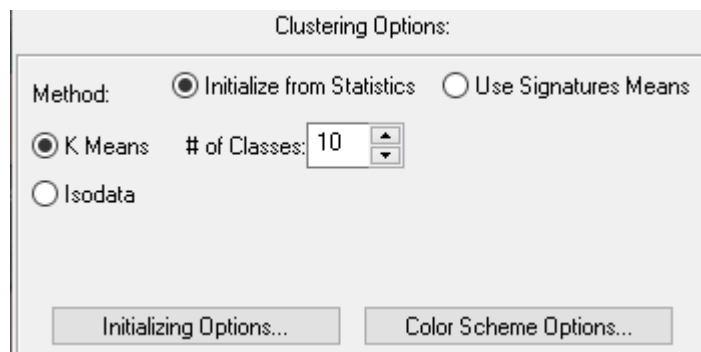


Рис. 6.2. Встановлення кількості класів в інструменті

Інші налаштування кластеризації можна залишити за замовчуванням. Для вибору комбінації каналів, яку буде класифіковано, натисніть **Output Color Scheme**, відкриється вікно з вибором вихідних каналів формування кольорової схеми. Встановіть комбінацію 5-4-3.

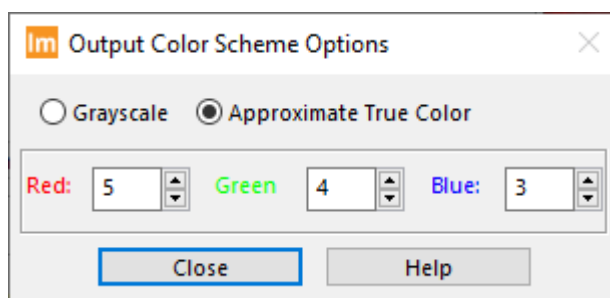


Рис. 6.3. Встановлення схеми кольорів для класифікації

Зверніть увагу, що ви можете зберегти відповідність спектральних яскравостей пікселів знімка виділеним класам, що встановиться автоматично після виконання некерованої класифікації. Така відповідність має назву *сигнатури*, та може використовуватися для *керованої класифікації* у майбутньому:

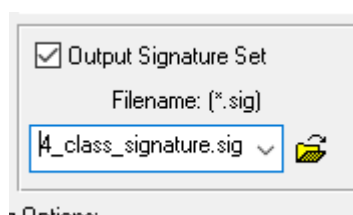



Рис. 6.4. Збереження сигнатури

Натисніть  у відповідній секції та задайте ім'я сигнатурі. Файл сигнатури має розширення ***.sig**

Будь ласка, зробіть знімок екрана стану ERDAS Imagine. Вставте його у свій файл Word із коротким описом перед ним.

Після цього натисніть **ОК** та зачекайте поки процес некерованої класифікації закінчиться. Після закінчення процесу, отримане класифіковане зображення можна відкрити, воно з'явиться у **Contents**. Наведіть курсор на ваше зображення та оберіть **Fit to Frame**. Ви побачите зображення, усі пікселі якого «розфарбовано» у 10 кольорів у відповідності до схожості спектральної яскравості. Орієнтовний результат класифікації зображено на Рис. 6.5.

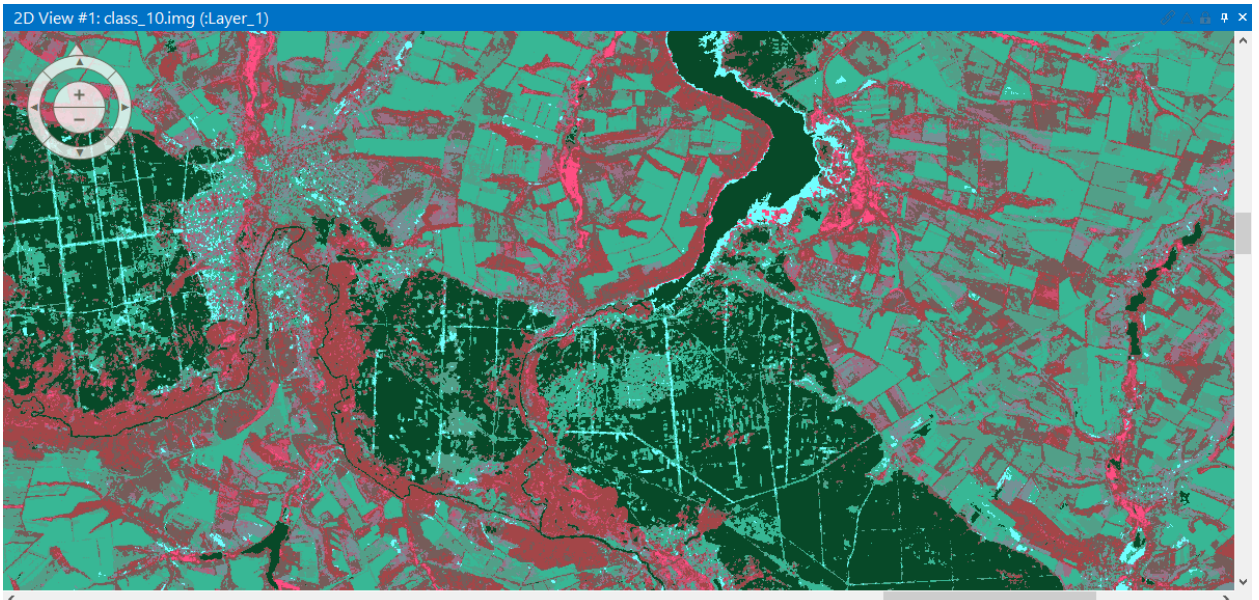


Рис. 6.5. Приклад результату некерованої класифікації

Будь ласка, зробіть знімок екрана стану ERDAS Imagine. Вставте його у свій файл Word із коротким описом перед ним.

Завдання 2: Ідентифікація класів

У цьому завданні потрібно перейменувати деякі класи відповідно до їхніх географічної сутності. Приклад принципу візуальної ідентифікації по комбінації каналів «штучні кольори» представлено на Рис. 6.6 (територія Ізюмського району Харківської області). Також користуйтеся підказками викладача.



Рис. 6.6. Приклад ідентифікації типів об'єктів

Цифрами в прикладі виділено: 1 – штучні об’єкти (населений пункт); 2 – сільськогосподарські угіддя (воскова стиглість); 3 - сільськогосподарські угіддя (зелена вегетація, розріджена); 4 – вода (водні об’єкти); 5 – відкрита порода (пісок); 6 – лісові насадження (хвойні); 7 – вигоряння; 8 – густа рослинність (заплавна); 9 – дим від лісових пожеж.

Перейдіть до вкладки **Table** (Таблиця) та виберіть **Attribute table** (Таблиця атрибутів). Вам потрібно переконаватися, що **class_10.img** відкрито поверх вихідного мультиспектрального зображення. Натисніть значок плюса поруч із **class_10.img**, щоб переглянути окремі класи.

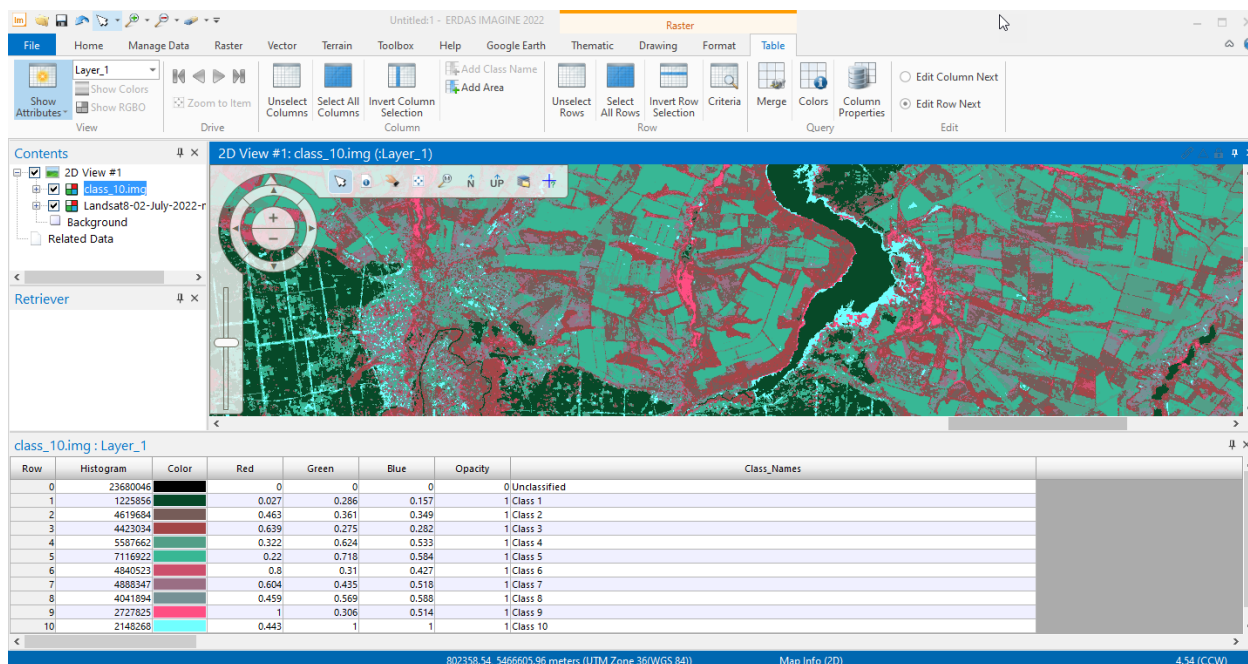


Рис. 6.7. Атрибутивна таблиця класів

Переименуйте усі отримані класи, намагаючись як можна точніше ідентифікувати як класи на вашому зображенні відповідають об’єктам і явищам реального світу. Ви можете помітити, що деякі виділені класи (спектральні) належать до одного типу (тобто, одного інформаційного класу).

Ви можете помітити також, що деякі принципово різні типи покриття потрапляють в один і той же спектральний клас. Так, наприклад, вода може цілком потрапити в один клас з хвойними лісами. Як вирішення проблеми їх окремого виділення – знову виконати класифікацію, збільшуючи бажану кількість класів.












class_10.img : Layer_1							
Row	Histogram	Color	Red	Green	Blue	Opacity	
0	23680046		0	0	0	0	Unclassified
1	1225856		0.027	0.286	0.157	1	Вода
2	4619684		0.463	0.361	0.349	1	Сільськогосподарські угіддя
3	4423034		0.639	0.275	0.282	1	Сільськогосподарські угіддя
4	5587662		0.322	0.624	0.533	1	Сільськогосподарські угіддя
5	116922		0.22	0.718	0.584	1	Сільськогосподарські угіддя
6	40523		0.8	0.31	0.427	1	Густа рослинність
7	488347		0.604	0.435	0.518	1	Густа рослинність
8	4041894		0.459	0.569	0.588	1	Населений пункт
9	2727825		0.933333	0.509804	0.933333	1	Густа рослинність
10	2148268		0.443	1	1	1	Пісок

Рис. 6.7. Приклад ідентифікованих спектральних класів

Після завершення завдання натисніть правою кнопкою миші на класифікованому зображенні в панелі вмісту та виберіть **Save Layer** (Зберегти шар).

Будь ласка, зробіть знімок екрана стану ERDAS Imagine з готовою атрибутивною таблицею. Вставте його у свій файл Word із коротким описом перед ним.

Залиште зображення відкритим в 2D View для виконання наступного завдання практичної роботи.

Завдання 3: Зміна кількості спектральних класів

Визначивши відповідність отриманих класів типам об'єктів шляхом їх перейменування в таблиці, тепер потрібно об'єднати ті спектральні класи, що відповідають одному інформаційному. Для цього на вкладці **Raster** знайдіть групу **Thematic > Recode**. Відобразиться діалогове вікно **Recode**.

У діалоговому вікні **Recode** (Перекодувати) виберіть файл **class_10.img** для вхідного файлу та натисніть **Setup Recode** (Налаштувати перекодування), щоб відкрити діалогове вікно **Thematic Recode** (Тематичне перекодування).

