

Практичне заняття 1. Завантаження космічних знімків Sentinel 2 з веб-платформи Copernicus та проведення картометричних вимірів у програмному середовищі QGIS (5балів)

Завдання 1. Завантажити знімок Європейського космічного агентства Sentinel 2 території аеропорту «Озерне» м. Житомир з мінімальною хмарністю, наприклад за 18 серпня 2022 р.

Вебплатформа *Copernicus Open Access Hub* призначена для надання користувачам повного, відкритого та безкоштовного доступу до радарних знімків Sentinel 1, оптичних мультиспектральних знімків Sentinel 2, а також даних про земну поверхню Sentinel 3.

1. Для того щоб мати доступ до завантаження супутникових знімків з архіву, потрібно спочатку зареєструватися та залогінитися на ресурсі SciHub – <https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>. Для цього натисніть кнопку Login (Логін) у верхньому правому куті сторінки, а з випадного вікна (рис. 1. 1) виберіть Sign up (Зареєструватися). Після реєстрації потрібно повернутися на стартову сторінку і увійти на сайт.

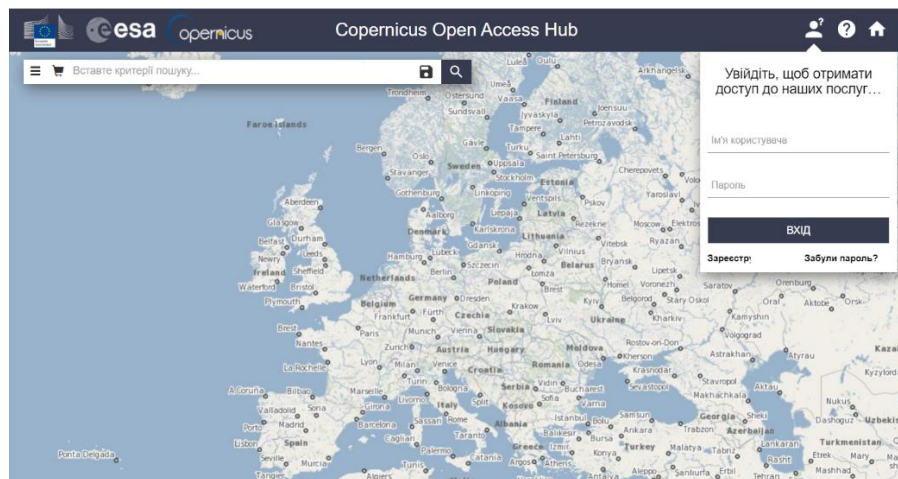


Рис. 1.1

2. Для пошуку космічних знімків на цьому сайті спочатку вам необхідно за допомогою колеса миші наблизитися до області на карті, для якої шукаєте знімки. Отже, ми шукаємо знімки на район аеропорту м. Житомира. Натисніть кнопку Switch to Area Mode (Вибрати район зацікавлення) на правій боковій панелі інструментів. За допомогою курсора миші окресліть на карті область зацікавлення полігоном. Щоб полігон замкнувся, треба натиснути двічі лівою клавішею миші в останній точці (рис. 1. 2).

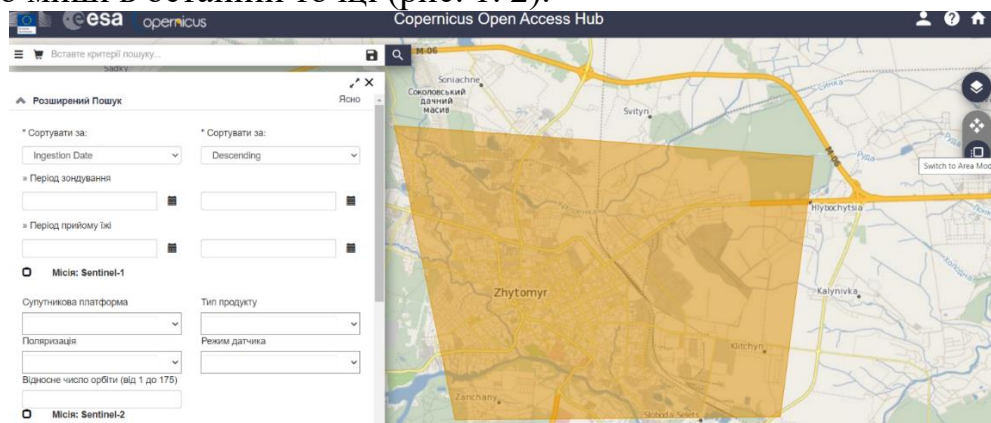


Рис. 1.2

3. Відкрийте ліву бічну панель пошуку, натиснувши на кнопку, що розташована в рядку пошуку. На панелі, яка відкриється, можна задати часовий проміжок, для якого шукаємо знімки, а також вибрати супутник, зменшити хмарність тощо. У наведеному прикладі відмітьте позначкою Місія (Mission): Sentinel 2 і натисніть Search (Пошук). Після чого будуть виведені результати пошуку із ділянкою знімку, яка містить виділений полігон. Натиснувши на кнопку «Переглянути деталі продукту» можна переглянути відображення знімка (рис. 1. 3).

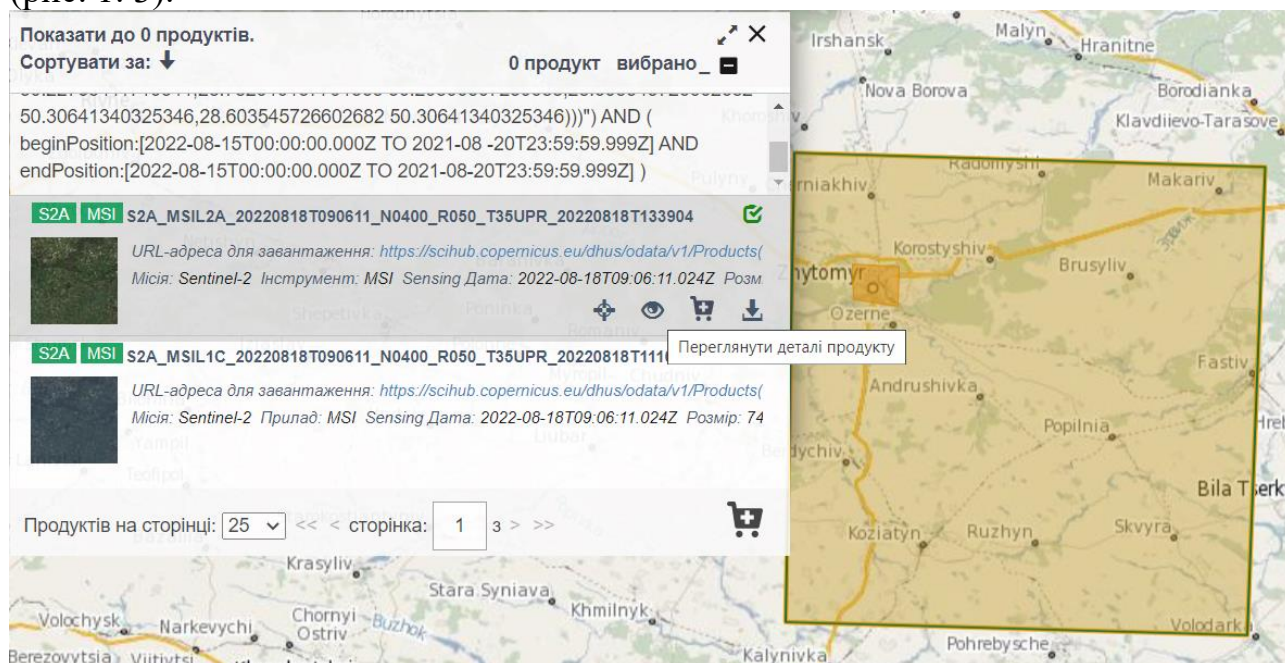


Рис. 1. 3

4. У вікні, яке відкриється, натиснути на кнопку в нижньому правому кутку екрана. Завантаження почнеться автоматично. Можливо також, натиснувши «Завантажити TSI» завантажити тільки кольорове зображення з максимальною роздільною здатністю 10м (рис. 1. 4) – *необов'язково робити*.

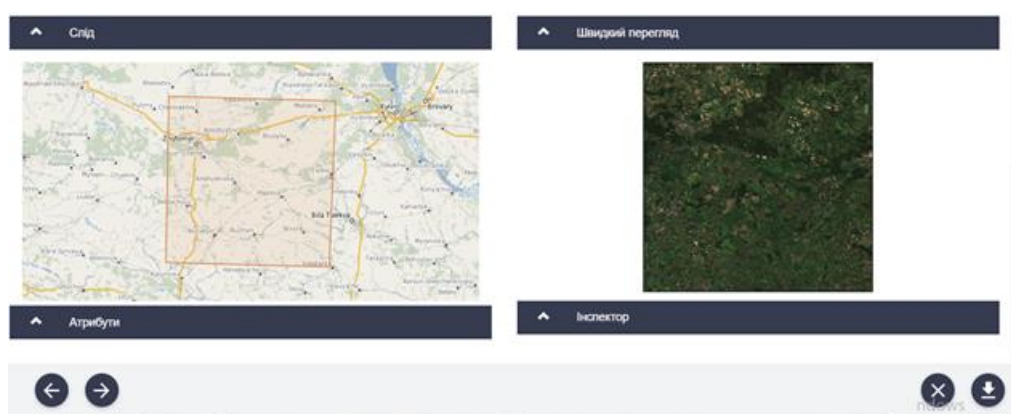


Рис. 1. 4

Завдання 2. Створіть власний проект QGIS для відображення території міста Житомир.

Програма QGIS – це безкоштовна ГІС з відкритим програмним кодом і гнучкою системою функціональних модулів, яка підтримується і активно вдосконалюється групою добровольців-розробників. Ця програма дає змогу візуалізувати, редагувати, аналізувати дані, оформлювати карту до друку тощо.

1. Завантажити і встановити програму QGIS на свій комп'ютер за лінком <https://qgis.org/uk/site/> або просто написати в Google – QGIS, а потім перейти на перший знайдений сайт у пошуку. Щоб завантажити інсталятор на свій комп'ютер, потрібно натиснути на кнопку Завантажити зараз. У наступному вікні перед вами відкриється перелік можливих завантажень. Оберіть версію пропонованої програми залежно від розрядності операційної системи комп'ютера.

Інтерфейс QGIS можна поділити на п'ять частин робочого вікна (рис. 1. 5):

1. Головне меню – надає доступ до всіх можливостей QGIS у вигляді стандартного ієрархічного меню.

2. Панель інструментів – забезпечує доступ до більшості тих самих функцій, що і меню, а також містить додаткові інструменти для роботи з картою.

Кожну панель інструментів можна додати або приховати за допомогою контекстного меню, яке викликається натисканням правої клавіші миші на панелі інструментів. Просторове розміщення їх в робочому вікні карти можна коригувати і змінювати, переміщати для вашої зручності.

3. Панель управління шарами – відповідає за додавання / створення / видалення растрових і векторних шарів.

4. Таблиця змісту – містить список всіх шарів проекту. Позначка в рядку біля кожного шару використовується для його відображення або приховування. Черговість їх розташування в легенді визначає порядок відображення на карті. При натисканні правою клавішею миші на шар, стає доступним контекстне меню. Воно розрізняється залежно від типу шару.

5. Область карти – карта, яка відображається в робочому вікні, залежить від того, які шари завантажені в QGIS. Якщо додаються дані в Таблицю змісту, то і саме відображення карти теж змінюється.

