

РОБОЧИЙ ЗОШИТ З ОСНОВ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ

Частина 1

ІСТОРІЯ ТА ПРАКТИЧНЕ
ЗАСТОСУВАННЯ

2-ге видання, доповнене
і перероблене

Київ
2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ЦЕНТР «МАЛА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ»

С. М. Бабійчук, Л. Я. Юрків, О. В. Томченко, Т. Л. Кучма,
Н. С. Коблюк, О. В. Гордієнко

РОБОЧИЙ ЗОШИТ З ОСНОВ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ

Частина 1

Історія та практичне застосування

2-ге видання, доповнене і перероблене

За редакцією
академіка НАН України
С. Довгого

Київ
Національний центр
«Мала академія наук України»
2023

Авторський колектив:

С. М. Бабійчук – завідувачка лабораторії «Геоінформаційні системи та дистанційне зондування Землі» НЦ «МАНУ», кандидатка педагогічних наук;

Л. Я. Юрків – спеціалістка ГІС у міжнародній неурядовій громадській організації «ІМРАСТ Initiatives»;

О. В. Томченко – наукова співробітниця Державної установи «Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук Національної академії наук України», методистка II категорії лабораторії «ГІС та ДЗЗ» НЦ «МАНУ», кандидатка технічних наук;

Т. Л. Кучма – старша викладачка Національного університету «Кієво-Могилянська академія», старша наукова співробітниця Інституту агроекології і природокористування НААНУ, кандидатка сільськогосподарських наук;

Н. С. Коблюк – методистка II категорії лабораторії «ГІС та ДЗЗ» НЦ «МАНУ»;

О. В. Гордієнко – молодший науковий співробітник Інституту телекомунікацій та глобального інформаційного простору НАН України, спеціаліст із геоінформаційних систем «Sensilize», методист II категорії лабораторії «ГІС та ДЗЗ» НЦ «МАНУ»

Рецензенти:

В. О. Ємельянов – директор Державної наукової установи «Центр проблем морської геології, геоекології та осадового рудоутворення НАН України», член-кореспондент НАН України, доктор геолого-мінералогічних наук;

Р. Гілберт – доктор наук про Землю, ГІС-експерт Зволєнського технічного університету (Словаччина)

*Рекомендовано науково-методичною радою
Національного центру «Мала академія наук України»
(протокол № 3 від 26 жовтня 2022 р.)*

Робочий зошит з основ дистанційного зондування Землі. Частина 1. Історія та практичне застосування / С. М. Бабійчук, Л. Я. Юрків, О. В. Томченко та ін. – 2-ге вид., доповн. і переробл. – Київ : Національний центр «Мала академія наук України», 2023. – 152 с.

ISBN 978-617-7945-05-4

Робочий зошит є практичним доповненням до навчального посібника «Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування» (С. О. Довгий, В. І. Лялько, С. М. Бабійчук, Т. Л. Кучма, О. В. Томченко, Л. Я. Юрків).

Практичні роботи, що містяться в робочому зошиті, укладені з метою ознайомити читача з можливостями застосування космічних знімків сім'ї Sentinel і Landsat у різноматематичних дослідженнях, зокрема кліматичних, гідрологічних, лісових, сільськогосподарських тощо.

Робочий зошит може використовуватися методистами і керівниками секцій системи Малої академії наук України, вчителями й учнями шкіл, ліцеїв, гімназій у навчальній та науково-дослідницькій діяльності, а також усіма, хто прагне самостійно опанувати основи дистанційного зондування Землі та геоінформаційних систем.

УДК 528.8

© Бабійчук С. М., Юрків Л. Я.,
Томченко О. В. та ін., 2023

© Національний центр
«Мала академія наук України», 2023

ЗМІСТ

Вступне слово.....	4
Ознайомлення зі штучними супутниками Землі.....	5
Ознайомлення з EO Browser (на прикладі завантаження космічного знімка території м. Києва).....	8
Оцінювання наслідків надзвичайних ситуацій (на прикладі лісової пожежі в Херсонській області)	15
Дослідження стану лісового покриву (на прикладі території Древянського заповідника Житомирської області).....	21
Дослідження водних об'єктів (на прикладі оцінки динаміки весняного водопілля на півночі Київської та Чернігівської областей).....	30
Аналіз стану агроландшафтів Вінницької області (на прикладі зміни землекористування в Гайсинському районі)	38
Дослідження антропогенних змін природного ландшафту внаслідок бурштинового промислу на Рівненщині.....	44
Дослідження зміни урболандшафтів на прикладі розбудови (зростання) м. Києва	53
Знайомство з віртуальним глобусом Google Earth Pro	63
Тематичне картографування в програмі Google Earth Pro (на прикладі дослідження обміління Аральського моря)	72
Виявлення сміттєзвалищ (на прикладі Київської області).....	77
Дослідження яружно-балкової системи на прикладі території в районі русла р. Самара, Дніпропетровська область.....	81
Моніторинг стану атмосферного повітря (на прикладі зміни хімічного складу повітря за даними супутника Sentinel-5P).....	90
Дослідження вулканічної активності (на прикладі виверження вулкана Кілауеа на Гавайях)	97
Створення веб-ГІС проекту (на основі інтернет-сервісу ArcGIS Online).....	103
Створення карти в сервісі Google My Maps.....	112
Аерокосмічні приклади змін клімату на сайті NASA.....	121
Ознайомлення з NASA Worldview (на прикладі зміни світлового забруднення в Україні).....	127
Ознайомлення з LandsatLook (на прикладі завантаження супутникового знімка м. Києва).....	135
Додатки	141

Вступне слово

Інформаційні технології (ІТ) стали невід’ємною частиною нашого життя. Важко уявити сучасного учня, який не вміє користуватися інтернетом, електронною скринькою чи соціальними мережами. Проте використання ІТ – це не лише розваги і засіб комунікації, це потужний освітній інструмент. Питання полягає в тому, як підготувати учня до грамотного застосування ІТ з освітньою метою.

Масив інформації, який ми отримуємо щодня, важко не лише освоїти і систематизувати, а й критично осмислити та використати з метою власного дослідження. Тому педагогічні підходи до формування громадянина середини ХХІ століття мають народжуватися на стику двох парадигм – наукової освіти і застосування ІТ в освіті.

У Концепції Нової української школи задекларовано потребу формування в учнів компетентності в природничих науках і технологіях. Зважаючи на розуміння того, що природничі науки вже нерозривно пов’язані з технологіями на кшталт геоінформаційних систем (ГІС) і дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), сучасний освітній процес має бути побудований так, щоб учень міг здобувати нові знання й перевіряти інформацію за допомогою цих ІТ задля формулювання гіпотези, опрацювання й аналізу геоданих, проведення власних досліджень.

Лабораторія «ГІС та ДЗЗ» Національного центру «Мала академія наук України» (НЦ «МАНУ») працює в напрямі створення, адаптації та апробації педагогічних методів застосування ГІС і ДЗЗ в освітньому процесі через призму наукової освіти. У вересні 2018 р. НЦ «МАНУ» став першою українською організацією, що отримала статус Академії Копернікус. Мережа Академій Копернікус об’єднує європейські університети, дослідницькі установи, бізнес-школи у всьому світі з метою оприлюднення й опрацювання даних дистанційного зондування Землі. Академія Копернікус є програмою Європейського Союзу, яка пропонує освітні й інформаційні послуги на основі супутникової системи сім’ї Sentinel.

У цьому робочому зошиті ви знайдете інформацію про штучні супутники Землі; дізнаєтеся, як можна використовувати ДЗЗ для оцінки надзвичайних ситуацій, моніторингу водних об’єктів, сільськогосподарських угідь та вулканічної активності в EO Browser; познайомитеся з можливостями застосування віртуального глобуса Google Earth Pro, ArcGIS Online, Google My Map і ресурсів NASA, зокрема NASA Worldview, з навчальною метою.

Ознайомлення зі штучними супутниками Землі

Окрім відомого вам природного супутника нашої планети – Місяця, існує велика кількість штучних супутників, які щодня моніторять Землю, збираючи різноматичну інформацію. Та чи всі штучні супутники нині використовуються за призначенням? Що, крім супутників, які мають на меті зібрати інформацію, кружляє по орбіті нашої планети?

Завдання № 1

Порахувати, скільки людей зараз у космосі.

За цим лінком можна отримати всю інформацію, а також дізнатися, хто ці люди: www.howmanypeopleareinspace.com.

? Запитання для перевірки

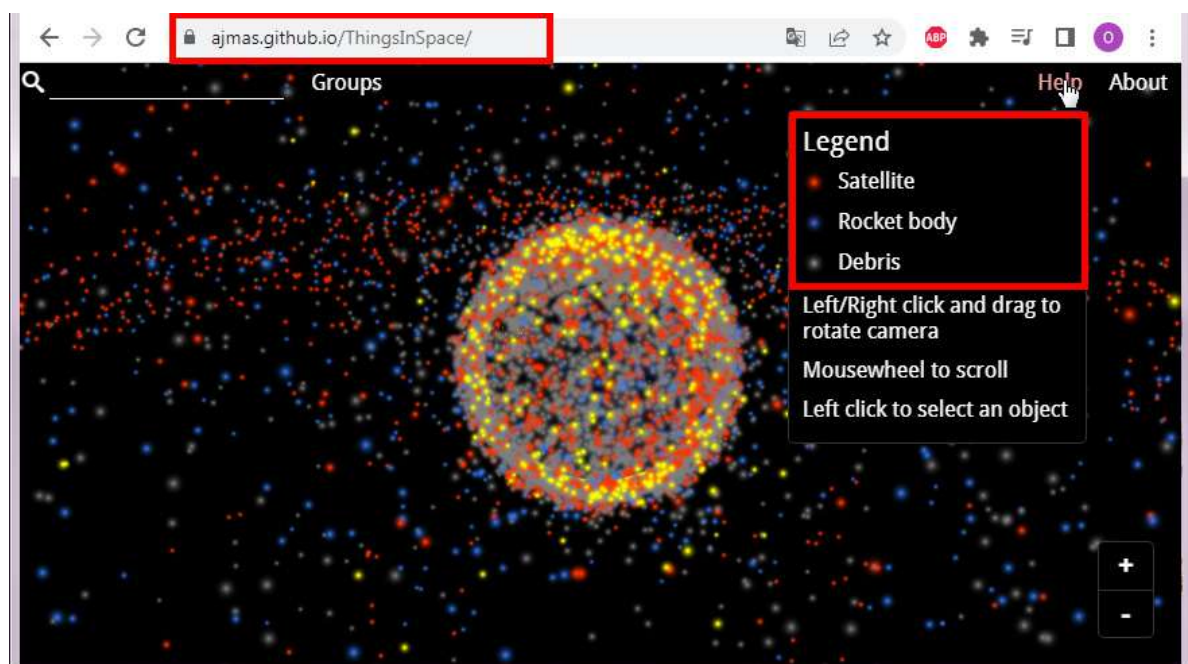
Скільки астронавтів сьогодні перебуває на борту Міжнародної космічної станції?

З яких вони країн?

Завдання № 2

Знайти ракету з найбільшим періодом обертання, тобто з найбільшою орбітою. Інформація за лінком <https://sky.rogue.space/> або <https://ajmas.github.io/ThingsInSpace/>.

Супутники підсвічуються червоним кольором, ракети – синім, а космічне сміття – сірим. Користуючись мишею, можна віддалятися або наближатися до космічних об'єктів. Після наведення курсора миші на конкретний об'єкт підсвічується його орбіта і назва, а натиснувши лівою кlawішею миші по ньому, ви побачите панель із розширеною інформацією з правого боку екрана.

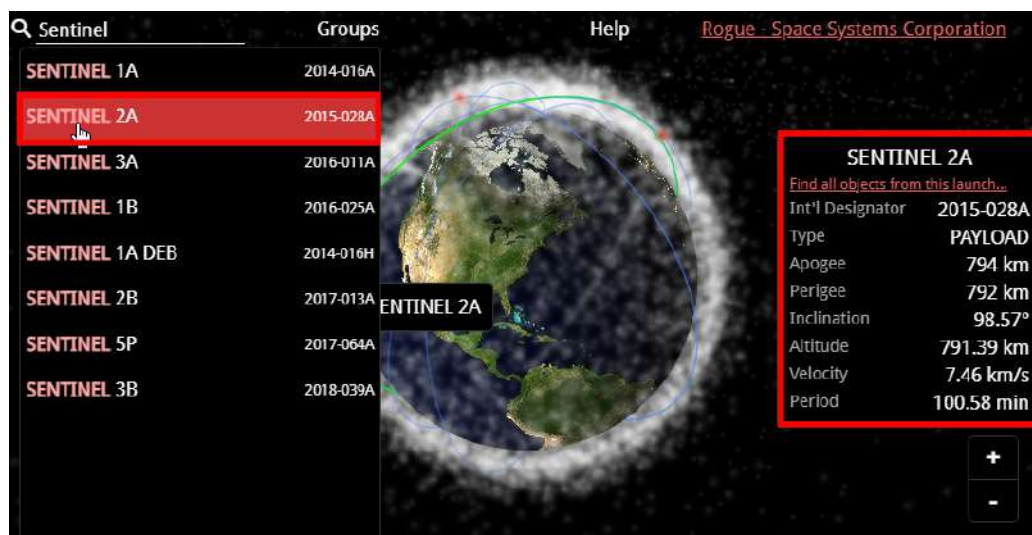


? Запитання для перевірки

Назва	
Рік запуску	
Швидкість обертання	
Період обертання	

Завдання № 3

Знайти супутники Sentinel 2A (ESA) і Landsat 8 (NASA), користуючись рядком пошуку у верхньому лівому краю екрана.



? Запитання для перевірки

Назва	Sentinel 2A	Landsat 8
Рік запуску		
Швидкість обертання		
Період обертання		

Завдання № 4

Знайти інформацію про один з об'єктів космічного сміття на ваш вибір (підсвічується сірим кольором).

? Запитання для перевірки

Назва	
Рік запуску	
Швидкість обертання	
Період обертання	

Завдання № 5

Яких об'єктів – супутників, ракет чи космічного сміття – на вашу думку, є найбільше навколо Землі?

? Запитання для перевірки

i 6 лютого 2018 р. Ілон Маск уперше запустив надважку ракету-носії Falcon Heavy з власним електромобілем Tesla Roadster у відкритий космос з метою реклами компанії. На місці водія був манекен Starman. Напередодні Ілон Маск повідомив, що автомобіль віддаляться від Землі приблизно на 400 млн км і буде летіти зі швидкістю 11 км/с. За підсумками запуску електромобіль офіційно позначений у супутниковому каталозі як TESLA ROADSTER / FALCON 9H з номером 43205, а в каталозі Національного центру аналізу даних космічних досліджень США йому присвоєно номер 2018-017A. Ілон Маск сподівається, що три камери відеоспостереження, якими оснащений автомобіль, забезпечать «епічні кадри». Проведені науковцями розрахунки засвідчують, що Tesla зрештою впаде або на Венеру, або на Землю. Станеться це за кілька десятків мільйонів років. Ці самі розрахунки демонструють, що існує 6-відсоткова і 2,5-відсоткова ймовірність того, що автомобіль впаде на Землю або Венеру, відповідно, протягом найближчого мільйона років ([SpaceX](#)).

За наведеним нижче QR-кодом ви можете переглянути відео виконання практичної роботи.



Ознайомлення з EO Browser (на прикладі завантаження космічного знімка території м. Києва)

Багато інтернет-ресурсів дають змогу не лише побачити нашу планету з космосу, не виходячи з дому, а й завантажити космічний знімок на свій девайс для подальшої роботи з ним. Один з таких сервісів ми розглянемо детальніше.

EO Browser – платформа доступних онлайн-знімків середньої і низької просторової розрізненості від Європейського космічного агентства, яка надає доступ до знімків із супутників: Sentinel-1, Sentinel-2, Sentinel-3, Sentinel-5P, Landsat, Envisat Meris, MODIS, Proba-V, GIBS, Planet.

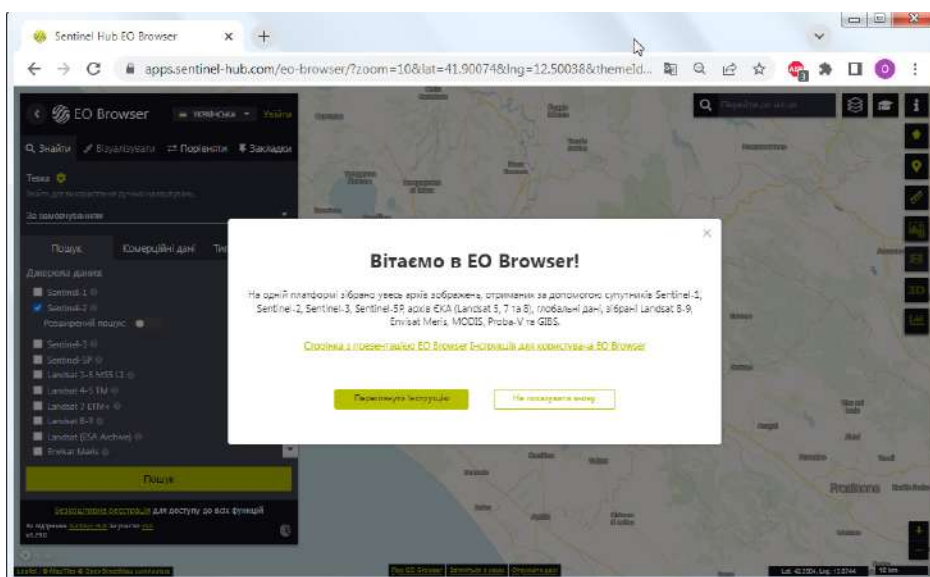
Офіційна сторінка: <https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser>.

Завдання

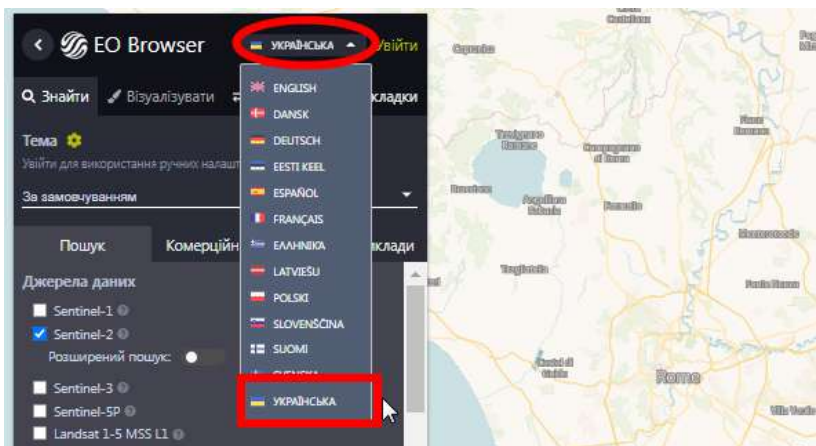
Створити свій акаунт на порталі EO Browser і розглянути територію м. Києва за даними супутника Sentinel-2.

Інструкція для самостійного виконання:

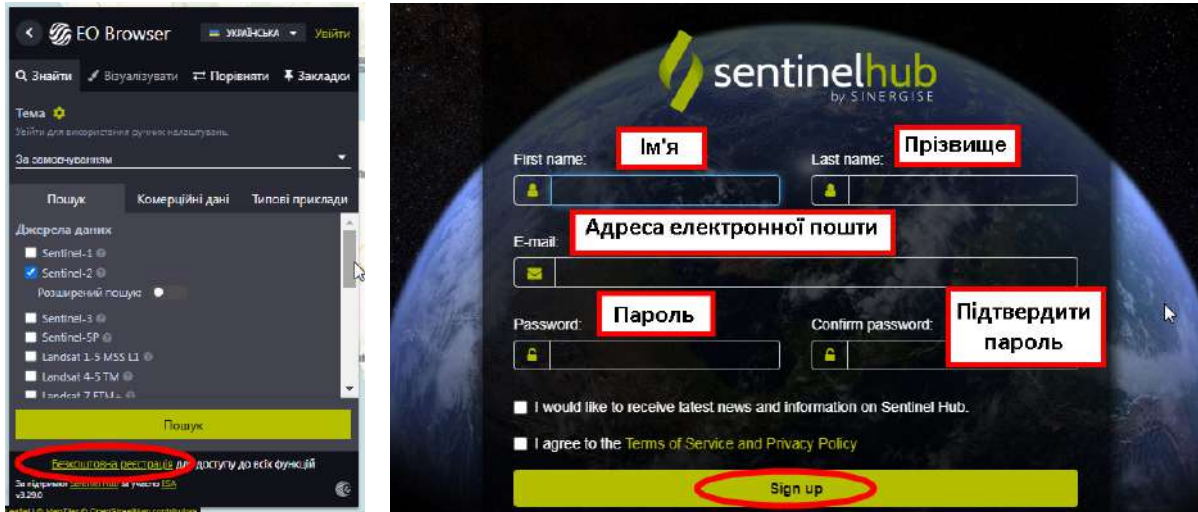
1. Відкрийте портал EO Browser [набравши *eo browser* на сайті Google у пошуку і перейшовши за першим покликанням: Sentinel-hub EO-Browser (<https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser>)].



✓ Зверніть увагу, що платформа має опцію україномовного інтерфейсу, виберіть її з випадного списку у верхній лівій частині діалогового вікна.



2. Зареєструйтеся на порталі, натиснувши на **Безкоштовна реєстрація** внизу з лівого боку робочого вікна на панелі інструментів.

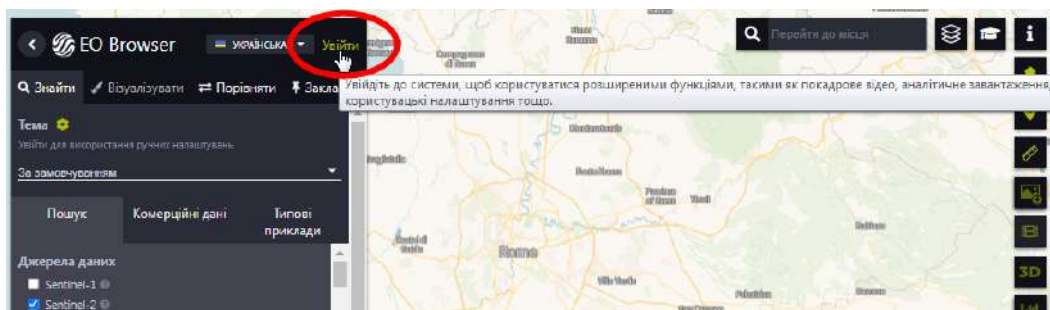


Заповніть усі клітинки форми, і в листі, який надійде вам на електронну скриньку, підтвердьте реєстрацію на сайті.

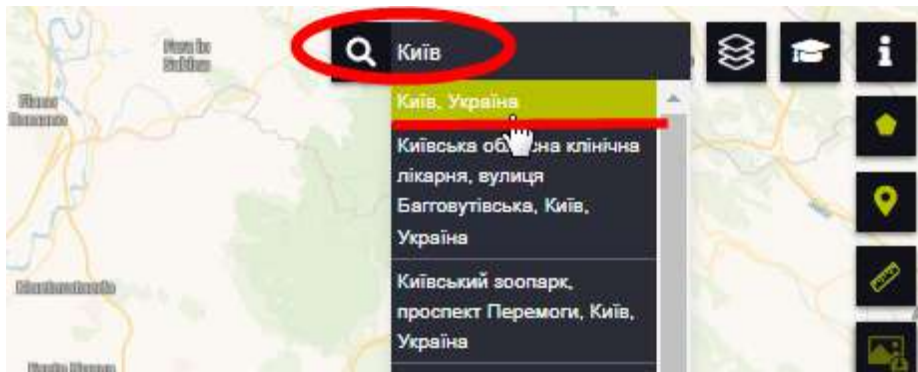
✓ Лист може потрапити в спам, тому уважно перевіряйте пошту!



3. Зайдіть на сайт, використовуючи свій персональний логін і пароль. Натисніть на **Увійти** і введіть свої дані.



4. У рядку пошуку території введіть *Київ*. З випадного списку виберіть *Київ, Україна* і натисніть на «лупу» для наближення до населеного пункту.



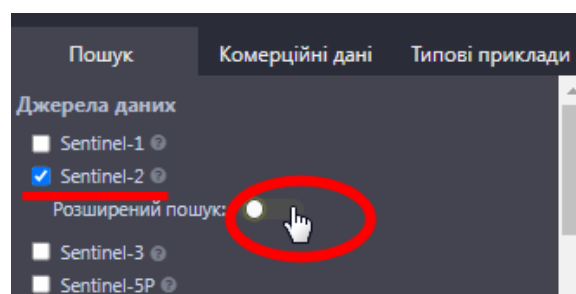
✓ Переміщатися картою можна, натискаючи й утримуючи ліву клавішу миші, таким чином протягуючи карту в той бік, який вам потрібно.

5. На панелі інструментів для визначення параметрів зйомки виберіть:

- **Джерела даних** – Sentinel-2 (при цьому, натиснувши на **?**, можна прочитати детальну інформацію про супутник);

i Sentinel-2 – космічна місія дистанційного зондування Землі, запущена Європейським космічним агентством (ESA) у межах програми Copernicus для здійснення дистанційного спостереження і підтримки таких сервісів, як моніторинг лісів, фіксування змін покриву Землі, відстеження наслідків стихійних лих. Ця місія складається з двох однакових супутників – Sentinel-2A і Sentinel-2B.

Далі скористайтеся розширеним пошуком, щоби встановити додаткові параметри, зокрема рівень обробки даних та хмарність.

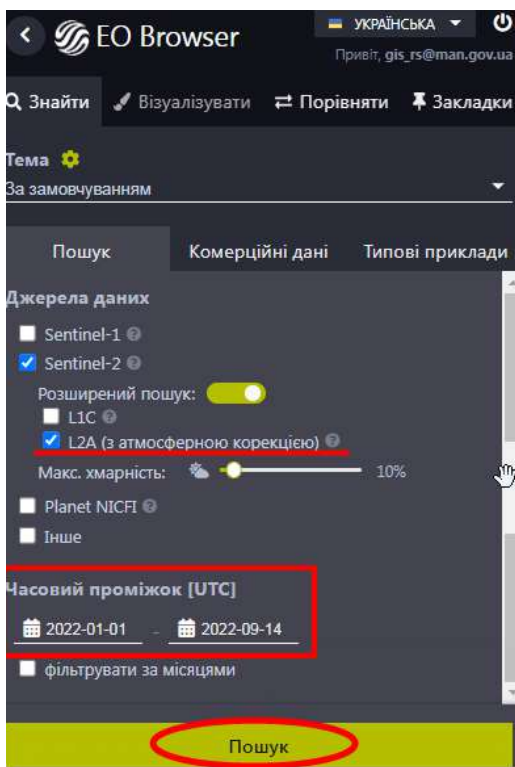


Рівень обробки даних: L2A (з атмосферною корекцією).

- **Макс. хмарність** – 10 %;
- **Часовий проміжок** – за весь актуальний нинішній рік, наприклад з 01 січня 2022 р. по 14 вересня 2022 р.;

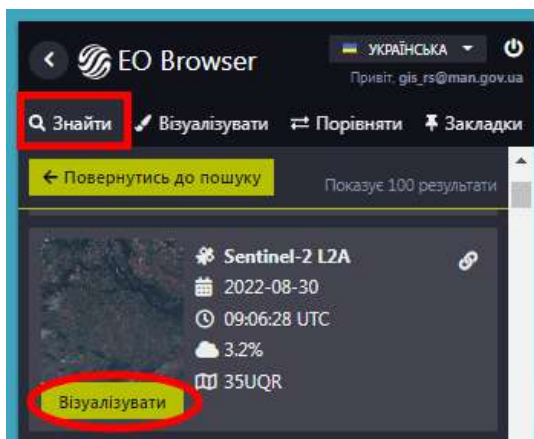
✓ Важливо! Дату потрібно вибирати в календаріку, а не писати самостійно з використанням клавіатури.

- натиснути **Пошук**.