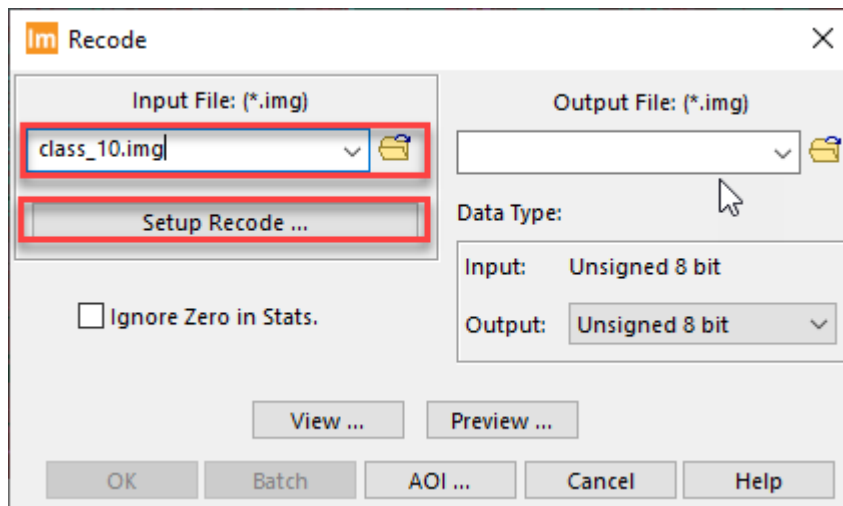


Рис. 6.8. Діалогове вікно Recode

В діалозі **Thematic Recode** ви помітите стовпець під назвою **Old Value** (Попереднє значення) та **New Value** (Нове значення). Мета полягає в тому, щоб об'єднати декілька класів, що відповідають одному й тому ж типу об'єктів, в нове, уніфіковане, значення. Таким чином, це діалогове вікно надає можливість комбінувати різні класи в один. Наприклад, якщо класи 6, 7 і 9 відповідали густій рослинності, то має сенс об'єднати їх в один клас густої рослинності зі значенням, наприклад, 6.

Утримуючи клавішу **Shift**, виберіть будь-які класи, які ви визначили як такі, що відповідають одному й тому ж типу об'єктів. Введіть нове значення коду класу в поле **New Value** (Нове значення) і натисніть кнопку **Change Selected Rows** (Змінити вибрані рядки). Ви отримаєте нове уніфіковане значення для обраних спектральних класів.

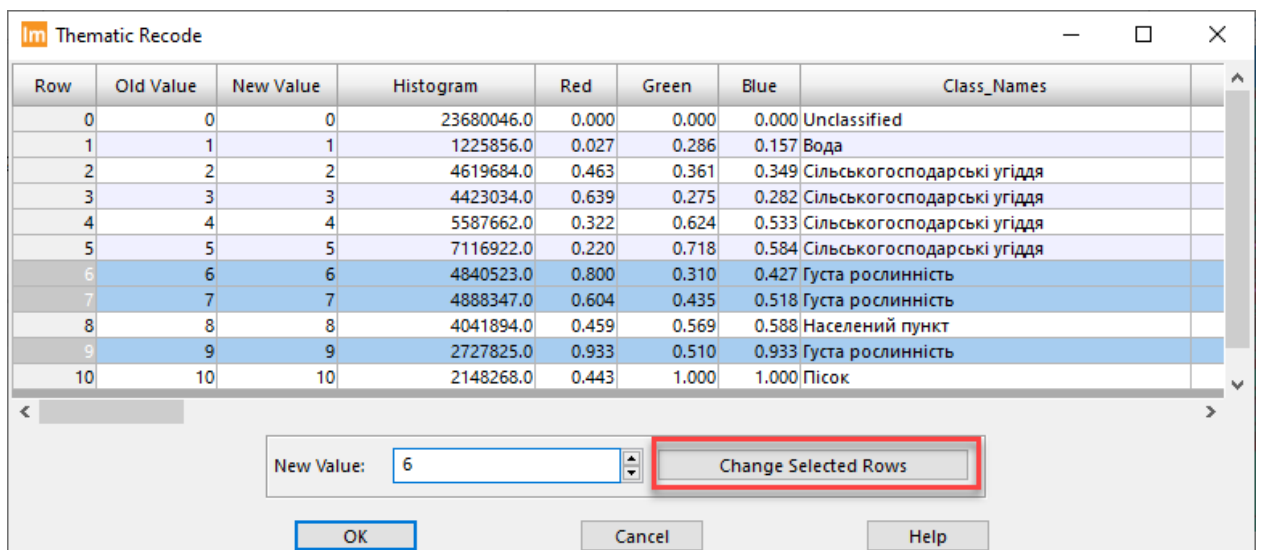


Рис. 6.9. Приклад об'єднання трьох спектральних класів

Будь ласка, зробіть знімок екрана стану ERDAS Imagine. Вставте його у свій файл Word із коротким описом перед ним.

Виконайте об'єднання усіх інших спектральних класів, що залишилися і відносяться до одного й того самого типу (інформаційного класу). Ви можете відсортувати стовпець New Value (Нове значення) від низького до високого (Sort A...Z).

Будь ласка, зробіть знімок екрана стану ERDAS Imagine. Вставте його у свій файл Word із коротким описом перед ним.

Після завершення об'єднання усіх необхідних класів у діалоговому вікні **Thematic Recode** натисніть **ОК**. У діалоговому вікні **Recode** введіть **class_10_recoded.img** як назву вихідного файлу. Натисніть **ОК**, щоб запустити зміну перекодування класів і після завершення відкрийте та перегляньте отримане зображення:

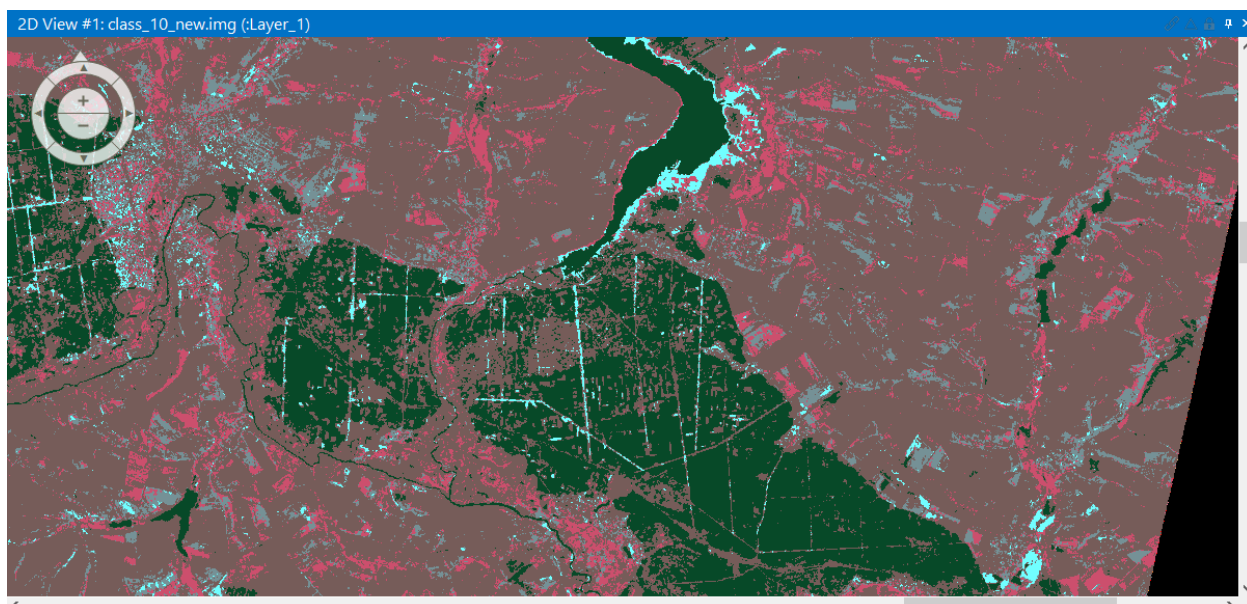


Рис. 6.9. Приклад результату об'єднання (перекодування)

Нескладно помітити, що ті області, які раніше містили кілька спектральних класів, тепер відображені лише як один інформаційний клас.

Будь ласка, зробіть знімок екрана стану ERDAS Imagine. Вставте його у свій файл Word із коротким описом перед ним.

Завдання 4: Фільтрація класифікованого зображення

Як можна помітити, серед груп пікселів, що відповідають одному класу, часто зустрічаються по декілька пікселів з іншого. Це цілком нормально, адже спектрально реальний світ дуже неоднорідний (особливо при детальному розгляді), а розділення типів об'єктів – це, більшою мірою, абстракція. Виходячи з цього, є доцільним узагальнення класифікації шляхом очищення та видалення окремих пікселів, що створюються такі своєрідні «шуми». Зробити це можна за допомогою функції аналізу сусідніх значень в растрі. Ця спеціалізована функція фільтрації призначена для використання на тематичних шарах. Кожен піксель аналізується разом з пікселями навколо нього. Кількість і розташування пікселів у околицях визначаються розміром і формою фільтра, що задаються в процесі фільтрації.

Перейдіть до вкладки **Raster > Thematic > Neighborhood**. Відобразиться діалогове вікно **Neighborhood Functions**.

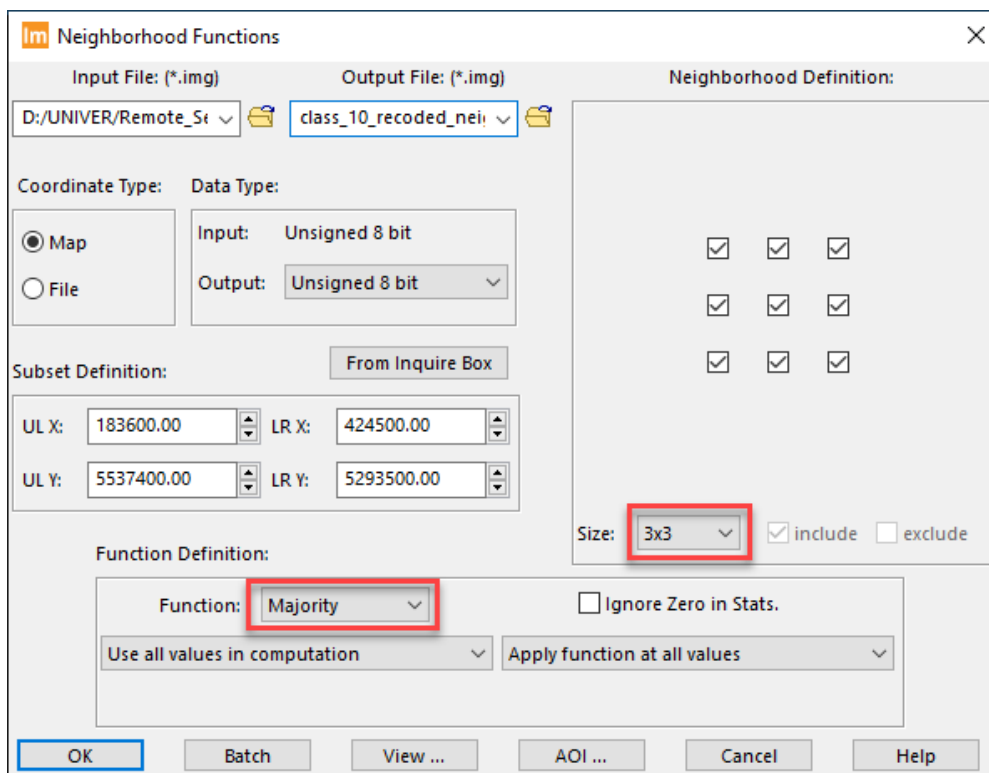


Рис. 6.10. Вікно інструменту Neighborhood Functions

Виберіть **class_10_recoded.img** як вихідний файл. Назвіть вихідний файл **class_10_recoded_neighbor.img**. Для визначення функції виберіть **Majority** (Більшість), а для визначення розміру вікна фільтрації використовуйте 3x3.

Натисніть **ОК** і після виконання процесу відкрийте файл, щоб переглянути зміни.