6. Рядок стану – найнижчий рядок у робочому вікні програми, у якому відображається поточна позиція курсора миші в координатах карти (наприклад, в метрах або десяткових градусах). Також тут вказується масштаб карти, і його можна змінювати, масштабуючи за допомогою миші (змінювати % наближення в рядку стану, можна вибирати в цьому ж рядку значення масштабу з випадного списку). Також в рядку стану є позначка «візуалізація», за допомогою якої можна

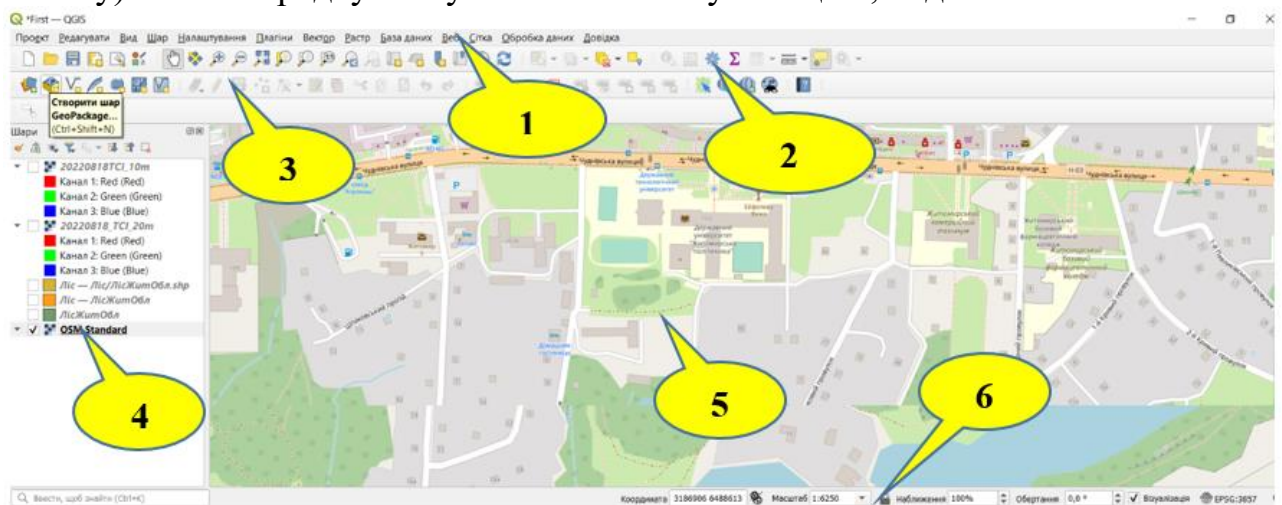


Рис. 1. 5

тимчасово припинити відтворення шарів у вікні карти. Праворуч в рядку стану розташована кнопка поточної системи координат. Якщо натиснути на неї,

відкриється вікно властивостей поточного проєкту з вкладкою «Система координат».

Модулі QGIS

Більшість функцій в QGIS реалізовані як основні або зовнішні модулі:

- основні модулі розробляються командою розробників QGIS і автоматично входять до кожного нового релізу програми;
- зовнішні модулі перебувають у зовнішніх репозиторіях і підтримуються авторами-волонтерами. Якщо модуль користується популярністю у користувачів, його можуть додати в набір основних модулів QGIS.

Управління модулями включає їх активацію, встановлення, оновлення або видалення за допомогою менеджера модулів QGIS. Завантаження модулів QGIS здійснюється з головного меню Plugins (Плагіни) – Manage and Install plugins (Керування та встановлення модулів). Для встановлення модуля потрібно перейти на вкладку Not installed (Не встановлено), знайти в Пошуку відповідний модуль і натиснути Install Plugin (Встановити плагін). Встановлений модуль з'явиться в меню Plugins (Плагіни). Деякі модулі будуть з'являтися у вигляді окремих панелей інструментів, які можна відключати / активувати за власним бажанням (рис. 1. 6)

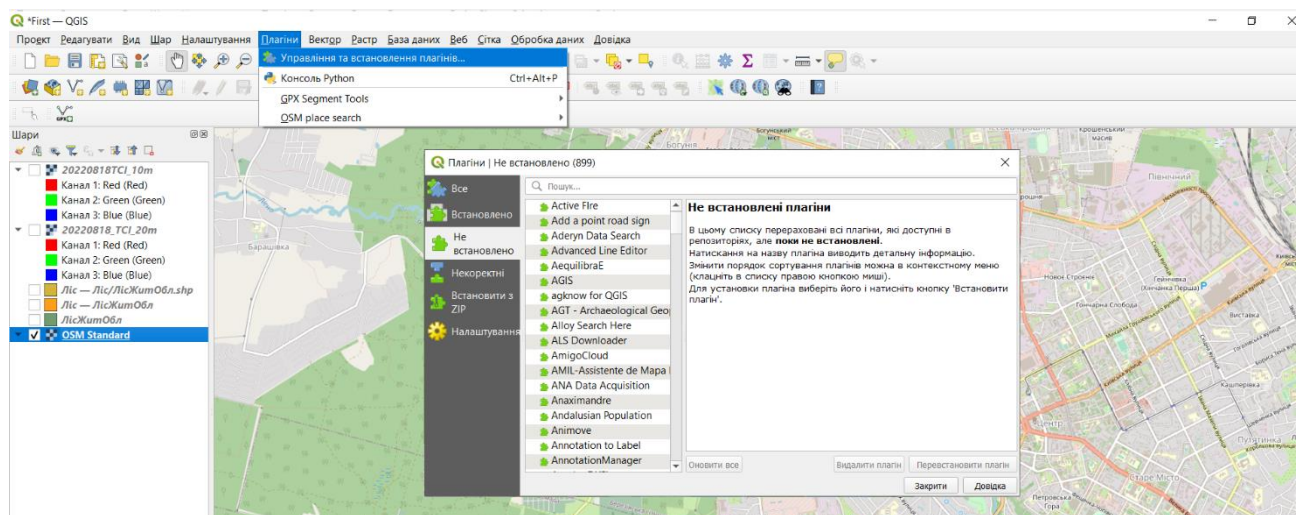


Рис. 1. 6

2. Відкрити ГІС-програму та створити проєкт. Запустіть програму через меню Пуск, або знайдіть іконку QGIS на робочому столі комп'ютера. Переконайтеся, що в програмі відкрито панель Шари (Таблиця змісту). Якщо її немає, то потрібно вибрати у верхньому меню View (Вид) → Panels (Панелі) і поставити відмітку біля Layers (Шари).

Робота в будь-якій ГІС-програмі починається із завантаження різних даних (растрових, векторних, табличних), налаштування їх відображення, порядок шарів та визначення масштабу. Тобто створюється робоче середовище або робочий проєкт, який автоматично зберігає вибрані налаштування.

Проект – це спеціальний файл, в який записується поточний стан робочої сесії, а отже, цей файл надалі може використовуватися для відновлення робочого середовища. Створення проєкту – це дуже проста операція. Потрібно знайти на панелі інструментів кнопку «Проект», натиснути на неї, створити назву проєкту (її краще писати латиницею) і вибрати місце для його зберігання, натиснувши Save (Зберегти). Збереження проєкту дає змогу вам (при відкритті наступного

разу) побачити його в такому самому вигляді, в якому ви його закрили: з усіма даними, в тому самому масштабі, з тим самим набором і розміщенням панелей й інструментів у ГІС-програмі.

** У проекті зберігаються посилання на дані, а не самі дані. Якщо ви хочете перенести проект на інший комп'ютер, то переміщуйте також і всі папки з даними. При збереженні проекту для кожного шару записується шлях, який вказує на його розміщення на комп'ютері. При перенесенні або перейменуванні файлів, які завантажені в проект, шлях змінюється, а отже, коли ви наступного разу відкриєте проект, то не зможете автоматично завантажити ці дані.*

Створіть на своєму комп'ютері папку з назвою «Zhytomyr_DZZ». У цю папку пропонується зберігати всі файли, з якими ми будемо працювати, виконуючи це практичне завдання. Створіть свій проект, надайте йому ім'я і збережіть його. Сюди перемістіть вже розархівовану папку завантаженого знімка зі всіма файлами, і збережіть файл створеного проекту.

3. Додавання базової карти OpenStreetMap. У якості базової карти будемо використовувати OpenStreetMap (OSM) – волонтерський проект, що має на меті збирання, зберігання, аналітику та вільне поширення геоданих. Проект стартував у 2004 р. у Великій Британії за ініціативи Стіва Коста. Усі дані, що містяться за цим ресурсом, поширюються за умов ліцензії Open Database License, тобто використовувати їх можна у будь-яких цілях, у т. ч. і комерційних, вказуючи джерело отримання цих даних. Для встановлення цього ресурсу вам необхідно підключити спочатку плагін «QuickMapServices». Після чого зайти до Головне меню і натиснути «Веб», а у випадючих вікнах обрати варіант «OSM Standart» (рис.1.7).

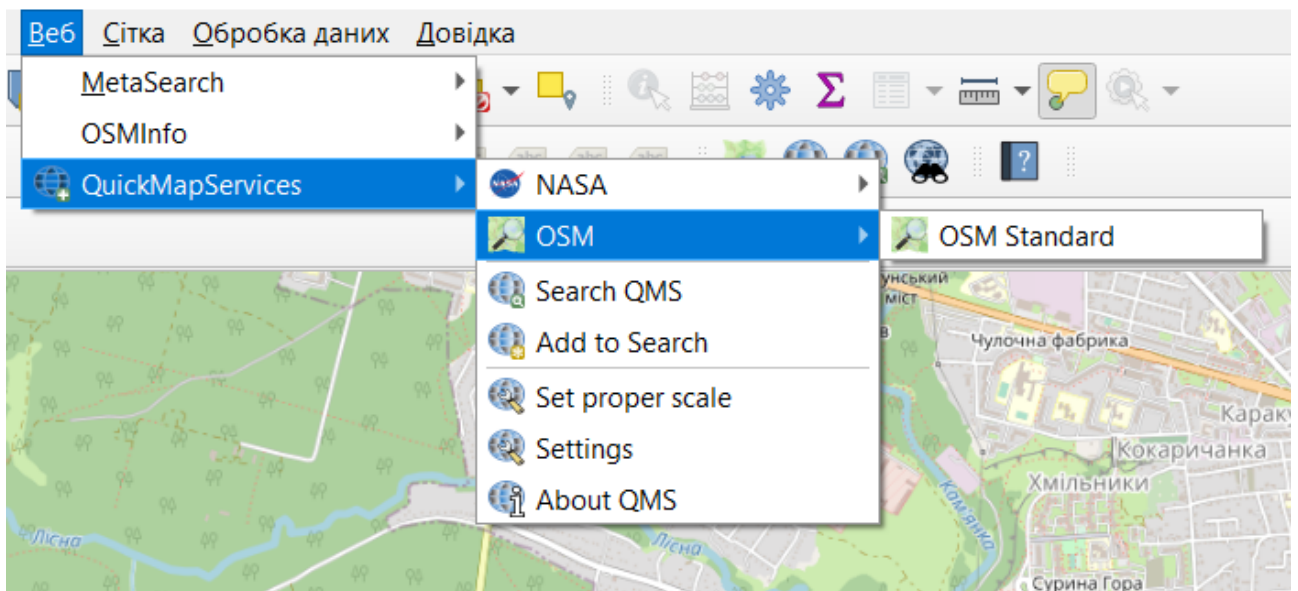


Рис. 1. 7

Після завантаження у робочому вікні буде відображатися область карти. Це фактично є перший шар вашого проекту, збережіть його.

Підтвердження виконання завдання цього лабораторного заняття буде проведено на наступному занятті шляхом використання підготовленого до роботи програмного середовища і файла космічного знімку при виконанні певних завдань.

Завдання 3. Завантажити знімок Європейського космічного агентства Sentinel 2 території аеропорту «Озерне» м. Житомир за 18 серпня 2022 р і створити шари карти знімків з різним просторовим розрізненням.