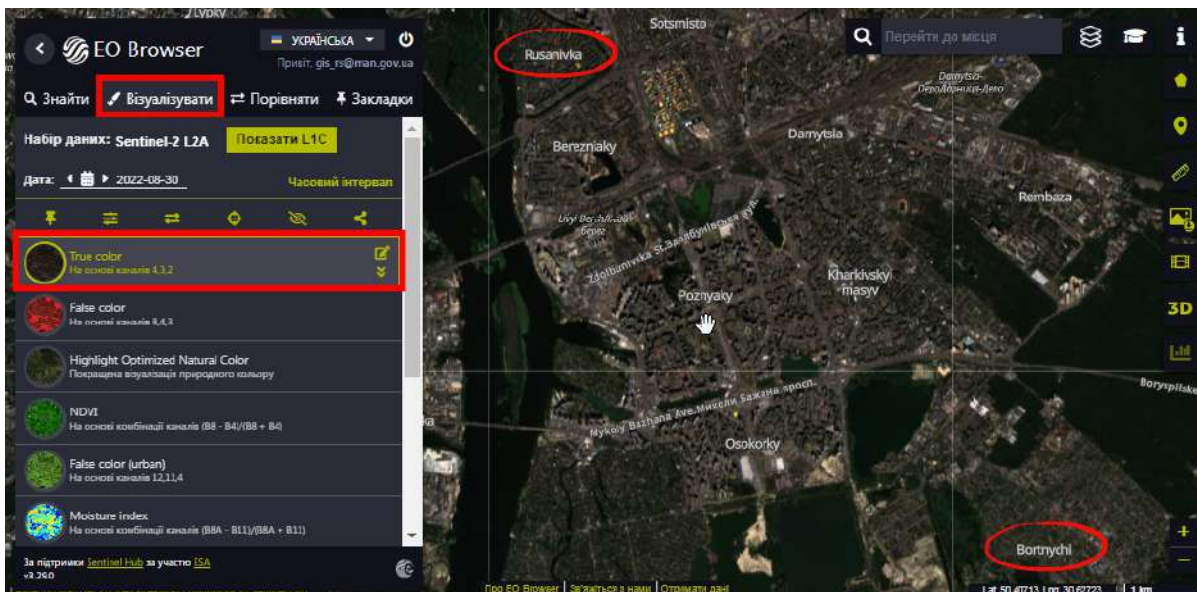
Унаслідок цього завантажиться перелік наявних у каталозі знімків за визначеними критеріями, які можна переглянути в закладці **Знайти**.

6. Перегляньте знімки, гортаючи їх перелік на лівій панелі інструментів, і знайдіть знімок за 30.08.2022 р., натисніть кнопку **Візуалізувати** для його відображення в робочому вікні *EO Browser*.



7. Вибраний знімок відобразиться у робочому вікні, а на лівій панелі відкриється меню **Візуалізувати** для налаштування відображення знімка. За замовчуванням знімок відображається в природних **кольорах** – *True color*, тобто зображення має бути схоже на фотографію місцевості згори. Також перегляньте, який територія матиме вигляд у **штучних кольорах** – *False color*.

За допомогою колеса прокрутки миші або інструменту , що міститься в нижньому правому куті екрана, наблизьте зображення таким чином, щоб у робочому вікні одночасно відображалися райони Києва – Русанівка і Бортничі (лівий берег).



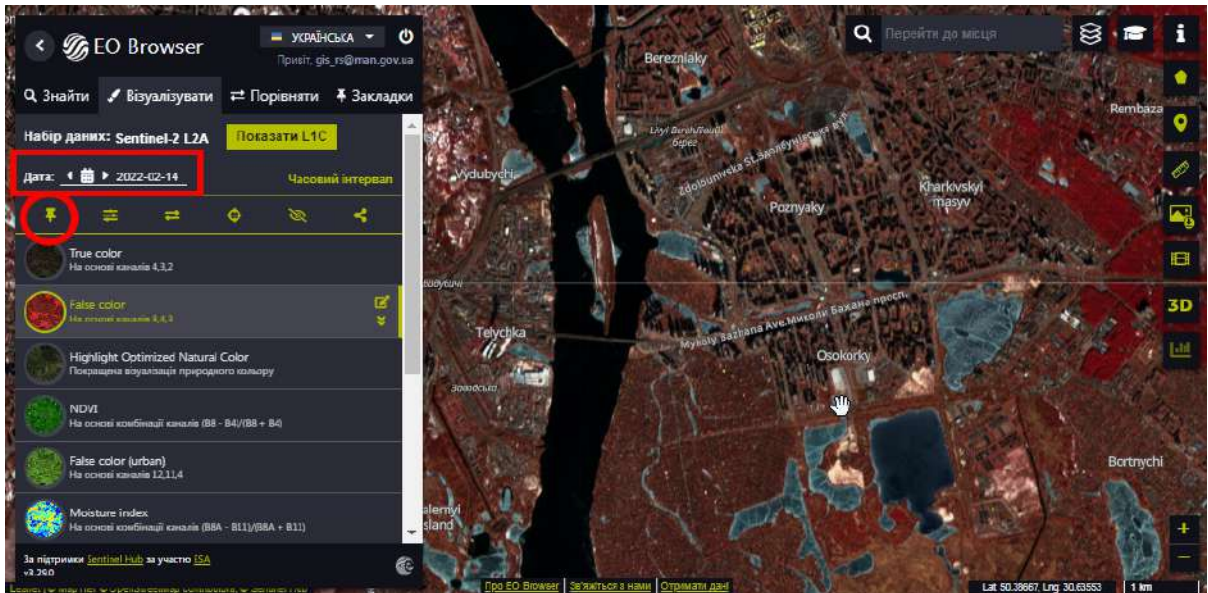
? Запитання для перевірки


Чим, на вашу думку, відрізняється зображення території у *природних кольорах* – *True color* від зображення в *штучних кольорах* – *False color*?

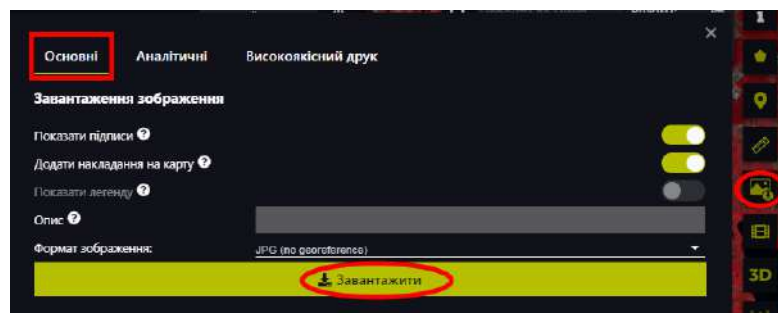
Яким кольором відображається	True color	False color
Рослинність		
Річка й озера		
Міська забудова		

8. Для того щоб знову мати змогу шукати знімок у переліку, потрібно натиснути на значок **Додати до Закладок** на панелі інструментів з лівої частини екрана, і він з'явиться серед ваших улюблених знімків у рубриці **Закладки**.

9. Поверніться до вкладки **Знайти** і пошукайте в переліку ще один знімок за 14.02.2022, натисніть кнопку **Візуалізувати** і також додайте його до **Закладок**, натиснувши на значок.

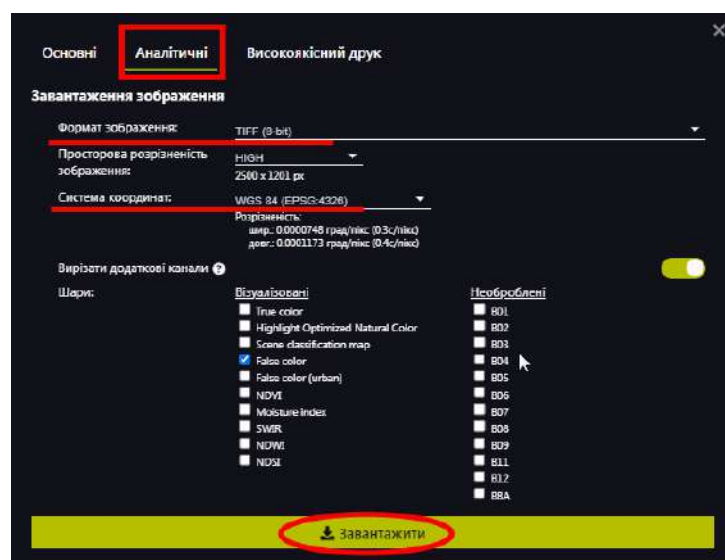


10. Зберегти знімок можна за допомогою кнопки  **Звантажити зображення**, що розташована праворуч на панелі інструментів, і **Завантажити** у вкладці **Основні**. У результаті завантажиться знімок як зображення, яке ви бачите на екрані.



Також можна зберегти космічний знімок з географічною прив'язкою, щоби потім мати змогу відкрити його в будь-якій ГІС-програмі. Перейшовши на другу вкладку у вікні збереження – **Аналітичні**, можна змінити **Формат зображення**, **Систему координат**, а також вибрати варіант візуалізації – різні спектральні індекси, **True color (природні кольори)** або **Необроблені дані**, що дає змогу зберегти окремо вибрані канали супутникового знімка, наприклад B2, B3, B4 тощо.

На останній вкладці в цьому вікні – **Високоякісний друк** – можна завантажити зображення з високою просторовою розрізненістю.



✔ Зважайте на те, що збережеться лише та частина знімка, яка відображається на вашому екрані.

❓ **Запитання для перевірки**

Чим відрізняються водні об'єкти на першому і другому знімках?

Чи можете ви знайти на знімках житловий квартал «Комфорт Таун»? За якими ознаками?

За наведеним нижче QR-кодом ви можете переглянути відео виконання практичної роботи.



Оцінка наслідків надзвичайних ситуацій (на прикладі лісової пожежі в Херсонській області)

Ситуація

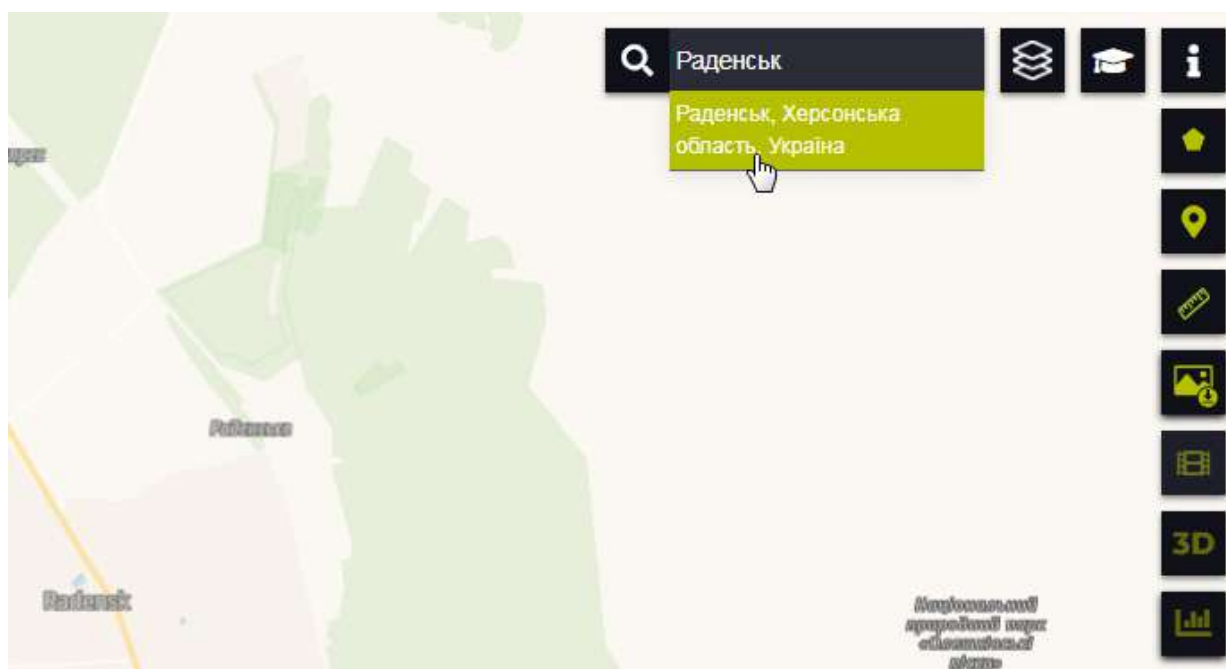
27 травня 2018 р. У Херсонській області вже кілька годин триває масштабна лісова пожежа, як передає УНН ([UNN](#)) з посиланням на пресслужбу ДСНС. «...о 13:25 до Оперативно-координаційного центру ГУ ДСНС у Херсонській області від чергового Національної поліції надійшло повідомлення про пожежу в 3-му і 4-му кварталах Раденського лісництва Олешківського району».

Завдання

Знайти місце пожежі, порахувати площу згорілого лісу, проаналізувати, чи відбувається лісовідновлення на цій території.

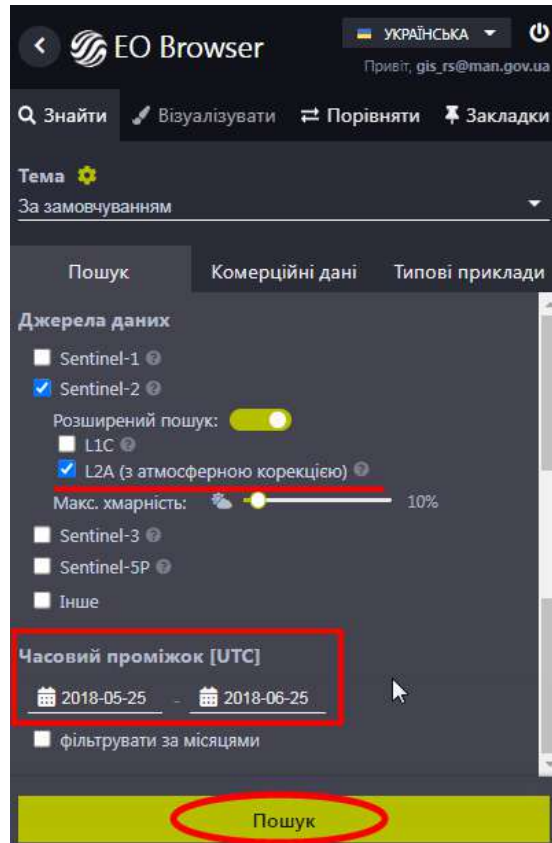
Інструкція для самостійного виконання:

1. Відкрийте портал *EO Browser* (набравши *eo browser* на сайті Google у пошуку і перейшовши за першим покликанням: *Sentinel-hub EO-Browser* або набравши повністю покликання <https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser>).
2. Увійдіть на портал (залогіньтесь).
3. У рядку пошуку території введіть *Раденськ* і натисніть на лупу для наближення до населеного пункту:



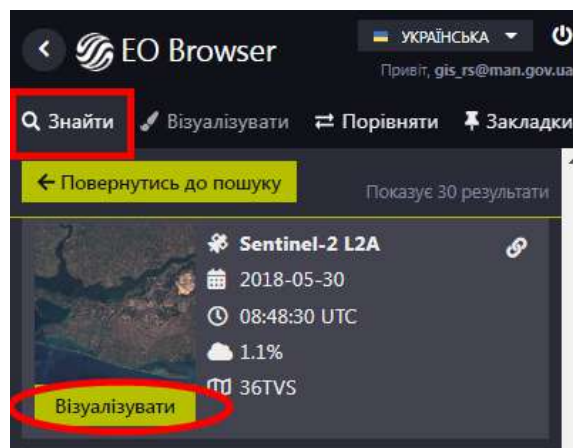
4. На панелі для визначення параметрів зйомки виберіть:

- *Джерела даних* – Sentinel-2 / L2A;
- *Макс. хмарність* – 10 %;
- *Часовий проміжок* – із 25 травня 2018 р. по 25 червня 2018 р.;
- натиснути *Пошук*.



Унаслідок цього завантажиться перелік наявних у каталозі знімків за визначеними критеріями.

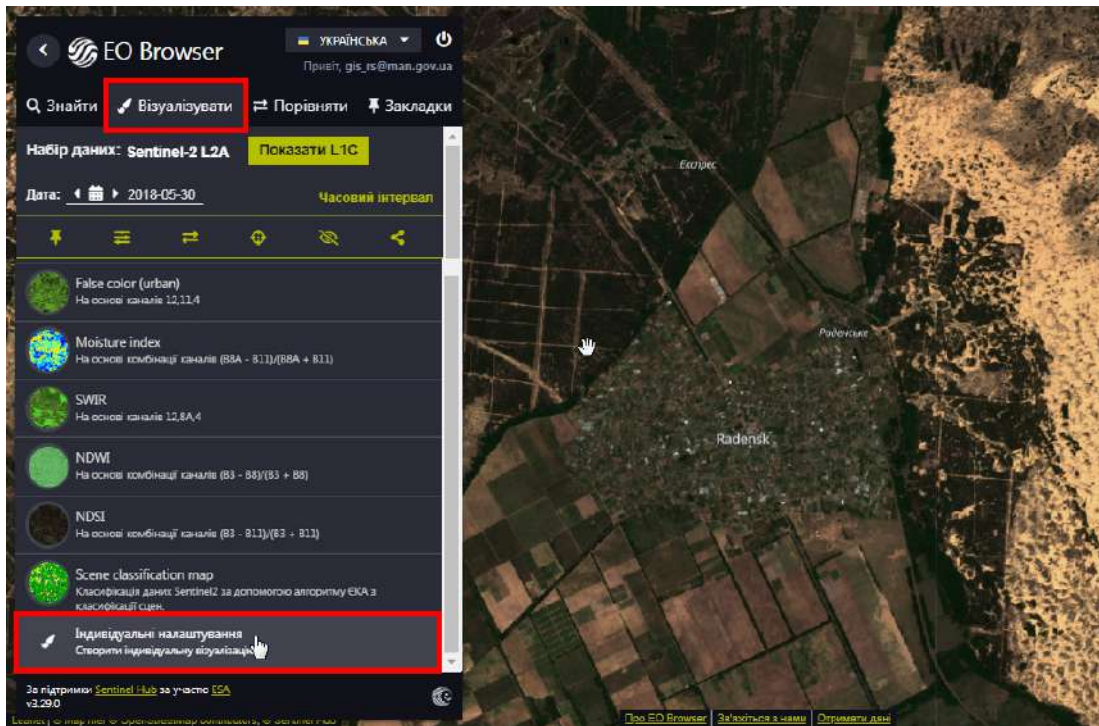
5. Перегляньте знімки, гортаючи їх перелік на лівій панелі вмісту, і знайдіть найперший наявний знімок з дати виникнення пожежі, натисніть кнопку **Візуалізувати**.



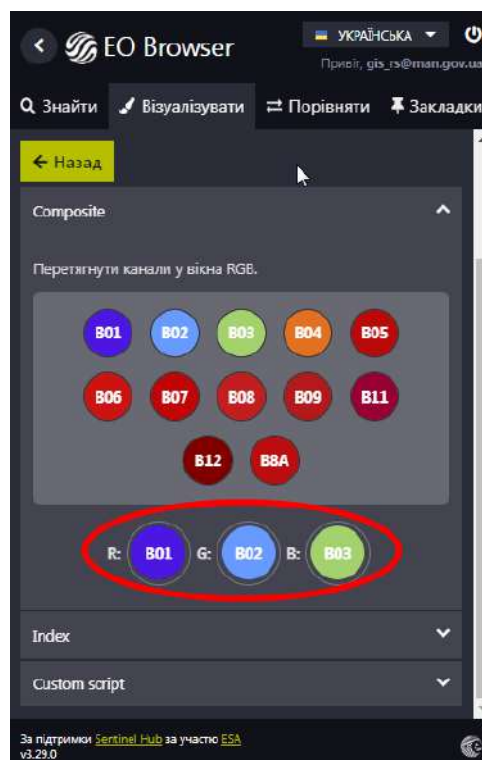
Вибраний знімок має відобразитися в картографічному вікні, а на лівій панелі відкриється меню для налаштування відображення знімка **Візуалізувати**.

6. Подивіться на територію на знімку і знайдіть лісовий масив, населений пункт, річку, дорогу та пустелю Олешківські піски. За замовчуванням знімок відображається у видимому діапазоні, тобто зображення має бути схоже на фотографію місцевості згори.

7. Натисніть на кнопку **Індивідуальні налаштування** на лівій панелі в меню для обрання спектральних діапазонів «вручну».



Унаслідок цього має відкритися панель для комбінування різних спектральних каналів.



Під час перетягування кружечків з номерами спектральних каналів супутникового знімка Sentinel-2 в нижній ряд R:..G:..B:.. буде формуватися кольорове зображення. Колір кружечка з номером каналу вказує на відповідний діапазон спектра.





? Запитання для перевірки

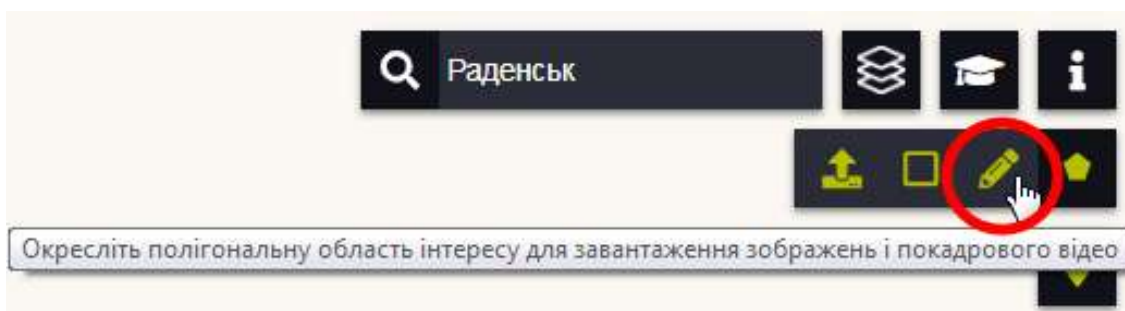
Заповніть таблицю, по чергово наводячи курсор миші на кожен із кружечків з номером каналу:

Канал	Діапазон спектра
V01	
V02	
V03	
V04	
V05	
V06	
V07	
V08	
V09	
V10	
V11	
V12	
V8A	

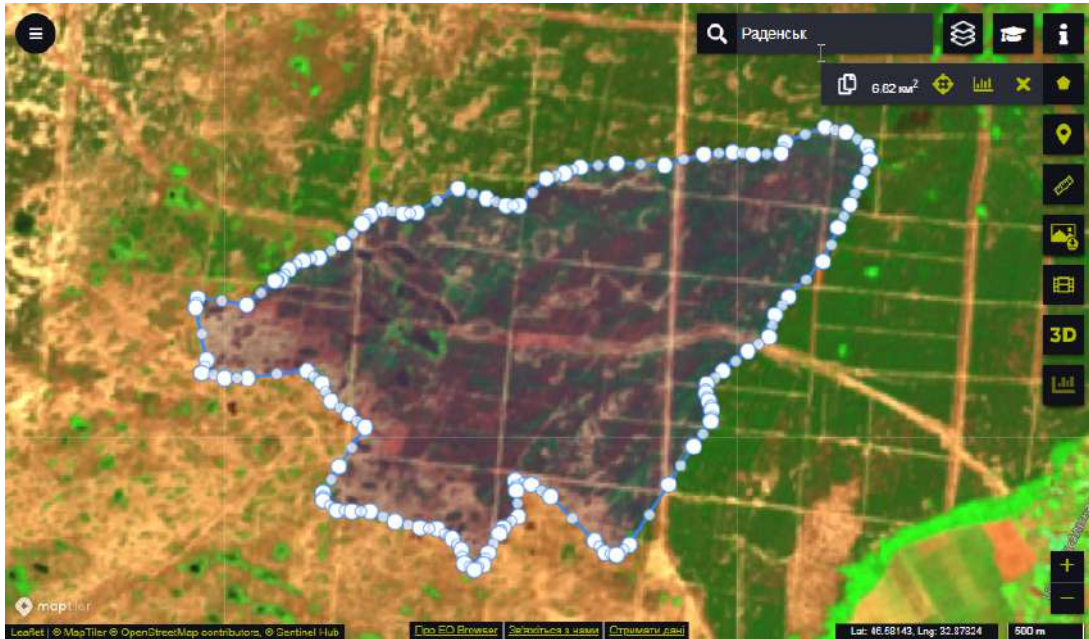
Потрібно підібрати таку комбінацію каналів, щоб у лісовому масиві, розташованому на північ від Раденська, згоріла ділянка лісу стала помітною. Комбінація каналів із застосуванням інфрачервоного діапазону дасть змогу виявити згорілу і пошкоджену рослинність.

Дізнатися більше про різні комбінації каналів ви можете в розділі «Найбільш популярні комбінації каналів для Sentinel 2a і Landsat» (див. Додаток 1 і Додаток 2).

8. На правій панелі виберіть інструмент  **Окресліть полігональну область інтересу** для оцифрування полігонів, виберіть інструмент  й обрисуйте ним площу згорілої ділянки лісу.



Для завершення оцифрування полігона останню точку потрібно поставити на першу точку.



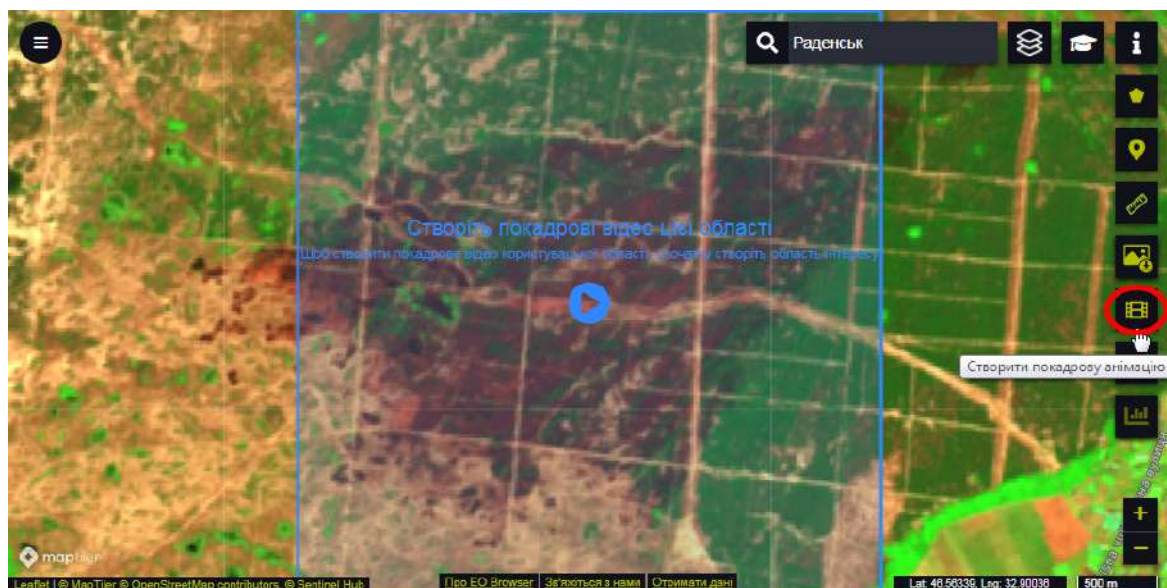
Унаслідок цього на панелі для оцифрування відобразиться площа окресленого полігона. Отже, ви змогли визначити площу згорілої ділянки лісу.