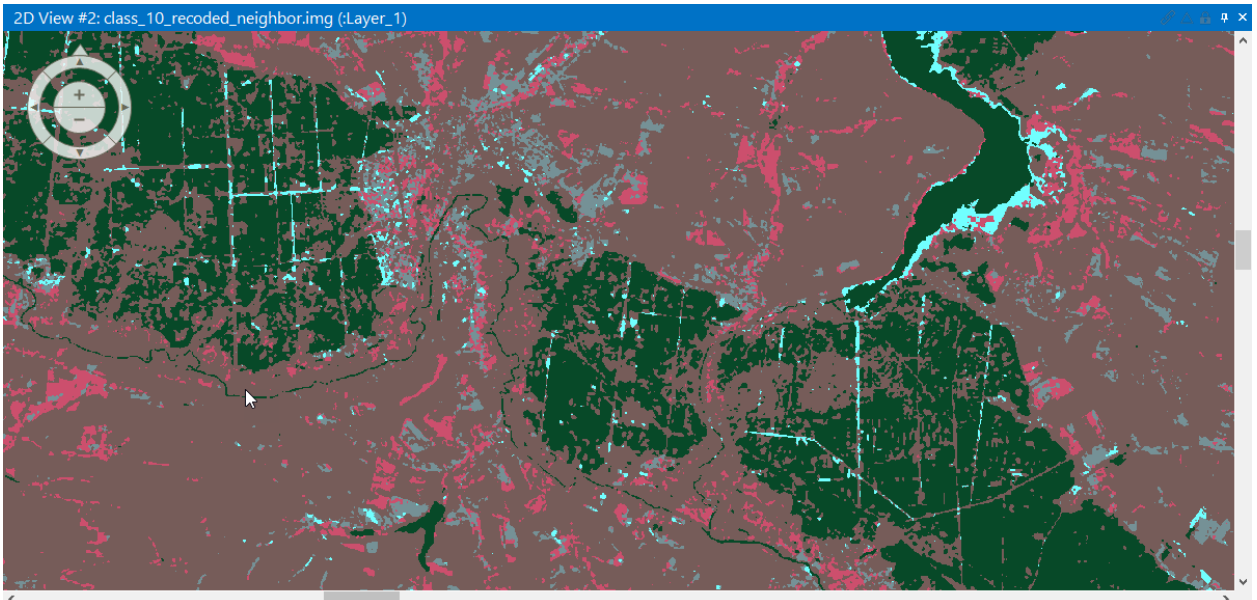



Рис. 6.11. Приклад результату фільтрації Majority вікном 3x3

Зверніть увагу, як змінилося класифіковане зображення – контури груп пікселів (що відповідають класу) суттєво згладилися, значна кількість поодиноких пікселів зникла – була відфільтрована. Проте деяка кількість таких просторових неточностей залишається.

Будь ласка, зробіть знімок екрана стану ERDAS Imagine. Вставте його у свій файл Word із коротким описом перед ним.

Далі потрібно використати інструменти АОІ (область інтересу, дивіться практичну роботу 3) і функцію фільтрації для області, щоб вручну редагувати класифіковане зображення, визначаючи пікселі з одного класу до іншого.

На вкладці **Thematic** знайдіть групу **Edit** (Редагувати) > **Fill** (Заповнити) . Відобразиться діалогове вікно Area Fill (Заповнення області).

Доступні функції залежать від того, чи працюєте ви з тематичними (кодованими) чи безперервними (яскравостями) даними. Наразі функції будуть застосовані до тематичного шару - оберіть **Constant** (Константа). Якщо вибрано **Constant**, у діалоговому вікні стає доступним параметр **Fill With** (Заповнити). Ця опція недоступна для жодної з інших функцій.

У полі **Fill With** введіть значення класу, який ви використовуєте для заповнення. Це значення можна знайти в атрибутах тематичного растру як номер рядка. Поле попереднього перегляду (**Preview**) має відображати той самий колір, що й клас у вашому редакторі растрових атрибутів.

Відкрийте діалогове вікно **Drawing Tools** (Інструменти малювання), перейшовши на вкладку **Drawing** (Малювання). Використовуючи піктограму **Polygon** у групі **Insert Geometry**, оцифруйте багатокутник навколо пікселів в класифікації, які має бути класифіковані як і оточуючі однорідні пікселі, але не є такими. Збільшіть масштаб, якщо буде необхідно.

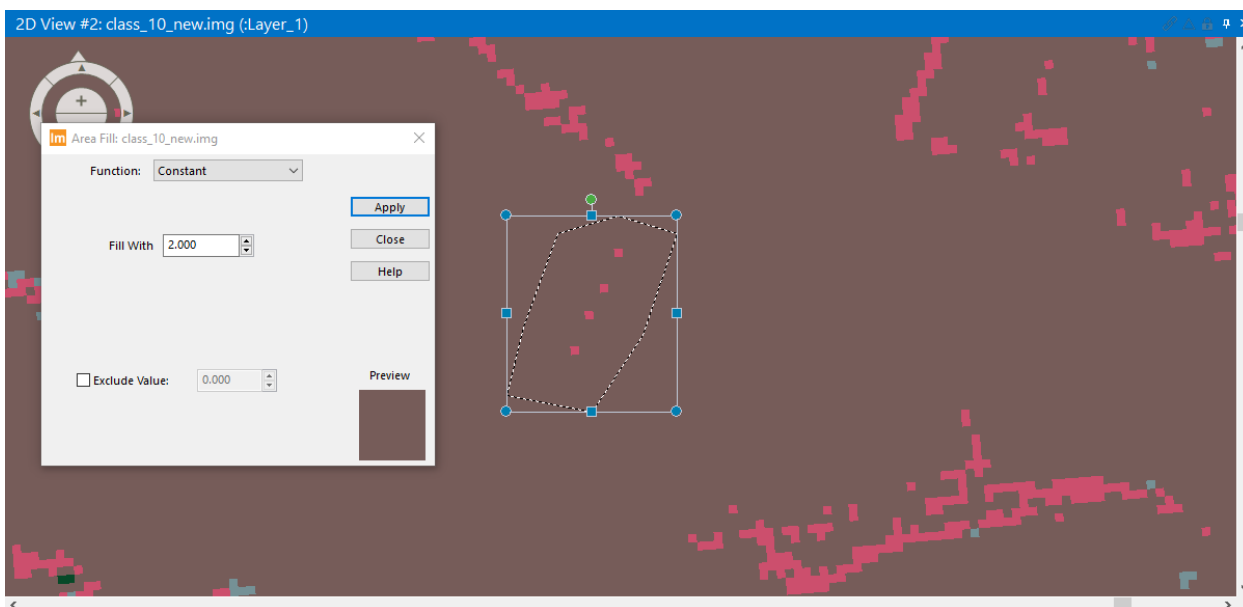


Рис. 6.12. Зміна класу пікселів за АОІ

Натисніть **Apply** (Застосувати) в діалоговому вікні **Area Fill**, щоб заповнити щойно створений АОІ новим значенням класу. Продовжуйте змінювати інші неправильно класифіковані області, малюючи стільки АОІ, скільки необхідно. Функція заповнення (і перевизначення на інший клас) буде застосована лише до обраного АОІ.

Виправте 6 неточностей класифікації за допомогою Fill With. Зробіть відповідні знімки екрана та вставте їх у файл Word із коротким описом перед ними.

Очистіть перегляд та виберіть **Yes**, коли буде запропоновано зберегти зміни.

Запитання для самоконтролю:

- 1. Поясніть відмінності між поняттями «спектральний клас» та «інформаційний клас»?*
- 2. Яка різниця між тематичними та безперервними растровими даними?*
- 3. Поясніть метод k-середніх.*

Практична робота 7

Визначення змін (Change Detection) на знімках за методом Image Difference

Мета: студенти мають опанувати методику визначення змін об'єктів реального світу за зміною їх спектральних характеристик, застосовуючи до пари різночасових знімків метод побудови різницевого зображення (Image Difference). Представлений в практичній роботі метод є основним для реалізації визначення динаміки об'єктів, явищ як зміни їх станів.

Завдання:

1. Виконати співставлення гістограм різночасових знімків;
2. Ознайомитися з інструментами перегляду зображень;
3. Завантажте додатково 2 різночасових знімки Landsat 8 або 9 будь-якої території Українських Карпат з EarthExplorer (з часовим інтервалом не менше 5 років, хмарність менше 10 відсотків, знімки зроблені в один й той же місяць). Виконайте покращення спектральної роздільної здатності для ближнього інфрачервоного діапазону. Виконайте Change Detection та проаналізуйте можливі ділянки вирубок карпатських лісів. Результати аналізу подайте в документі практичної роботи з відповідними поясненнями.

Для виконання перших двох завдань знадобляться обидві імпортовані сцени Landsat (*.img), які ви сформували під час виконання практичної роботи 2.

Студент має зробити знімки екрана вікна ERDAS Imagine і дати пояснення і відповіді на запитання, де це вказано в «Ході роботи». Знімки екрана потрібно вставити у файл Word і дати короткий опис перед кожним із них.

Практична робота оформлюється як окремий файл Word, обов'язково – зі стандартною титульною сторінкою кафедри фізичної географії та картографії. Завершена практична робота (документ Word) надсилається для перевірки на електронну скриньку dzz@physgeo.com у двотижневий строк.

Хід роботи з поясненнями.

Change Detection - це процес виявлення відмінностей у стані об'єкта або явища, спостерігаючи його в різний час.

Виявлення змін об'єктів місцевості - одна з найпоширеніших вирішуваних завдань моніторингу за космічними знімками. Для візуалізації змін застосовуються різночасові композити, в RGB-комбінації яких поміщаються різночасові дані - канали вихідних зображень або їх похідні (наприклад, значення вегетаційних індексів). За умови наявності якісних даних можуть бути ефективно виконані й процедури автоматизованого виявлення змін (Change Detection).

Якщо самі ділянки змін зазвичай вдається виявити автоматизованими методами, то класи змін часто доводиться визначати вручну, використовуючи комплекс дешифрувальних ознак (спектральних, текстурних, контекстних).

Різниця зображень (Image Difference).

Різниця зображень використовується для аналізу змін із зображеннями, що покривають одну й ту саму область в різні моменти часу. За допомогою різниці зображень можна виділити конкретні області змін у будь-яких діапазонах спектру (каналах). З цього порівняння зображень генеруються два інші растри; перший - це безперервне зображення в градаціях сірого, а другий - тематичне зображення з п'яти класів.

Перше зображення, що генерується за допомогою методу "Image Difference", - це зображення Difference («Різниця»). Зображення Difference - це зображення в градаціях сірого, що є одноканальними безперервними даних. Воно є прямим результатом віднімання одного зображення від іншого (згадайте, у чому суть математичних операцій із пікселями). Оскільки різниця зображень обчислює зміни значень яскравості з часом, зображення Difference просто відображає зміни, використовуючи зображення в градаціях сірого. Більш яскраві пікселі відповідають ділянкам, що збільшили коефіцієнт відбиття. Це може означати, наприклад, вирубки лісу (для певних діапазонів). Темні області – навпаки, означають, що відбиття зменшилося. Це може, в свою чергу, означати, що територія заросла, або територія була суха, а потім стала волога, тощо.

Зображення Highlight Difference розділяє визначені зміни на п'ять категорій. П'ять категорій – «Відбиття зменшилося», «Відбиття дещо зменшилося», «Відбиття не змінилося», «Відбиття дещо збільшилося» та «Відбиття збільшилося». Ці п'ять категорій потім інтерпретуються відповідно до об'єкту/явища, яким відповідає спектральна інформація.

Завдання 1: Співставлення гістограм

Співставлення гістограм – це процес, який перетворює гістограму одного зображення з врахуванням гістограми іншого, узгоджуючи їх між собою. Співставлення гістограми корисне для порівняння сцен, які знімалися в різні дні і дещо відрізняються через освітлення чи атмосферні впливи.

В головному вікні, натисніть **File (Файл) > Open (Відкрити) > Raster Layer (Растровий шар)**. Оберіть файли *Landsat8-22-July-2020-msi.img* та *Landsat8-16-August-2021-msi.img* і натисніть на вкладку **Raster Options (це приклад, оберіть свої імпортовані файли *.img з практичної роботи 2)**.