Завантаження даних у ГІС-програми відбувається кількома способами, але найбільш оптимальним є використання панелі Browser (Браузер) в QGIS, за допомогою якої можна підключити будь-яку папку з даними для подальшої роботи. Можна додати різні дані, як растрові, так і векторні, табличні тощо. Щоб додати файл до шарів програми треба обрати у «Головному меню» кнопку «Шар» і у вікні, що відкриється, обрати «Диспетчер джерел даних» і обрати шлях до папки із збереженим знімком. Зауважимо, що натискання на крайню ліву іконку «Панелі управління шарами» також призведе до відкривання «Диспетчер джерел даних». Крім того, щоб додати файл до шарів програми, потрібно затиснути його лівою кнопкою миші і просто перемістити з Browser на область карти (рис. 1.8). Якщо ви додали дані, які не потрібні для роботи, то можна їх видалити, натиснувши правою клавішею миші на шарі та у випадному списку вибрати Remove (Видалити) і шар зникне.

1. Додайте шари до карти у наступній послідовності: шар TCI_60м, шар B08_10м, шар TCI_10м, шар TCI_20м.

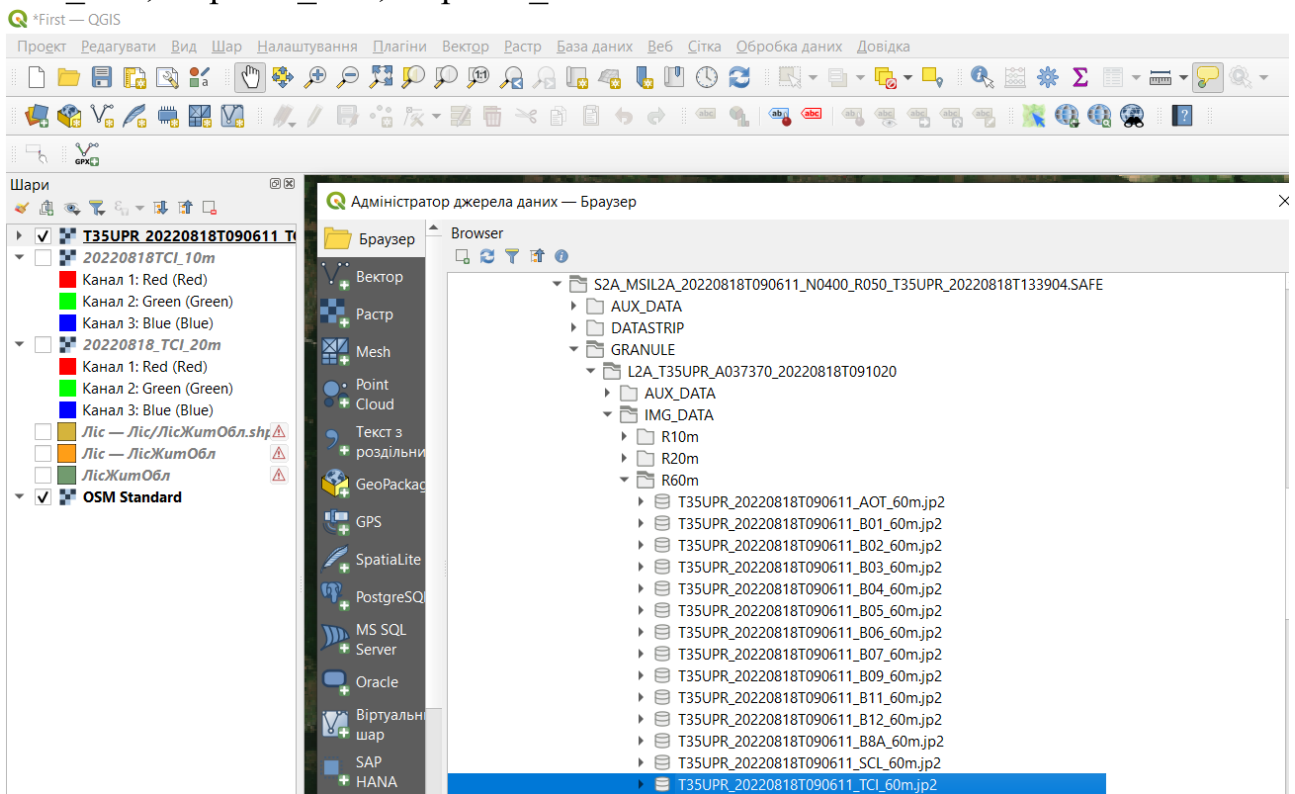


Рис. 1. 8

2. Налаштування порядку візуалізації шарів і їх перейменування. Налаштувати порядок візуалізації шарів та перейменувати їх можна у Layers (Шари) – це як контейнери, які зберігають шари вашої карти. Тут можна змінити шари за черговістю відображення та їх видимістю. Ви маєте змогу відключати і включати шари, з якими працюєте. Це буває зручно, коли карта містить велику кількість шарів. Біля кожного шару є позначка , її наявність засвідчує, що шар відображається на карті. Порядок шарів має важливе значення, оскільки від цього залежить черговість їх розташування на карті. Коли ви будь-що змінюєте

в Layers (Шари), тоді ж миттєво змінюється вигляд карти, яка відображається в робочому вікні. Інколи виникає необхідність у перейменуванні назви шару, особливо якщо це довга назва каналу космічного знімка, як у нашому випадку. Ви можете як скорочувати назви шарів, так і повністю перейменовувати їх. Зробити це дуже просто в тих самих Layers (Шари). Зробити це можна, по-перше, клацнувши правою клавішею миші на назві шару (або через головне меню «Шар», «Властивості шару»), з'явиться вікно Layer Properties (Властивості шару), і у вкладці Source (Джерело) в рядку Layer Name (Ім'я шару) треба натиснути на назву – вона стане редагованою. По-друге, для перейменування виберіть потрібний шар і клацніть правою клавішею миші та виберіть «Переназвати шар». *Перейменуйте шари* для зручності використання більш коротким ім'ям, наприклад, «20220818_канал_розділення». Ви можете побачити, що найперший верхній шар перекриває собою шари, які є нижче. Ви можете відключати відображення шару, знімаючи позначку, що міститься біля кожного шару, а потім знову включати за потреби. Виберіть назву шару «20220818_TCI_60м» і, утримуючи кнопку миші натиснутою, перетягніть його в нижню частину Layers (Шари) під назву шару «20220818_TCI_20м». Позначте галочкою тільки шар «OSM Standard».

3. Знайдіть та наблизьте територію аеропорту м. Житомир. Оберіть шар «20220818_TCI_60м» та добийтеся максимального розділення. Визначте розмір пікселя знімку у віконці «Властивості шару», або у вкладці Information (Інформація) в рядку Pixel Size (Розмір пікселя). *Перевірте розмір* пікселя знімку для шарів з розділенням 20м та 10м. Включіть шар «20220818_TCI_20м», а потім «20220818_TCI_10м». Порівняйте якість подання зображення поверхні при збільшенні просторової роздільної здатності. Для порівняння спектрального розділення знімку порівняйте між собою шари «20220818_TCI_10м», який являє собою комбінацію RGB та одно-канальний сірий «20220818_B08_10м». Зробіть висновки щодо візуального сприйняття зображення панхромного та багатоканального знімків з різним просторовим розділенням знімальної апаратури.

Завдання 4. *Виміряти довжину, ширину та площу злітно-посадкової смуги аеропорту «Озерне» м. Житомир з використанням карти та знімків Sentinel 2 з різним просторовим розділенням.*

1. Проведіть виміри розмірів злітно-посадкової смуги для шарів з різним розділенням. Включіть шар «20220818_TCI_10м». Знайдіть на панелі інструментів кнопку Measure (Виміряти), натиснувши біля неї на трикутник, з'явиться випадаючий список, де треба обрати Measure Line (Виміряти лінію). Вказівник миші перетвориться на хрестик, і з'явиться діалогове вікно, де потрібно обрати одиниці виміру – метри та тип еліпсоїдальний (рис. 1. 9). Наведіть хрестик на початок злітно-посадкової смуги та натисніть на ліву клавішу миші, а потім перенесіть хрестик до кінця смуги. Для завершення виміру натисніть на праву клавішу миші. Аналогічно виміряйте ширину смуги. Розрахуйте площу злітно-посадкової смуги. *Занотуйте показники у звіт.*

2. Проведіть виміри площі злітно-посадкової смуги для шарів з різним розділенням. Для виміру площі оберіть Measure Area (Виміряти площу) та одиниці виміру – квадратні метри. Поставте першу точку у будь-якій вершині

прямокутника злітно-посадкової смуги та натисніть ліву клавішу миші. Перенесіть показник на іншу точку периметру і знову натисніть ліву клавішу миші. Окресливши межі полігона, завершіть вимір, клацнувши правою клавішею миші в останній точці. Щоб почати окреслення нового полігона, потрібно натиснути кнопку New (Новий) в діалоговому вікні Measure (Виміряти). Площа обведеного вами полігона відобразиться в рядку Total (Всього) у квадратних метрах. *Занотуйте отримані результати.*

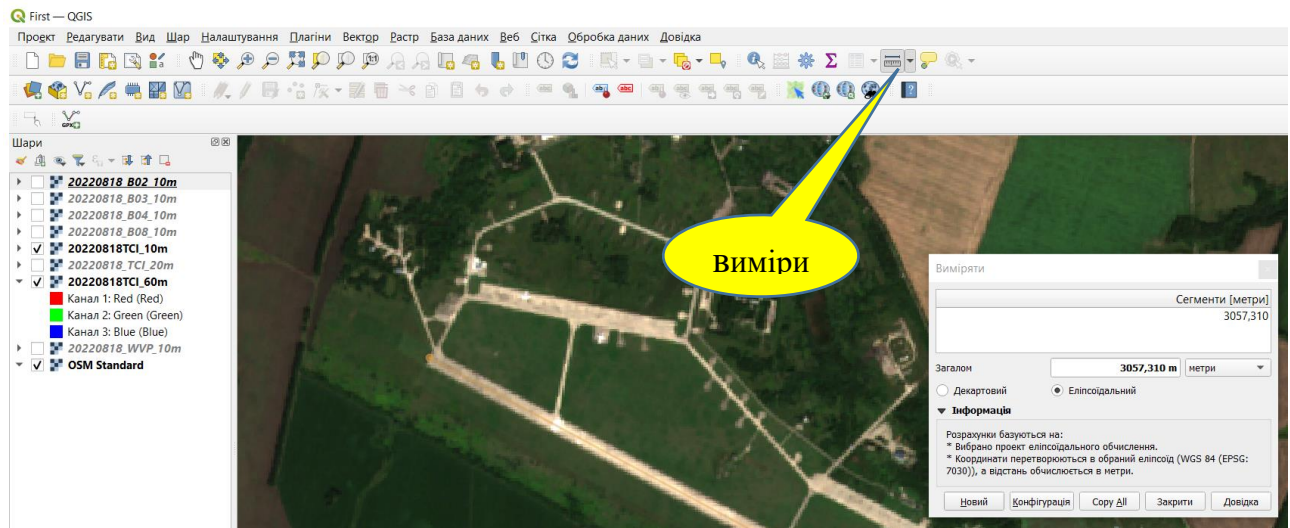


Рис. 1. 9

3. Зробіть виміри розмірів та площі злітно-посадкової смуги для шарів з роздільною здатністю 20м та 60м. Знайдіть в інтернеті реальні розміри та площу злітно-посадкової смуги аеропорту «Озерне» м. Житомир. Порівняйте ці значення з результатами проведених розрахунків та вимірів. Зробіть висновки щодо точності проведених вимірів для шарів з різним просторовим розрізненням. Збережіть проект.

Практичне заняття 2. Синтез кольорового зображення видимих каналів та створення мозаїки зображення Sentinel 2 (5 балів).