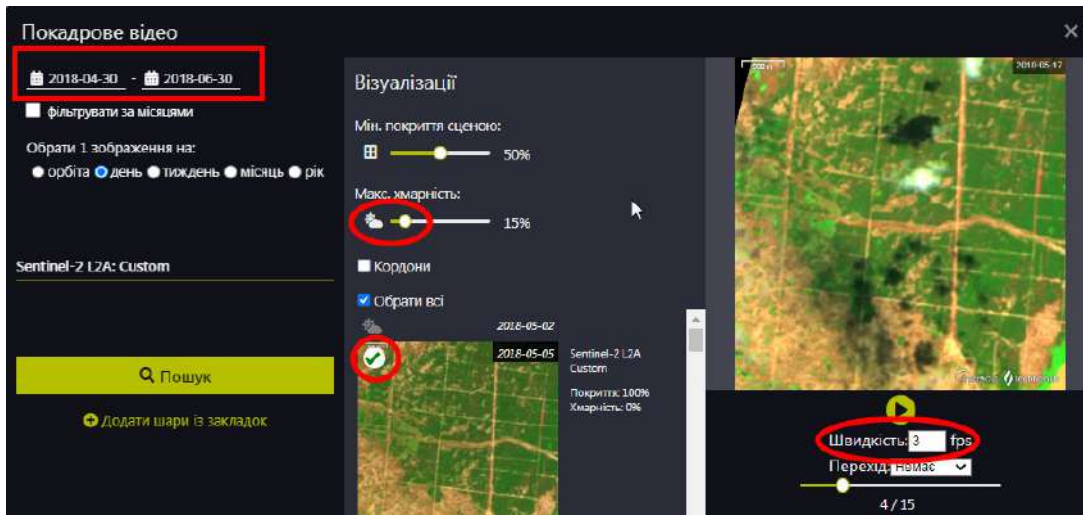
? Запитання для перевірки

Напишіть, яка площа найбільшої лісової пожежі біля Раденська, що сталася у травні 2018 р.

Для того щоб проаналізувати, чи відбувається лісовідновлення на цій території, можна використати інструмент для створення часової серії зображень (нижній інструмент у правому меню – *Створити покадрову анімацію*).

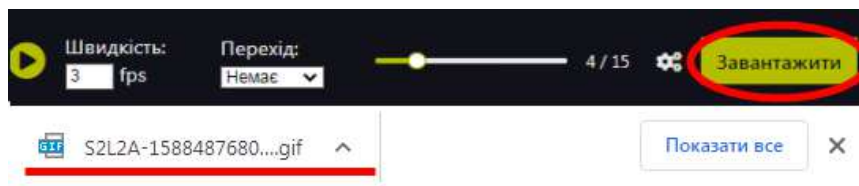


У результаті має відкритися вікно для налаштування анімації.



9. Налаштуйте анімацію, вказавши часовий період з 30.04.2018 р. по 30.06.2018 р., хмарність 15 %, і натисніть кнопку пошуку («лупу»), далі перегляньте перелік зображень і зніміть «галочку» з неповних і хмарних зображень. У нижньому віконці **Швидкість** збільште швидкість анімації до 3 і натисніть

10. Натисніть кнопку **Завантажити** – в результаті анімація збережеться як окремий файл з анімацією у форматі GIF, який надалі можна відкрити без підключення до інтернету.



Запитання для перевірки

Подивіться уважно анімацію і знайдіть інші лісові пожежі на території дослідження, вкажіть їх дати:

1.	
2.	
3.	

За наведеним нижче QR-кодом ви можете переглянути відео виконання практичної роботи.



Дослідження стану лісового покриву (на прикладі території Древлянського заповідника Житомирської області)

Ситуація 1

Лісові пожежі в Чорнобильській зоні у квітні 2020 р. – лісові пожежі, що почалися 4 квітня в Чорнобильській зоні відчуження на території Котовського лісництва між смт Поліське, селами Тараси і Володимирівка, а згодом і в Житомирській області. Масштабну лісову пожежу в Чорнобильській зоні вдалося загасити через 10 діб, 16 квітня через сильний вітер знову виник відкритий вогонь. Гасіння пожеж ускладнювалося частою зміною напрямку вітру, а також відсутністю протипожежних доріг у місцях, куди не могла заїхати техніка (Zaxid.net).

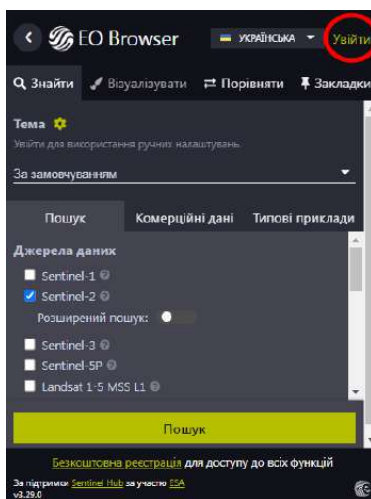
Завдання № 1:

Перевірити, чи далеко від ЧАЕС відбулася масштабна пожежа у квітні 2020 р.

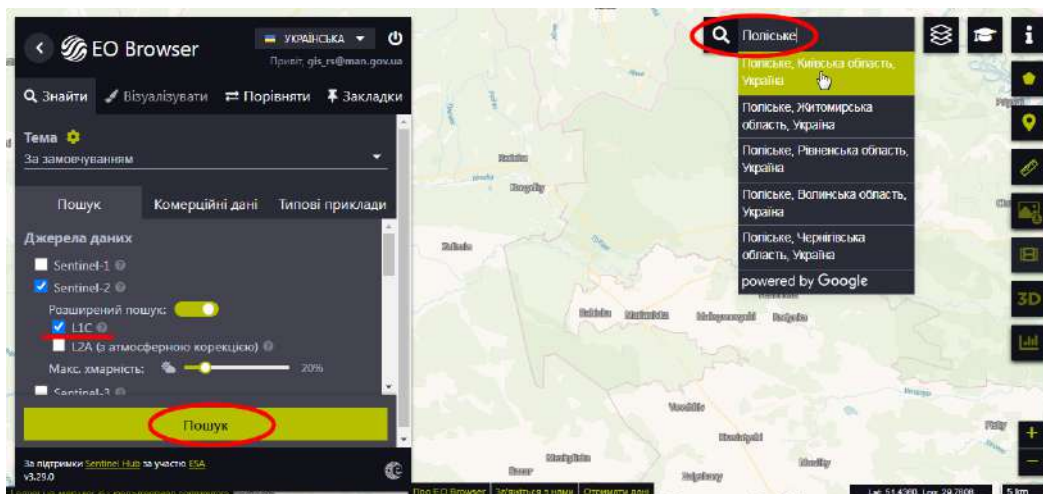
Інструкція для самостійного виконання:

1. Відкрийте портал EO Browser (набравши eo browser на сайті Google у пошуку і перейшовши за першим покликанням Sentinel-hub EO-Browser) або наберіть повністю покликання <https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser>.

2. Увійдіть на портал.



3. У рядку пошуку території введіть Поліське, натисніть на перший рядок (Київська область), що підсвічується, для наближення на карті до території України.

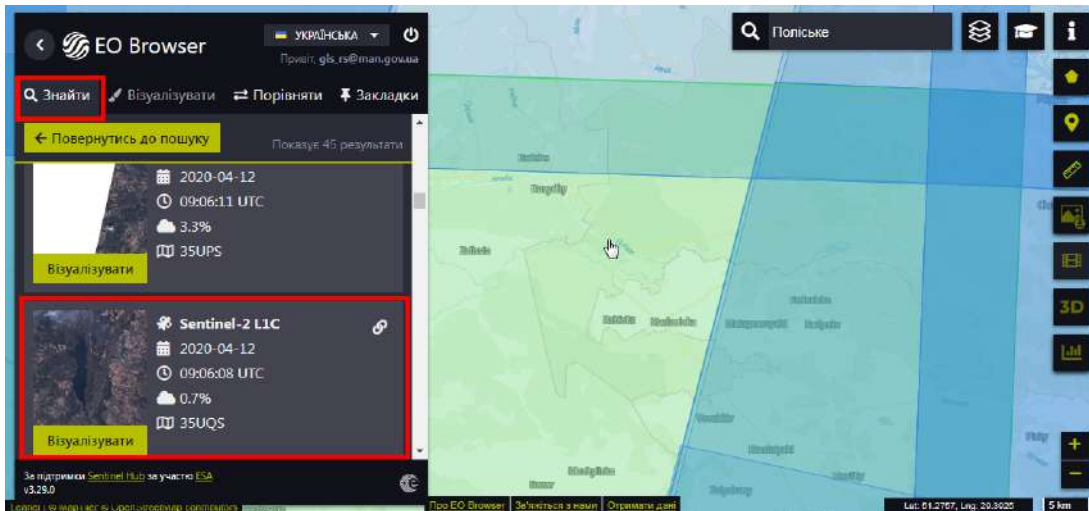


4. На панелі для визначення параметрів зйомки виберіть:

- **Джерела даних** – Sentinel-2 (L1C); при цьому, натиснувши на знак питання справа від назви супутника, можна прочитати детальну інформацію про нього;
- **Макс. хмарність** – 20 %;
- **Часовий проміжок** – з 1 по 30 квітня 2020 р.;
- натиснути **Пошук**.

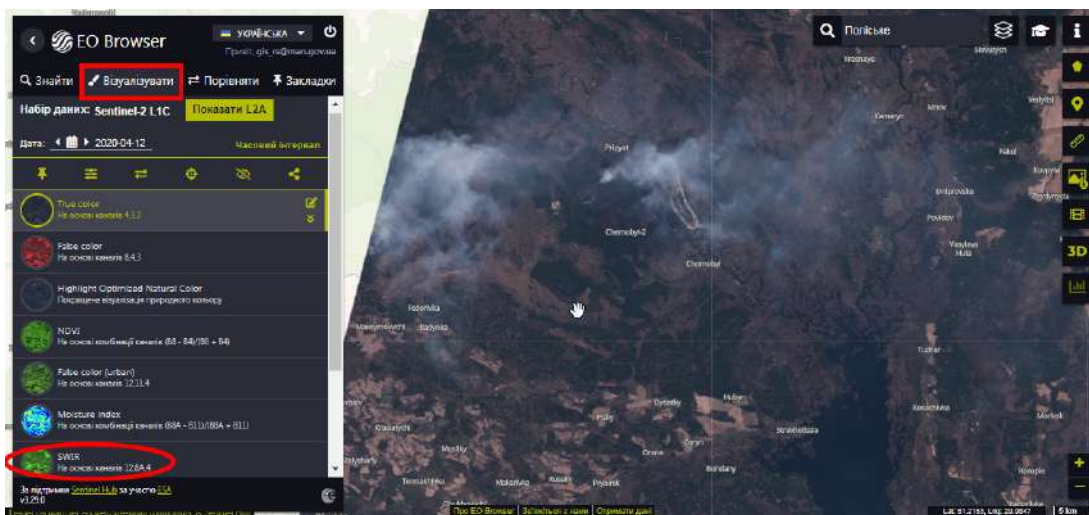
✓ Дату потрібно вибирати в календаріку, а не писати самостійно з використанням клавіатури.

У результаті завантажиться перелік наявних у каталозі знімків за визначеними критеріями, які можна переглянути в закладці **Знайти**.



5. Перегляньте знімки, гортаючи їх перелік на лівій панелі інструментів, і знайдіть знімок за 12.04.2020 р., натисніть кнопку **Візуалізувати** для його відображення у робочому вікні EO Browser. На знімку добре помітні клуби диму – перевіримо, де саме осередок пожежі.

6. Виберіть спосіб візуалізації – SWIR, тобто комбінацію каналів 12, 8A, 4.



7. За такої комбінації каналів стало чітко видно осередки відкритого вогню – наблизьте карту до місця пожежі за допомогою коліщатка миші і, використовуючи інструмент «Лінійка» з правої панелі інструментів, поміряйте відстань до Чорнобильської атомної станції.



За бажанням розгляньте території навколо, де ще є активні осередки пожежі в цей час.

? Запитання для перевірки

Визначте, який розмір охопленої пожежею території.

Ситуація 2

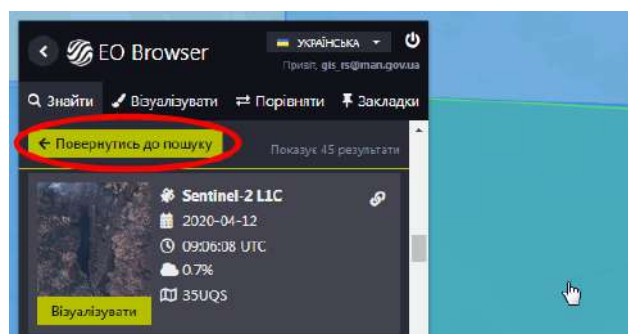
Улітку 2017 р. на території природного заповідника «Древлянський» (Природний заповідник «Древлянський» <https://drevlyansky.in.ua/>) на півночі Житомирської області, як і по всьому Поліссі, катастрофічно збільшилася кількість осередків усихання дерев, уражених верхівковим короїдом. Назва заповідника походить від назви східнослов'янського племені «древляни, деревляни», що проживало на цій території. Пізніше древлян стали називати поліщуками. Етимологія обох назв – дерево, ліс. Цей заповідник створили для збереження унікальних лісових і водно-болотних угідь Українського Полісся, а також вивчення змін екосистем під впливом природних та антропогенних факторів. Значна частина лісів заповідника була сильно забруднена радіонуклідами внаслідок аварії на Чорнобильській атомній електростанції і потрапила до зони безумовного відселення, тому вплив людини з часу катастрофи був мінімальний. Загалом кількість осередків сосни, ураженої верхівковим короїдом на території заповідника, сягала тисячі.

Завдання № 2:

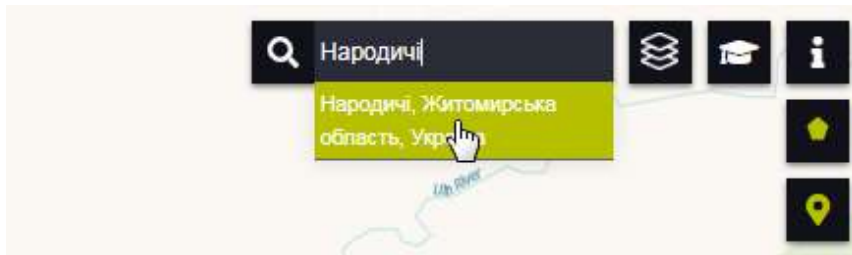
Знайти осередки ураження лісу шкідником-короїдом на території Древлянського заповідника.

Інструкція для самостійного виконання:

1. Відкрийте меню пошуку знімків.



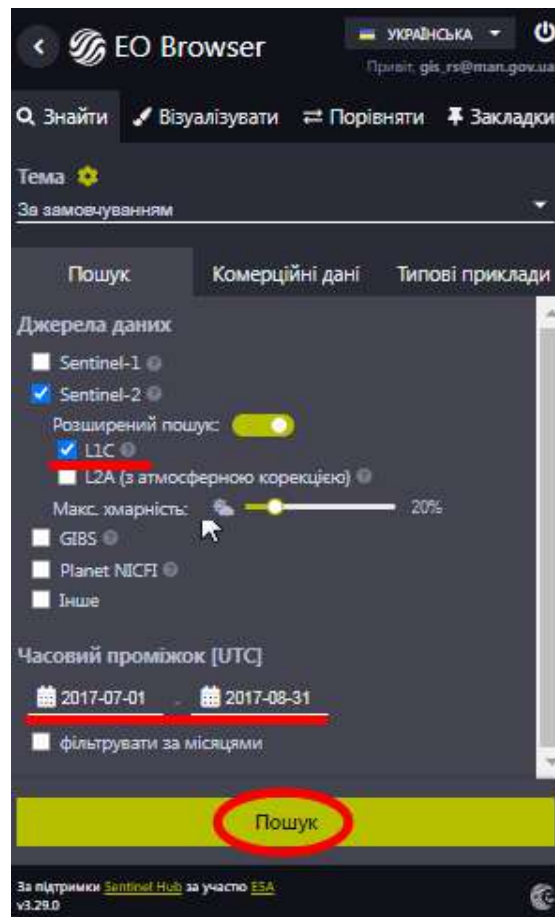
2. У рядку пошуку території введіть *Народичі* і натисніть на перший рядок, що підсвічується, для наближення на карті до цієї території.



3. На панелі для визначення параметрів зйомки виберіть:

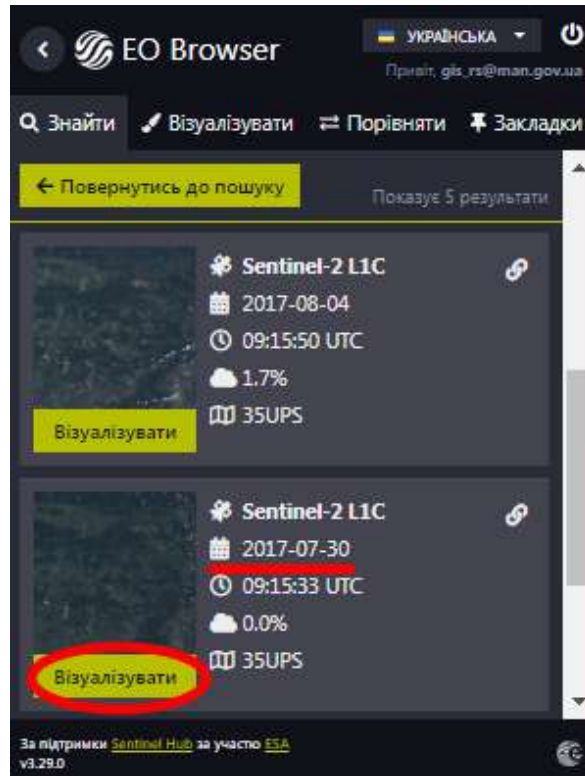
- *Джерела даних* – Sentinel-2 (L1C); при цьому, натиснувши на знак питання справа від назви супутника, можна прочитати детальну інформацію про нього;
- *Макс. хмарність* – 20 %;
- *Часовий проміжок* – з 1 липня 2017 р. по 31 серпня 2017 р.;
- натиснути *Пошук*.

✓ Дату потрібно вибирати в календаріку, а не писати самостійно з використанням клавіатури.



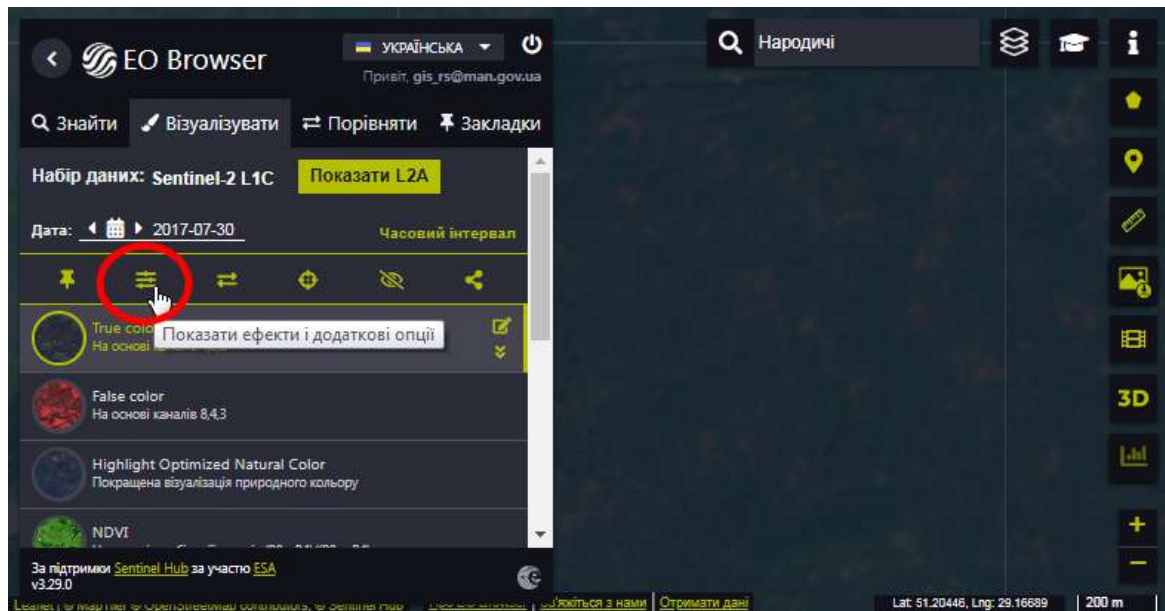
У результаті завантажиться перелік наявних у каталозі знімків за визначеними критеріями, які можна переглянути в закладці *Знайти*.

4. Перегляньте знімки, гортаючи їх перелік на лівій панелі інструментів, і знайдіть знімок за 30.07.2017 р., натисніть кнопку *Візуалізувати* для його відображення у робочому вікні *EO Browser*.



Вибраний знімок завантажиться на карту, і можна помітити, що він затемнений, тому потрібно покращити відображення знімка.

5. Виберіть інструмент *Показати ефекти і додаткові опції* вгорі на лівій панелі інструментів.



У результаті відкриється меню для корекції гистограми зображення. Спробуйте пересувати мишкою діапазон значень для кожного каналу і подивіться результат. У випадках затемнених або засвітлених зображень варто звужити діапазони значень для кожного каналу, щоб відфільтрувати максимально високі або максимально низькі значення пікселя, які, найімовірніше, є помилковими або не мають важливого значення для аналізу.



Тепер ви можете помітити, що зображення стало світлішим і проявилися червоні осередки в лісовому покриві – все це ділянки висушлих унаслідок ураження шкідниками дерев.

? Запитання для перевірки

Виміряйте розмір одного з найбільших осередків висихання лісу, ураженого шкідниками.

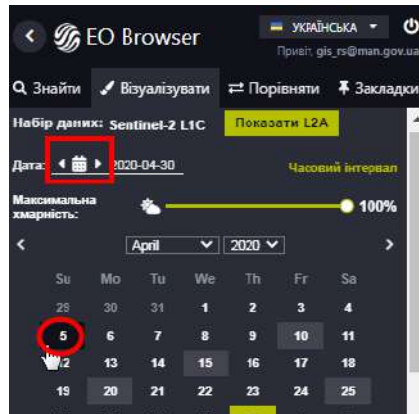
Ситуація 3

Санітарні рубки – це видалення з лісу сухостійних, усихаючих, дуже ослаблених, пошкоджених шкідниками, хворобами або внаслідок стихійних явищ, техногенних впливів окремих дерев або їх груп. Санітарні рубки можуть бути вибірконими (коли рубається одне дерево або їх група із запасом 5 і більше м³ на гектар) або суцільними (коли вирубуються дерева на площі 0,1 га і більше). Санітарні рубки, названі як «санітарно-оздоровчі заходи» в лісогосподарській літературі, рекомендуються як ефективні заходи для боротьби зі шкідливими комахами і хворобами лісу. Водночас, на думку д. с.-г. н., зав. лабораторії захисту лісу Українського НДІ лісового господарства і агролісомеліорації В. Л. Мешкової, проведення санітарних заходів рідко сприяє поліпшенню стану лісів. На думку д. б. н. С. Ф. Негруцького, санітарні рубки як метод боротьби з кореневою губкою є даремними. Такої самої думки дотримується і к. с.-г. н., лісовод О. М. Краснитський (Українська природоохоронна група).

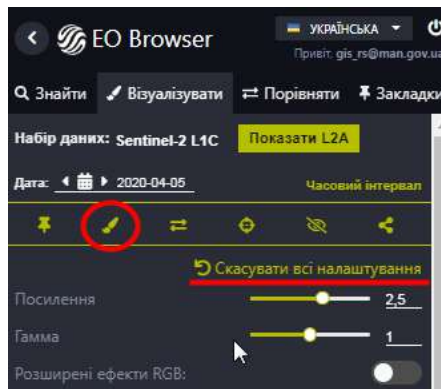
Завдання № 3

Подивіться, чи робили санітарні рубки лісу, ураженого шкідниками, на території Древлянського заповідника, яку ми виявили в попередньому завданні.

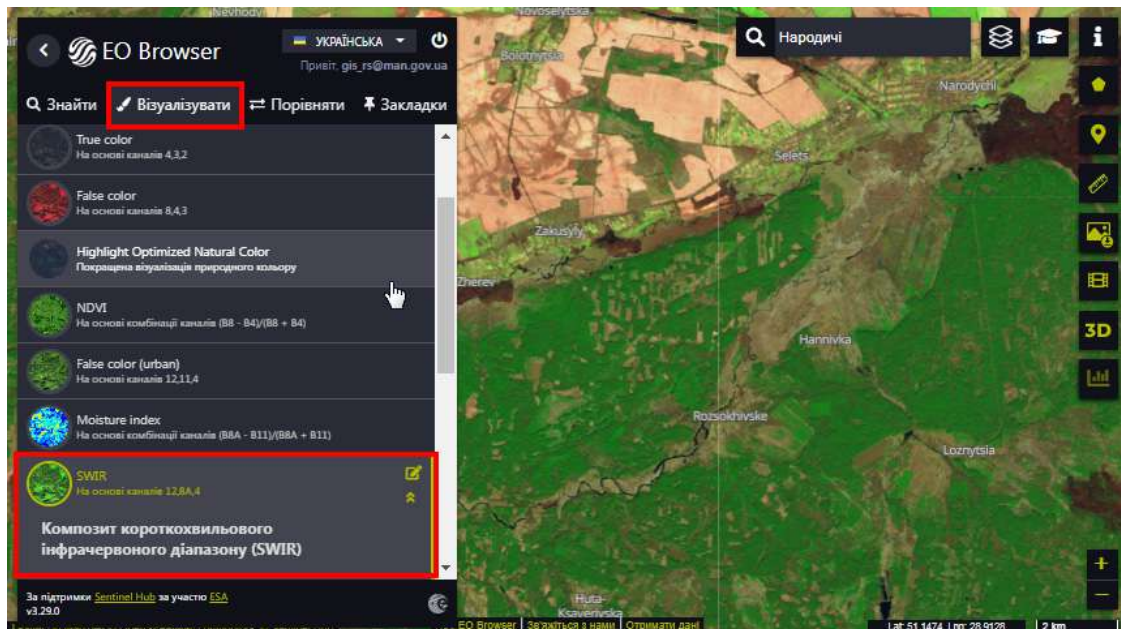
1. Для цього натисніть на інструмент для зміни дати знімка на лівій панелі інструментів і змініть дату на 5 квітня 2020 р.



2. Закрийте меню для налаштування гістограми, натиснувши на інструмент у вигляді пензля, але перед цим скасуйте всі налаштування.



3. Виберіть режим візуалізації SWIR – комбінацію каналів B12, 8A, 4.



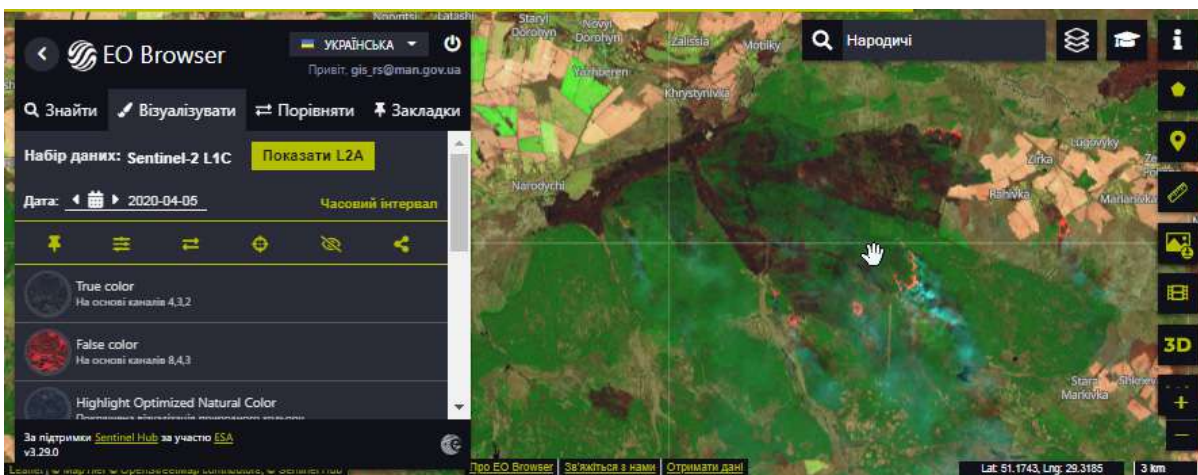
4. Перегляньте завантажений знімок території Древланського заповідника, знайдіть місця вирубок, які виділяються як світлі плями.



Також помітно багато осередків засохлої сосни, які не були вирубані. Ці місця мають сіро-бузковий колір.



5. На зображенні також видно величезний осередок пожежі й темно-коричневі площі вигорілого лісу.



? Запитання для перевірки

Самостійно знайдіть у будь-якому лісовому масиві пожежу або вирубку, або осередки висихання дерев	
Знайдіть супутниковий знімок на цю саму територію до вирубки	

За наведеним нижче QR-кодом ви можете переглянути відео виконання практичної роботи.