Використайте інструмент **Swipe** (доступ із вкладки «Головна») для того, щоб візуально оцінити зображення щодо помітних змін період, що охоплюють ваші дані.

Можна помітити, що зображення спектрально відрізняються. Оскільки інструмент визначення змін в зображеннях розглядає різницю значень окремих пікселів, співставлення гістограм зображень може допомогти усунути шуми в кінцевому результаті.

Будь ласка, зробіть знімок екрана стану ERDAS Imagine. Вставте його у свій файл Word із коротким описом перед ним.

Оцініть зображення на їх радіометричні (яскравість/контраст) якості. Зауважте на тих змінах, що можна знайти візуально. На вкладці **Raster** клацніть спадне меню **Radiometric** і оберіть **Histogram Match**.

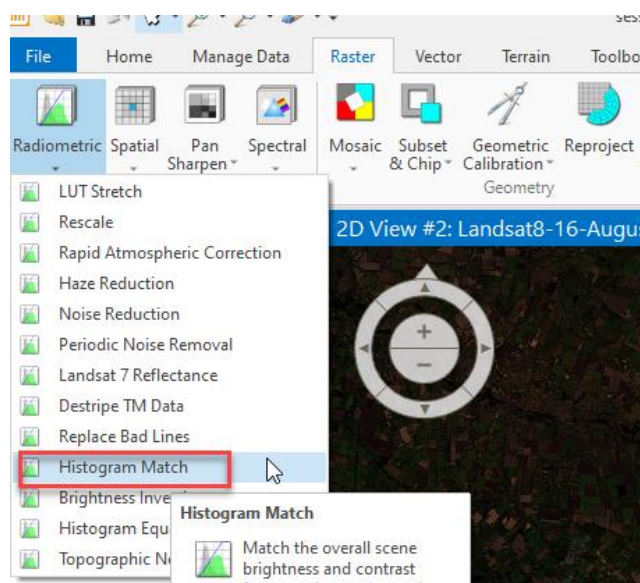


Рис. 7.1. Запуск інструменту Histogram Match

Цей інструмент дозволяє радіометрично порівняти гістограми двох зображень. У полі **Input File** виберіть *Landsat8-16-August-2021-msi.img* (ваш файл більш пізнього зображення). У полі **Input File to Match** виберіть *Landsat8-22-July-2020-msi.img* (ваш файл більш раннього зображення). Це буде опорне (фактично, еталонне) зображення.

Назвіть вихідний файл, наприклад, *Landsat8-16-August-2021-msi_matched.img*. Увімкніть опцію **Use All Bands for Matching** (Використовувати всі канали для порівняння).

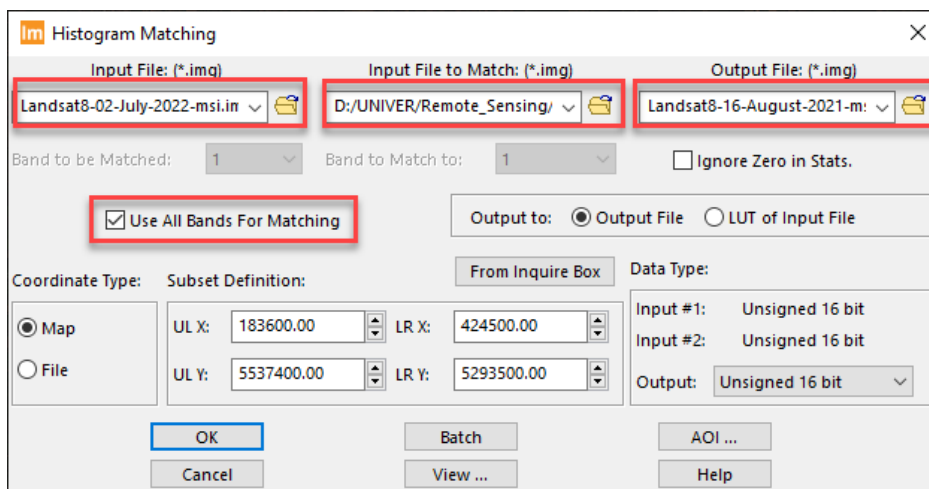


Рис. 7.2. Вікно інструменту *Histogram Match*

Залиште решту за замовчуванням і натисніть **ОК**, щоб запустити процес порівняння.

У панелі змісту натисніть правою кнопкою миші на *Landsat8-22-July-2020-msi.img* і виберіть **Remove Layer** (Видалити шар). Відкрийте растровий шар *Landsat8-16-August-2021-msi_matched.img* (ваш створений файл).

За допомогою інструменту **Swipe** порівняйте різницю між *Landsat8-16-August-2021-msi.img* і *Landsat8-16-August-2021-msi_matched.img*.

Landsat8-16-August-2021-msi_matched.img тепер має бути спектрально співставним з *Landsat8-22-July-2020-msi.img*

Будь ласка, зробіть знімок екрана стану ERDAS Imagine. Вставте його у свій файл Word із коротким описом перед ним.

Завдання 2: Побудова різницевого зображення

Припустимо, що просторове положення пікселів пари знімків є одним і тим самим (проте іноді похибка таки є і тоді потрібно виконувати крок взаємної реєстрації зображень). Тож після співставлення гістограм можна переходити до побудови різницевого зображення

Переконайтеся, що у 2D View відкрито лише зображення *Landsat8-16-August-2021-msi.img* і *Landsat8-16-August-2021-msi_matched.img* (приклад, маються на увазі ваші файли)

Перейдемо до виконання операцій з визначення змін. Для цього знайдіть у вкладці **Raster** панель **Change Detection** та у випадіючому списку оберіть метод **Image Difference**:

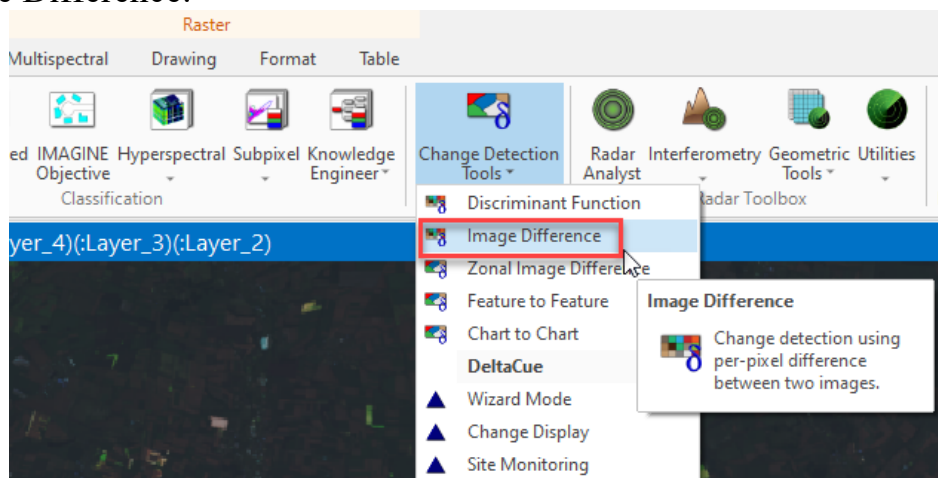


Рис. 7.4. Запуск інструменту *Image Difference*

Відобразиться вікно налаштувань визначення змін за вказаним методом:

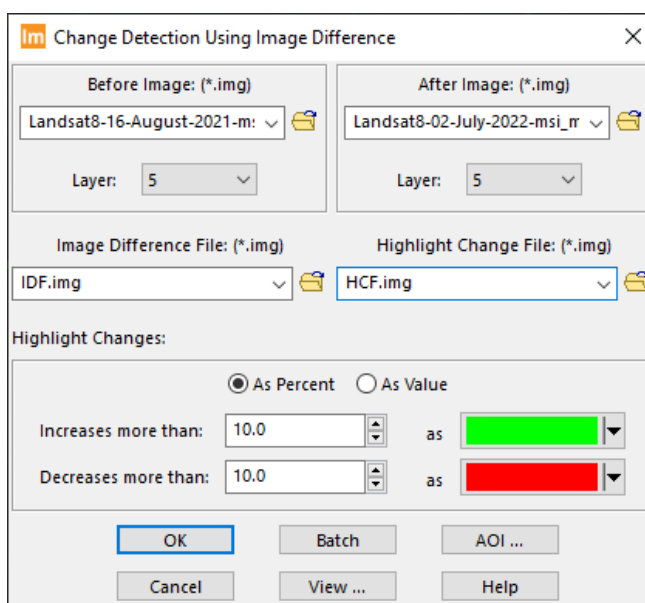


Рис. 7.5. Вікно інструменту *Image Difference*

У полях **Before Image** та **After Image** потрібно обрати відповідно більш ранній (*Landsat8-16-August-2021-msi.img*) та пізній зі співставленою гістограмою (*Landsat8-16-August-2021-msi_matched.img*) порівнювані знімки. У списках **Layer** потрібно обрати канал, що буде порівнюватися, для обох знімків. Оберіть *ближній інфрачервоний канал (5)*. Це вихідні дані.

У полях **Image Difference File** та **Highlight Change File** потрібно задати ім'я та місце збереження результатів – різницевого зображення та класифікації змін.

Дайте назву **IDF.img** для різницевого зображення та **HCF.img** для класифікованого. В якості місця збереження вкажіть необхідну теку.

Так, можна знизити поріг зміни яскравості, тим самим підвищивши чутливість класифікатора до змін. Також одразу за потреби можна змінити кольори класів підвищення та пониження.

Наразі залиште значення **Increase** та **Decrease** стандартними 10%.

Будь ласка, зробіть знімок екрана стану ERDAS Imagine. Вставте його у свій файл Word із коротким описом перед ним.

Запустіть процес, натиснувши **ОК**. При завершенні процесу натисніть **Close**, для того щоб закрити вікно процесів.

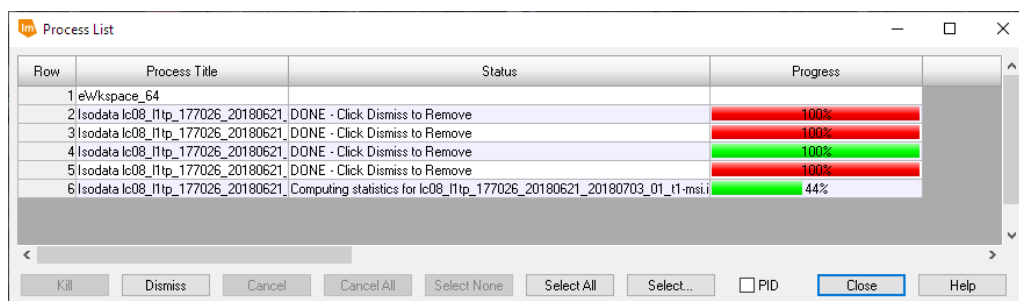


Рис. 7.6. Список процесів

Успішне завершення процесу дає нам на виході 2 описаних вище файли – різницеве зображення у градаціях сірого та класифіковане зображення.

Додайте отримані растри до **Contents**. Для того щоб проаналізувати куди територіально відносяться визначені зміни розмістимо класифіковане зображення зверху, а під нього перемістять шар різницевого зображення.

Різницеве зображення є одноканальним растром у відтінках сірого, що складається з безперервних даних (різниці яскравостей). Це зображення є прямим результатом віднімання зображення «перед» від зображення «після».