Як ви вже зрозуміли з попереднього розділу, «сирі» космічні зображення можуть бути малоінформативними при першому знайомстві з ними. Однак насправді саме інструментарії їх візуалізації та компонування на повну розкривають колосальну кількість інформації, яку нам можуть надати ці дані.

Завдання 1. Синтезувати канали супутникового знімку у природних кольорах для отримання зображення міста Києва шляхом об'єднання двох сусідніх тайлів.

1. Використовуючи вебплатформу Copernicus Open Access Hub замовте знімки космічного апарата Sentinel 2 за 10.07.2022. Подивіться на схему тайлів супутникового знімання космічним апаратом Sentinel 2 (рис.2.1) та, обравши детальний перегляд, проаналізуйте територію, яку покривають обрані тайли (рис.2.2). Проведений аналіз показує, що для створення цілісного супутникового зображення міста Києва потрібно об'єднати два супутникових знімки з номерами тайлів 36UUB та 36UUA. Завантажте два знімки Sentinel 2 за 10.07.2022 з номерами тайлів 36UUB та 36UUA.

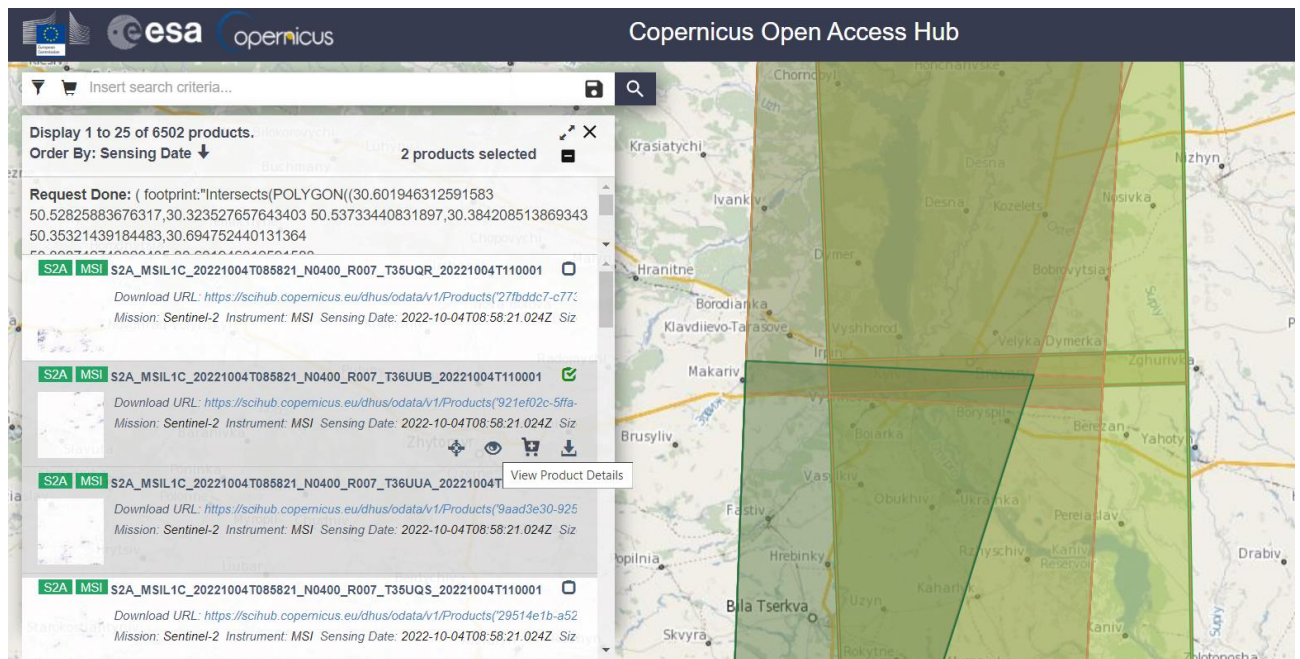


Рис. 2.1



Рис. 2.2.

2. Створіть на своєму комп'ютері папку з назвою «Kyiv_DZZ». У цю папку пропонується зберігати всі файли, з якими ми будемо працювати, виконуючи це завдання. Створіть свій проект, надайте йому ім'я і збережіть його. Сюди перемістіть розархівовану папку завантажених знімків зі всіма файлами, і збережіть файл створеного проекту. Переконайтеся, що в програмі відкрито панель Browser (Браузер), панель Layers (Шари), панель Spatial Bookmarks (Менеджер просторових закладок). Якщо їх немає, то потрібно вибрати у верхньому меню View (Вигляд) → Panels (Панелі) і поставити відмітку біля Browser, Layers та Spatial Bookmarks.
3. Користуючись інструментами навігації, знайдіть на карті м. Київ і наблизьтеся до нього так, щоб місто повністю відображалось на карті. У цьому прикладі ми обріжемо зображення по області карти (рис.2.3). Для того щоб для різних операцій зі знімком використовувати ту саму область карти, її можна зберегти у закладках – тоді легко можна до неї повернутися після пересування по карті. Для цього на панелі Spatial Bookmarks (Менеджер просторових закладок) натисніть на інструмент Add bookmark (Додати закладку) і у Редакторі закладок наберіть латиницею ім'я закладки. Після збереження закладка з'явиться на панелі закладок. Можна змінити назву закладки, двічі натиснувши на неї лівою клавішею миші. Тепер за допомогою інструментів навігації по карті наблизьтеся до будь-якого району міста Києва і збережіть закладку з новим ім'ям. Після цього натисніть двічі лівою клавішею миші на попередню закладку і карта автоматично позиціонується на збережену раніше область.

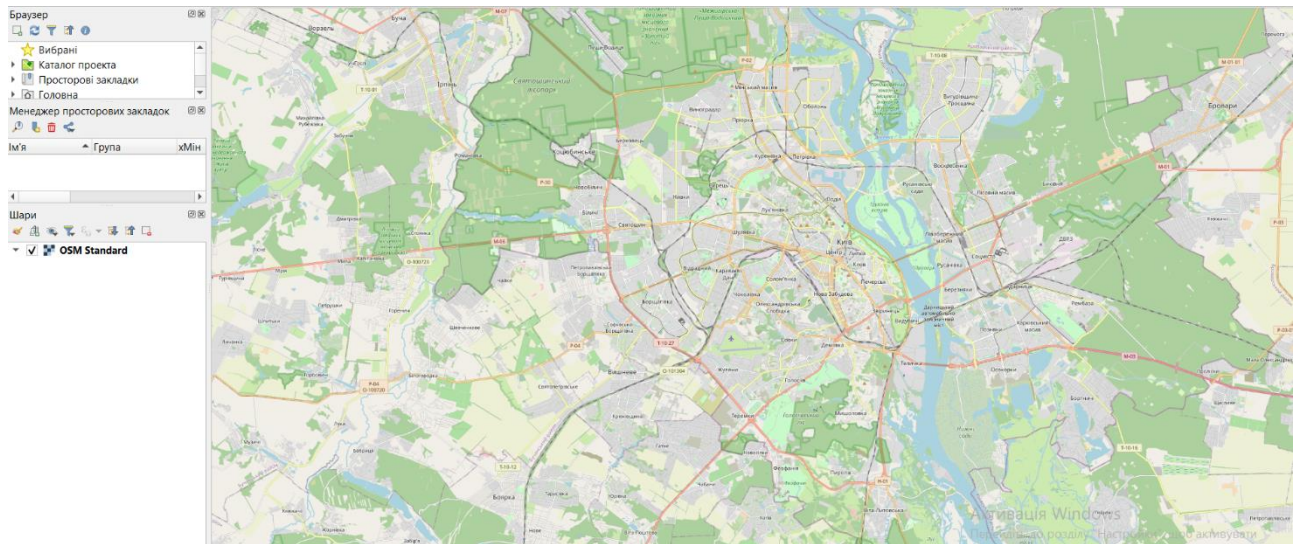


Рис. 2.3

4. **Синтез кольорового зображення видимих каналів.** Спочатку з'єднаємо чорно-білі канали супутникового знімка в одне *кольорове зображення* (тобто виконати синтез каналів) для знімка з номером тайлу T36UUA. Для цього у програмі QGIS, потрібно натиснути у верхньому меню на Raster (Растр), розгорнути вкладку Miscellaneous (Різне) → Merge (Об'єднати). Відкриється вікно для синтезу каналів, у якому треба в рядку Input Layers (Вхідні шари) вказати канали, які ви хочете об'єднати. Для цього потрібно натиснути на іконку поряд з рядком Input Layers (Вхідні шари), у вікні натиснути на Add files (Додати файли) і знайти папку, де збережені канали знімка, та вибрати потрібні канали. Створимо спочатку зображення у природних кольорах, використовуючи канали B04, B03, B02. Важливо вибрати канали саме в такій послідовності: B04 (Red – червоний), B03 (Green – зелений) і B02 (Blue – синій). Тому потрібно перетягнути канали так, щоб вони відображалися в послідовності B4, B3, B2. Після цього потрібно натиснути на Open (Відкрити), і вибрані зображення завантажаться у вікно об'єднання у кількості трьох каналів. Далі потрібно поставити відмітку поряд з рядком Place each input file into a separate band (Помістити кожен вхідний файл в окрему групу), а біля рядка Merged (Синтезований) натиснути на іконку і вибрати Save to file (Зберегти у файл), знайти шлях до папки і дати назву файлу (наприклад, RGBSKyivT36UUA для знімка з номером тайлу T36UUA) і натиснути Run (Пуск обробки). Так само створіть синтезоване зображення тайлу T36UUB для тих самих каналів B4, B3, B2.
5. **Обрізання синтезованого зображення по межах картографічного вікна.** Далі потрібно одразу обрізати синтезоване зображення по межах картографічного вікна, щоб програма не обробляла зайві області знімка (якщо потрібно, спочатку поверніться до області карти, яку ви зберегли в закладках). Натисніть правою клавішею миші на ім'я синтезованого зображення RGBSKyivT36UUA в Менеджері шарів і виберіть з контекстного меню Export (Експорт) → Save As (Зберегти як). У вікні для збереження растра біля рядка File Name (Назва файлу) потрібно натиснути на іконку і вказати шлях до папки, де буде зберігатися зображення, а також його назву. Нижче в блоці Extent (Область покриття) вибрати Map Canvas Extent (Область картографічного вікна) і натиснути Ok. У результаті в картографічному вікні відкриється нове синтезоване зображення з комбінацією природних кольорів та обрізане по

області картографічного вікна. Зробіть такі самі операції із зображенням RGBNKyivT36UUB.

6. **Створення мозаїки зображення** – це створення одного зображення з декількох сцен супутникової зйомки. Застосування цього інструменту дає змогу отримати суцільне зображення на територію дослідження. Тобто нам потрібно «зшити» два знімки північної і південної частини Києва, щоб отримати суцільне зображення міста. Для цього ми знову використаємо інструмент Merge (Злиття). Відкрийте меню Raster (Растр) → Miscellaneous (Різне) → Merge (Злиття) та вкажіть як Input Layers (Вхідні шари) два отримані, синтезовані й обрізані по контуру картографічного вікна знімки.

Створіть мозаїку зображення для раніше збережених файлів кольорового зображення RGBNKyivT36UUB і RGBSKyivT36UUA та збережіть об'єднане зображення. Після чого отримаємо синтезоване зображення, яке складається з двох тайлів, з комбінацією природних кольорів та обрізаних по області картографічного вікна (рис.2.4). А натиснувши два рази на ім'я шару, можливо отримати синтезоване зображення по області картографічного вікна (рис.2.5).