Дослідження водних об'єктів (на прикладі оцінки динаміки весняного водопілля на півночі Київської і Чернігівської областей)

Ситуація

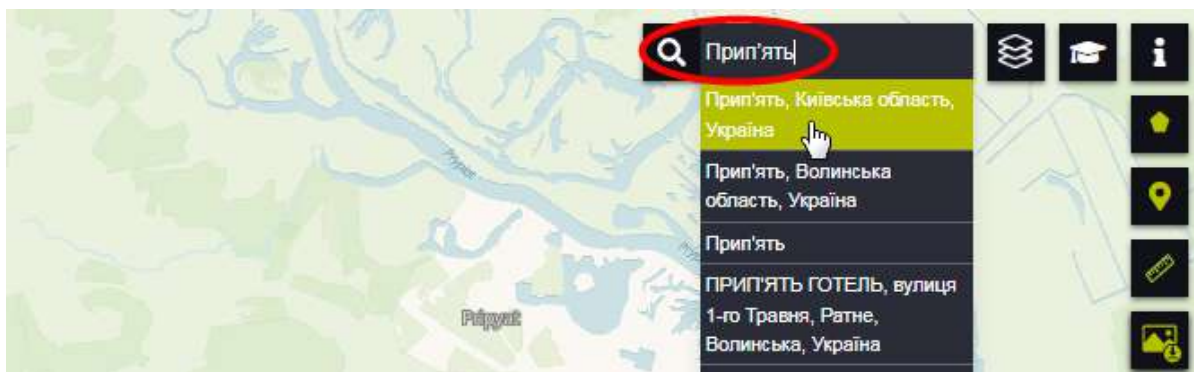
Травень 2013 р. В Україні пік весняного водопілля, 9 областей частково у воді. Найбільше потерпають жителі Чернігівщини. Десна тут підтоплює цілі села. У випуску новин на 24 Каналі повідомляють, що, за словами директора Укргідрометцентру Миколи Кульбіді, максимальні рівні води на Десні, яка вже впадатиме в Канівське водосховище, будуть спостерігатися з 15–20 травня [Укргідрометцентр (<https://meteo.gov.ua/>)].

Завдання

Проаналізувати, з яких річок (Десни, Прип'яті, Дніпра) в районі Київського водосховища починалося весняне водопілля; визначити, в який саме день був початок водопілля і коли був його пік, поррахувати ширину розливу річок.

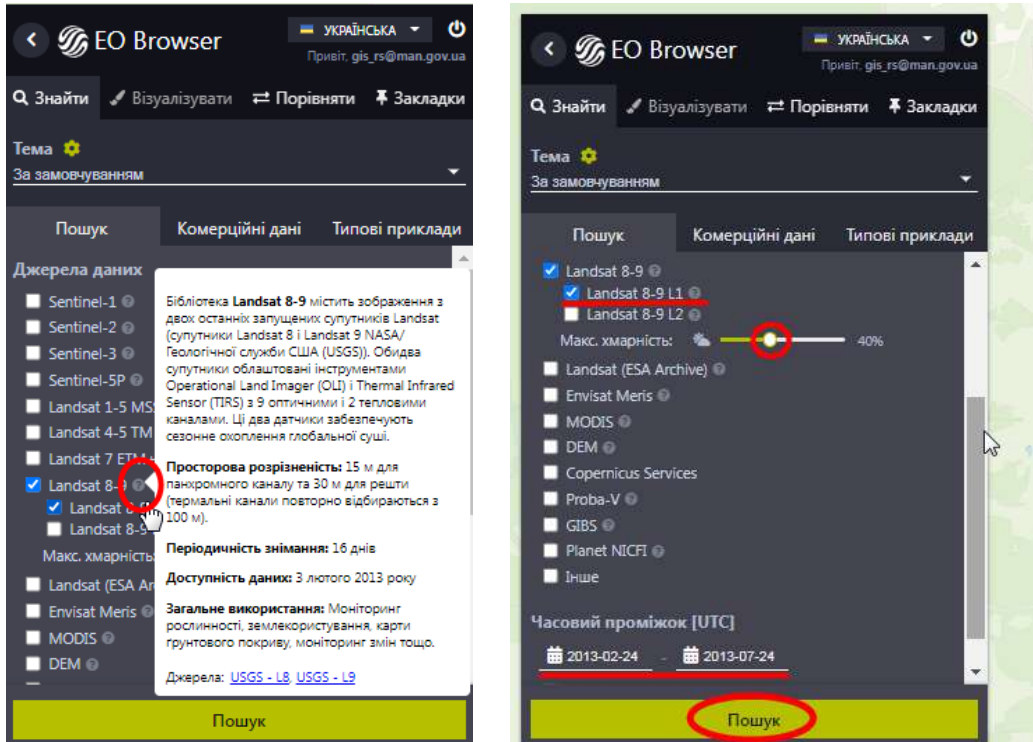
Інструкція для самостійного виконання:

1. Відкрийте портал EO Browser (<https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser>).
2. Увійдіть на портал.
3. У рядку пошуку території введіть *Прип'ять* і натисніть на «лупу» для наближення до населеного пункту.

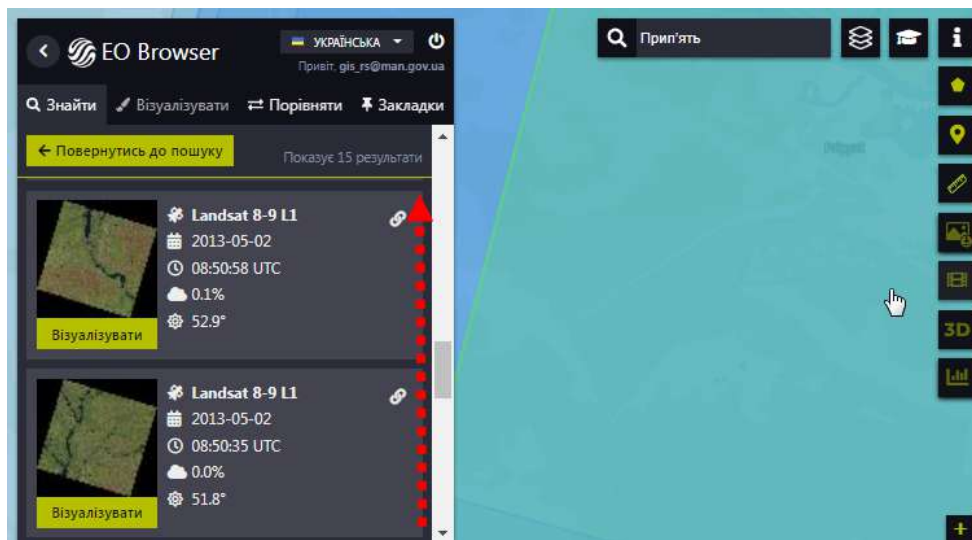


4. На панелі для визначення параметрів зйомки **Пошук** виберіть:

- **Джерела даних** – Landsat 8-9 / Landsat 8-9 L1 (при цьому, натиснувши на значок ?, можна прочитати детальну інформацію про супутник, а саме: відколи він працює і яка його просторова розрізненість);
- **Макс. хмарність** – 40 %;
- **Часовий проміжок** – із 24 лютого 2013 р. по 24 липня 2013 р.;
- натиснути **Пошук**.



У результаті завантажується перелік наявних у каталозі знімків за визначеними критеріями, які можна переглянути в закладці **Знайти**.



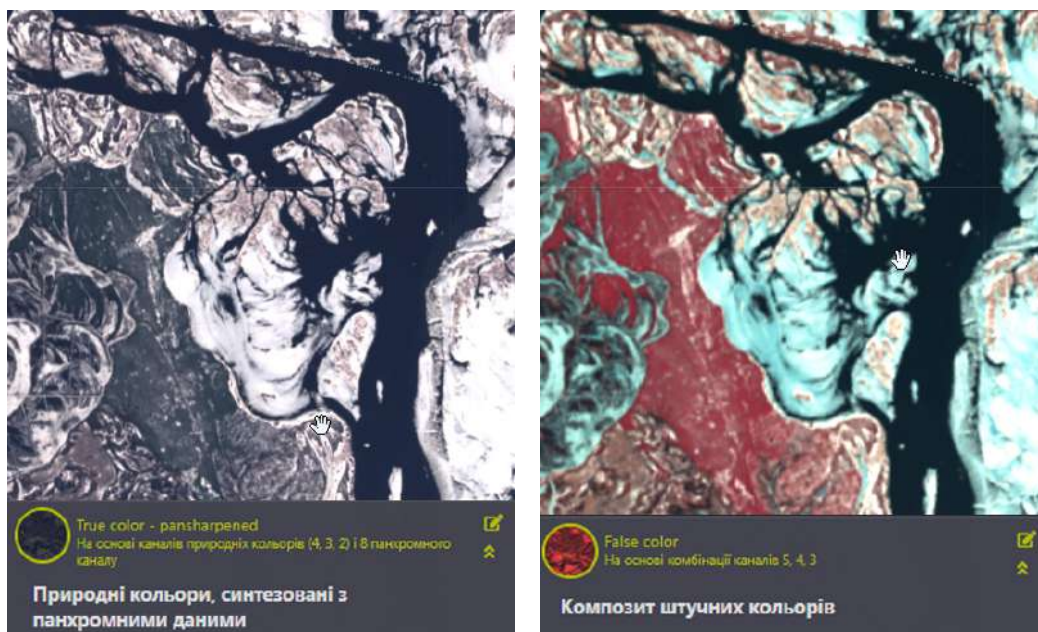
5. Перегляньте знімки, гортаючи знизу вгору (від давніших до новіших) на лівій панелі вмісту, і знайдіть найперший наявний знімок з початкової дати сніготанення, натисніть кнопку **Візуалізувати**.



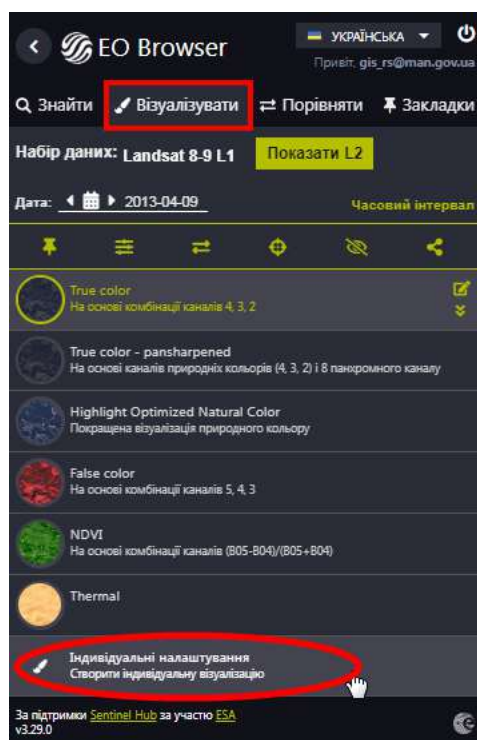
Вибраний знімок має відобразитися в картографічному вікні, а на лівій панелі відкріється меню для налаштування відображення знімка **Візуалізувати**.

6. Подивіться на знімок і визначте, де протікають річки Прип'ять, Дніпро, Десна, Тетерів, знайдіть державний кордон України.

За замовчуванням знімок відображається у видимому діапазоні *True color* (природних кольорів), тобто зображення має бути схоже на фотографію місцевості згори з розрізненістю 30 м/піксель. Зверніть увагу, що для цього супутника доступний перегляд у режимі покращеної просторової розрізненості 15 м/піксель: *True color – pansharpened* (Природні кольори, синтезовані з панхроматичними даними). Також перегляньте, який ця територія матиме вигляд у *False color* (штучних кольорах).

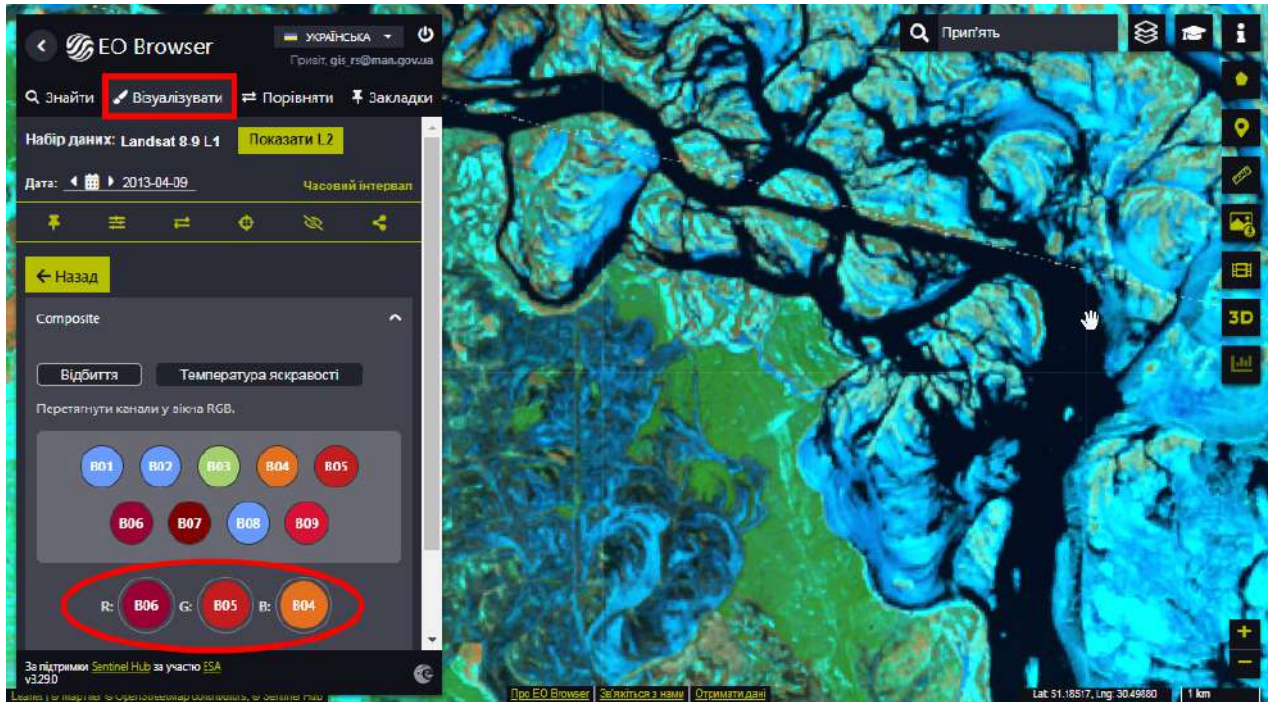


7. Натисніть на кнопку *Індивідуальні налаштування* на лівій панелі в меню для налаштування візуалізації з використанням інших спектральних діапазонів. У результаті має відкритися панель для комбінювання різних спектральних каналів.



Під час перетягування кружечків з номерами спектральних каналів супутникового знімка Landsat 8 у нижній R:.. G:.. B:.. ряд буде формуватися кольорове зображення. Колір кружечка з номером каналу вказує на відповідний діапазон спектра (b01-b02 – синій, b03 – зелений, b04 – червоний, b05 – ближній інфрачервоний, b06-b07-b09 – середній інфрачервоний, b08 – панхроматичний).

Детальніше про різні інтерпретації комбінації каналів супутника Landsat 8 можна ознайомитись у розділі «Найбільш популярні комбінації каналів для Sentinel 2a і Landsat» (див. Додаток 1 і Додаток 2).



Підберіть таку комбінацію каналів, щоб чітко бачити межу води і суші. Яка це комбінація?

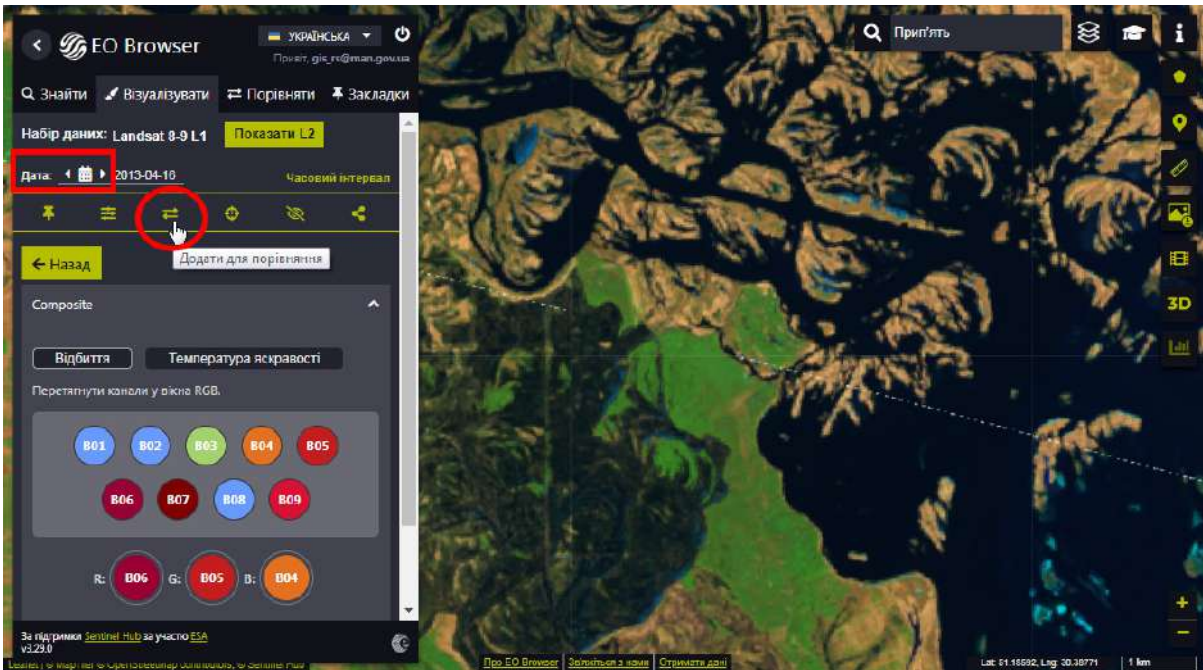
? Запитання для перевірки

Напишіть, яким кольором зображено такі типи земної поверхні в різних комбінаціях каналів:

ліс			
вода			
сніг / лід			
с/г поле			

8. Наступним кроком є перегляд-порівняння різночасних знімків.

Вибравши найзручнішу для вас комбінацію каналів і знімок, який відображає початок сніготоплення, наблизьтеся до місця, де р. Дніпро вперше перетинає кордон України з Білоруссю (в районі селища Лоев), і натисніть **Додати для порівняння**, щоб зафіксувати це місце і зображення.

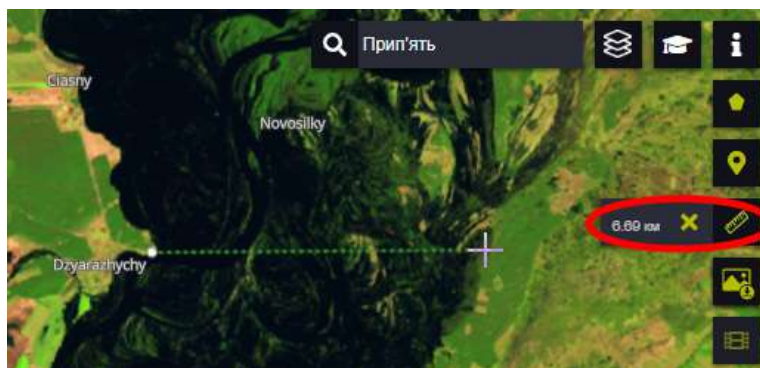


Далі, гортаючи дати зйомки в режимі **Візуалізувати**, додайте ще один-два найбільш відмінні за рівнем води від першого знімки (також натисніть **Додати для порівняння**), після цього перейдіть у розділ **Порівняти** і з'явте вибрані зображення в режимі **Розділення** або **Проявлення**. Таким чином визначте початок, пік і кінець весняного водопілля (на прикладі річок Дніпро, Прип'ять, Десна, Тетерів на вибір).



9. Виміряйте максимальну ширину розливу річок.

На правій панелі виберіть інструмент **Виміряти відстань** і виміряйте ним ширину розливу річки.



У результаті на панелі для оцифрування відобразиться довжина окресленої ділянки. Отже, ви змогли визначити ширину розливу річки.

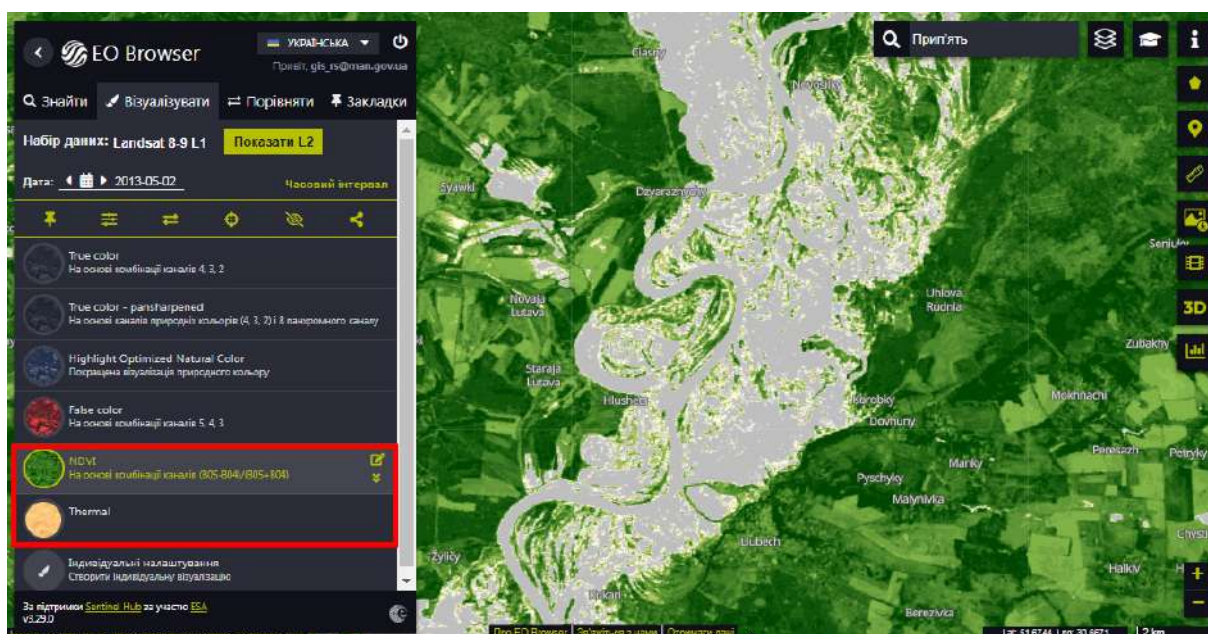
? Запитання для перевірки

Напишіть, якою була ширина розливу р. Дніпро навпроти м. Славутич (*Slavutyich, Kyiv Oblast, Ukraine*) у 2013 р. на такі дати*:

23.04	
02.05	
18.05	
10.06	

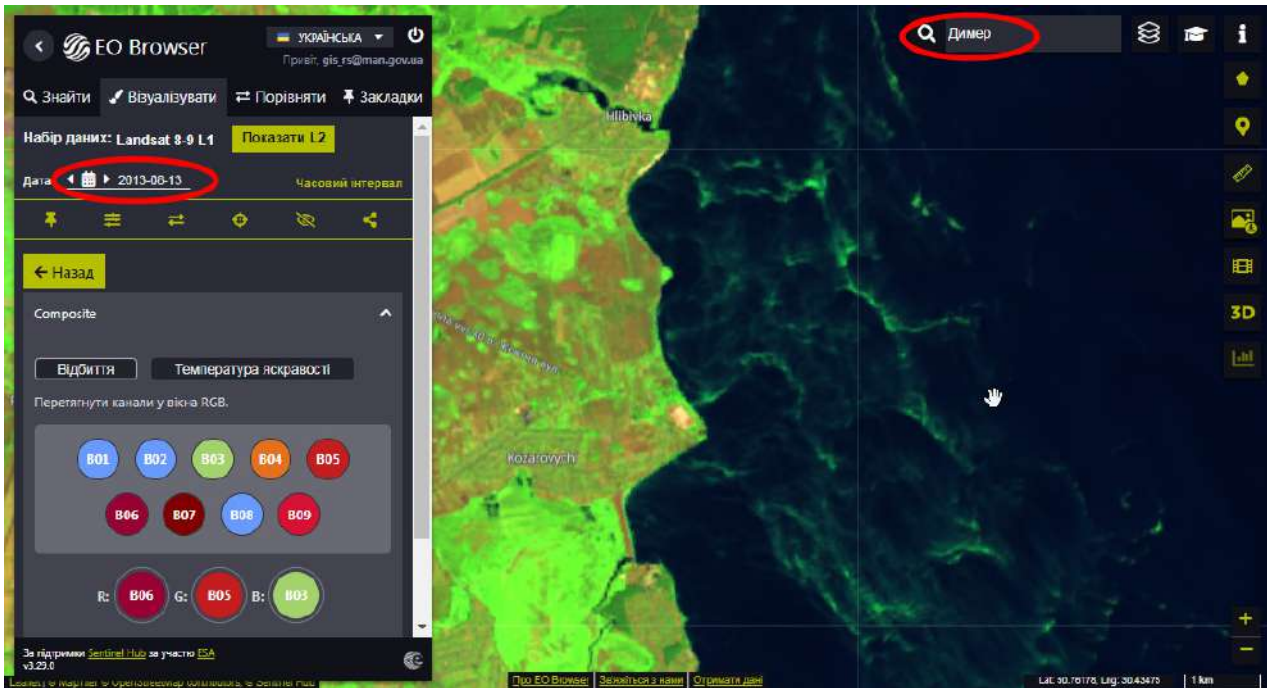
*вибрати, яка дата максимального повноводдя річки

10. Поверніться в меню візуалізації, натиснувши **Назад**, і по черзі натисніть на різні способи візуалізації та індекси, доступні для цього супутника. Проаналізуйте, як відрізняється космічне зображення від індексів і температурних карт.

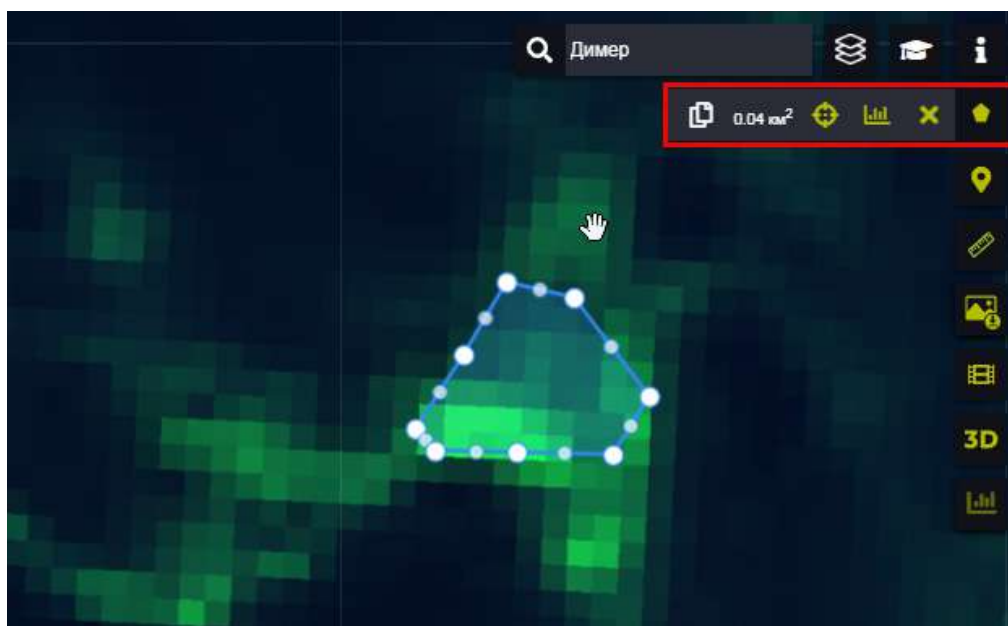



11. На прикладі Київського водосховища навпроти Димера застосуємо *NDVI* для вивчення динаміки «цвітіння води».