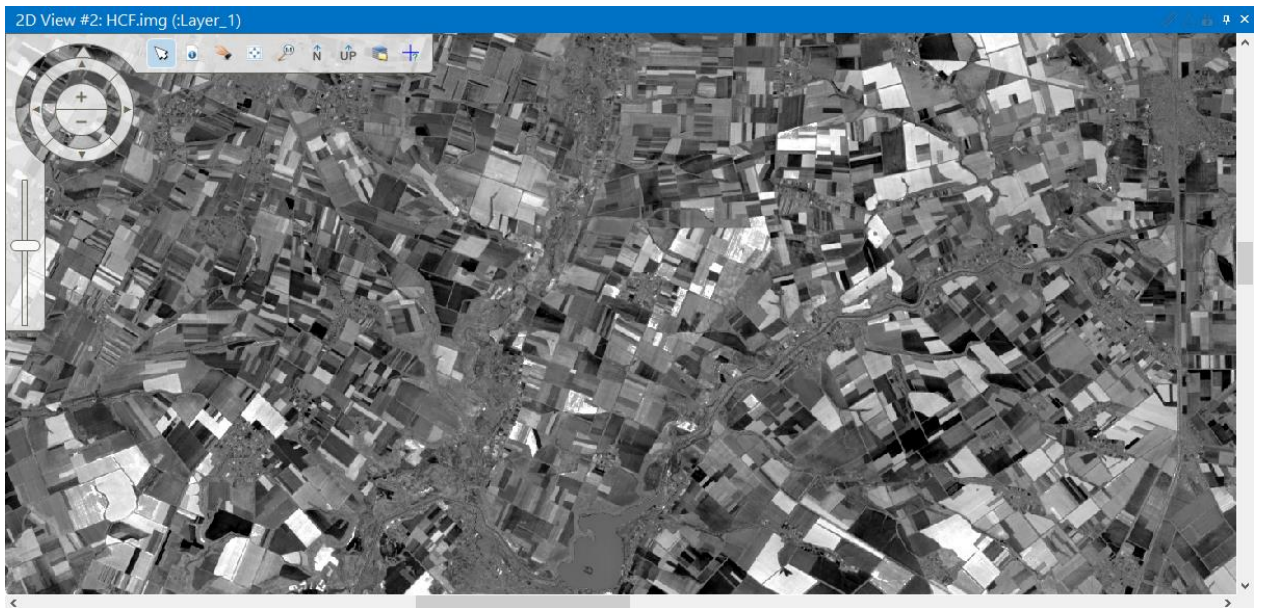


Рис. 7.7. Різницеве зображення



Рис. 7.8. Класи визначених змін за різночасовими знімками

Будь ласка, зробіть знімок екрана стану ERDAS Imagine. Вставте його у свій файл Word із коротким описом перед ним.

Потрібно пам'ятати, що червоним кольором виділено клас відносного пониження яскравості, а зеленим – підвищення.

Зміни яких характеристик ми спостерігаємо? Про що можуть свідчити виражені червоні ділянки? Дайте відповідь у файлі практичної роботи.

Ви також можете змінити кольори класів у атрибутивній таблиці, пригадавши попередню практичну роботу.

Запитання для самоконтролю:

- 4. Які обмеження методу виявлення змін, використаного в практичній роботі?*
- 5. В яких випадках може бути доцільно змінювати порогові значення *Increase* та *Decrease*?*
- 6. Які можуть виникнути вади у процесі визначення змін, якщо взаємна просторова прив'язка знімків є неточною?*

Практична робота 8

Візуалізація хмар точок та вимірювання за ними

Мета: студенти мають познайомитися з практичними аспектами візуалізації і простих інструментів обробки хмар точок, отриманих за технологією LIDAR. У практичній роботі також розглядаються базові питання щодо методики отримання й інтерпретації таких даних, що розкривають особливості і відмінності лідарних даних від растрових зображень. Студенти навчаться будувати лінійні профілі за хмарою точок, а також будуть використовувати інструменти для вимірювання висоти об'єктів.

Завдання:

1. Візуалізувати даних хмари точок в 2D View;
2. Змінити кольорову схему відображення хмари точок;
3. Ознайомитися з інтенсивністю та відгуками імпульсів;
4. Побудувати лінійні профілі та виконати вимірювання;
5. Переглянути хмару точок у 3D.

Для виконання цієї практичної роботи знадобиться набір даних, що надається викладачем.


Студент має зробити знімки екрана вікна ERDAS Imagine і дати пояснення і відповіді на запитання, де це вказано в «Ході роботи». Знімки екрана потрібно вставити у файл Word і дати короткий опис перед кожним із них.

Практична робота оформлюється як окремий файл Word, обов'язково – зі стандартною титульною сторінкою кафедри фізичної географії та картографії. Завершена практична робота (документ Word) надсилається для перевірки на електронну скриньку dzz@physgeo.com у двотижневий строк.

Хід роботи з поясненнями.

Завдання 1: Візуалізація даних хмари точок в 2D View

Для початку, в головному вікні ERDAS Imagine відкрийте меню File.

Натисніть **Open > Point Cloud Layer** . Відобразиться діалогове вікно **Select Layer to Add** (Вибір шару для додавання).

Переконайтеся, що тип даних виставлений як LAZ as Point Cloud (*.laz). Кнопка, що розташовується одразу після випадаючого меню, змінює формат за замовчуванням. Знайдіть теку з даними до практичної роботи і оберіть файл **lidar_training_dataset.laz**. Натисніть **OK** і хмара точок з'явиться у 2D View.

Зверніть увагу, що означає колір хмари точок після відкриття набору даних. На вкладці **Point Cloud** оберіть пункт **Elevation (Висоти)** з випадаючого меню **Color by**. Хмара точок має відобразитися у кольоровій гаммі Earth Tone. Найнижчі за висотою ділянки будуть зображені у відтінках темно-зеленого, а найвищі – у відтінках коричневого та сірого. Щоб швидко отримати доступ до налаштувань перегляду, натисніть правим кліком на 2D View #1 і оберіть **Fit to Frame**.

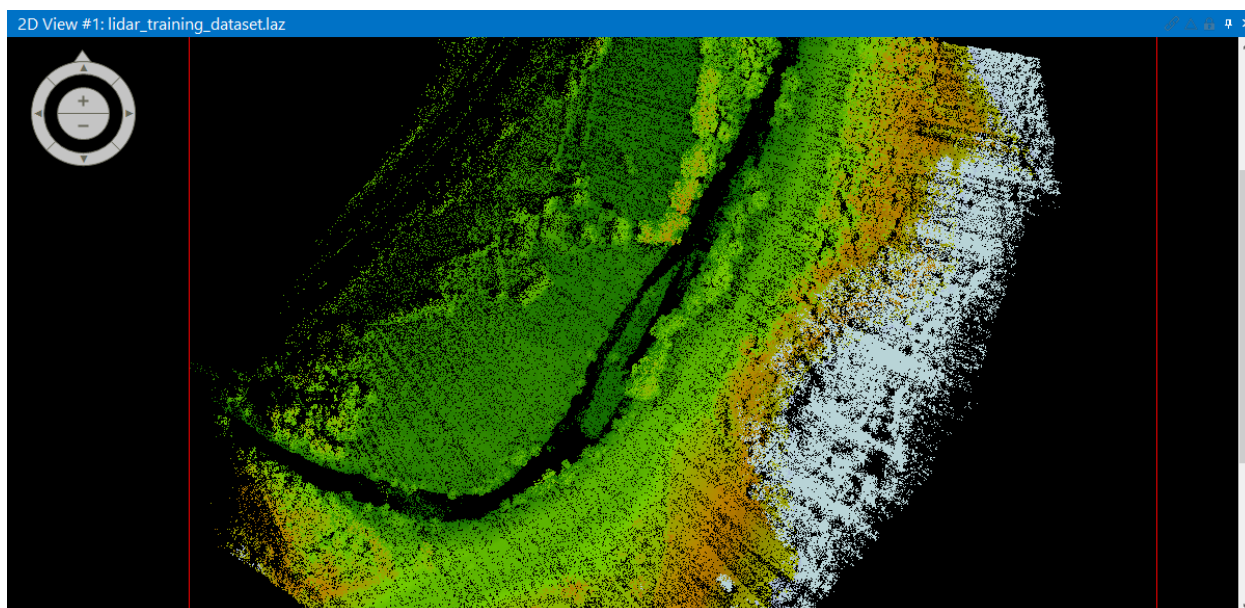





Рис. 8.1. Хмара точок в 2D View

Будь ласка, зробіть знімок екрана стану ERDAS Imagine. Вставте його у свій файл Word із коротким описом перед ним.

Для того, щоб збільшити масштаб, наведіть курсор на потрібну область і покрутіть коліщатко миші вгору. Щоб зменшити масштаб, покрутіть коліщатко миші вниз.

Використовуйте інтерактивні інструменти **Zoom in**  і **Zoom Out**  для відображення ділянок, що вам потрібно переглянути. Додаткові інструменти масштабування містяться в меню **Zoom Tools**. Щоб отримати до них доступ, натисніть стрілку меню, а потім виберіть у меню потрібні інструменти.


Натисніть кнопку **Previous Extent** . Ця кнопка поверне вас назад до попереднього рівня масштабування. Ви можете скасувати весь шлях до

початкового рівня масштабування, який використовувався під час відкриття хмари точок. У секції **Viewer** ви можете переміщувати зображення, утримуючи середню кнопку миші. Залиште набір даних відкритим у **2D View** для наступного завдання.

Завдання 2: Зміна кольорової схеми хмари точок

Тепер потрібно використати **2D View** для візуалізації хмар точок та зміни кольорової схеми для коректного відображення рельєфу.

У секції **Extent** вкладки **Home** введіть масштаб **1:5000** та натисніть **Enter**. Дані все ще можна інтерпретувати, але стає важко розрізнити окремі точки (відгуки). Ми можемо збільшити розмір точки, щоб полегшити інтерпретацію.

Оберіть вкладку **Point Cloud**. У секції **Display** натисніть кнопку **Point Size** . У меню **Point Size** оберіть значення **3**. Натисніть кнопку **Fit to Frame** у вкладці **Home** для відображення повного обсягу даних

Оберіть вкладку **Point Cloud (Хмара точок)** > група **Style** > **Blue to Red Style** щоб перемкнути схему кольорів. Значення висот будуть відображені кольорами у градієнті від блакитного для найнижчих висот до червоного для найвищих.

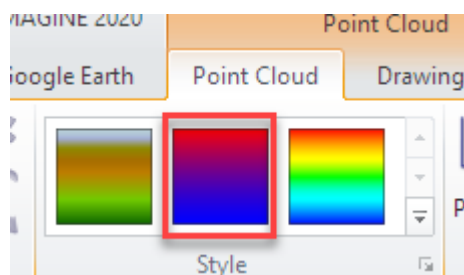


Рис. 8.2. Вибір кольорової схеми

В секції **Style** натисніть кнопку **Color Schema**. У вікні діалогу **Color Schema** оберіть **Min to Max** зі списку **Color Elevation**. Змініть рівні кольору (**Color Levels**) на менші значення, наприклад, **65**. Натисніть **Apply** щоб застосувати зміни до схеми кольору **Color Schema**.

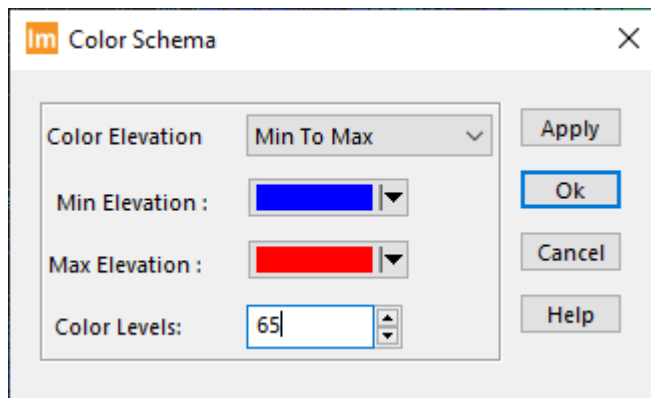


Рис. 8.3. Налаштування кольорової схеми

Що змінилося? Надайте письмово ваш коментар у роботі. Зробіть знімок екрана стану ERDAS Imagine. Вставте його у свій файл Word із коротким описом перед ним.

Скиньте налаштування Color Schema назад до оригінальної кольорової гамми, натиснувши **Cancel**. Залиште набір даних відкритим у 2D View для наступного завдання.

Завдання 3: Перегляд інтенсивності та відгуків імпульсів

Сама структура хмар точок LiDAR визначає кілька різних способів візуалізації даних. На додаток до висоти (або можливого кодування RGB), системи LiDAR також можуть записувати інтенсивність випромінювання, відбитого назад до датчика, надаючи додатковий спосіб зрозуміти регіон дослідження.

У наборі даних **lidar_training_dataset.laz**, відкритому у 2D view, збільшіть розмір точок до **3** для покращення видимості хмари точок. Збільшіть регіон даних, виділений на Рис. 8.4.