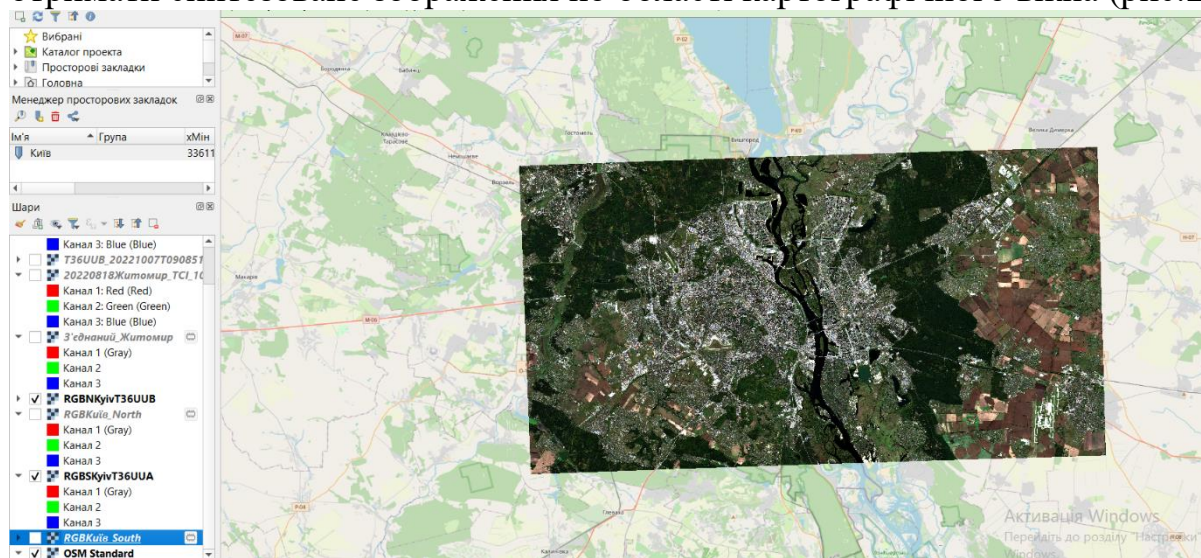


Рис. 2.4



Рис. 2.5

На знімку легко розрізняються межі міста за щільною забудовою. Київ розташований на обох берегах Дніпра – річки, яку добре помітно в центрі зображення, та частково оточений лісами (темно-зелені зони на знімку).

Завдання 2. Знайдіть на знімку аеропорт Бориспіль та виміряйте довжину злітно-посадкової смуги терміналів F та D аеропорту Бориспіль, з використанням космічного знімку з просторовим розділенням 10м. Проведіть такі самі виміри з використанням карти сервісу Google Maps.

Зробіть висновки про порядок об'єднання тайлів і синтезу зображення в межах заданого контенту карти. Оформіть звіт, помістивши туди скріншоти виконаного завдання та порівняйте результати картометричних вимірів.

Практичне заняття 3. Дослідження можливості використання синтезу каналів супутникового знімку для локалізації ділянок відкритого вогню лісової пожежі (10 балів).

Завдання. Дослідити можливість використання синтезу каналів супутникового знімку для локалізації ділянок відкритого вогню лісової пожежі території зони відчуження біля селища Народичі .

1. Створіть новий проект QGIS, наприклад, з ім'ям «Chornobyl». Зайдіть на сайт Copernicus open access hub і скачайте супутникові знімки Sentinel 2 території зони відчуження біля селища Народичі від 04 квітня 2020 р. (рис.3.1). Як видно обрана область знімку складається з двох тайлів. Відкривши канал TCI цих тайлів, зробіть висновок чи необхідно робити мозаїку зображень з двох тайлів, або можливо обрати лише один з них, який є достатнім для аналізу ділянки займання лісу. Зробіть нову закладку, наприклад, з ім'ям «Пожежа» (рис.3.2).

2. Створіть зображення у природних кольорах, використовуючи канали **B04** , **B03**, **B02** обраного тайлу та збережіть його, наприклад, з ім'ям «Пожежа_RGB» в межах контенту карти. Зробіть скріншот отриманого синтезованого зображення заданого у завданні району. Чи схоже отримане зображення на канал TCI? Збережіть проект.

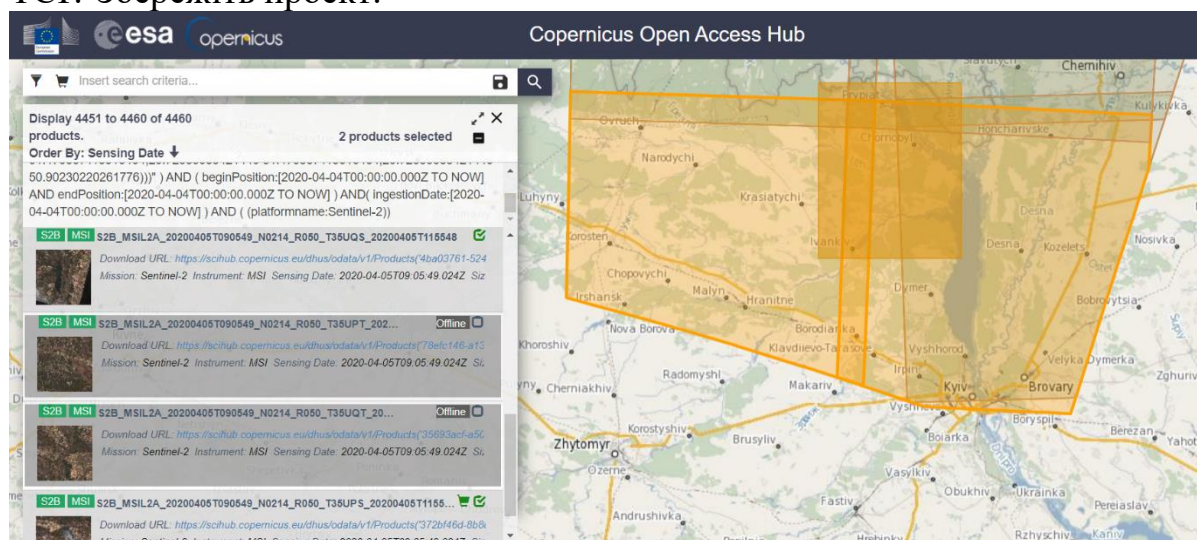


Рис. 3.1

B12, B11, B04 (SWIR2, SWIR1, Red) - ця комбінація «штучні кольори-урбо» також забезпечує «природне» зображення. Рослинність відображається у відтінках темно- та світло-зеленого протягом вегетаційного періоду, міська забудова – білий, сірий, блакитний або фіолетовий колір. Гарячі поверхні, як-от лісові пожежі, насичують канали середнього ІЧ та показуються у відтінках

червоного чи жовтого. Одним з конкретних застосувань цього поєднання є моніторинг лісових пожеж.



Рис. 3.2

Проведіть синтез зображення з використанням комбінації каналів B12, B11, B04. Зробіть скріншот отриманого синтезованого зображення заданого району.

B12, B8A, B03 (SWIR2, Red8, Green)–«Усунення впливу атмосфери». Ця комбінація забезпечує «природну» передачу кольорів. Здорова рослинність буде яскраво-зеленою і може змінювати насичення в різні вегетаційні періоди, рожеві ділянки – це безплідний ґрунт. Суха рослинність буде помаранчевою, а вода – синьою. Вогонь на вигляд червоний на знімках, і ця комбінація використовується для управління пожежами й аналізу згорілих лісових площ.

Проведіть синтез зображення з використанням комбінації каналів B12, B8A, B03. Зробіть скріншот отриманого синтезованого зображення заданого району.

3. Створіть синтезоване псевдокольорове зображення з комбінацією каналів **B12, B08, B02**. Для чого спочатку зробіть з'єднаний шар в такій послідовності каналів: B02, B08, B12 та збережіть (з відміткою Помістити кожен вхідний файл в окрему групу) з ім'ям ПожежаB020812 (рис. 3.3).

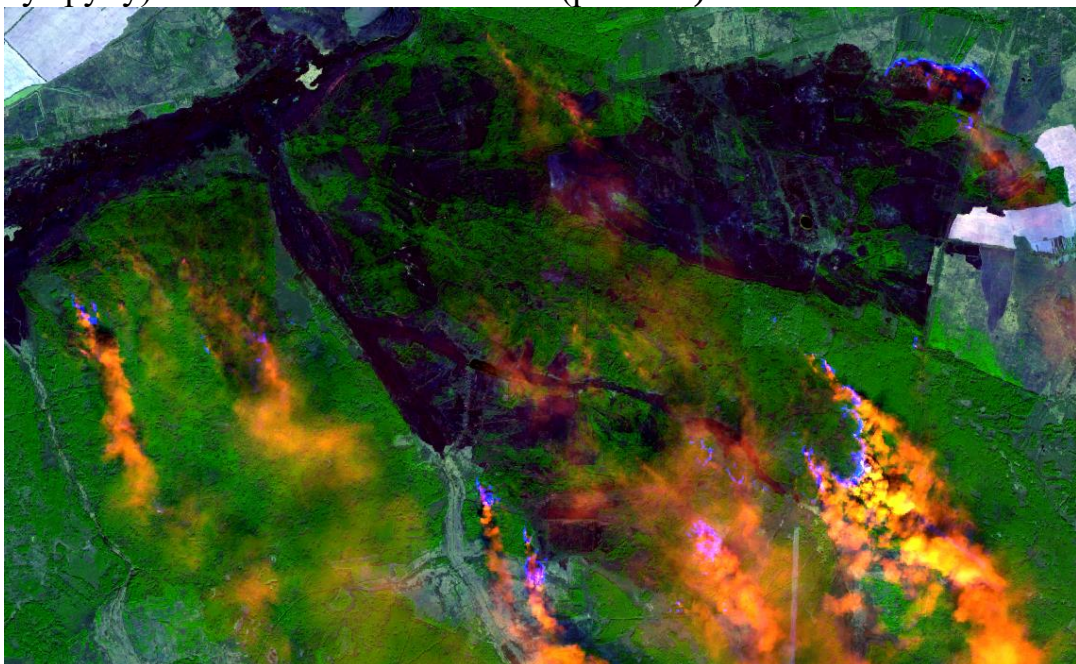


Рис. 3.3

4. Також збережіть шар з ім'ям «ПожежаВ120802», але після збереження змініть порядок відображення каналів на В12, В08, В02 (рис. 3.4). Зробіть скріншот отриманого синтезованого зображення.