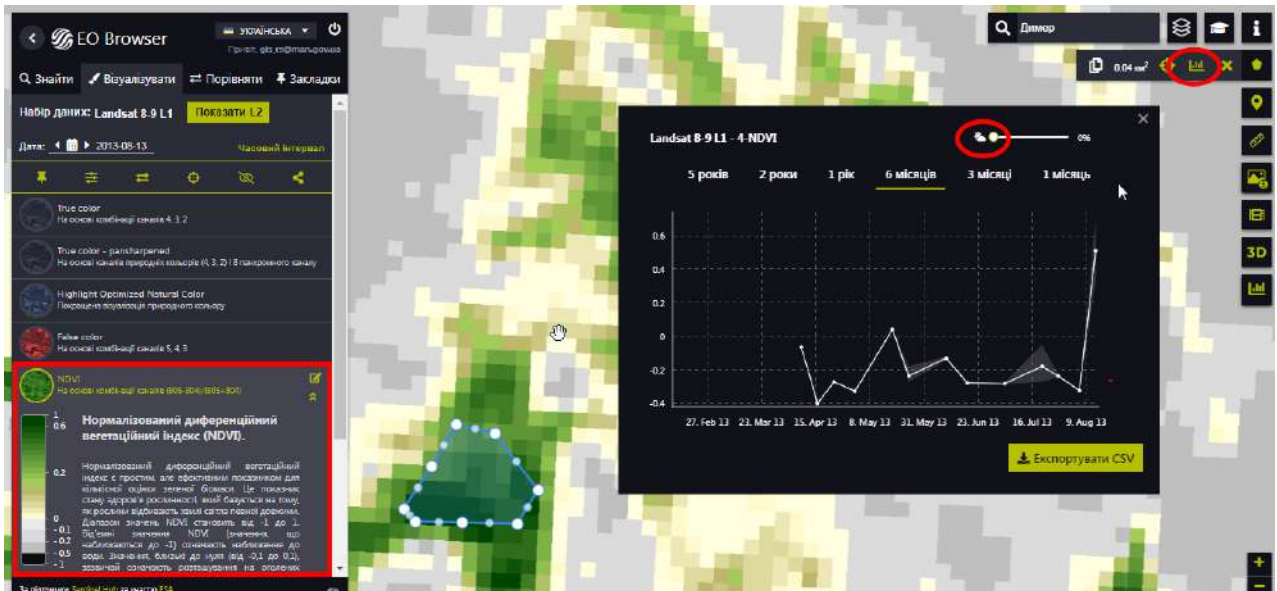
Для цього виконаємо усі раніше розглянуті кроки (знаходимо берег водосховища біля Димера, вибираємо супутник (Landsat 8), дату (13.08.2013), комбінацію каналів (6, 5, 3)



і наближаємося до ділянок цвітіння води, яке відображається аномальними зеленими плямами на водній поверхні).



Виділимо одну з плям цвітіння води і побудуємо графік зміни вегетаційної маси. Для цього потрібно оцифрувати ділянку дослідження (використавши інструмент «Олівець»)  і натиснути значок **Статистична інформація / Інша інформація у вигляді графіка**. Далі можемо вибрати характеристику відображення діаграми – період (від місяця до року).



За наведеним нижче QR-кодом ви можете переглянути відео виконання практичної роботи.



Аналіз стану агроландшафтів Вінницької області (на прикладі зміни землекористування в Гайсинському районі)

Ситуація

У 2021 р. агроіндустріальний холдинг «Миронівський хлібопродукт» (МХП) був одним з найбільших виробників курятини в Україні і Східній Європі. Активісти із близько десяти місцевих громад Вінницької і Черкаської областей привертають увагу суспільства до погіршення стану навколишнього середовища через діяльність агрохолдингу в їхній місцевості.

Згідно з даними ГО «Екодія» (<https://ecoaction.org.ua/>), у Вінницькій і Черкаській областях птахофабрики є найбільшими забруднювачами після Ладизинської ТЕС та хімічного заводу. Всі бригади Вінницької птахофабрики (підрозділ МХП) потужністю 1,5 млн курей разової посадки кожна. Водночас птахофабрики, де містяться від 85 тисяч бройлерів, уже вважаються об'єктами підвищеної екологічної небезпеки.

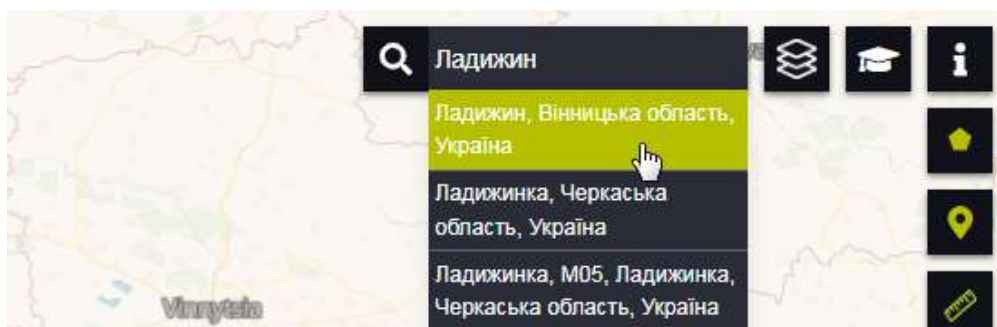
МХП також виробляє зернові, соняшникову олію, продукти м'ясопереробки. Продукція реалізується під торговими марками «Наша Ряба», «Легко», «Бащинський» і «Qualiko» та «Вінницькі курчата».

Завдання № 1

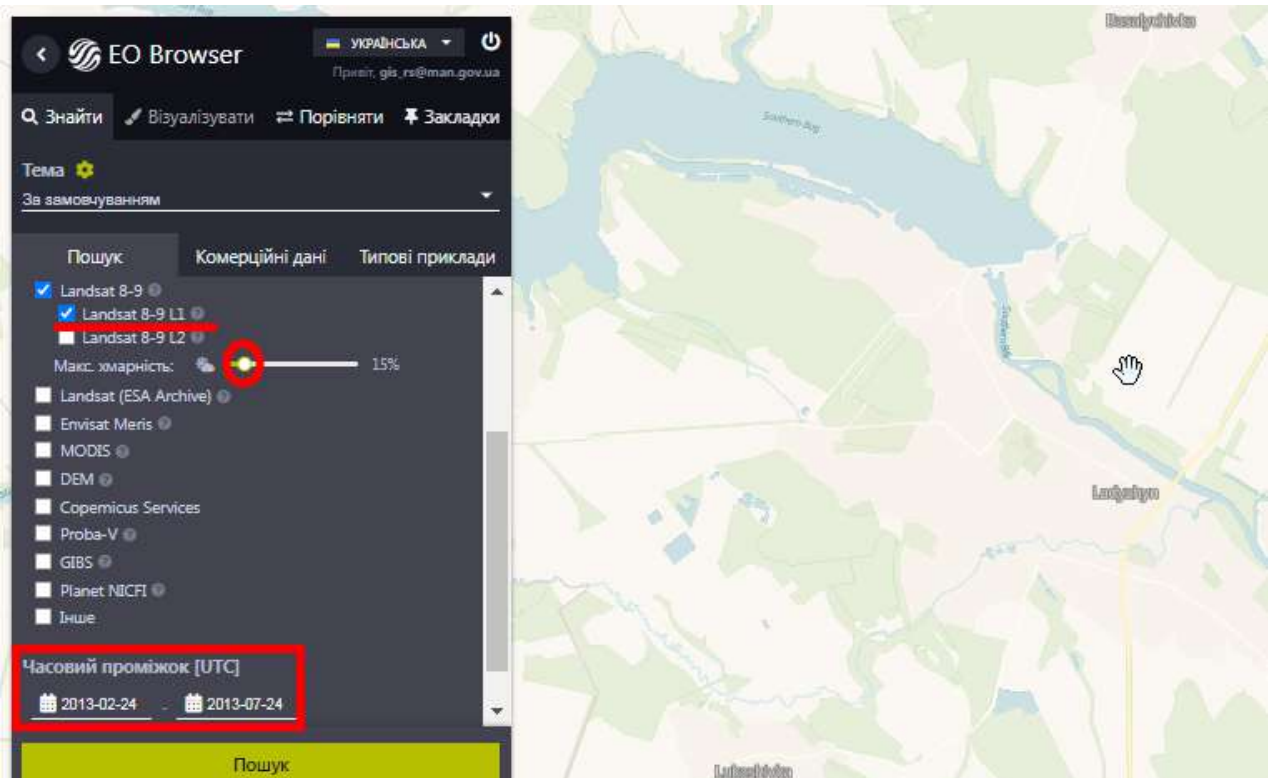
Проаналізувати агроландшафти Гайсинського району в період із 2013 по нинішній рік; оцінити потужності МХП, локалізувавши місцезнаходження птахофабрик; навчитися визначати індекси, які є важливими для сільського господарства.

Інструкція для самостійного виконання:

1. Відкрийте портал EO Browser (<https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser>).
2. Увійдіть на портал.
3. У рядку пошуку території введіть *Ладизин* і натисніть на «лупу» для наближення до населеного пункту.

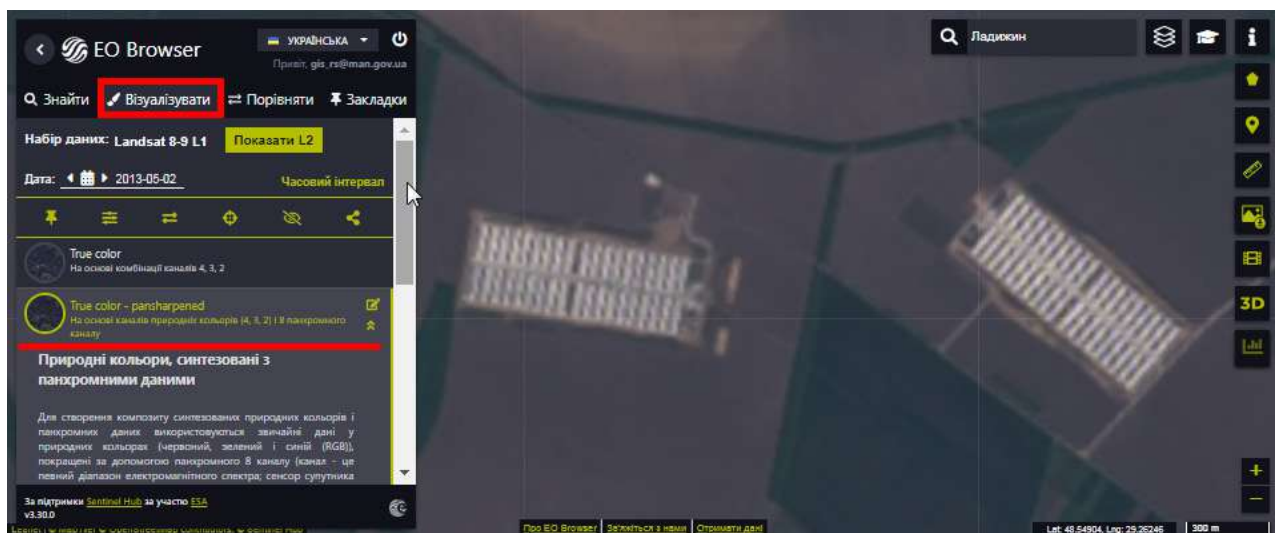


4. На панелі для визначення параметрів зйомки виберіть:
 - *Джерела даних* – Landsat 8-9 / Landsat 8-9 L1;
 - *Макс. хмарність* – 15 %;
 - *Часовий проміжок* – із 24 лютого 2013 р. по 24 липня 2013 р.;
 - натиснути *Пошук*.



У результаті завантажиться перелік наявних у каталозі знімків за визначеними критеріями, які можна переглянути в закладці **Знайти**.

З переліку виберіть знімок за 02.05.2013 р. і відобразіть його в **True color – pansharpened** (Природні кольори, синтезовані з панхроматичними даними).



Завдання № 2

Знайдіть на знімку місцезнаходження Ладижинської ТЕС (підказка: вона розташована в межах м. Ладижин на березі р. Південний Буг). Які саме ознаки допомагають знайти промисловий об'єкт на знімку?

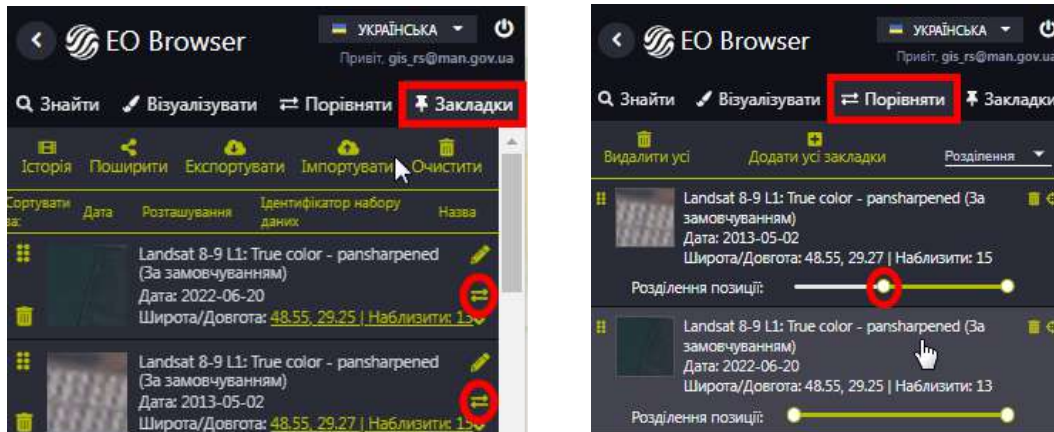
5. Збережіть знімок за допомогою інструменту **Додати до Закладок** у колекцію ваших улюблених знімків.

6. Знову поверніться до пошуку і виберіть такі параметри зйомки:

- **Джерела даних** – Landsat 8-9 / Landsat 8-9 L1;
- **Макс. хмарність** – 15 %;
- **Часовий період** – із 24 лютого 2013 р. по теперішню дату;
- натиснути **Пошук**.

Серед переліку виберіть для відображення сучасний знімок, наприклад за 20.06.2022 р., і також завантажте його в **Закладки** в комбінації природних кольорів **True color**.

7. У вкладці **Закладки**, перейшовши в режим порівняння і використовуючи режим **Проявлення** або **Розділення**, зіставте між собою два знімки, які ми вибрали попередньо.



Завдання № 3

Чи змінилося зображення агроландшафту Гайсинського району за період із 2013 по цей рік? Якщо так, то як саме?

Порахуйте, скільки всього птахофабрик є на території в межах периметра *Ладижинське водосховище – Haisyn – Kyrnasivka – Trostianets* (на знімку нижче).

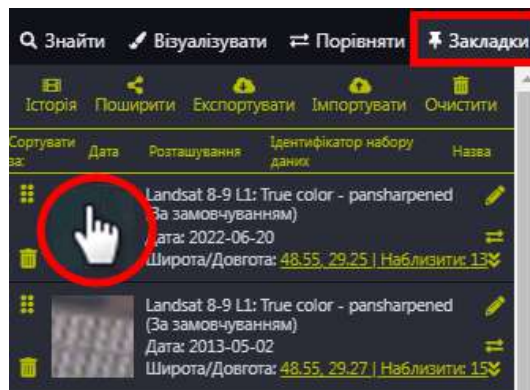


	2013 р.	Теперішній рік
Кількість птахофабрик		



✓ На фото – вигляд птахофабрики з дрона.

8. Натиснувши на один зі знімків у переліку **Закладки**, ви автоматично перейдете до вкладки **Візуалізувати**, де вам пропонується поекспериментувати з різноманітними індексами.



Найбільш популярним в агрономії вважається індекс **NDVI – Нормалізований диференційний вегетаційний індекс**. Грунтуючись на даних про вегетаційну активність біомаси, індекс застосовується для оцінювання стану посівів у визначений час або в динаміці. Зелені рослини в процесі фотосинтезу поглинають основну частину видимого світлового спектра і відбивають хвилі ближнього інфрачервоного. Таким чином розраховується NDVI індекс – різниця значень червоного і ближнього інфрачервоного спектра, розділена на їх суму. Характеризуючи щільність рослинності, NDVI вказує на ті ділянки поля, які потребують пересівання, внесення засобів для захисту рослин та добрив.

9. На лівій бічній панелі натисніть **NDVI**.

Натиснувши на стрілочки біля **NDVI**, можна розкрити шкалу індексу (легенду карти), значення якої змінюються від -1 до 1 (від чорного до темно-зеленого кольору). Рослинність відображається у відтінках зеленого (відтінок залежить від інтенсивності розвитку рослинно-

сті – темно-зеленим показана здорова рослинність з найвищою біомасою) і здебільшого має значення від 0,2 до 1.

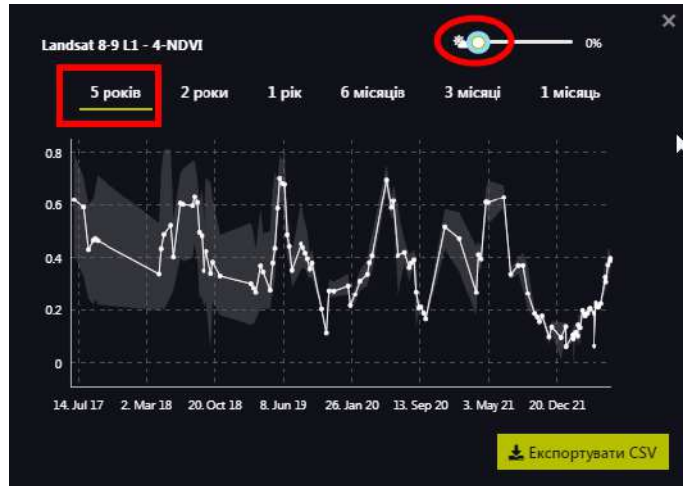


Виберіть будь-яке поле і наблизьтеся до нього. Використовуючи інструмент **Окресліть полігональну область інтересу** на правій бічній панелі інструментів, намалюйте всередині цього поля замкнений полігон. Після цього побудуйте графік, натиснувши **Графік**. Навівши курсором миші на будь-яку точку на графіку, можна побачити мінімальне, максимальне і середнє значення індексу NDVI у межах полігона.



Завдання № 4

Напишіть середнє значення NDVI поля на початок травня 2013 р. і порівняйте його зі значенням на початок травня 2022 р.



Точна дата (число, місяць)		
Середнє значення NDVI		

✓ Щоби прискорити процес, ви можете залишити той самий полігон і перейти у вкладку **Закладки**, з переліку вибрати знімок Sentinel і повторити дії з пункту 9. Важливою особливістю графіків, побудованих на основі даних Landsat і Sentinel, є те, що на них можна фільтрувати знімки за хмарністю, рухаючи повзунком миші у верхній правій частині графіка.

10. У вкладці **Візуалізувати** порівняйте кількість індексів, які автоматично можна порівняти для знімків Landsat і Sentinel.

? Запитання для перевірки

Як вважаєте, чому кількість індексів різна?

Користуючись Google, поясніть, чим відрізняється індекс NDVI від NDWI.

Які індекси, крім NDVI, важливі для сільського господарства? Чому?

За наведеним нижче QR-кодом ви можете переглянути відео виконання практичної роботи.



Дослідження антропогенних змін природного ландшафту внаслідок бурштинового промислу на Рівненщині

Ситуація

За матеріалами Центру журналістських розслідувань «Сила правди»: «Щоб переконатися, що в Україні процвітає нелегальний видобуток бурштину, не потрібно обов'язково проводити польові розвідки, достатньо переглянути космічні знімки. Кратери копанок біліють на супутникових знімках лісів і долин Українського Полісся. Ліси від Кухітської Воли (село в Зарічненському районі Рівненщини) і на південь аж до Білого озера то там, то там пронизані “місячними пейзажами”».



Більше інформації в матеріалах Центру журналістських розслідувань «Сила правди».

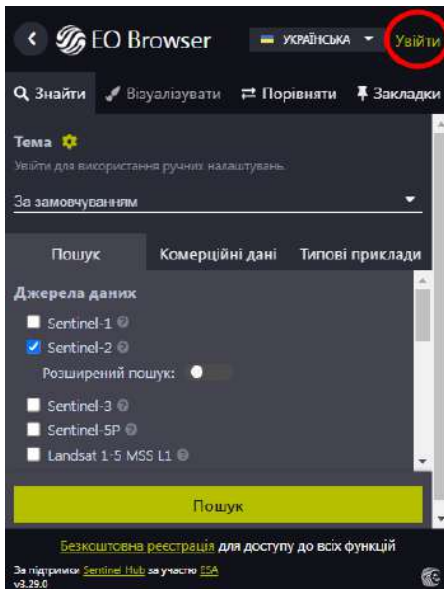
Завдання № 1

Визначити ділянки масового видобутку бурштину в межах Зарічненського району Рівненської області і підібрати зручну для себе комбінацію каналів для їх ідентифікації.

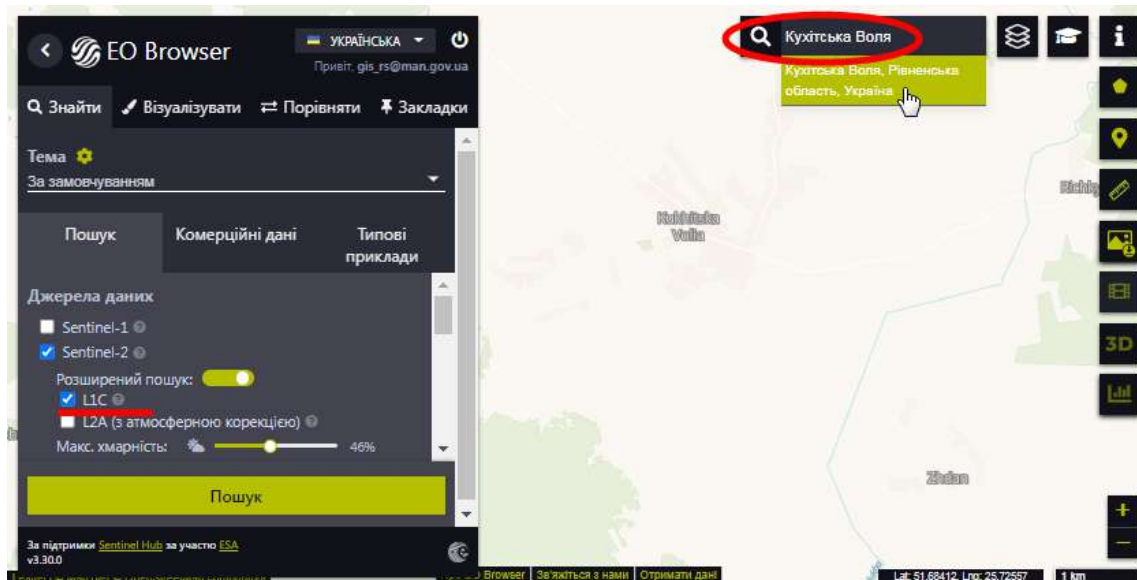
Інструкція для самостійного виконання:

1. Відкрийте портал EO Browser (набравши *eo browser* на сайті Google у пошуку і перейшовши за першим покликанням *Sentinel-hub EO-Browser*) або наберіть повністю покликання <https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser>.

2. Увійдіть на портал.

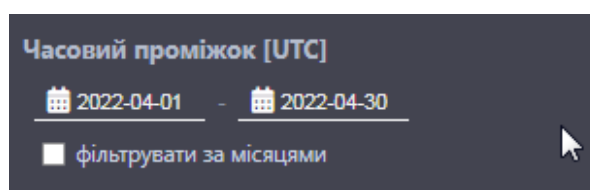


3. У рядку пошуку території введіть *Кухітська Воля*, натисніть на перший рядок, що підсвічується, для наближення на карті до території України.



4. На панелі для визначення параметрів зйомки виберіть:

- **Джерела даних** – Sentinel-2 (L1C); при цьому, натиснувши на знак питання справа від назви супутника, можна прочитати детальну інформацію про нього;
- **Часовий проміжок** – найбільш актуальна весна, наприклад з 1 по 30 квітня 2022 р.;

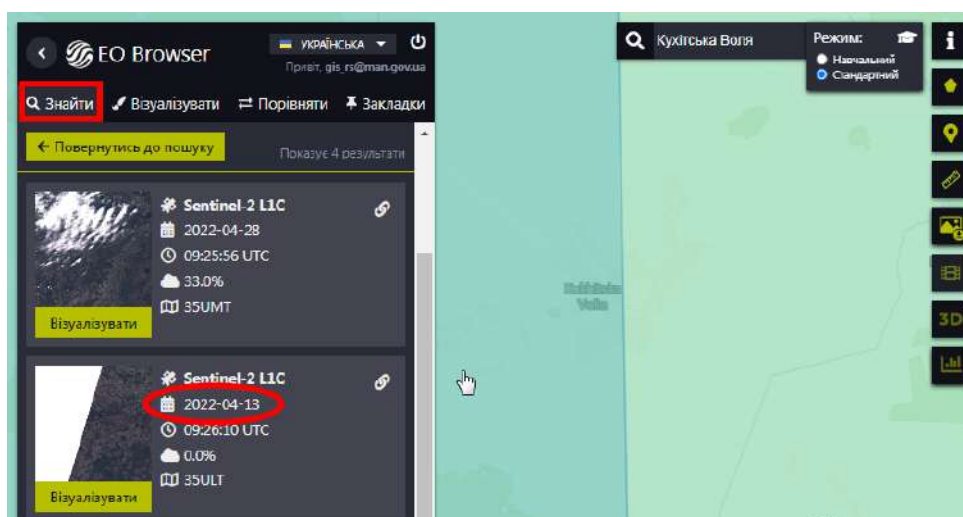


✓ **Важливо!** Дату потрібно вибирати в календарикі, а не писати самостійно з використанням клавіатури.

- натиснути **Пошук**.

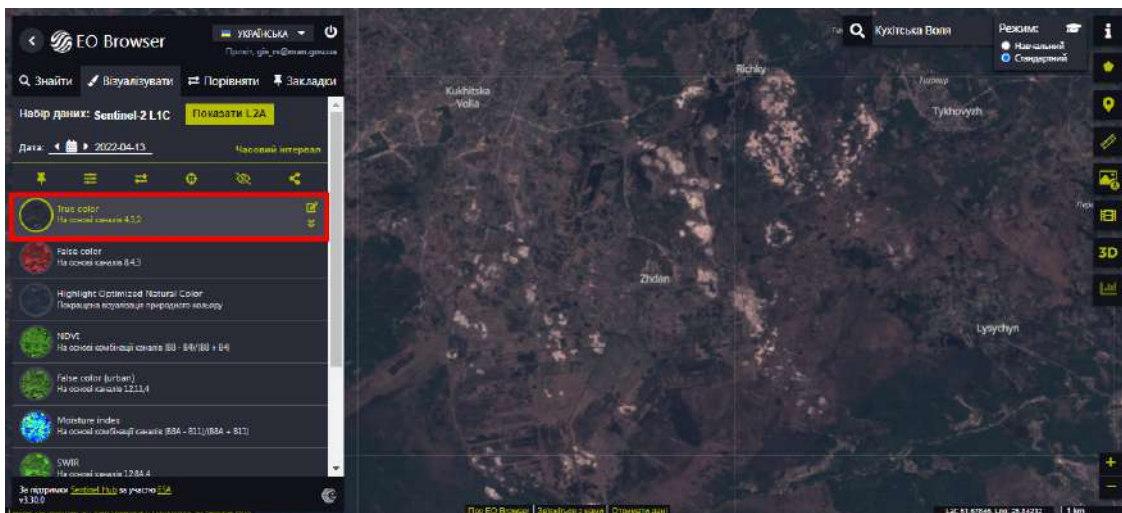
У результаті завантажиться перелік наявних у каталозі знімків за визначеними критеріями, які можна переглянути в закладці **Знайти**.

5. Перегляньте знімки, гортаючи їх перелік на лівій панелі інструментів, і знайдіть знімок за 13.04.2022 р., натисніть кнопку **Візуалізувати** для його відображення у робочому вікні **EO Browser**.



Подивившись уважно на знімок, ви помітите білі плями серед полів і лісу – результати змін ландшафту через видобуток бурштину.