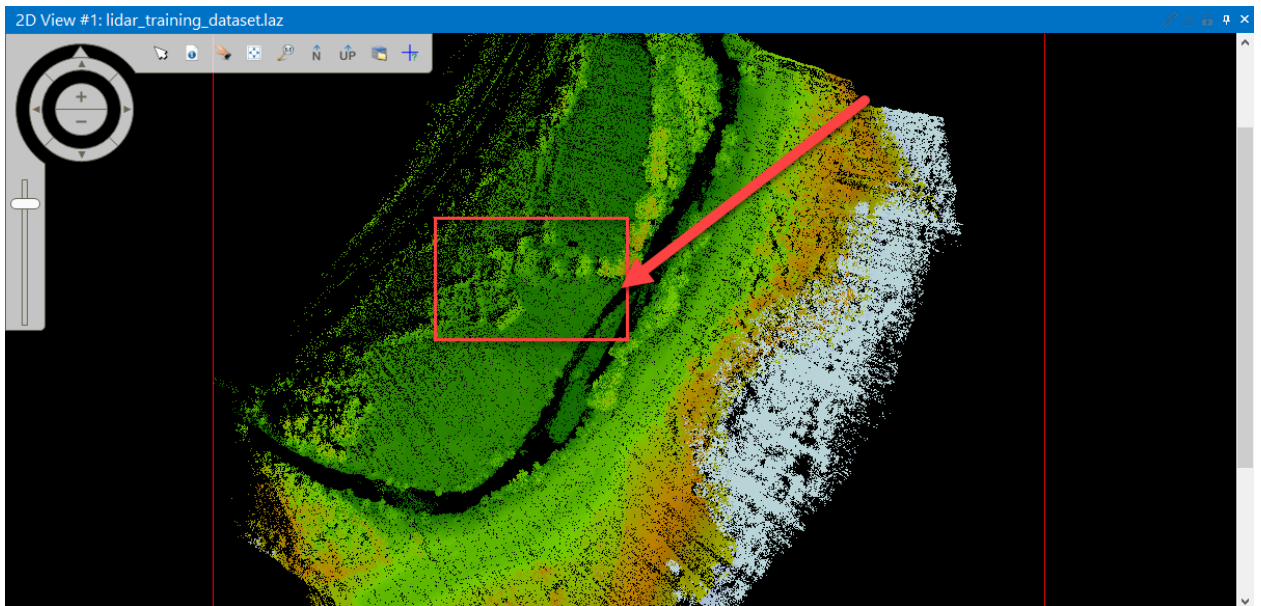


Рис. 8.4. Регіон хмари точок для перегляду

Спробуємо відобразити дані LiDAR як *інтенсивність*. Це візуалізує точки на основі інтенсивності імпульсу, який повернувся до датчика. Багато датчиків LiDAR фіксують все випромінювання, відбите назад. Цю інформацію можна закодувати в точках як значення інтенсивності. Воно показує, скільки саме світла було повернуто до датчика. Його цілком можна візуально інтерпретувати, оскільки воно нагадує панхроматичне зображення. Оберіть **Intensity** зі випадаючого списку **Color by** у вкладці **Point Cloud**.

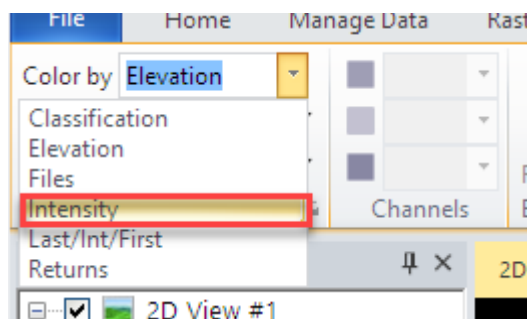


Рис. 8.5. Відображення інформації про інтенсивність

Ви отримаєте результат як на Рис. 8.6.

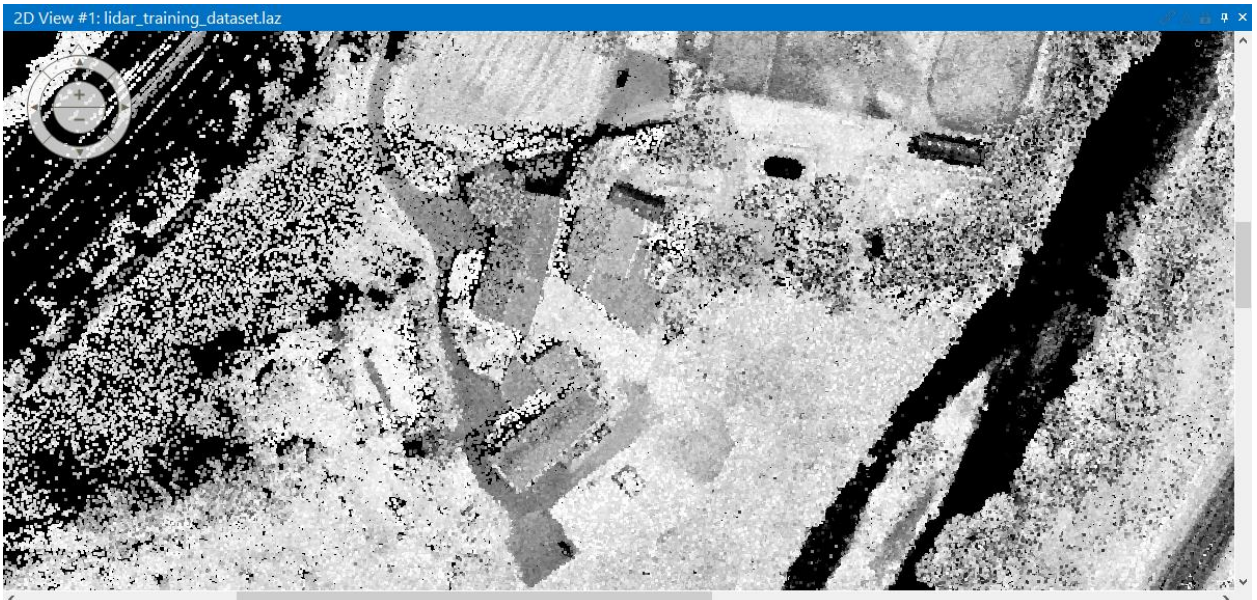


Рис. 8.6. Відображення хмари точок в режимі інтенсивності

Будь ласка, зробіть знімок екрана стану ERDAS Imagine. Вставте його у свій файл Word із коротким описом перед ним.

Якщо хмара точок відображається лише чорним у 2D view, відкрийте метадані на вкладці **Home**. Оберіть **Edit > Compute Statistics**. Натисніть **Yes** у вікні уваги, щоб перерахувати статистику. Видаліть хмару точок з двовимірного перегляду, а потім натисніть праву кнопку миші і оберіть **Open Point Cloud**, щоб відкрити її знову та відобразити з новою статистикою. Має коректно відобразитися візуалізація інтенсивності.

Дослідіть різні ознаки, які ви можете інтерпретувати з даних. Запишіть ваші міркування в роботі.

Сутність даних LiDAR визначає, що на один імпульс може бути більше одного повернення порції його випромінювання. Наприклад, один імпульс світла може частково відбиватися, наприклад, від верхівки дерева, гілки на дереві, куща під деревом і поверхні ґрунту. Для перегляду цієї інформації потрібно перемкнути режим візуалізації. На вкладці **Point Cloud** оберіть пункт **Last/Int/First** з випадаючого меню **Color by**.

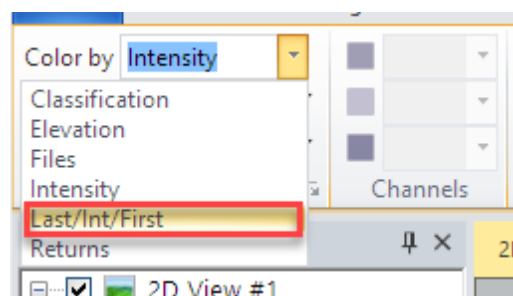


Рис. 8.7. Відображення хмари точок в режимі Last/Int/First

Це забарвлює точки за часом повернення імпульсу, групуючи дані як перший, проміжний і останній відгук. Одинарні відгуки вважаються першими.

Перші повернення показують вершини об'єктів: дахи будівель, верхівки крон дерев, лінії електропередач або просто відкритий ґрунт. Останні повернення вказують на низ об'єктів: поверхня ґрунту під деревом, територія біля будівлі тощо. Проміжні повернення формуються, коли імпульс відбивається кілька разів на шляху «донизу»: гілки дерев, підліски в лісах, балки опорах ліній електропередач або балки в будівлі, що ще будується.

Вимкніть перші повернення натиснувши на маркер **First** в панелі **Contents**.

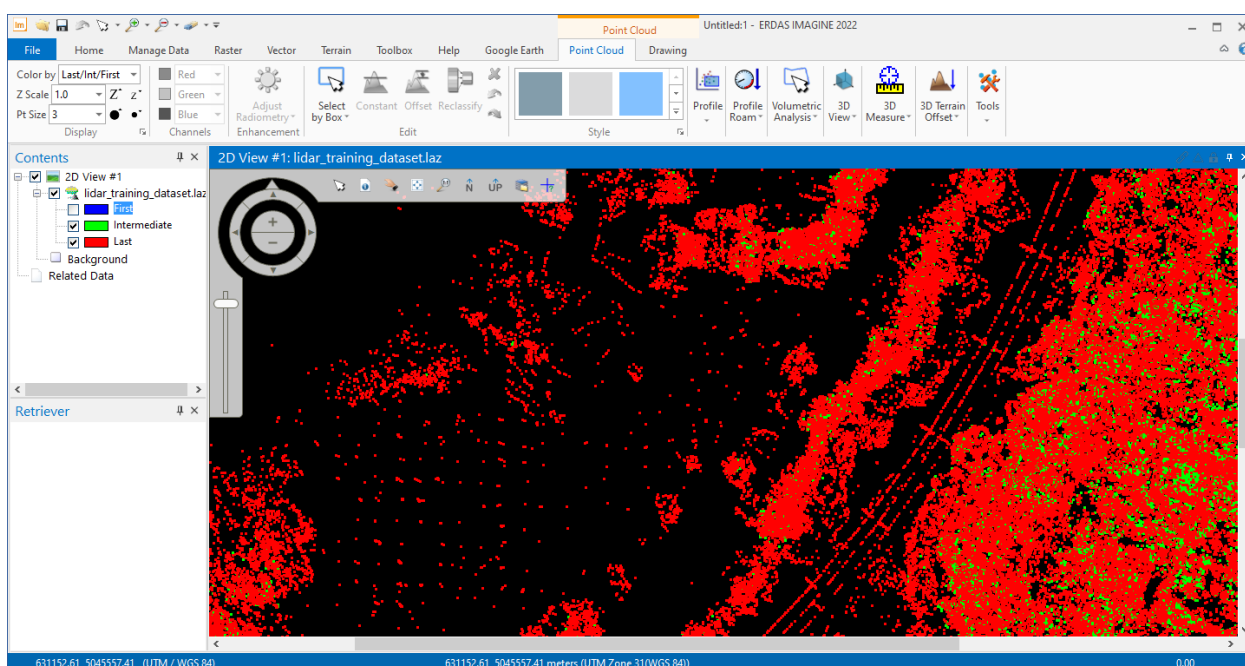


Рис. 8.8. Проміжні і останні відгуки імпульсу

Будь ласка, зробіть знімок екрана стану ERDAS Imagine. Вставте його у свій файл Word із коротким описом перед ним.

Зверніть увагу на особливості, які можна інтерпретувати. Переключіть режим кольору на інтенсивність, щоб краще зрозуміти те, що саме за об'єкти ви спостерігаєте. Для отримання додаткової інформації про повернення імпульсу змініть параметр **Color by** на **Returns**.