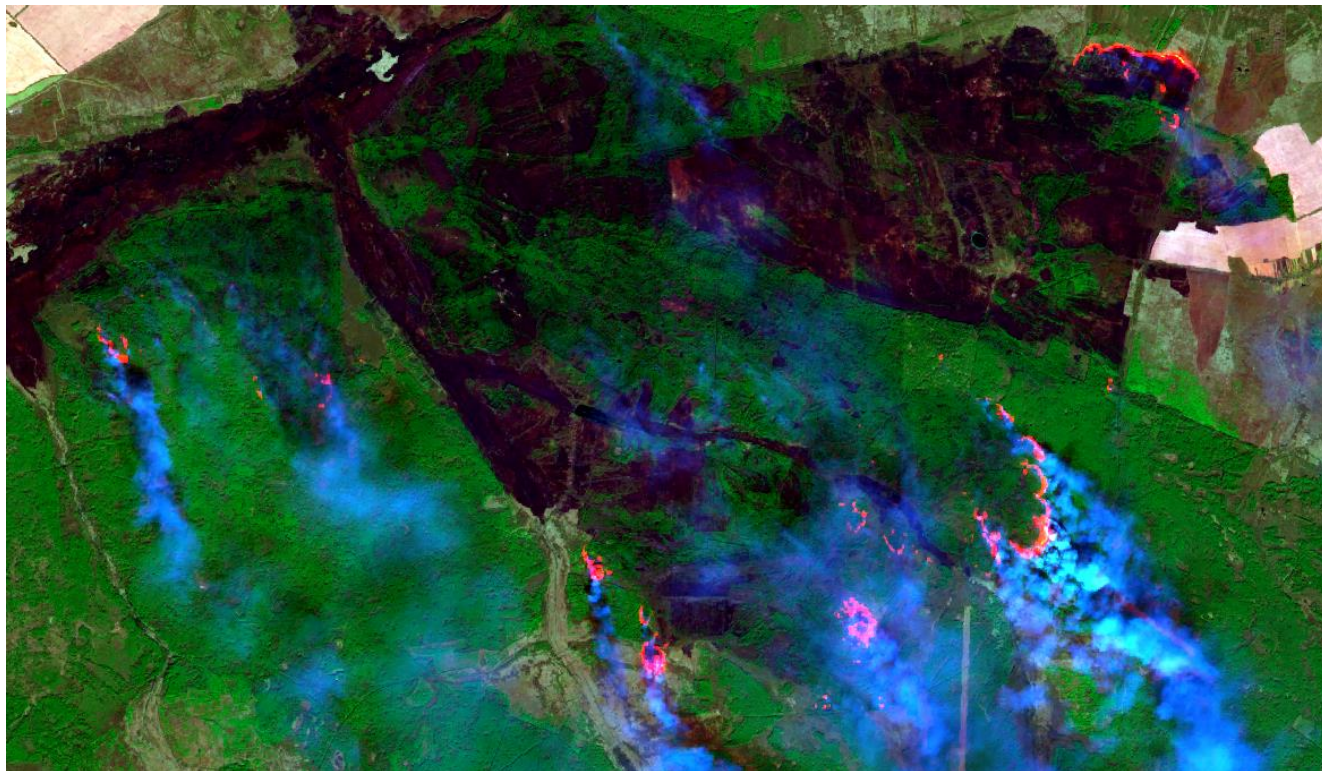


Рис. 3.4

5. Проаналізуйте отримані варіанти синтезованих зображень і зробіть висновок про те, який варіант синтезу каналів більше підходить для аналізу лісової пожежі та може використовуватись для виявлення ділянок відкритого вогню при задимленні. Порахуйте кількість осередків займань та приблизну довжину фронту ділянок відкритого вогню.

6. Подивіться на лісовий масив у напрямку селища Жмиївка на південь від пожежі. Знайдіть місце вже згаслої пожежі з точковими займаннями. Порахуйте приблизну площу поширення пожежі у цьому лісовому масиві. Результати розрахунків помістіть у звіт. Оформіть звіт.

Практичне заняття 4. Дослідження оптимального варіанту синтезу каналів супутникового знімку для аналізу вегетаційних процесів та антропогенних об'єктів (15 балів).

Завдання. Використовуючи файл космічного знімку з проекту «Zhytomyr_DZZ», проведіть дослідження щодо найкращого варіанту синтезу зображення для аналізу вегетаційних процесів лісового масиву у районі селища Буймир.

1. Користуючись інструментами навігації, знайдіть на карті лісовий масив із селищем Буймир посередині, якій буде підлягати подальшому аналізу, і наблизьтеся до нього так, щоб масив повністю відображався на карті. Для того щоб для різних операцій зі знімком використовувати ту саму область карти обріжте зображення по області карти (рис.4.1). Для цього на панелі «Менеджер просторових закладок» натисніть на інструмент «Додати закладку» і у «Редакторі закладок» наберіть латиницею ім'я закладки. Після збереження

зкладка з'явиться на панелі закладок. Можна змінити назву закладки, двічі натиснувши на неї лівою клавішею миші.

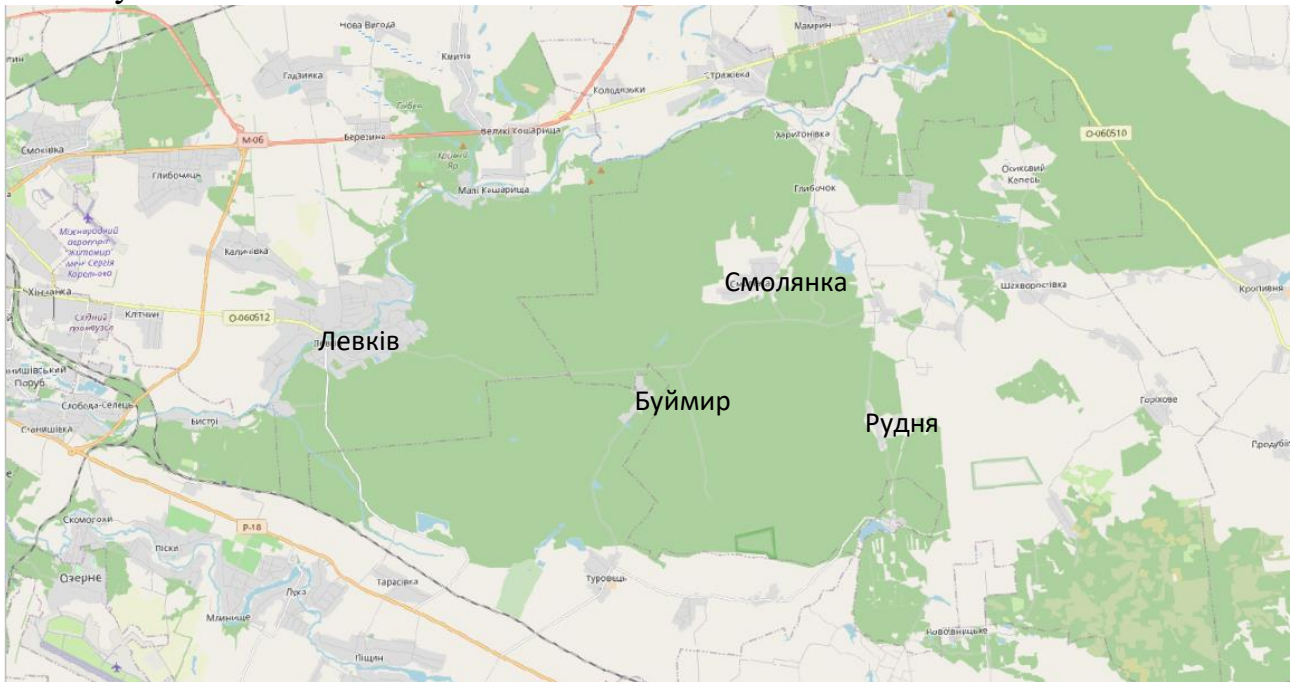


Рис.4.1

2. Синтез каналів супутникового знімку для аналізу вегетаційних процесів (кожний варіант синтезування-3 бали).

B04, B03, B02 (Red, Green, Blue) -комбінація «природні кольори». Оскільки в цій комбінації використовуються видимі канали, наземні об'єкти відображаються у звичних кольорах для людини: здорова рослинність – зелена, недавно очищені поля – світлі, нездорова рослинність – коричнева і жовта, дороги – сірі, берегова лінія – біла. Однак водні об'єкти тут будуть надто темними через недостатнє проходження синього кольору крізь атмосферу.

Проведіть синтез зображення з використанням комбінації каналів B04, B03, B02 - «природні кольори». Зробіть скріншот отриманого синтезованого зображення заданого у завданні району.

Користуючись інструментами навігації, знайдіть на карті злітно-посадкову смугу аеропорту «Озерне» м. Житомир. Зробіть висновок про можливість використання цієї комбінації каналів для аналізу злітно-посадкових смуг.

Нагадування. Для з'єднання чорно-білих каналів супутникового знімка в одне кольорове зображення (синтез каналів) необхідно у програмі QGIS натиснути у верхньому меню на «Растр», розгорнути вкладку «Різне» → «Об'єднати». Відкриється вікно для синтезу каналів, у якому треба в рядку «Вхідні шари» вказати канали, які ви хочете об'єднати. Для цього потрібно натиснути на іконку поряд з рядком «Вхідні шари», у вікні натиснути на «Додати файли» і знайти папку, де збережені канали знімка, та вибрати потрібні канали. Для зображення у природних кольорах виберіть канали в послідовності: B04 (Red – червоний), B03 (Green – зелений) і B02 (Blue – синій). Після цього потрібно натиснути на «Відкрити» і вибрані зображення завантажаться у вікно об'єднання у кількості трьох каналів. Далі потрібно поставити відмітку поряд з рядком «Помістити кожен вхідний файл в окрему групу», а біля рядка «Синтезований» натиснути на іконку і вибрати «Зберегти

у файл», знайти шлях до папки і дати назву файлу (наприклад, Levkiv_RGB) і натиснути «Пуск обробки».

B11, B8A, B02 (SWIR1, Red8, Blue) - комбінація «агро» корисна для моніторингу сільськогосподарських культур. Яскраво-зелений колір представляє енергійну, здорову рослинність. Хвойні ліси на вигляд темно-зелені, а листяні – яскраво-зелені. Ділянки з рідкою рослинністю і голі ділянки відображаються коричневими і ліловими. Проведіть синтез зображення з використанням комбінації каналів B11, B8A, B02. Зробіть скріншот отриманого синтезованого зображення заданого району. Користуючись інструментами навігації, знайдіть на карті злітно-посадкову смугу аеропорту «Озерне» м. Житомир. Зробіть висновок про можливість використання цієї комбінації каналів для аналізу злітно-посадкових смуг.

Нагадування. *Результуючий знімок буде мати просторову розрізненість першого вхідного шару. Просторова розрізненість каналів B11 та B8A – 20 м, а каналу B02 – 10 м, тому варто вибрати для синтезу канали саме в такій послідовності: B02, B8A, B11, але після синтезу каналів потрібно змінити порядок відображення каналів на B11, B8A, B02. Для того щоб переставити місцями канали синтезованого зображення (замість першого - третій і навпаки), потрібно в таблиці шарів натиснути правою клавішею миші на шар знімка, щоб відкрити контекстне меню, з якого вибрати «Властивості». У результаті відкриється вікно властивостей шару, в якому потрібно розгорнути вкладку «Символіка». Розгортаючи вкладку навпроти назв Red (Червоний), Green (Зелений), Blue (Синій), потрібно змінити комбінацію каналів. Для Red вибрати з випадального меню Канал_3, а для Blue – Канал_1 і натиснути Ok. У результаті в проекті відкриється псевдокольорове зображення з комбінацією каналів B11, B8A, B02.*

B8A, B11, B02 (Red8, SWIR1, Blue) – «Здорова рослинність» відображається у відтінках червоного, коричневого, помаранчевого і жовтого кольорів. Ґрунти можуть бути зеленими і коричневими, міська забудова – біла, блакитна і сіра, червонуваті ділянки показують нову рослинність. Чиста, глибока вода в цій комбінації буде дуже темною. Якщо вода мілка або містить відклади, вона буде мати вигляд, як відтінки світло-блакитного. Це не дуже хороша комбінація для вивчення антропогенних об'єктів, як-от дороги, злітно-посадкові смуги.

Для отримання зображення у цій комбінації потрібно переставити на перше місце канал B8A.

Користуючись інструментами навігації, знайдіть на карті злітно-посадкову смугу аеропорту «Озерне» м. Житомир. Зробіть висновок про доцільність використання цієї комбінації каналів для аналізу злітно-посадкових смуг. Зробіть скріншот отриманого синтезованого зображення.

B11, B8A, B04 (SWIR1, Red8, Red) – «Вегетаційний аналіз». Ця комбінація надає користувачеві велику кількість інформації та колірних контрастів. Здорова рослинність – яскраво-зелена, а ґрунти – лілові. Вона корисна для вивчення рослинності і широко використовується в лісовому господарстві для виявлення ділянок дерев, які заражені шкідниками.

Для отримання зображення у цій комбінації потрібно синтезувати зображення аналогічно комбінації «агро», але замість каналу B02 використати канал B04. Зробіть скріншот отриманого синтезованого зображення.