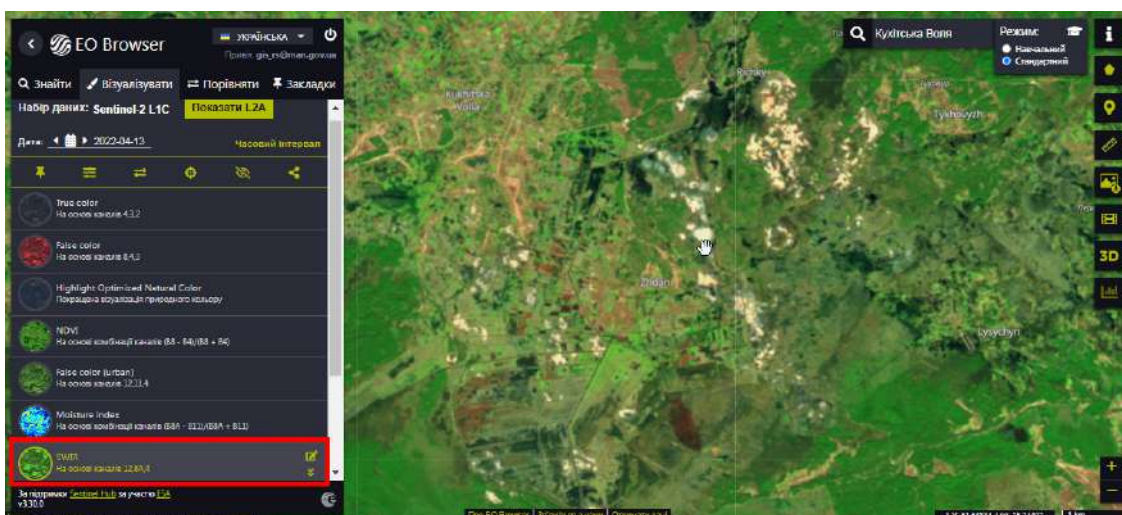
6. Виберіть зручний для себе спосіб візуалізації з наведених нижче:



а – композит природних кольорів (True Color) (4, 3, 2)



б – композит штучних кольорів (False Color) (8, 4, 3)



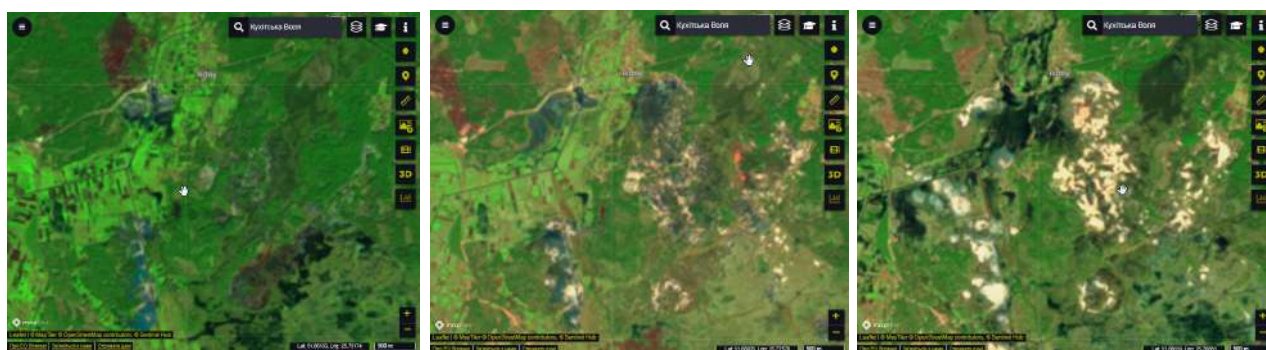
в – композит короткохвильового інфрачервоного діапазону (SWIR) (12, 8A, 4)

Завдання № 2

Порівняйте динаміку збільшення площ зміненого ландшафту в результаті видобутку бурштину у квітні 2022, 2019 та 2016 рр. між селищами Кухітська Воля і Тиховиж. На панелі для визначення параметрів зйомки виберіть такі пункти:

- **Джерела даних** – Sentinel-2 (L1C);
- **Часовий проміжок** – з 1 по 30 квітня 2022, 2019 та 2016 р.

Знайдіть по черзі знімки за 13.04.2022, 14.04.2019 і 17.04.2016 р., і в кожному випадку натисніть кнопку **Візуалізувати** в зручному для себе способі візуалізації та перегляньте, як саме відбувалося збільшення площі бурштинового промислу.



2016 р.

2019 р.

2022 р.

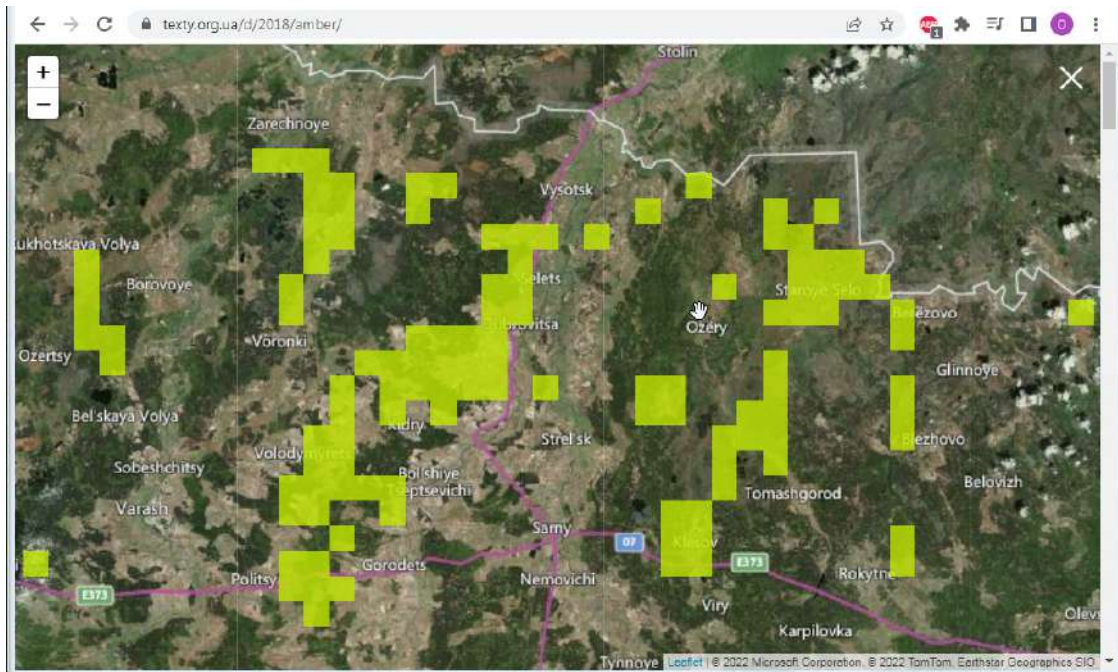
? Запитання для перевірки

Порахуйте площу оголеного внаслідок незаконного промислу ґрунту між селищами Кухітська Воля і Тиховиж за три періоди і заповніть таблицю:

Роки	Площа
2016	
2019	
Теперішній рік	

Завдання № 3

Використовуючи інтерактивну карту незаконного видобутку бурштину на Поліссі, створену в рамках проекту «Земляна проказа», що був реалізований у 2015 р. командою волонтерів та співробітників сайту «Тексти», знайдіть інші найбільші ділянки видобутку бурштину і перегляньте їх сучасний вигляд станом на 2020 р. у ресурсі *EO Browser*.



i «Бурштинова» карта охоплює три області: Житомирську, Волинську та Рівненську. Місця видобутку бурштину станом на 2015–2016 рр. були знайдені на основі детальних супутникових зображень з ресурсів Google і Bing Maps. Загалом місця видобутку позначені жовтим кольором. Збільшуючи масштаб карти, можна переглянути зблизька супутникові фотографії вибраної території. Орієнтуючись на назви населених пунктів поблизу копалинь, знайдіть цікаві, на ваш погляд, території в EO Browser і перевірте, чи відбулися на них зміни.



? Запитання для перевірки

Напишіть назви адміністративних районів і найближчих населених пунктів у межах Рівненської області, де найбільше видобувають бурштин.

Завдання № 4

Створити тематичну карту площ антропогенно зміненого ландшафту внаслідок видобутку бурштину, застосувавши можливості скриптів *EO Browser*.

У сучасному програмуванні **скрипти (сценарії)** – це окремі послідовності дій, створені для автоматичного виконання завдання. Якщо готового сценарію немає, користувач виконує ці дії вручну з відповідними витратами часу. Для написання скриптів використовуються спеціальні мови програмування: в *EO Browser*, наприклад, можна використовувати мову JavaScript.

Розглянемо детальніше один зі спеціальних скриптів для Sentinel Hub, які можуть використовуватися за допомогою URL-адреси.

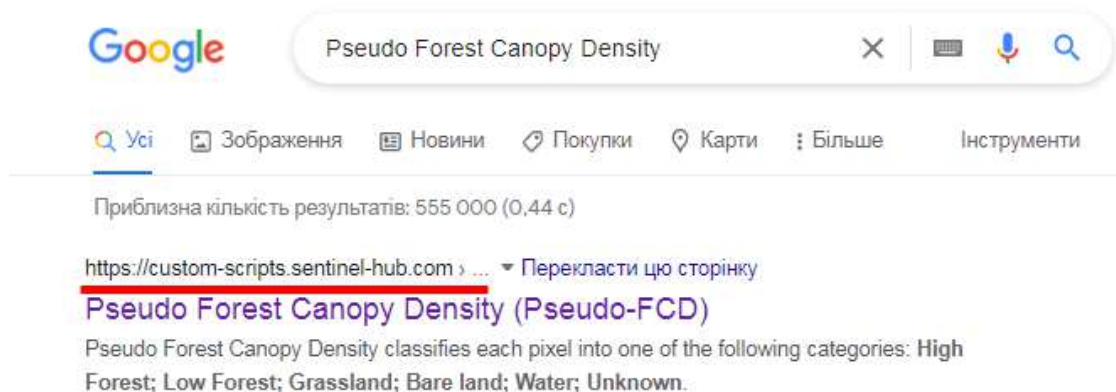
Pseudo Forest Canopy Density (FCD) (*Псевдощільність лісового навісу*) – це скрипт для *EO Browser Sentinel-hub*, який класифікує кожен піксель супутникових зображень на одну з таких категорій:

1. *High Forest* – Високий ліс.
2. *Low Forest* – Низький ліс.
3. *Grassland* – Пасовища.
4. *Bare land* – Гола (відкрита) земля.
5. *Water* – Вода.
6. *Unknown* – Невідомий клас.

Із застосуванням цього сценарію (скрипту) щільність лісового покриву (FCD) обчислюється за допомогою різних показників:

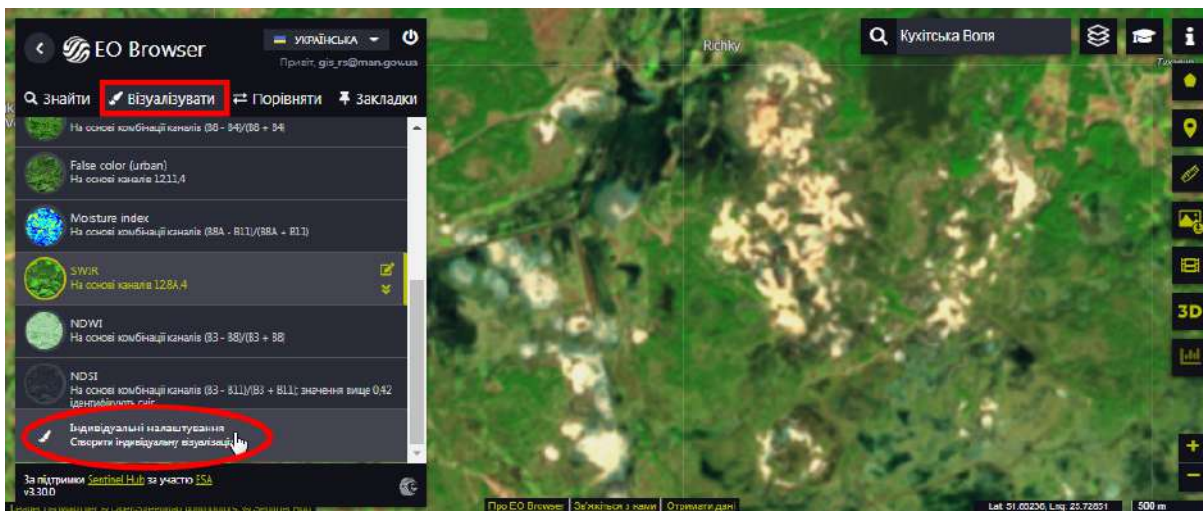
- Advanced vegetation index (AVI) – розширений індекс вегетації;
- Bare soil index (BI) – індекс голого ґрунту;
- Canopy shadow index (SI) – індекс тіні навісу.

Знайдіть сценарій Pseudo Forest Canopy Density за допомогою пошуку в Google або перейдіть за покликанням <https://custom-scripts.sentinel-hub.com/custom-scripts/sentinel-2/pseudo-forest-canopy-density/>.

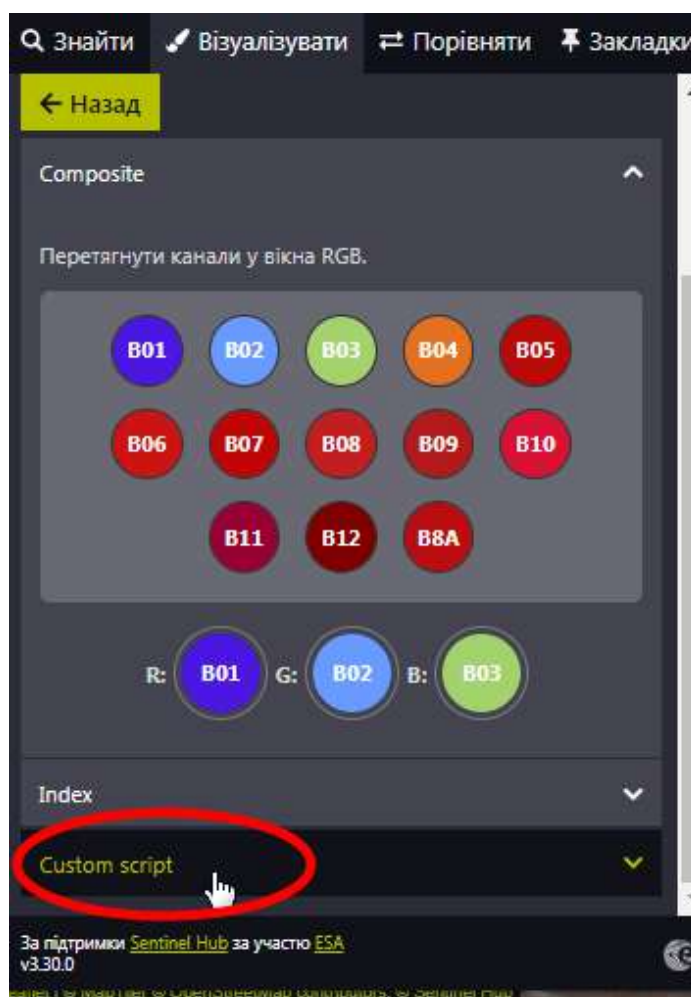


Як скористатися скриптом?

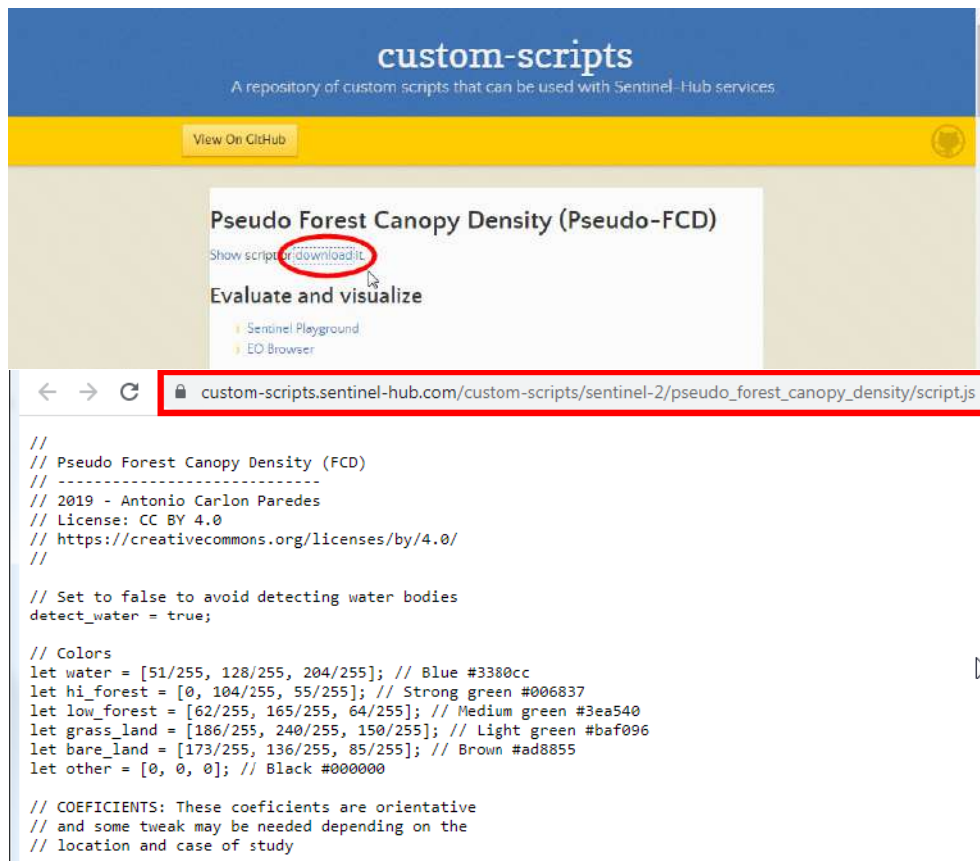
Для початку треба вибрати потрібний вам знімок у закладці **Знайти** і відобразити його, натиснувши кнопку **Візуалізувати**. Далі в закладці **Візуалізувати** натиснути на рубрику **Індивідуальні налаштування**.



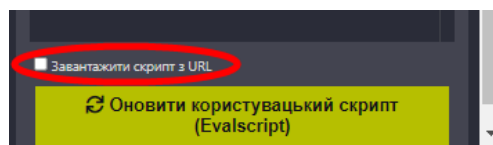
Після того як ви увійшли у вікно скриптів *Custom script*, вам потрібно замінити командний текст застосованого в програмі скрипту на скрипт *Pseudo Forest Canopy Density*.



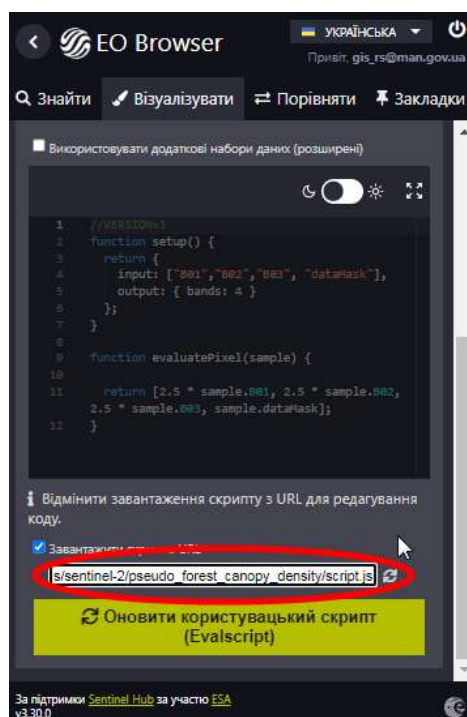
Це можна зробити двома способами: скопіювати URL-адресу із самим сценарієм скрипту або скопіювати весь текст сценарію. Легше скопіювати URL-адресу. Отож натисніть **Download (Завантажити)** на головній сторінці скрипту і в новій відкритій вкладці скопіюйте її URL-адресу.



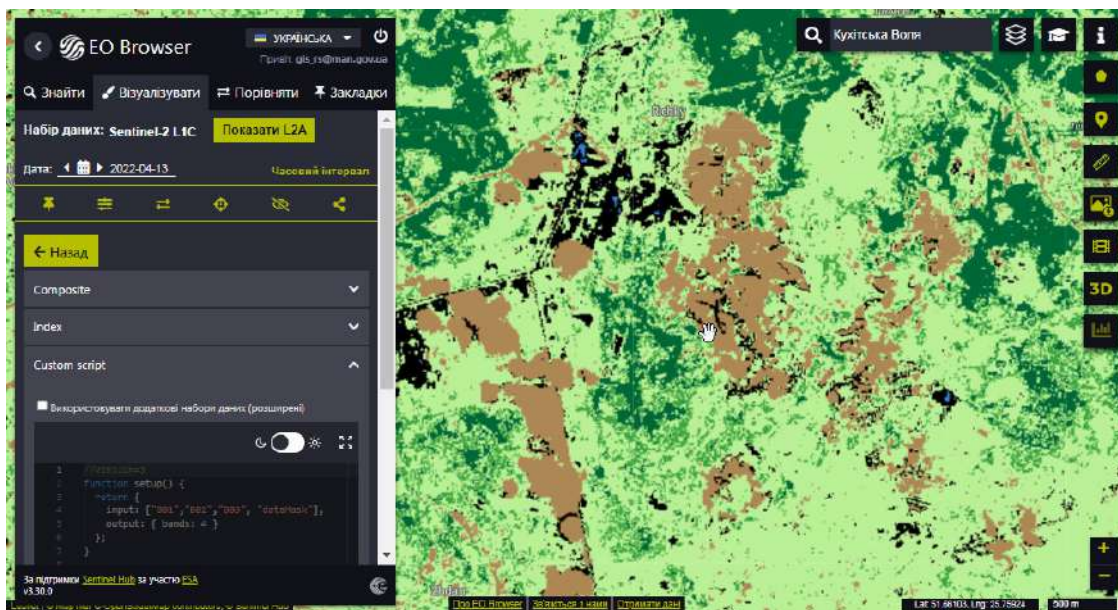
Далі у вікні сценарію позначте галочкою **Завантажити скрипт з URL**.



Вставте URL-покликання https://custom-scripts.sentinel-hub.com/custom-scripts/sentinel-2/pseudo_forest_canopy_density/script.js у відповідне вікно і для застосування натисніть кнопку **Оновити користувацький скрипт (Evalscript)**.



Якщо все виконано правильно, ви отримаєте нову карту на основі космічного знімка, на якій клас *Bare land* – Гола (відкрита) земля зображений коричневим кольором і буде відповідати ділянкам незаконного видобутку бурштину.



i Детальніше про скрипти для Sentinel Hub можна прочитати за покликанням: <https://github.com/sentinel-hub/custom-scripts>.

? Запитання для перевірки

Чим загрожує природі нелегальний видобуток бурштину?	
Чи є в Україні легалізований видобуток бурштину?	

За наведеним нижче QR-кодом ви можете переглянути відео виконання практичної роботи.



Дослідження зміни урболандшафтів на прикладі розбудови (зростання) міста Києва

Ситуація

Захищати природу поблизу мегаполісів дуже непросто. Уже не один рік поспіль громадська організація «Екопарк Осокорки» намагається не допустити забудови природних заплавних луків Києва. Нині на цій території місто отримало два ландшафтні заказники, що межують між собою: «Озеро Тягле» і «Осокорківські луки» (створено у 2019 р.). У перспективі вони і решта ділянок мають бути об'єднані в один регіональний ландшафтний парк (РЛП).

Відео екопарку Осокорки з коптера за youtube-покликанням: <https://cutt.ly/ZuLbIXE>.

Завдання № 1

Промоніторити будівництво житлового масиву Осокорки – вигляд території влітку 1985 р. і сучасний стан.

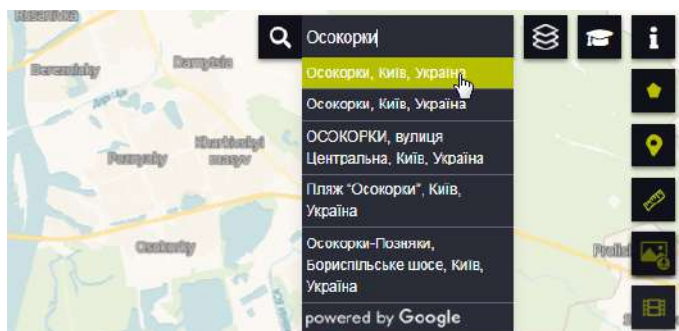
Інструкція для самостійного виконання:

1. Відкрийте портал *EO Browser* (набравши *eo browser* на сайті Google у пошуку і перейшовши за першим покликанням *Sentinel-hub EO-Browser*) або наберіть повністю покликання <https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser>.

2. Увійдіть на портал.



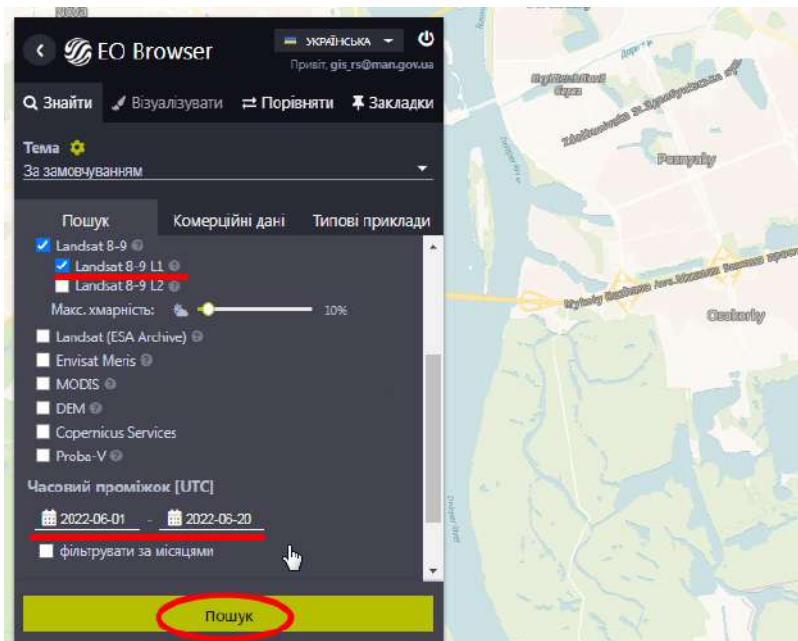
3. У рядку пошуку території введіть *Осокорки*, натисніть на перший рядок, що підсвічується, для наближення на карті до території України.



4. На панелі для визначення параметрів зйомки виберіть:

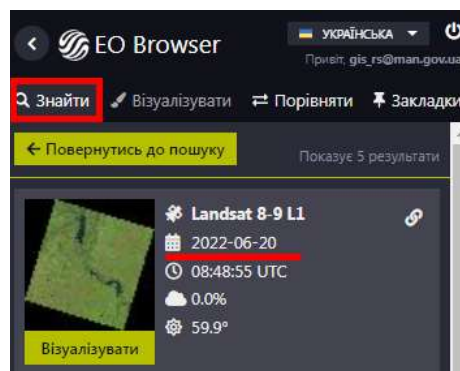
- **Джерела даних** – Landsat 8-9 (L1);
- **Макс. хмарність** – 10 %;
- **Часовий проміжок** – 01.06.2022–20.06.2022;
- натиснути **Пошук**.

✓ **Важливо!** Дату потрібно вибирати в календаріку, а не писати самотійно з використанням клавіатури.



У результаті завантажується перелік наявних у каталозі знімків за визначеними критеріями, які можна переглянути в закладці **Знайти**.

5. У переліку знайдіть знімок за 20.06.2022 р. і натисніть кнопку **Візуалізувати** для його відображення в робочому вікні EO Browser.