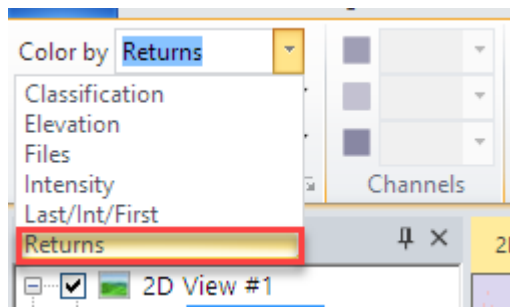


Рис. 8.9. Відображення хмари точок в режимі Returns

Приховуйте відгуки по черзі, знімаючи з них маркери на панелі Contents, доки не відобразиться лише повернення 4, 5 та 6. Перемикайтеся між представленнями кольору, які ви використовували до цього часу, і подивіться, як різні властивості представлені в даних LiDAR.

Будь ласка, зробіть знімок екрана стану ERDAS Imagine. Вставте його у свій файл Word із коротким описом перед ним.

Запишіть ваші думки щодо інтерпретації повернень імпульсу.

Завдання 4: Побудова лінійних профілів та вимірювання

У секції Profile вкладки Point Cloud натисніть на стрілочці внизу кнопки **Rectangular Profile** і оберіть **Polyline Profile**. У 2D View намалюйте ламану лінію через територію хмари точок. Одинарне натискання додає нову вершину в лінії, а подвійне натискання завершує її.

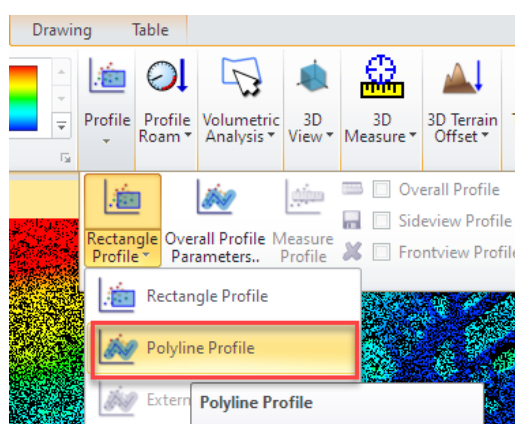


Рис. 8.9. Інструмент створення профілів

Після того, як ви намалювали лінію майбутнього профіля, змініть **Color by** назад на **Elevation**.

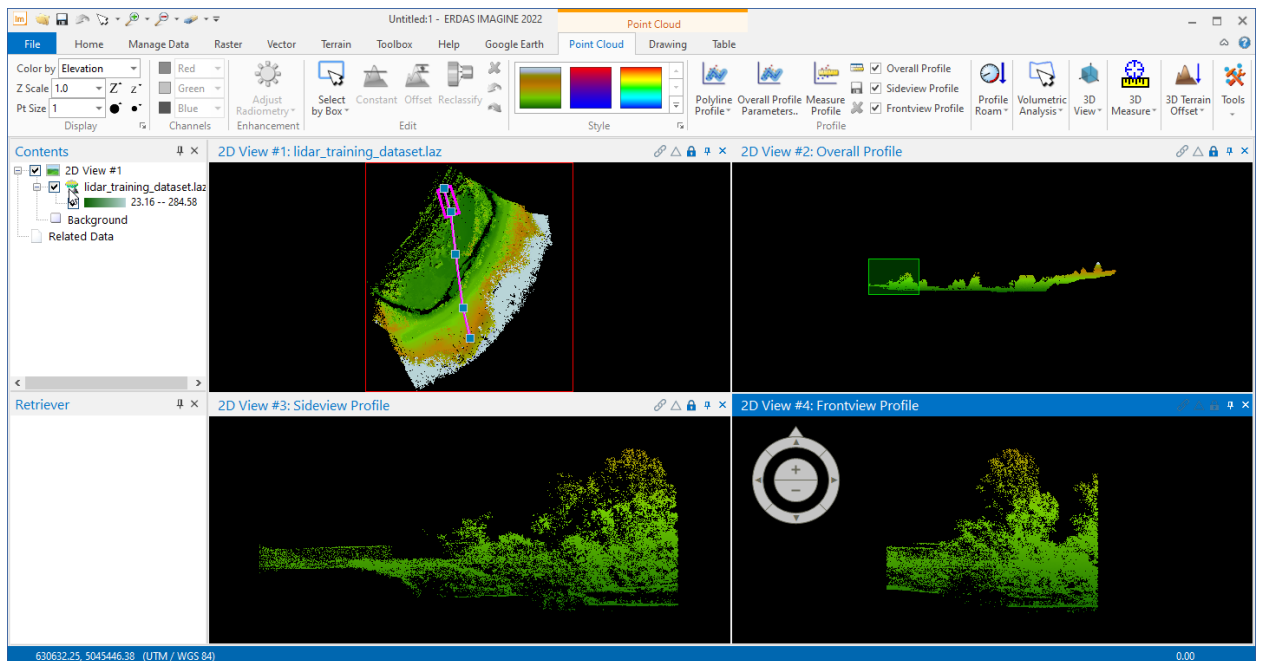


Рис. 8.10. Приклад лінії для створення профілю

Будь ласка, зробіть знімок екрана стану ERDAS Imagine. Вставте його у свій файл Word із коротким описом перед ним.

У секції **Profile Roam** натисніть **Play** для початку автоматичного переміщення по лінії профілю.

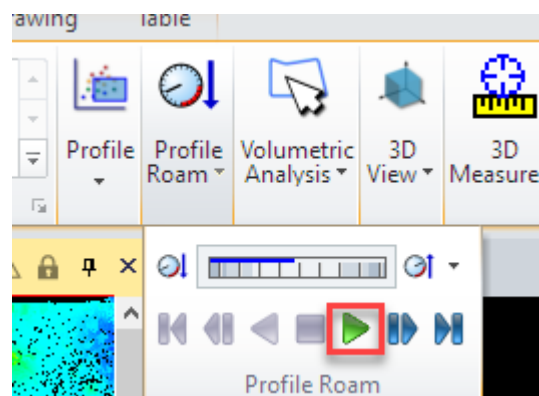



Рис. 8.11. Інструмент Profile Roam

Під час переміщення по лінії, зверніть увагу, що зелене поле в загальному профілі вказує, де знаходиться поточне місце перегляду. Використовуйте коліщатко над кнопками в інструменті, щоб збільшити або зменшити швидкість пересування.

Перегляньте профілі **Frontview** (Вигляд спереду) та **Sideview** (Бічний вигляд). Коли якесь дерево потрапить в режим перегляду, натисніть кнопку **Pause** . Оберіть боковий профіль натиснувши на його верхній частині.

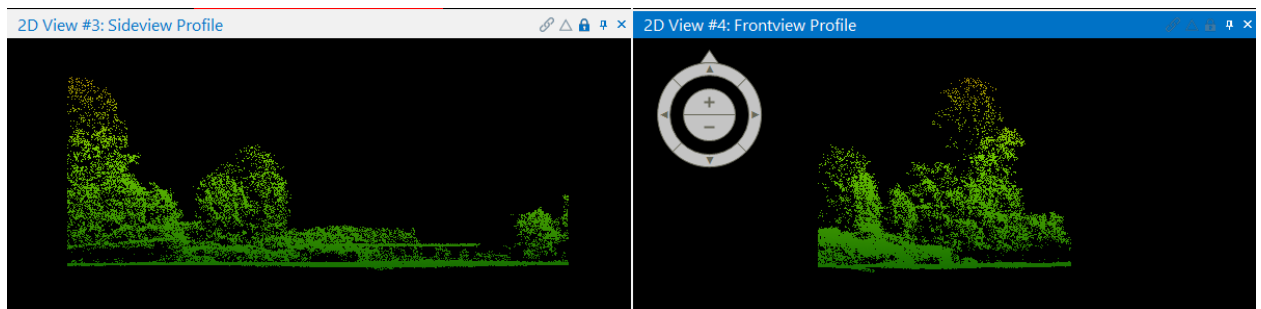


Рис. 8.12. Інструмент Measure Profile

Будь ласка, зробіть знімок екрана стану ERDAS Imagine. Вставте його у свій файл Word із коротким описом перед ним.

Активуйте інструмент **Measure Profile** натисканням відповідної кнопки в секції **Profile**.

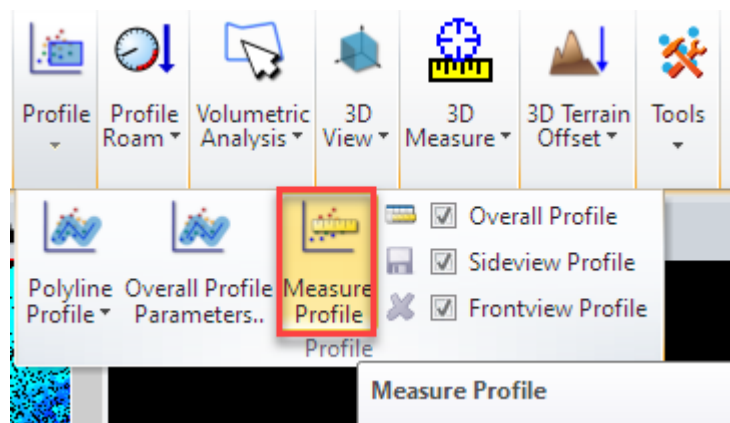


Рис. 8.13. Інструмент Measure Profile

Знайдіть на профілі та виміряйте висоту дерева, натиснувши на край верхівки, а потім двічі натиснувши по вертикалі біля поверхні ґрунту. Інструмент вимірювання записує довжину (у напрямку X) і висоту (у напрямку Y), а також відстань (фактична довжина оцифрованої лінії). Крім того, він записує координати X, Y і Z початку і кінця лінії вимірювання. Позбавтеся від оцифрованої лінії (проте її розміри зберезуться в таблиці), натиснувши кнопку **X** в групі **Profile**.

Продовжуйте переміщуватися по лінії, призупиняючи рух, щоб виміряти висоту ще кількох дерев. Використовуйте профіль, який забезпечує найкращий і самий зручний для вас перегляд даних. Коли ви зробите кілька вимірювань, подивіться на таблицю внизу вікна програми.

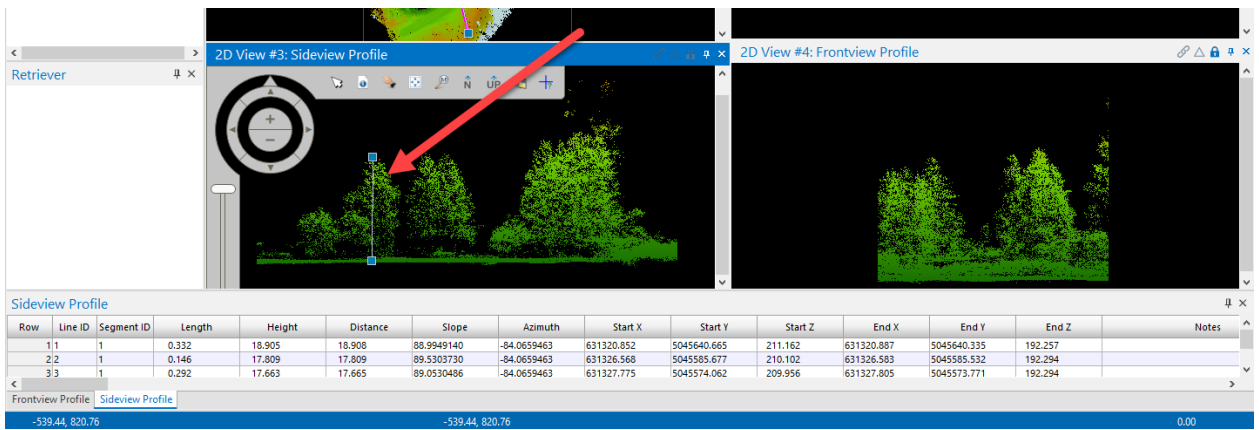


Рис. 8.14. Процес вимірювань за профілем

Будь ласка, зробіть знімок екрана стану ERDAS Imagine. Вставте його у свій файл Word із коротким описом перед ним.

В групі **Profile** натисніть кнопку **Save Measurement**. Назвіть файл **ваше_прізвище_measures.txt**. Цей файл можна в майбутньому переглядати у текстовому редакторі.

Завдання 5: Перегляд хмари точок у 3D

У групі 3D View натисніть кнопку Show 3D. Хмара точок візуалізується у повному обсязі. Щоб збільшити масштаб, використовуйте колесо прокручування миші від себе (вперед).