Користуючись інструментами навігації, знайдіть на карті злітно-посадкову смугу аеропорту «Озерне» м. Житомир. Зробіть висновок про можливість використання цієї комбінації каналів для аналізу злітно-посадкових смуг.

B12, B8A, B04 (SWIR2, Red8, Red) – «короткохвильовий інфрачервоний». Ця комбінація каналів дуже корисна для досліджень рослинності, оскільки тут відбивна здатність у SWIR обумовлена вмістом вологи в листі або ґрунті. Отже, здорова рослинність із підвищеним вмістом вологи відображається яскраво-зеленим кольором, в той час як посушливі райони мають темно-зелений колір. Хвойний ліс глибокого зеленого, а листяний ліс – яскраво-зеленого кольорів. Ґрунти на вигляд коричневі та лілові. Ця комбінація каналів підходить для вивчення стану рослинності, виявлення порушення ґрунтів, типу ґрунту тощо.

Для отримання зображення у цій комбінації потрібно синтезувати зображення аналогічно комбінації «Вегетаційний аналіз», але замість каналу B11 використати канал B12. Зробіть скріншот отриманого синтезованого зображення заданого району.

Користуючись інструментами навігації, знайдіть на карті злітно-посадкову смугу аеропорту «Озерне» м. Житомир. Зробіть висновок про можливість використання цієї комбінації каналів для аналізу злітно-посадкових смуг.

Порівняйте отримані зображення між собою і зробіть висновки про найкращий варіант синтезу зображення для аналізу вегетаційних процесів та антропогенних об'єктів. Оформіть звіт, помістивши туди результати своїх досліджень.

Практичне заняття 5. Дешифрування та аналіз супутникових знімків (25 балів)

Опрацювання даних ДЗЗ включає в себе велику кількість різних методів, але суть їх зводиться до *отримання карти на основі космічного знімка*. Створена карта має відображати інформацію про певні важливі для дослідника об'єкти і явища. Цей процес називається *дешифруванням знімка*. Залежно від завдання і доступних даних застосовують автоматичне, напівавтоматичне та ручне дешифрування зображень.

Завдання. *Оцифрувати у ручному режимі та відобразити на карті вирубку лісового масиву у районі селищ Голубієвичі – Васьківці - Великі Міньки Житомирської обл. станом на 4 квітня 2020 р. на основі космічних знімків Sentinel 2.*

На рис.5.1 наведений фрагмент вказаної ділянки лісового масиву, на прикладі якої потрібно відпрацювати методику дешифрування середньо-детального знімку у програмі QGIS з метою отримання даних щодо вирубки лісів.

Вирубка лісу це спилування, зрубівання або зрізання дерев, чагарників, що проводиться з метою отримання деревини, а також для оздоровлення, відновлення лісу і підвищення його продуктивності. Отже у процесі дешифрування знімку нам необхідно отримати шар вирубок лісу вказаної ділянки.

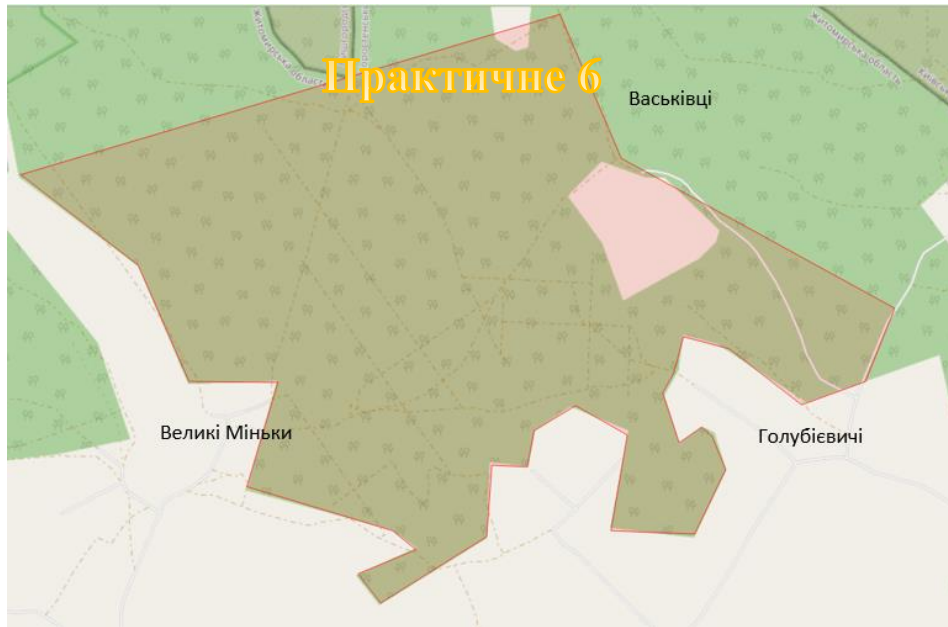


Рис.6.1

1. Створення тематичних шарів у форматі *.shp (5 балів). Ви знаєте, що картографічна інформація в цифровому форматі відображена у вигляді тематичних шарів. Кожен шар являє собою набір об'єктів, які мають спільну тематичну ознаку і тип даних (точки, полігони чи лінії), наприклад: шар сміттєзвалищ, шар вирубок, шар озер, шар парків тощо. Таке представлення даних на карті забезпечує можливість користувачам легко і гнучко відображати ті тематичні шари, які потрібні в певний момент часу, – налаштовувати умовні позначення, підписи та видимість для кожного шару окремо тощо. За типом геометрії об'єктів розрізняють векторні точкові, лінійні, полігональні шари, а також растрові шари. Супутниковий знімок – це растровий шар, а виокремлені на основі дешифрування знімка об'єкти – це найчастіше векторні шари. Для візуального представлення кожного окремого шару використовують індивідуальні умовні позначення: символи, кольори і текст. Один з найпоширеніших форматів для збереження векторних шарів у ГІС-програмах є шейп-файл.

1. Запустіть програму QGIS Desktop. Відкрийте новий проект і додайте до нього базову карту OpenStreetMap. Користуючись інструментами навігації, знайдіть та наблизьте потрібний лісовий масив на карті OSM. Додайте до проекту шар синтезованого псевдо-кольорового зображення з комбінацією каналів B12, B08, B04 тайлу T035UPS космічного знімку Sentinel 2 від 4 квітня 2020 р. Для чого спочатку зробіть з'єднаний шар в такій послідовності каналів: B04, B08, B12 (помістити кожен вхідний файл в окрему групу) та збережіть з ім'ям VyubkaB040812 в межах екстента карти. Також збережіть шар з ім'ям VyubkaB120804, але після збереження змініть порядок відображення каналів на B12, B08, B04. Для зручності подальшої роботи зробіть просторову закладку.

2. На панелі інструментів виберіть  (Створити шейп-файл), або у головному меню оберіть Шар-Створити шар. У вікні, що відкриється, біля поля File name (Назва файлу) натисніть на ... (огляд), щоб знайти потрібну папку, в яку

будете зберігати новий векторний шар з виділеними рубками. Вкажіть його назву, наприклад, «Vugubka», і натисніть Save (Зберегти).

Далі в діалоговому вікні для створення шейп-файлу в полі Geometry type (Тип геометрії) виберіть Polygon (Полігон), так як ми плануємо порахувати площі вирубки після їх оцифрування.

Під полем геометрії є ще один список з назвами картографічних проєкцій, потрібно його розкрити і вибрати проєкцію WGS 84. У меню проєкцій відображаються найбільш вживані користувачем програми проєкції. Якщо ви ще її не вказували, то вона може бути відсутня в списку. У такому разі потрібно натиснути на  й у вікні, що відкриється, у верхньому рядку Filter (Фільтр) написати «WGS 84». У результаті ця проєкція відобразиться у вікні Coordinate Reference System (Система координат), потрібно її вибрати і натиснути Ok.

Створіть нове поле з атрибутом «Year», тобто поле, в якому для кожного векторного об'єкта (оцифрованого полігона) будемо записувати рік. Для цього в частині вікна New field (Нове поле) вкажіть Name (Назва) – «Year», Type (Тип) – Text data (Текстовий код) та натисніть на Add to Fields List (Додати до списку полів). Нове поле «Year» має додатися в частині вікна Fields List (Список полів). На завершення потрібно натиснути Ok і новий шар «Vugubka» автоматично відкриється в таблиці змісту проекту.

* Створювати нові поля з атрибутами можна також для векторних шарів, що вже існують, тобто не лише при створенні нового векторного шару.

3. Підберіть зручний для себе стиль відображення шейп-файлу. Для доступу до інструментів налаштування відображення шейп-файлів треба правою клавішею миші натиснути на шар вирубки й обрати з пункт Properties (Властивості), після чого у вікні Layer Properties (Властивості шару) перейти на вкладку Symbology (Символіка). У верхньому полі цього вікна можна обрати варіант, за яким треба відображати об'єкти шейп-файлу. Варіант відображення Single Symbol (Звичайний символ) відображає усі об'єкти в обраному шарі однаково. Цей спосіб доцільно використовувати, коли об'єкти в одному шарі не мають жодної класифікаційної ознаки. Інший поширений варіант відображення шару – це Categorized (Категоріальний), який дає змогу відобразити об'єкти шару залежно від їх властивостей. Об'єкти в цьому разі відображатимуться, ґрунтуючись на різних значеннях певного атрибута, наприклад, поля «Forest» (тип ділянки). Цей спосіб застосуємо нижче, коли оцифруємо всі вирубки. Потрібно буде відобразити їх різними кольорами на основі унікальної ознаки – типу ділянки лісу.

На цьому етапі ми залишимо тип відображення «Звичайний символ». Нижче в полі Fill (Заливка) можна вибрати стиль заливки полігона, виберемо тип Simple fill (Проста заливка), натиснувши на яку – відкриються поля для налаштування контуру та заливки полігона. Для оцифрування зручно працювати з полігонами, які відображаються лише контуром, без заливки, тому в полі Fill style (Стиль заливки) виберемо No Brush (Без заливки), в полі Stroke color (Колір контуру) з випадного меню виберемо, наприклад, червоний колір, а в полі Stroke width (Ширина контуру) поставимо 1, що значить, що ширина контуру буде мати розмір 1 мм. Після цього натиснемо Ok.

2.Робота з векторними шарами (10 балів). Після створення векторного шару ми починаємо процес безпосереднього оцифровування (ручного окреслення вирубки).

1. Ознака вирубки. Для того щоб побачити і правильно оцифрувати вирубку, необхідно навчитися її впізнавати на космічному знімку. Космічний знімок – ніби зашифрований рисунок, який треба навчитися читати, володіючи певними ознаками дешифрування. Нагадаємо, що дешифрування ґрунтується на таких ознаках, як колір, форма, розмір, текстура, наявність тіні та особливості місцезнаходження рельєфу тощо.

Перша найхарактерніша ознака вирубки – це колір, на темному фоні стиглого лісу вирубки завжди контрастують як світлі плями. Наведемо приклад вигляду вирубок на синтезованому космічному знімку Sentinel 2 в комбінації кольорів (SWIR, NIR, Red), де їх легко можна впізнати за рожевим кольором на фоні зеленого лісу (рис. 5.2). За кольором також можна визначити частини вирубок, що розрізняються за умовами місцезростання або перебувають в різній стадії лісовідновлення (за віком і переважаючою породою). Так, території лісу, які нещодавно були вирубані і засаджені знову молодими деревами, мають вигляд плям світло-зеленого кольору і насиченості їх тону залежить від того, як давно було проведено лісовідновлення.

Наступна ознака – це форма вирубки, яка має зосереджений однорідний вигляд. Більшість штучних об'єктів, створених людьми (водосховища, поля, дороги, лісосмуги, забудова тощо), мають певну геометричну форму, а природні об'єкти, на відміну від них, мають плавні, звивисті і неоднорідні форми (річки, болота, заплави та ін.).