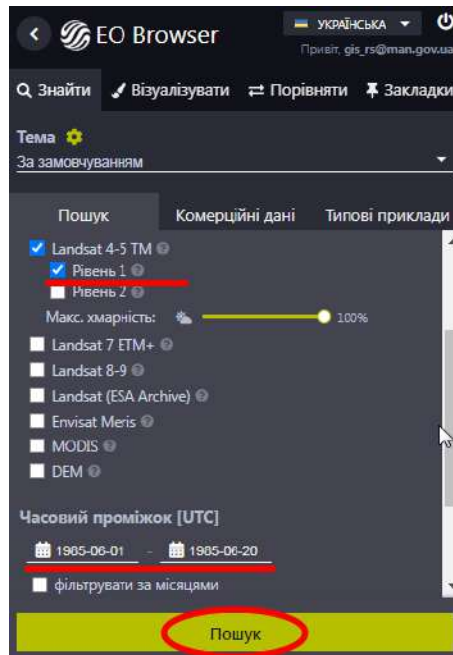
6. Виберіть спосіб візуалізації – **True color – pansharpened** (природні кольори, синтезовані з панхроматичними даними), який допоможе чіткіше бачити зображення, бо використовує панхроматичний канал 8 з розрізненням 15 м.


7. Візуально ознайомтеся з масштабом будівництва на території і збережіть знімок у закладки, використовуючи **📌**.

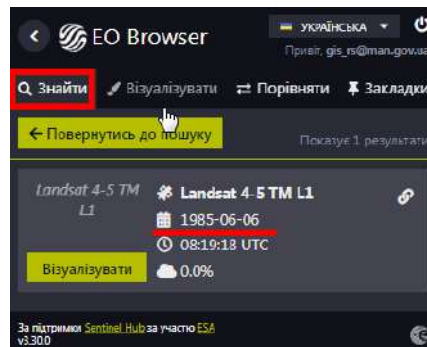
8. Поверніться до пошуку і завантажте знімок **Landsat 5** за 6 червня 1985 р., ввівши такі параметри пошуку:

- **Джерела даних** – Landsat 4-5 TM (Рівень 1);

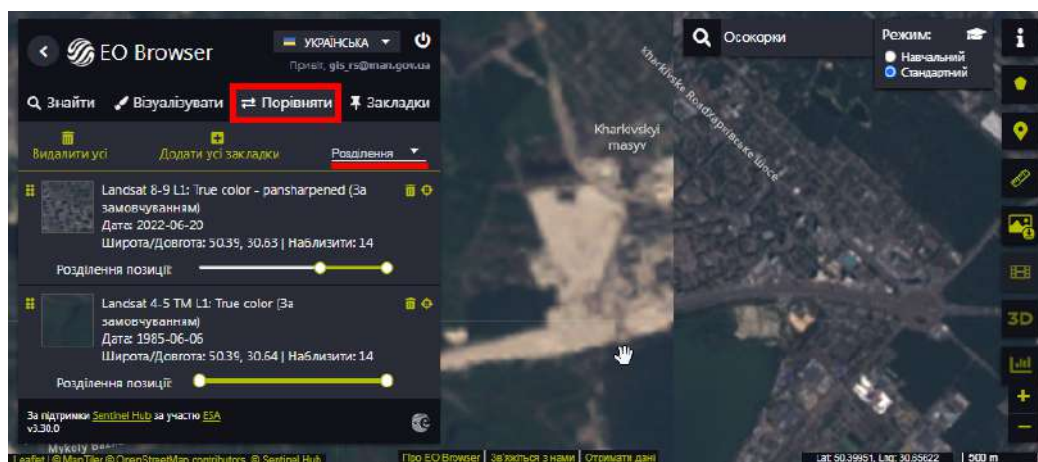
- **Макс. хмарність** – 10 %;
- **Часовий проміжок** – 01.06.1985–20.06.1985;
- натиснути **Пошук**.



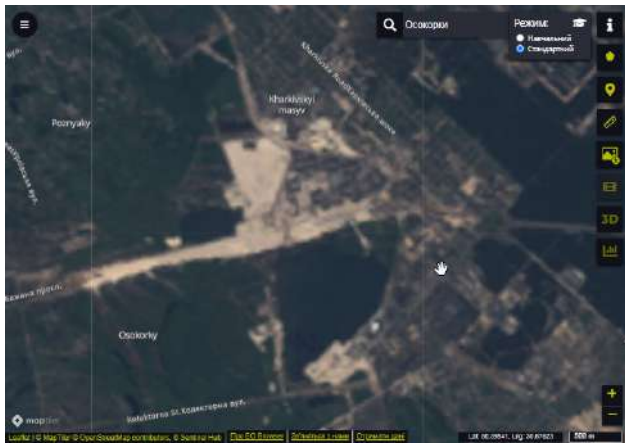
9. Візуалізуйте знімок за 6 червня 1985 р. і збережіть його за допомогою  у розділ **Закладки** (збережена бібліотека знімків).



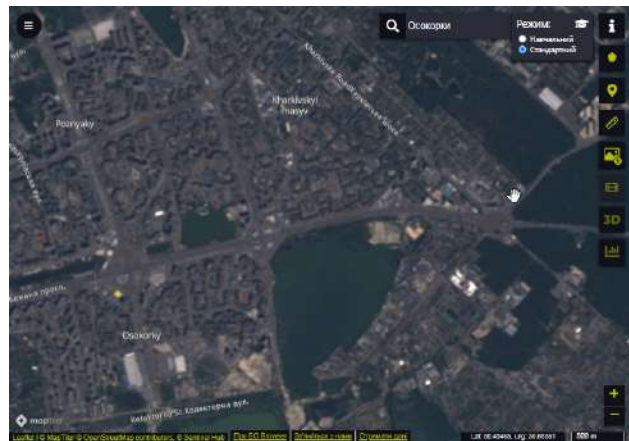
10. У розділі **Закладки** натисніть кнопку  **Додати для порівняння** і виберіть режим **Розділення**.



Переміщаючи мишею повзунок біля верхнього знімка, порівняйте вигляд території масиву Осокорки в 1985 р. і сучасний стан.



1985



2022

Рекомендуємо в такий спосіб дослідити інші райони Києва і на власні очі побачити, як змінилася наша столиця.


? Запитання для перевірки

Проаналізувавши космічні знімки Києва, зроблені в 1985 і 2022 рр., напишіть, які житлові масиви столиці побудували за цей час

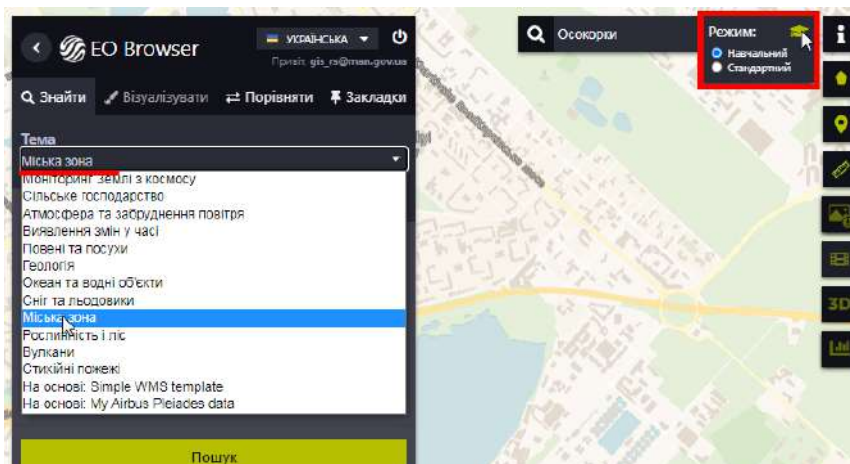
Завдання № 2

Зробити класифікацію актуального літнього знімка *Sentinel-2a*, наприклад за 30 серпня 2022 р., в режимі «навчання» за допомогою автоматичного скрипту *Urban Classified Script* (Міська класифікація).

Інструкція для самостійного виконання:

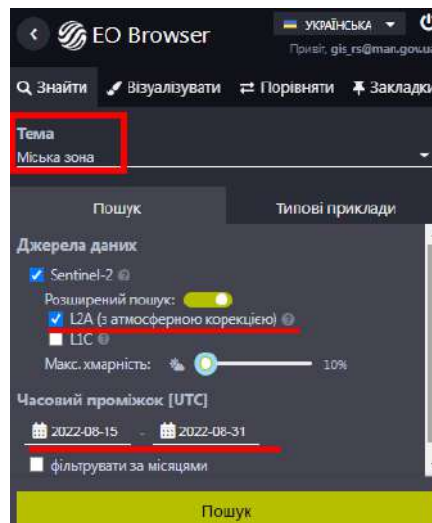
1. Перейдіть у режим «навчання», натиснувши у верхньому правому кутку екрана , і виберіть **Навчальний**. Вигляд панелі пошуку знімків зміниться на більш лаконічний, і з'явиться новий розділ **Тема**. Залежно від того, яку ви тему виберете, програма автоматично підбирає супутники, за допомогою яких можна цю тему дослідити.

2. Виберіть тему **Міська зона**. Відповідно до цієї теми ми можемо вибрати тільки знімки Sentinel-2a. У рядку пошуку введіть *Kiїв* або скористайтеся кнопками навігації і віддаліться від масиву Осокорки так, щоб на екрані ви бачили все місто.

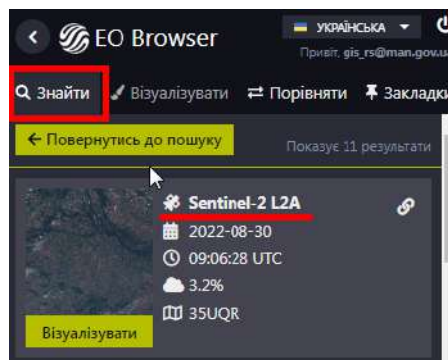


3. Введіть такі параметри пошуку:

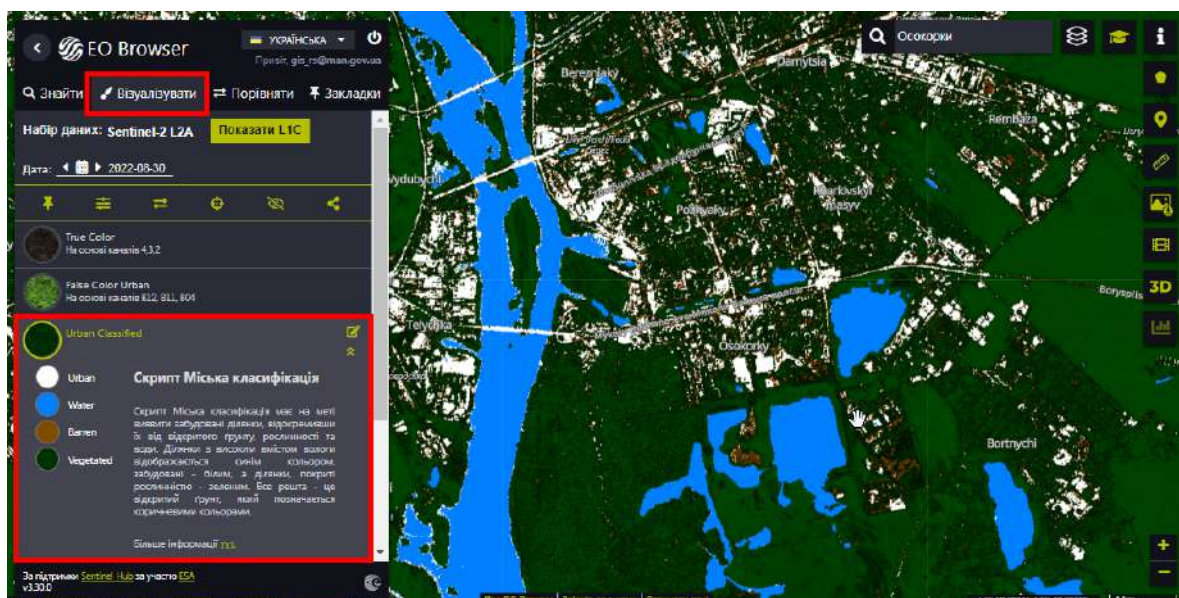
- *Джерела даних* – Sentinel-2 (L2A);
- *Макс. хмарність* – 10 %;
- *Часовий проміжок* – 15.08.2022–31.08.2022;
- натиснути *Пошук*.



4. Серед знімків у вкладці *Знайти* знайдіть і відобразіть знімок за 30 серпня 2022 р.



5. У вкладці *Візуалізувати* знімок автоматично відкриється в комбінації природних кольорів *True color*. У переліку комбінацій виберіть *Urban Classified* (Скрипт Міська класифікація).



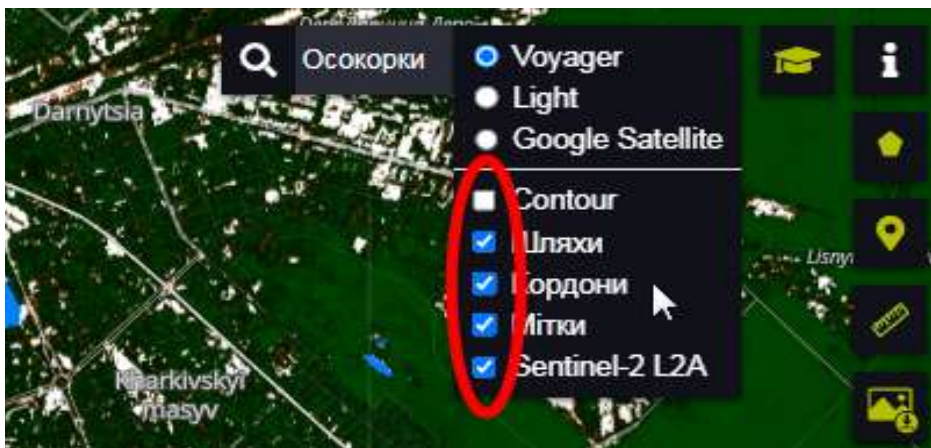
Ваш знімок автоматично забарвиться в чотири кольори. Комбінація *Urban Classified* (Скрипт Міська класифікація) має на меті виявити забудовані ділянки, відокремивши їх від відкритого ґрунту, рослинності та води. Ділянки з NDWI вищим 0,3 мають високий вміст вологи і позначаються синім кольором; області, де B11 більший 0,8, а NDVI нижчий 0,1, позначають забудовані ділянки й відображаються білим кольором; NDVI більший 0,2 вказує на вегетаційні ділянки і позначається зеленим кольором; все інше вказує на відкриту землю і відображається коричневим кольором.




Отже, ми отримали карту міської забудови і зелених зон для території дослідження, в нашому випадку – для Києва. Звісно, цей алгоритм не є на 100 % правильним, оскільки проводиться автоматичне виділення класів і деякі ділянки забудови можуть класифікуватися як відкритий ґрунт тощо. Результат залежить від конкретної території і знімка, але така візуалізація є важливою для інтерпретації знімка і може бути корисною для дослідження. Ця візуалізація *Urban Classified* для знімків Sentinel-2a доступна у вигляді окремого скрипту, який можна використати у звичайному режимі *EO Browser*. Більш детально почитати про скрипт і скопіювати його можна за покликанням: https://custom-scripts.sentinel-hub.com/custom-scripts/sentinel-2/urban_classified/#.

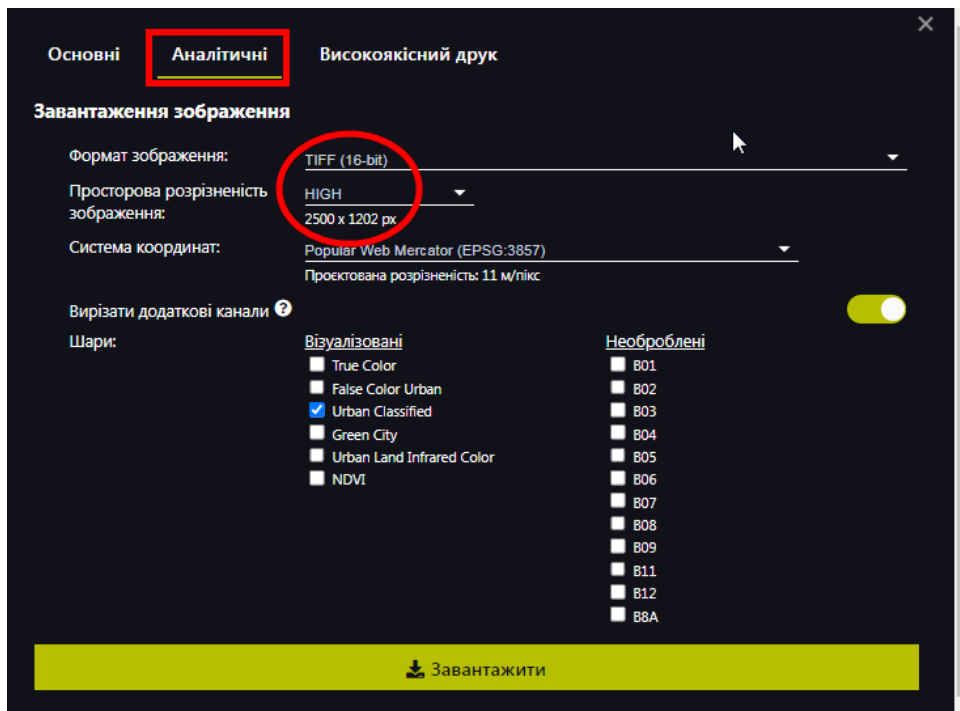
i Якщо вам цікава тема скриптів і ви хотіли б поекспериментувати, то є ціла бібліотека для різних супутників та різноманітних завдань: <https://custom-scripts.sentinel-hub.com/>.

6. Збережіть результуючу карту у вигляді TIFF-зображення з географічною прив'язкою. Такий варіант збереження дає змогу відкривати знімок у будь-якій ГІС-програмі автоматично з присвоєною проекцією.

Спочатку на верхній панелі праворуч натисніть кнопку  і відмітьте *Шляхи, Кордони*.



За допомогою кнопок навігації   налаштуйте охоплення екрана так, щоб відображалася та територія, яку ви хочете бачити на результуючій карті, і на правій бічній панелі натисніть кнопку  *Завантажити зображення*. У вікні, яке відкриється, перейдіть на вкладку *Аналітичні*. Тут виберіть: *Формат зображення* – TIFF (16-bit), *Просторова розрізненість зображення* – HIGH; всі інші пункти залиште без змін і натисніть *Завантажити*.



Знімок збережеться на ваш комп'ютер у папку завантажень. У результаті ви отримаєте карту схожу на ту, яка на рисунку нижче.




? Запитання для перевірки

Проаналізувавши отриманий знімок, напишіть, де більше зелених насаджень – на правому чи на лівому березі Києва

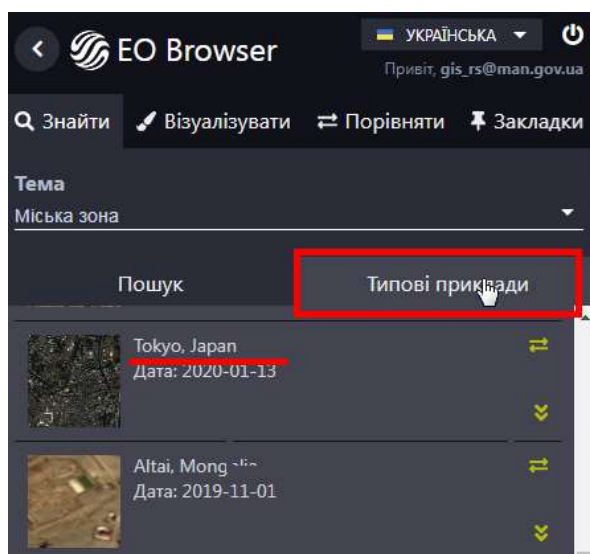
Завдання № 3

У режимі «навчання» дослідити кількість зелених насаджень у будь-якому місті світу з розділу **Закладки**.

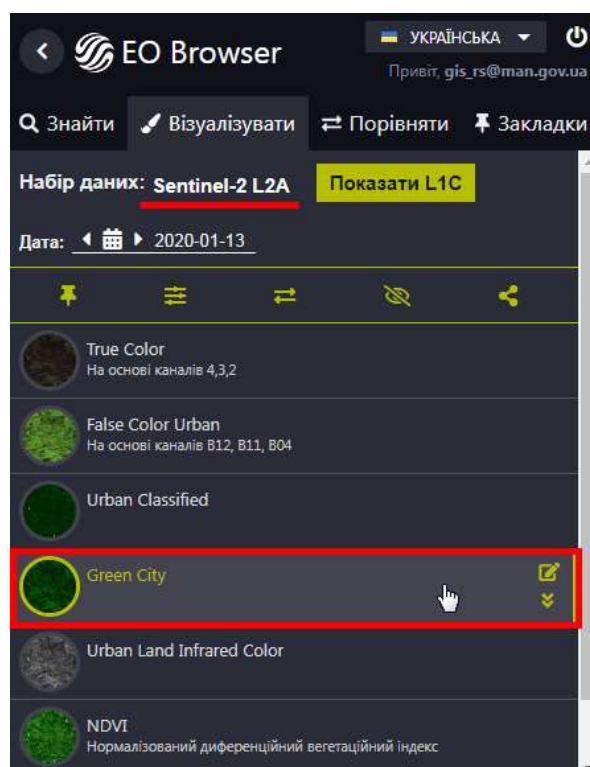
1. Однією з особливостей режиму «навчання»  в *EO Browser* є наявність підбраної бібліотеки тематичних знімків у розділі **Закладки**. Отже, перебуваючи в режимі «навчання» й вибравши **Тема – Міська зона** на панелі пошуку знімків, перейдіть у розділ **Типові приклади**. Перед вами відкриється цілий список знімків міст світу в різних комбінаціях каналів. Про-

понуємо вам обрати будь-яке місто і відобразити знімок в *EO Browser*, натиснувши лівою клавшею миші на мініатюру знімка в переліку.

Для прикладу ми візьмемо місто Токіо.

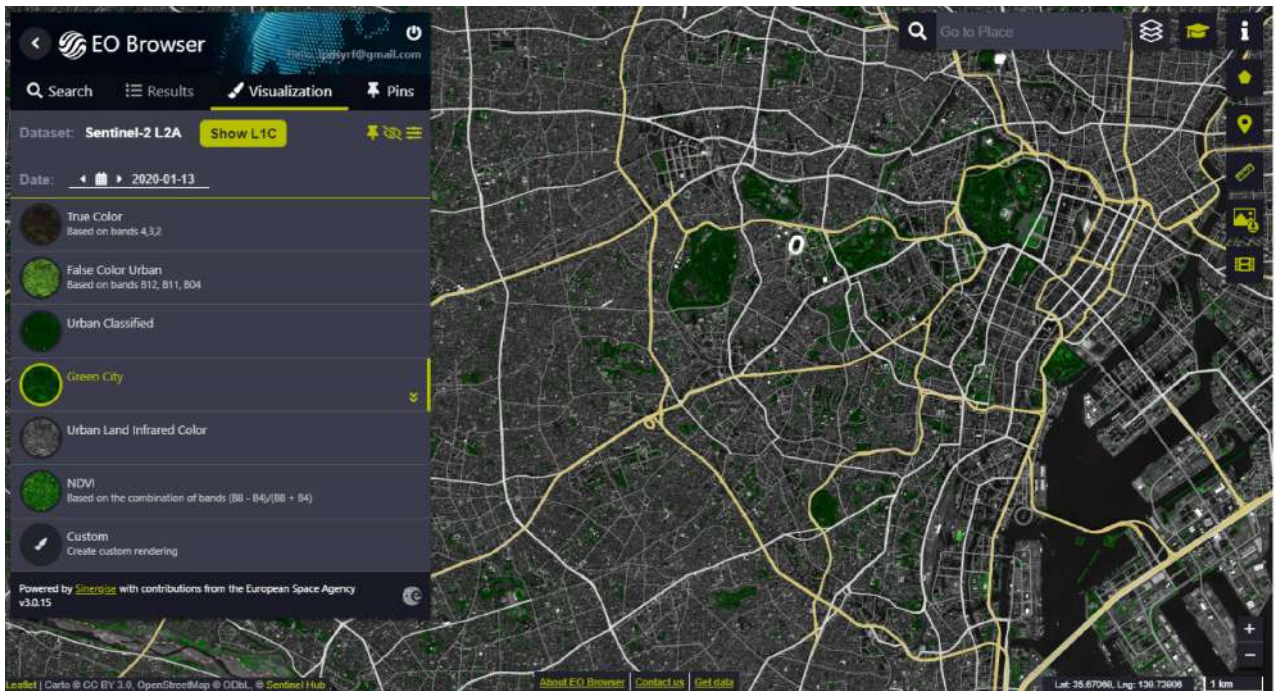


2. У вкладці **Візуалізувати** знімок відобразиться в тій комбінації каналів, у якій він збережений у бібліотеці (майте на увазі, що не завжди це буде *True color*). Для того щоб проаналізувати кількість зелених насаджень в місті та їх просторове розміщення, виберіть комбінацію **Green City** (*Скрипт Зелене місто*). Ця комбінація враховує NDVI і канали *True color* і, встановлюючи пороги, відокремлює забудовані ділянки від рослинних. Збудова відображається сірим кольором, а рослинність – зеленим. Відобразіть вибраний вами знімок у цій комбінації і спробуйте визначити, чи рівномірно розміщені зелені насадження в місті і чи достатньо їх для комфорту жителів.



Green City (*Скрипт Зелене місто*) можна знайти у вигляді скрипту за покликанням: https://custom-scripts.sentinel-hub.com/sentinel-2/green_city/ і застосовувати також у звичайному режимі *EO Browser*.

3. Зображення міста Токіо з використанням комбінації *Green City*.



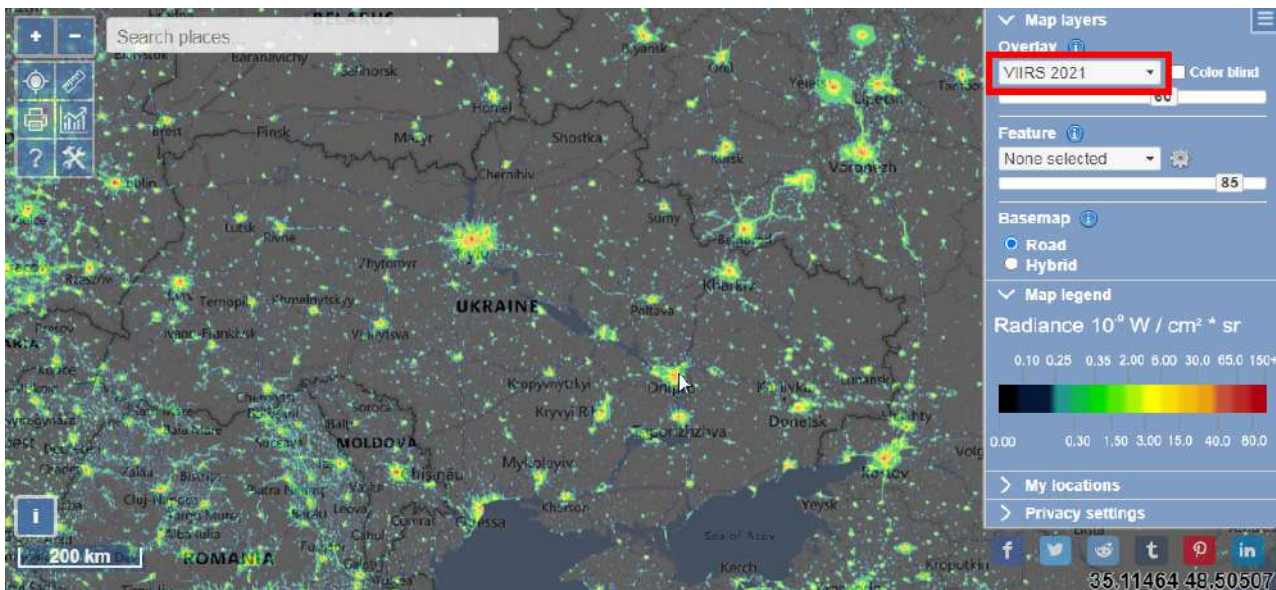
? Запитання для перевірки

Зазначте місто, яке ви вибрали для аналізу зелених зон	
Як би ви охарактеризували кількість і просторове розміщення зелених зон у цьому місті?	

i **Світлове забруднення** в нічний час конкурує із зоряним світлом на нічному небі для міських жителів і порушує світловий ритм екосистеми, як і будь-яка інша форма забруднення. Досягнення в галузі освітлювальних технологій, що забезпечують економію енергії та яскравіше світло, насправді погіршили ситуацію із цим забрудненням. Третина населення не може побачити Чумацький Шлях на нічному небі через надмірне світло на Землі.