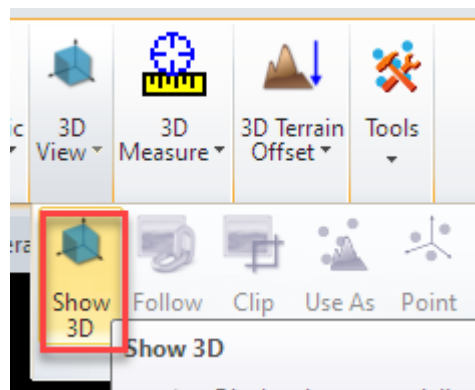


Рис. 8.14. Активація перегляду в 3D

Тепер, використовуючи ліву кнопку миші, наблизьтесь до центральної частини набору даних.

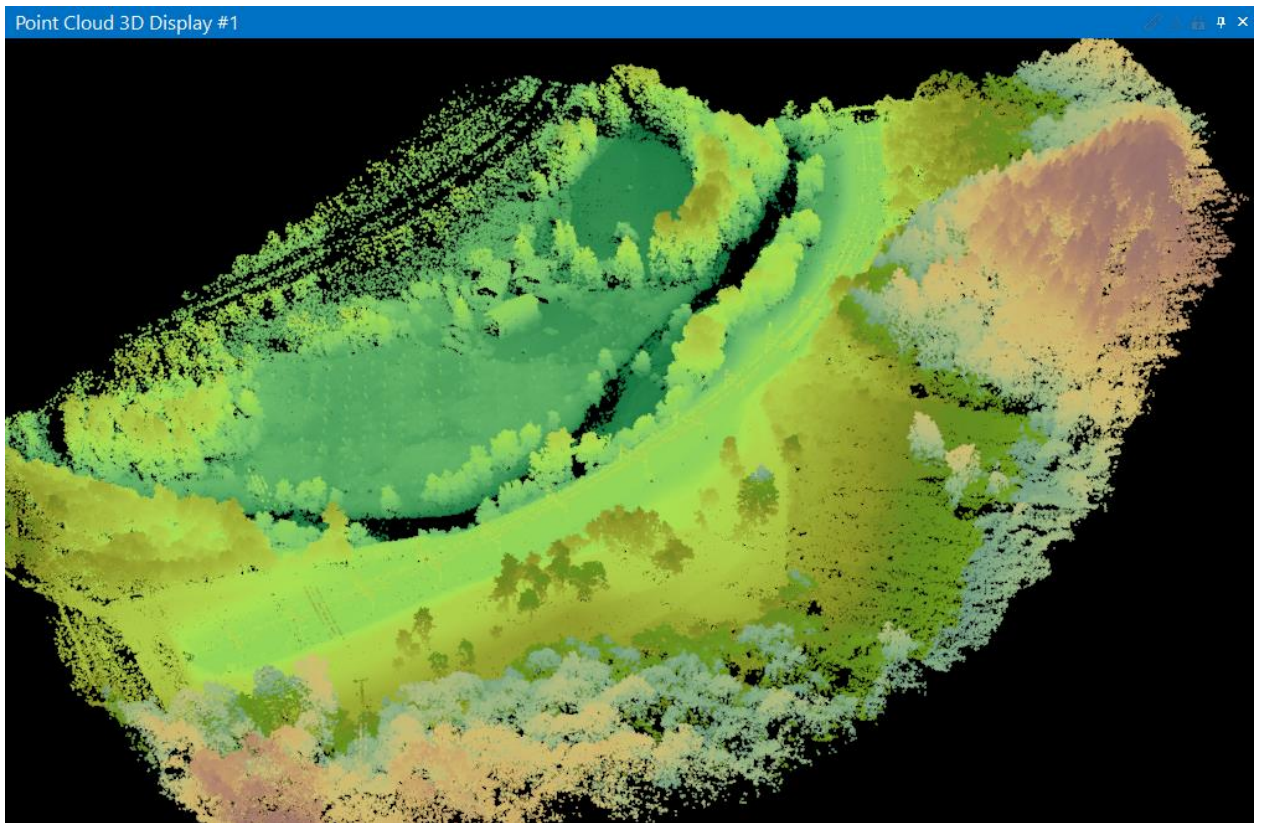


Рис. 8.15. Візуалізація хмари точок в 3D

Будь ласка, зробіть знімок екрана стану ERDAS Imagine. Вставте його у свій файл Word із коротким описом перед ним.

Натисніть і утримуйте середню кнопку миші/колесо прокрутки. Переміщайте мишу вперед і назад, щоб нахилити хмару точок. Переміщайте мишу вліво і вправо, щоб обертати хмару. Продовжуйте переміщатися, масштабувати, нахилити й обертати навколо центральної частини в 3D-виді. У групі 3D View на вкладці **Point Cloud** натисніть стрілку вниз на піктограмі **Point Mode** та оберіть Режим трикутника.

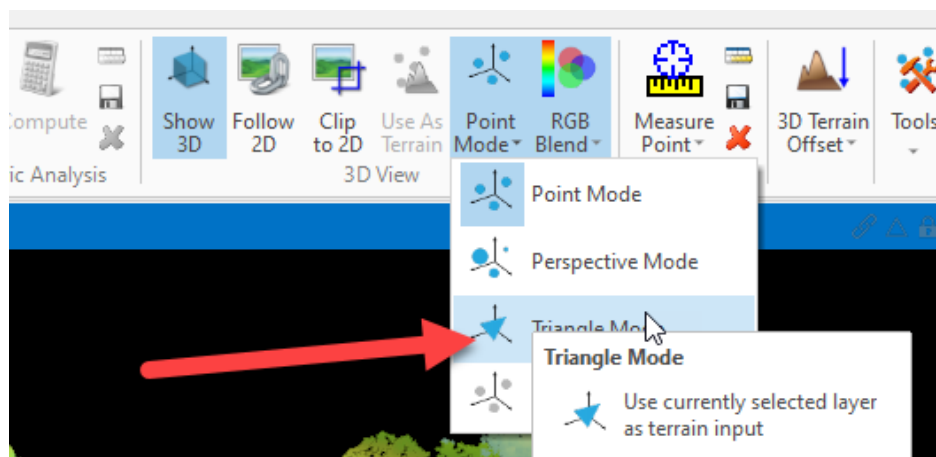


Рис. 8.16. Візуалізація хмари точок в 3D

У 3D View вигляд оновиться до режиму трикутників-полігонів, вигляд моделі стає бiль цілісним (а не дискретним, як у випадку з вихідною хмарою).

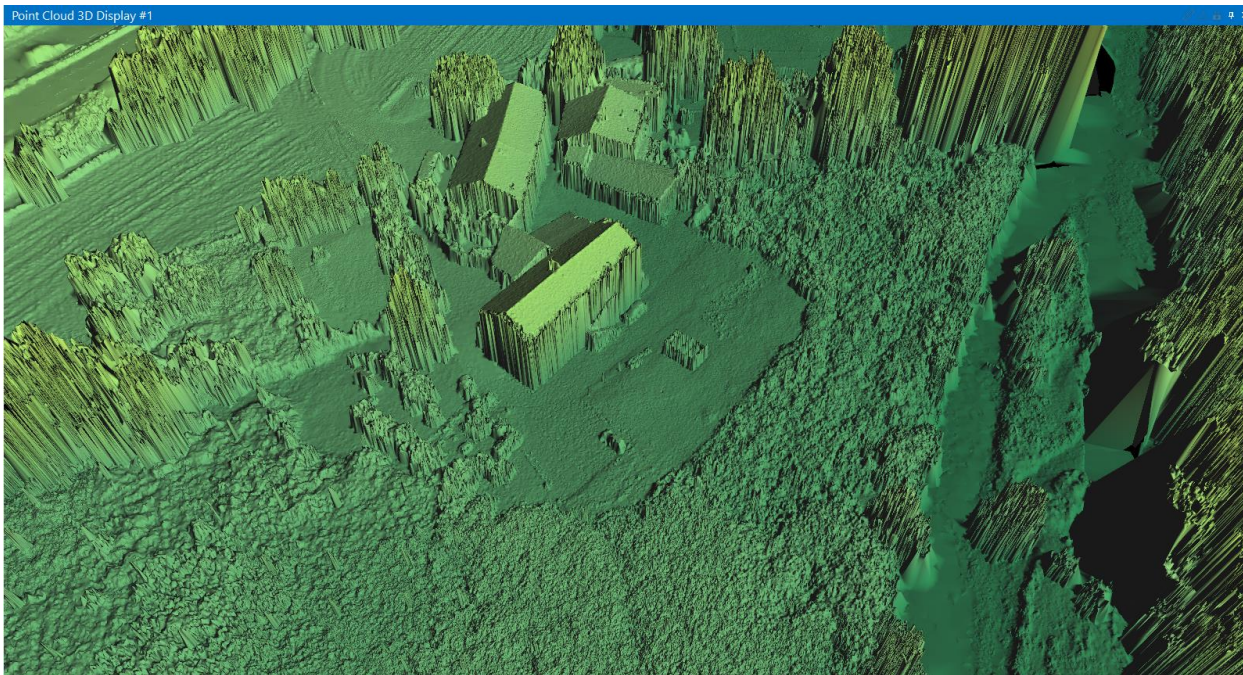


Рис. 8.16. Полігональна модель

Будь ласка, зробіть знімок екрана стану ERDAS Imagine. Вставте його у свій файл Word із коротким описом перед ним.

Нахиляйте та повертайте модель в 3D, щоб детально дослідити сцену. Закрийте 3D-перегляд і очистіть 2D-перегляд.

Запитання для самоконтролю:

- 4. Від чого залежить просторова роздільна здатність даних лазерного сканування?*
- 5. Як саме впливає структура об'єкту на кількість й інтенсивність відгуків імпульсу?*
- 6. Які платформи-носії використовуються для лазерного сканування?*

Рекомендована література

Базова література

1. Фотограмметрія та дистанційне зондування: підручник: книга 2 / Х.В. Бурштинська, С.А. Станкевич, Ю.В. Денис. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2019. – 216 с.
2. Байрак Г.Р., Муха Б.П. Дистанційні дослідження Землі. Навчальний посібник. – Львів, Видавн. центр ЛНУ ім. І. Франка, 2010. – 712 с.
3. Білоус В.В., Боднар С.П., Курач Т.М, Молочко А.М., Патиченко Г.О., Підлісецька І.О. Дистанційне зондування з основами фотограмметрії: Навчальний посібник. - К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет". 2011. – 367 с
4. Richards J. A. Remote Sensing Digital Image Analysis. Cham : Springer International Publishing, 2022. URL: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-82327-6> (дата звернення: 21.04.2025).
5. Wynne R. H., Thomas V. A., Campbell J. B. Introduction to Remote Sensing, Sixth Edition. Taylor & Francis Group, 2022.

Допоміжна література

1. Бібік К., Попович Н., Попов В., Сінна О. Структура землекористування в басейні річки Молочної: аналіз за дистанційними даними // Проблеми безперервної географічної освіти і картографії. 2024. № 39. С. 17-26.
2. Байназаров А., Попов В., Вовк У., Пілюгін А. Динаміка лісових пожеж на території Ізюмського району, викликаних бойовими діями // Проблеми безперервної географічної освіти і картографії. 2024. № 40. С. 18-24.

Інформаційні ресурси в Інтернеті та інше методичне забезпечення

1. Fundamentals of Remote Sensing. A Canada Centre for Remote Sensing Remote Sensing Tutorial. Natural Resources Canada. URL: <https://natural-resources.canada.ca/science-data/science-research/geomatics/remote-sensing/tutorial-fundamentals-remote-sensing>.

Електронне навчальне видання комбінованого використання
Можна використовувати в локальному та мережному режимі

Попов Владислав Сергійович

ДИСТАНЦІЙНЕ ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ

Практикум

В авторській редакції

Підписано до розміщення 25.06.2025. Гарнітура Times New Roman.
Ум. друк. арк. 5,66. Обсяг 9,784 Мб. Зам. № 253/25.

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,
61022, м. Харків, майдан Свободи, 4.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3367 від 13.01.2009
Видавництво ХНУ імені В. Н. Каразіна