Рис. 5.2

Розмір вирубок напряму залежить від різновиду методики рубки. Розрізняють чотири основні типи рубок за призначенням: головного користування, рубки догляду, санітарні та комплексні. Найбільш масштабні

рубки головного користування, що проводяться з метою заготівлі деревини, поділяються на типи:

- вибіркова – періодично вирубуються окремі дерева або групи дерев;
- поступова – вирубування деревостану відбувається за кілька прийомів;
- суцільна – весь деревостан на лісосіці вирубується в один прийом.

Ще одна допоміжна ознака визначення віку стиглого лісу – наявність тіні. Чим вищі дерева, тим більшу тінь вони мають на межі з вирубною.

2. Редагування векторних шарів у програмі QGIS відбувається за допомогою стандартних інструментів, а також за допомогою панелі додаткових інструментів. За замовчуванням ця панель не відображається у верхньому меню інструментів, тому для початку потрібно її відкрити. Для цього натисніть на меню View (Вид) → Toolbars (Панель інструментів) і поставте відмітку поряд з Advanced Digitizing Toolbar (Додаткові інструменти оцифрування). У результаті інструменти для оцифрування відобразяться у верхній панелі інструментів.

Іконки інструментів відображаються сірим кольором, тому що спочатку вони не активні. Ця панель складається з багатьох корисних інструментів, але для початку потрібно знати головне – як почати і закінчити окреслення полігона. Отже, для початку потрібно активізувати режим редагування векторних шарів. Для цього в таблиці змісту виберіть шар, який потрібно редагувати, натиснувши

на нього лівою клавішею миші, після цього натисніть на інструмент  (Перемкнути редагування). Ви можете побачити, що після включення режиму редагування низка інструментів почала відображатися кольоровими іконками,

тобто стали активними. Один з них  – це інструмент для оцифрування полігонів. Виберіть його і почніть окреслення вирубок на знімку. Для покрокового ручного цифрування зручно використовувати режим «Оцифровка з

автоматичним додаванням точок». Вибір режиму здійснюється у меню  панелі «Додаткові інструменти оцифрування». Початок оцифрування визначається натисканням на ліву клавішу миші. Закінчивши окреслення полігона, потрібно натиснути на праву кнопку миші, щоб завершити його створення. Після цього з'явиться віконце для вводу атрибутивних даних, поле «id» (ідентифікатор об'єкта) можна залишити без змін, воно буде заповнюватися програмою автоматично, а поле «Year» також залишіть без змін (у подальшому рядкам цього поля дамо назву разом) і натисніть Ok або кнопку Enter на клавіатурі. Після завершення оцифровування певної кількості вирубок бажано

натиснути на , щоб зберегти внесені зміни до створеного шару. Після завершення оцифровування усього шару з векторними об'єктами, знову

натисніть на , а після цього – на . У разі, якщо перед вибором цієї функції не було збережено зміни, з'явиться вікно із запитом про збереження редагованих даних. Приклад створеного векторного шару (карти вирубки) наведено на рис.5.3.



Рис. 5.3

3. Перевірку правильності зробленого оцифровування вирубок можливо провести з використанням допоміжної ознаки – наявності тіні. Розгледіти подібну ознаку можливо на зображеннях поверхні високої деталізації, які у вільному доступі розміщені на ресурсі Google Earth Pro.

Для цього необхідно відкрити програму Google Earth Pro і додати створений шейп – файл. Тоді, розглядаючи більш детальне зображення ділянки лісового масиву з накладеною на нього напівпрозорою картою вирубок, можливо візуально оцінити правильність дешифрування космічного знімку (рис.5.4).

Але при цьому варто враховувати, що темпоральна розрізненість окремих ділянок поверхні високої деталізації гірша (проводиться набагато рідше) ніж знімання супутниками середнього розділення. Тому окремі ділянки оновлення виглядають на знімку вже не як свіжа вирубка, а окремі ділянки стиглого лісу являють собою свіжу вирубку.



Рис. 5.4

4.Робота з атрибутивними даними (5 балів). Поряд з геометричною (просторовою) інформацією про об'єкти навколишнього середовища векторні шари містять атрибутивну інформацію, тобто супровідну табличну інформацію, яка є основою ідентифікації їх властивостей. Ця інформація дає змогу візуалізувати, будувати запити й аналізувати тематичні векторні дані. Загалом, таблиці атрибутів формуються зі стовпців (полів), що описують певну ознаку чи характеристику об'єкта одного визначеного типу (наприклад, текст, число, дата чи порядковий номер) та рядків, які відповідно містять значення цих характеристик для кожного об'єкта векторного шару. Тобто кількість рядків атрибутивної таблиці відповідає кількості об'єктів тематичного шару. Варто зазначити, що при створенні шейп-файлу автоматично йому присвоюється таблиця зі спеціальними полями, які містять інформацію про геометрію тематичних об'єктів. До таких полів належить поле Shape (Форма) і ObjectID або FID (Унікальний ідентифікатор об'єкта). Інші поля атрибутивної таблиці користувач може створювати самостійно, наприклад, поле з назвою кожного об'єкта чи його фізико-хімічними властивостями, датою спостереження або інформацією про його статус.

Для того щоб відкрити таблицю атрибутів, потрібно в таблиці змісту правою клавішею миші натиснути на необхідний тематичний шар чи таблицю та вибрати з контекстного меню команду Open Attribute Table (Відкрити таблицю атрибутів). У таблиці атрибутів, що відкриється, потрібно увімкнути режим редагування, натиснувши на інструмент  Toggle Editing (Перемкнути режим редагування), вибрати з випадного списку поле «Year», у рядку для значень ввести «2020» та натиснути Update All (Оновити все).

Це можливо зробити також через вибір об'єкта з використанням виразу. Нові полігони, для яких не вводили рік, мають значення «Null» у стовпчику «Year». Це значить, що дані відсутні. Для цього треба обрати ім'я поля «Year» та натиснути  або  (Вибірка об'єктів за допомогою виразу). Команда дає можливість здійснити вибірку векторних об'єктів за певною ознакою в атрибутивних даних. У вікні для вибірки об'єктів розкрийте вкладку Fields and Values (Атрибути і значення) – в результаті розкриється перелік усіх атрибутів шару. Двічі натисніть на «year», щоб назва поля відобразилася у віконці з виразом ліворуч. Далі натисніть на кнопку All Unique (Усі унікальні значення), що міститься у правій частині вікна, – нижче відобразиться перелік усіх унікальних значень в полі «year», тобто в нашому випадку це «NULL». Натисніть двічі на «NULL» і у віконці ліворуч має відобразитися вираз «year» NULL. Внизу вікна віконця для виразу ви можете побачити напис червоними літерами Expression is invalid (Вираз некоректний). Тепер наберіть з клавіатури слово «is» так, щоб вираз мав вигляд: «year» is NULL. Тепер ви можете помітити, що червоний напис внизу зник, це значить, що вираз коректний. Отже, під цим виразом система розуміє, що ми хочемо вибрати усі об'єкти з таблиці атрибутів, які мають в полі «year» значення NULL. Оскільки поле «year» – текстове, для вибірки вживаємо оператор «is». Для числового поля у такому разі потрібно вживати оператор «=». Саме так створюються команди програмною мовою SQL. Для того щоб урешті-решт вибрати потрібні об'єкти, натисніть Ok внизу вікна. У результаті ми побачимо вгорі таблиці атрибутів інформацію, що із загальної

кількості об'єктів була вибрана певна кількість. Після цього перевірте, чи включено режим редагування шару, та виберіть поле «year» для редагування, впишіть значення «2020» і натисніть на команду Update Selected (Замінити вибрані).

Завершивши присвоєння коду, можна (якщо потрібно) також змінити форму подання об'єкту. Відкриємо *Layer properties* (Властивості шару), як було описано вище, далі – вкладку *Symbology* (Символіка) і тип відображення *Categorized* (За категоріями). Нижче потрібно вказати, категорії якого поля потрібно відобразити. Тобто в рядку *Column* (Колонка) потрібно вибрати з випадного списку поле «year» і натиснути *Classify* (Класифікувати). Після цього потрібно налаштувати потрібний колір і форму, натискаючи двічі мишею на символ полігона поряд з роком, і натиснути *Ok*.

Створюючи векторний шар, ми обрали для поля «Year» як тип текстове поле. Хоча в це поле ми далі вводили число (2020), однак це значення є кодом, і ми не плануємо використовувати його для математичних розрахунків, тому доцільно в такому разі використовувати тип текстове поле, а не числове.

Оскільки в результаті виконання завдання ми хочемо порахувати площі рубок, то нам потрібно створити ще одне поле в таблиці атрибутів – поле «area» (площа), в якому для кожного полігона порахуємо його площу. На противагу для нового поля «area» (площа) для нас важливо мати можливість сумувати площу всіх полігонів або робити інші математичні операції, а також важливо зберігати як найточніше значення, тому ми оберемо для цього поля тип – десяткове число.

Для того щоб додати нове поле у таблиці атрибутів, потрібно натиснути на інструмент  New field (Нове поле) й у вікні, що відкриється, вказати назву нового поля в рядку Name (Назва) – «area» (площа), вибрати в рядку Type (Тип) – Decimal number (Десяткове число, точність -1 знак після коми) і натиснути *Ok*.

5. Розрахунок площі (2бали). Відкриємо таблицю атрибутів та порахуємо площу кожного окремого полігона. Вище ми створювали поле «area» спеціально для того, щоб у ньому порахувати площу кожного полігона. Отже, переконайтеся, що увімкнено режим редагування, в рядку для операцій виберіть поле «area» і натисніть на інструмент  (Вираз).

У новому діалоговому вікні розкрийте вкладку *Geometry* (Геометрія) та двічі натисніть на оператор «\$area», щоб він відобразився у лівій частині вікна і натисніть *Ok*. Після цього в таблиці атрибутів натисніть на *Update all* (Замінити всі) і в полі «area» автоматично порахується площа полігонів. Зверніть увагу, що площа полігонів порахувалася в м². Якщо ми хочемо отримати її значення в км², то потрібно вираз «\$area» поділити на «10 000».

Порахуйте сумарну площу вирубок. Натисніть на інструмент  Show Statistical Summary (Показ статистичних показників), який міститься на панелі інструментів, (якщо інструмент не відображається на панелі інструментів, то його потрібно включити через меню *View* (Вид) → *Statistical Summary* (Статистичні показники) і ця панель відобразиться у лівій частині вікна програми). Виберіть шар (felling) і поле (area), для яких хочете порахувати статистику. І статистичні показники автоматично відобразяться у вікні статистики. Запишіть результат у звіт.

6.Оформлення макета карти (3 бали). Компонування (макет) карти – це набір елементів карти, розміщених певним чином для виведення карти на друк. Як правило, це масштабна лінійка, стрілка півночі, система координат, заголовок карти, текстовий опис і легенда умовних позначень (рис. 5.5). Для відображення географічної просторової прив’язки можна також додати сітку координат.



Рис. 5.5

Щоб перейти в режим відображення компонування і макета карти, необхідно відкрити меню Project (Проект) і вибрати → New Print Layout (Створити макет для друку). Може з'явитися вікно із запитом присвоїти назву макета, в такому разі додайте довільну назву або залиште рядок порожнім і натисніть Ok.

Так само за допомогою меню Add item (Додати елемент) додайте на карту легенду – інструмент Add legend (Додати легенду), стрілку півночі – Add Arrow (Додати стрілку) або Add Shape (Додати форму), масштабну лінійку – Add Scale (рис. 5.5).

Редагувати створений макет карти можливо через інструменти Проект → Менеджер проектів → Властивості.

Оформіть звіт з проведених досліджень та зробіть висновки.