Light Pollution Map – це онлайн-платформа, яка пропонує побачити світлове забруднення світу із 2012 р. За допомогою цих карт можна визначити рівень світлового забруднення в різних містах.

Ознайомтеся з платформою за адресою www.lightpollutionmap.info/, на правій бічній панелі виберіть найактуальніші дані, наприклад **VIIRS 2021**, щоби побачити карту за 2021 р. За допомогою кнопок навігації, які містяться ліворуч, наблизьтеся до території України.



? Запитання для перевірки

<p>За картою проаналізуйте, яке місто України мало найбільше світлове забруднення у 2021 р.</p>	
<p>Погляньте на динаміку освітленості східних регіонів України (виберіть міста самостійно) у 2012–2021 рр. Які зміни спостерігаються? Чому?</p>	

За наведеним нижче QR-кодом ви можете переглянути відео виконання практичної роботи.



Знайомство з віртуальним глобусом Google Earth Pro

Ситуація

Наступний інтернет-ресурс з інтуїтивно зрозумілим інтерфейсом, який дає змогу вивчати нашу планету з космосу, – це «віртуальний глобус» компанії «Google», за допомогою якого можна переглядати тривимірну модель не тільки Землі, а й Марсу і Місяця, з накладеними аеро- і космознімками високої та надвисокої просторової розрізненості, і різноманітні тематичні шари даних для отримання актуальної, різнопланової геоінформації.

Поки що доступні дві спрощені версії додатка Google Планета Земля: для роботи в інтернеті в якості вебпереглядача і для мобільних пристроїв, де ви можете подорожувати планетою на екрані свого телефона чи планшета. Проте найбільш корисною для наукового дослідження буде розширена версія Google Earth Pro для комп'ютера, що дає змогу імпортувати й експортувати дані ГІС і подорожувати в минуле завдяки історичним зображенням.

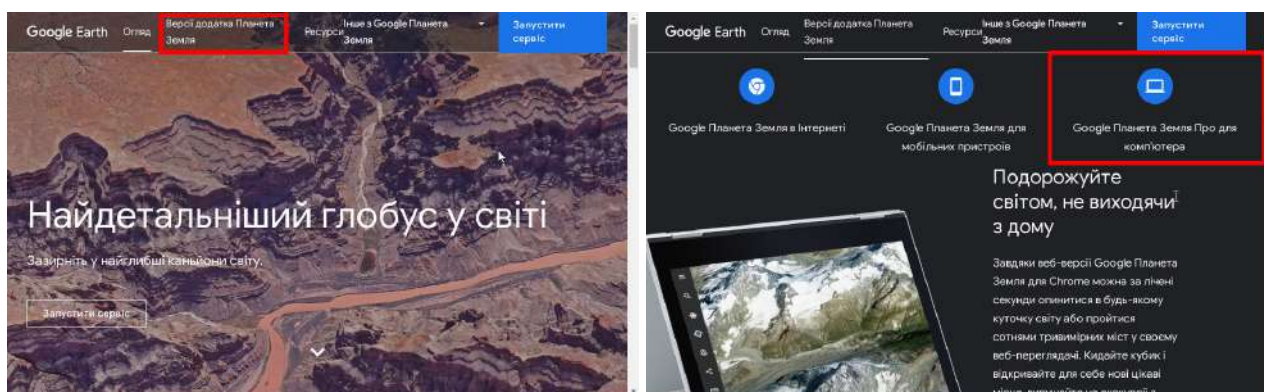
Завдання № 1

Ознайомитися з інтерфейсом програми, визначити відстань від вашого населеного пункту до столиці України і побудувати профіль рельєфу.

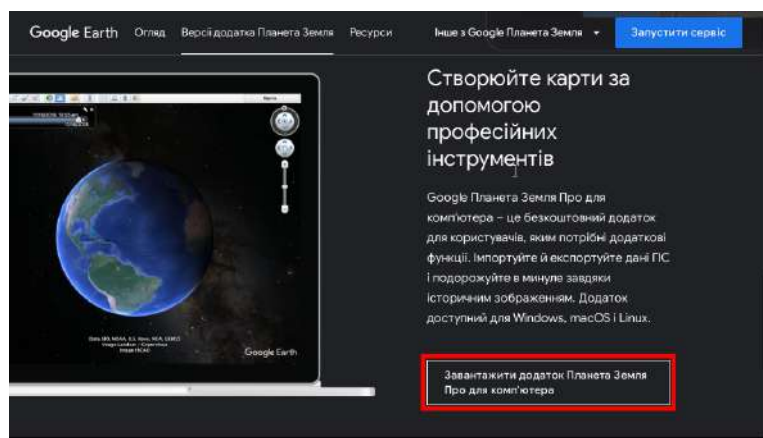
Інструкція для самостійного виконання:

1. Завантажте і встановіть розширену програму на комп'ютер.

Зайдіть на офіційний сайт програми Google Планета Земля <https://www.google.com.ua/earth/> і на головній сторінці натисніть на закладку **Версії додатка Планета Земля** для вибору необхідного типу інсталяції програми, а саме – **Google Планета Земля Про для комп'ютера**.



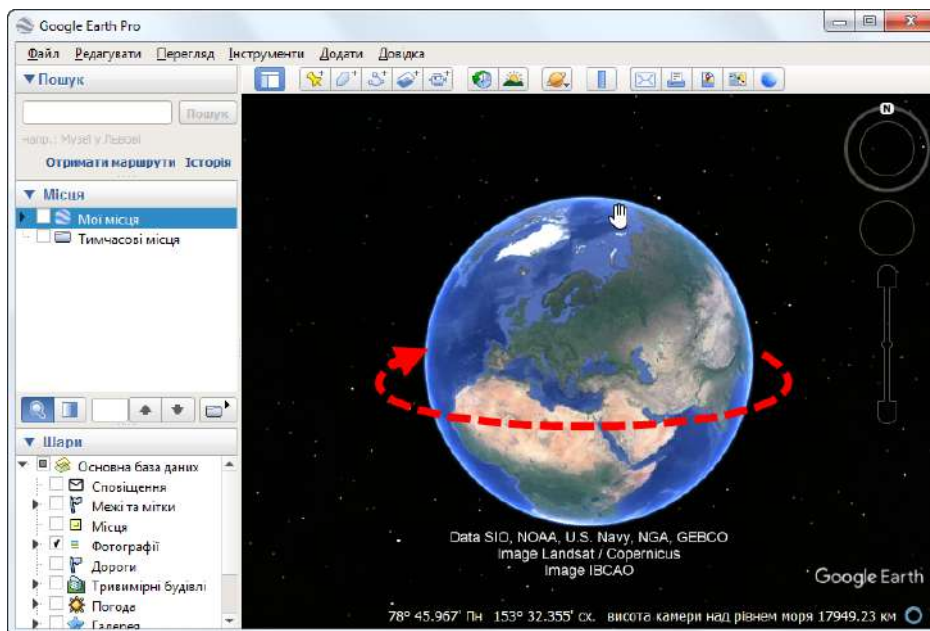
Завантажте файл *GoogleEarthProSetup.exe*.



Після завантаження інсталяції і встановлення програми на комп'ютер на робочому екрані з'явиться піктограма *Google Earth Pro*. Тепер можна розпочати вивчення нашої планети.



2. Спочатку пропонуємо самостійно поекспериментувати. Спробуйте надати швидкості обертання планеті за допомогою миші – просто штовхніть її у той чи інший бік, утримуючи ліву клавішу. Ви побачите, що планета, порушуючи всі закони фізики, може крутитись у будь-який бік з будь-якою, заданою вами, швидкістю.









3. Розгляньмо уважніше панель інструментів.

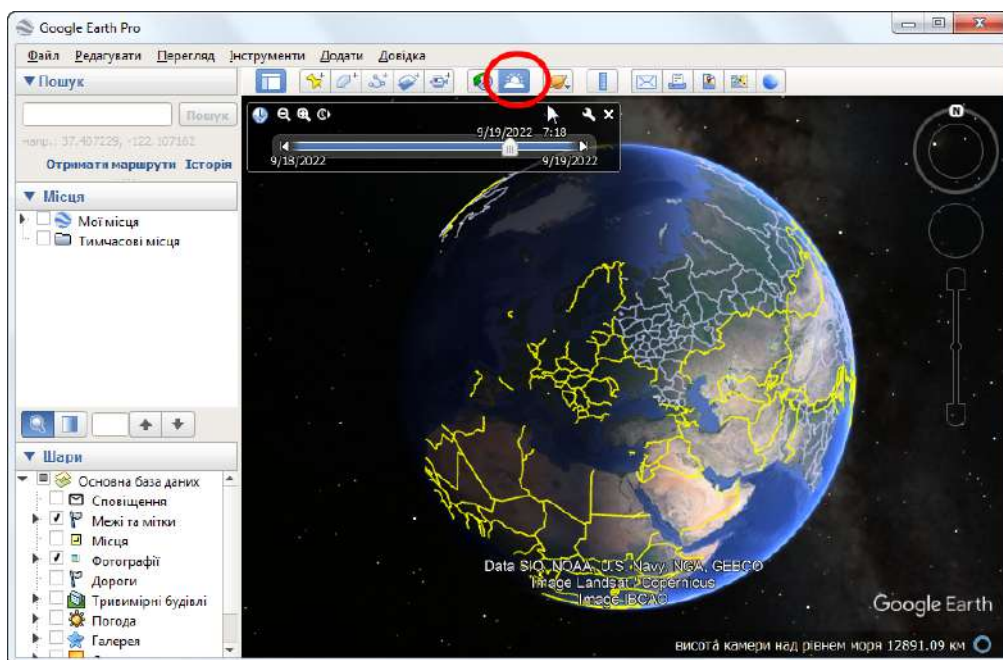


Як бачите, розробники умовно поділили їх за функціями, яких є шість. Частина інструментів дасть вам змогу самостійно створювати мітки, маршрути, здійснювати віртуальні подорожі, записувати і зберігати їх для відтворення. Інші інструменти допоможуть створити анімацію, наочно проілюструвати і пояснити явища зміни пір року, руху Землі навколо Сонця та чергування дня і ночі. До ваших послуг інструменти, які дають змогу вимірювати точну відстань між географічними об'єктами, роздивитися небесні тіла у віртуальному планетарії, а також зберегти та поділитися з іншими зображеннями з екрана за допомогою електронної пошти, принтера, переглянути певні об'єкти за допомогою сервісу Google Maps.

	Показати / приховати бічну панель – приховує бічну панель, на якій відображається рядок пошуку, історія ваших подорожей, ваші місця, а також шари, доступні для накладання на поверхню планети
	Додати мітку – дає змогу створити активну мітку на поверхні планети. Інформацію про вибране місце ви зможете відразу ввести у вікні, що відкриється
	Додати багатокутник – дає змогу виділити певну територію, означивши її багатокутником. Його розмір регулюєте за допомогою клавіш миші. Створений полігон можна зберегти в «Моїх місцях»

	Додати шлях – дає змогу прокласти шлях між географічними точками і зберегти його в «Моїх місцях»
	Додати накладання зображення – накладати зображення на певну географічну точку або територію. Створену «прив'язану» карту можна зберегти в «Моїх місцях»
	Запис подорожі – зробити запис віртуальної подорожі і зберегти її в «Моїх місцях», а потім відтворювати безмежну кількість разів
	Показати зображення в часі. Скористайтеся повзунком часу, щоб переміститися між датами отримання зображення або ж скорочено можна назвати інструмент «хронографом» – дає змогу продемонструвати динамічне зображення, тобто зміни зображення в часі
	Показати, як падає сонячне світло на ландшафт. Скористайтеся повзунком часу, щоб вибрати пору дня – скористайтеся інструментом «хронограф», щоби продемонструвати зміни освітленості в динаміці. Можна і без «хронографа» показати, де зараз день і ніч, просто обертаючи Землю за допомогою миші
	Переключати режим перегляду «Земля», «Небо» та інших планет – дає змогу вибирати режими перегляду. На цей момент маєте вибір «Земля», «Небо», «Місяць», «Марс»
	Показати лінійку – вимірювати відстані і не тільки
	Електронна пошта – надіслати електронний лист із зображенням екрана, не відкриваючи поштовий сервіс
	Друк – надрукувати знімок екрана, останні результати пошуку або вміст вибраної папки з «Моїх місць»
	Зберегти зображення – зберегти створену тематичну карту чи космічний знімок у різній просторовій розрізненості
	Переглянути в картах Google – не покидаючи Google Earth, перейти до перегляду певного місця в Google Maps
	Переглянути через Google Планета Земля в інтернеті – покликання на вебверсію Google Планета Земля для Chrome


4. Тепер перейдімо до легких візуальних ефектів.




Ви зауважили, що макет Землі на попередньому рисунку має темну і світлу частини?

? Запитання для перевірки

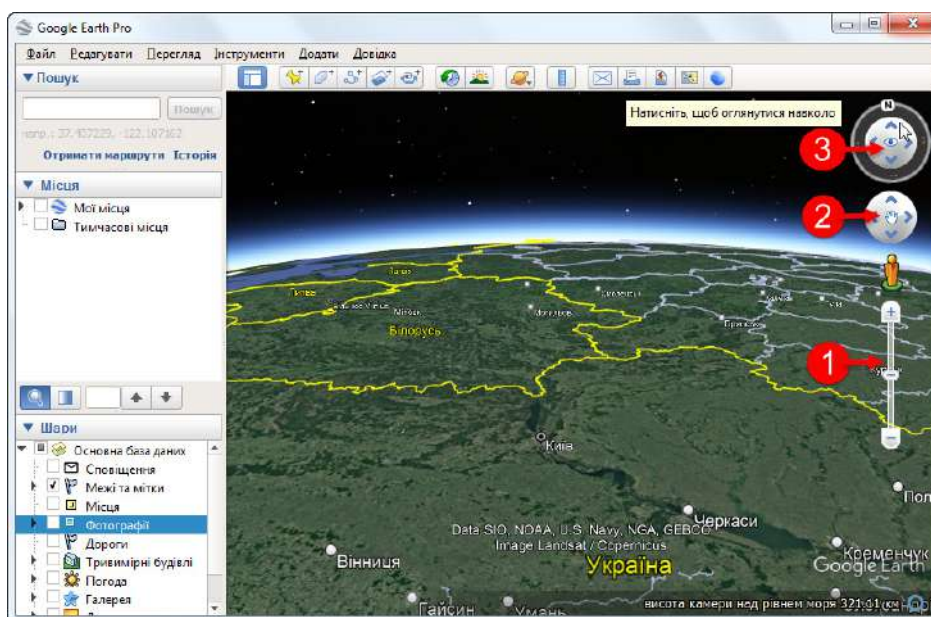
Чому, на вашу думку, так відображається наша планета? Проведіть аналогію – чому відбувається зміна дня і ночі?

Тобто в Google Earth можна в реальному часі спостерігати зміну часу доби (день – ніч). Для цього виберіть відповідну піктограму  **Показати, як падає сонячне світло на ландшафт. Скористайтеся повзунком часу, щоб вибрати пору дня** на панелі інструментів.



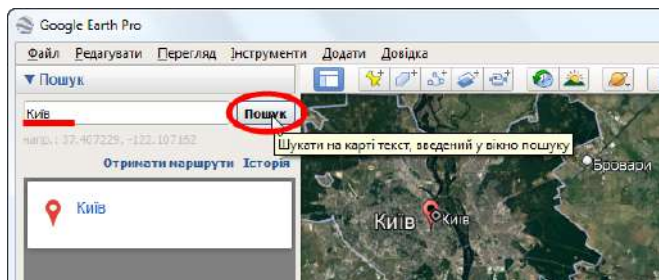
У лівому верхньому куті з'явиться часова панель «Хронограф», за допомогою якої (пересуваючи повзунок) ви зможете переглянути процес зміни освітлення земної поверхні Сонцем впродовж доби і продемонструвати будь-яке явище як коротку анімацію .

5. Далі ознайомтеся, як працює панель навігації. Для зміни масштабу спочатку наблизьте і віддаліть зображення, використовуючи для цього повзунок праворуч на екрані (1). Для переміщення по карті можна використовувати коліщатко мишки або навігаційний інструмент (2).



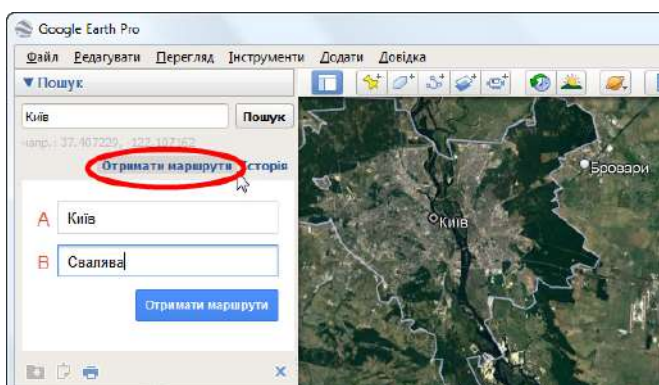
Далі змініть кут огляду Землі, користуючись інструментом (3), розташованим у верхній частині панелі навігації, який дає змогу змінювати вигляд з висоти пташиного польоту на звичайний і навпаки.

6. Тепер навчимося користуватися звичайним пошуком. Уведіть поштовий код, країну, місто та ін. в полі пошуку, розташованому праворуч вгорі. Програма туди вас і «перенесе».

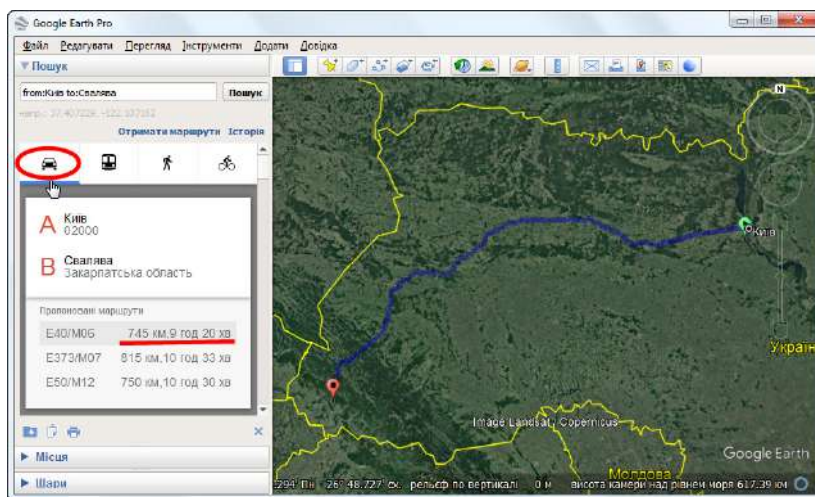


7. Далі вчимося визначати відстань від вашого населеного пункту до столиці України і будувати профіль рельєфу.

У вікні праворуч вгорі прописуємо маршрут: «Київ – Свалява», натискаємо активний вираз **Отримати маршрути**. З'являється синя лінія маршруту.



Вибираючи засіб, яким ви хочете подолати цей маршрут, можна побачити, скільки часу це займе і яка це відстань у кілометрах.



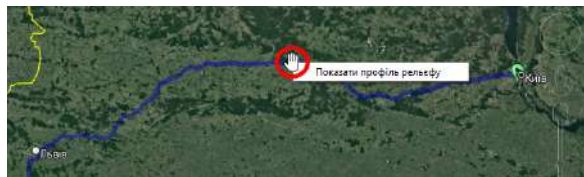
? Запитання для перевірки

Порівняйте і напишіть, скільки часу займе створений маршрут і яка це відстань у кілометрах, якщо подолати її:

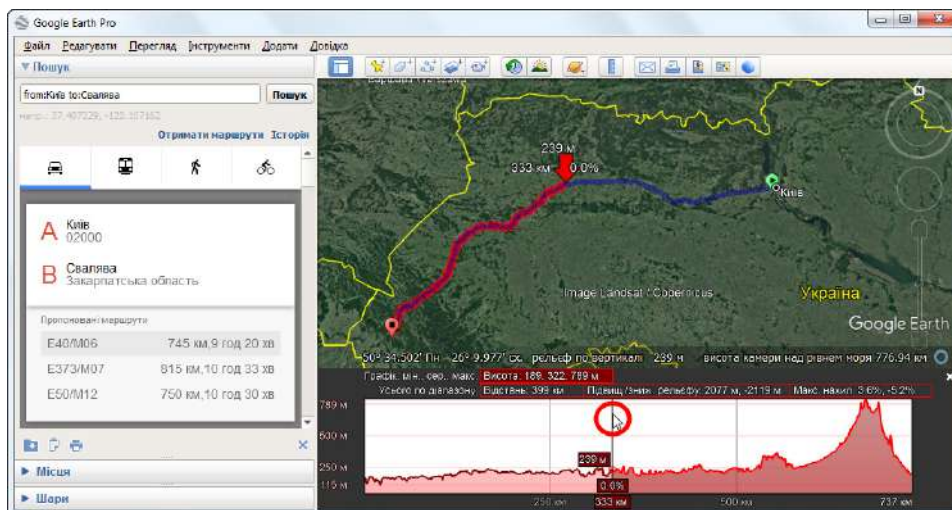
на власному авто	
громадським транспортом	
пішки	

8. Далі «клікаємо» по лінії маршруту правою клавішею мишки й активуємо вікно **Показати профіль рельєфу**. Керуючи бігунком по профілю, отримуємо онлайн-зображення відпо-

відної точки, також маємо показники висоти і довжини. Залежно від розміщення бігунка на певній території з'являється активна вертикальна лінія на профілі рельєфу.



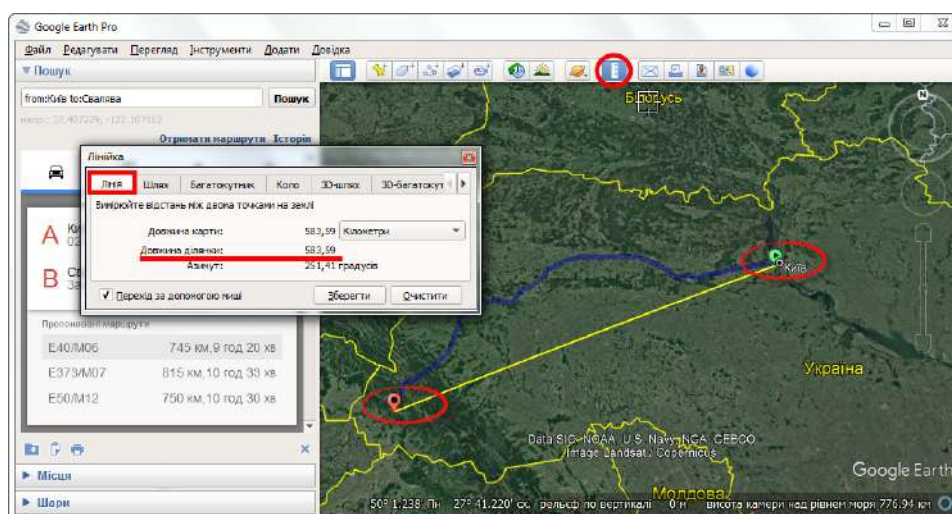
Для того щоби пройти по профілю рельєфу, пересуньте на самому профілі активний повзунок. При цьому, утримуючи ліву клавішу мишки, можна виділити певний фрагмент маршруту.



9. Наступний крок – вимірювання відстані між населеними пунктами «Київ – Свалява». За допомогою інструменту «лінійка» з'єднуємо точки: P-1 «Київ» і P-2 «Свалява». Для цього клацніть мишкою, щоб встановити точку початку лінії, і другим кліком вкажіть другу точку, де буде закінчуватися лінія вимірювання.

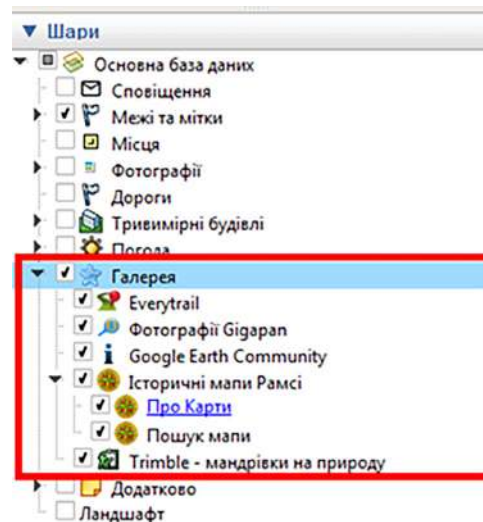
В активному вікні маємо показник у відстані між точками – 584,37 км і додаткові показники, як-от напрямок у градусах – 251.41 і т. д.

Зважте: чим точніше будуть зазначені точки, тим точнішими будуть показники відстаней.



✓ Зверніть увагу: в нижній частині екрана вказані координати широти / довготи, вони прив'язуються до курсора. Також у цьому рядку зазначена висота над рівнем моря.

10. Ознайомтеся зі списком пропонованих для роботи тематичних шарів (ліва бічна панель). Їх доволі багато, і ви маєте змогу самостійно визначати, які саме треба відображати у робочому вікні в цей момент. Усі шари структуровані і поділені на групи. На сьогодні користувачам пропонується 10 основних груп: межі і мітки, фотографії, дороги, тривимірні будівлі, погода, галерея, додаткове та ландшафт. Кожна група має свої підгрупи аж до третього рівня. Достатньо відкрити відповідну закладку, де можна ознайомитися з повним переліком можливостей кожної групи. Як ви розумієте, список шарів постійно поновлюється і збільшується. Кожен із шарів варто випробувати практично і визначити для себе його потрібність і корисність. Пропонуємо розглянути наповнення блоку шарів *Галерея*.



Завдання № 2

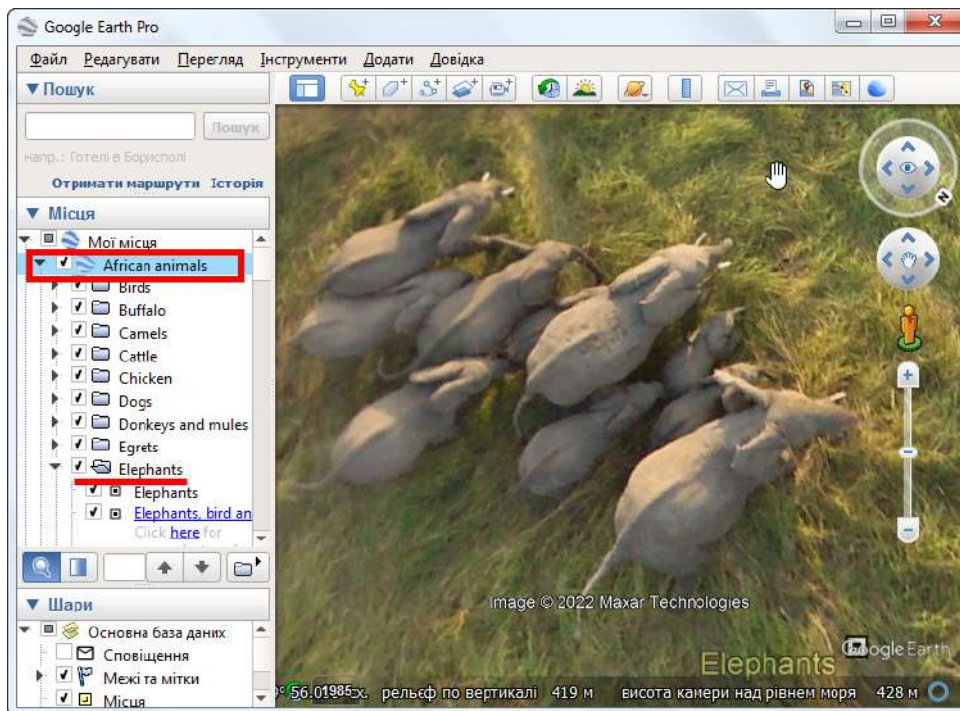
Оглянути доступні тематичні шари, завантажені в програмі Google Earth.

Детальніше опишемо шари: *Галерея* – в них розміщена інформація про об’єкт, яка з’являлася в інтернеті за допомогою засобів масової інформації або завантажених даних, наводимо їх перелік:

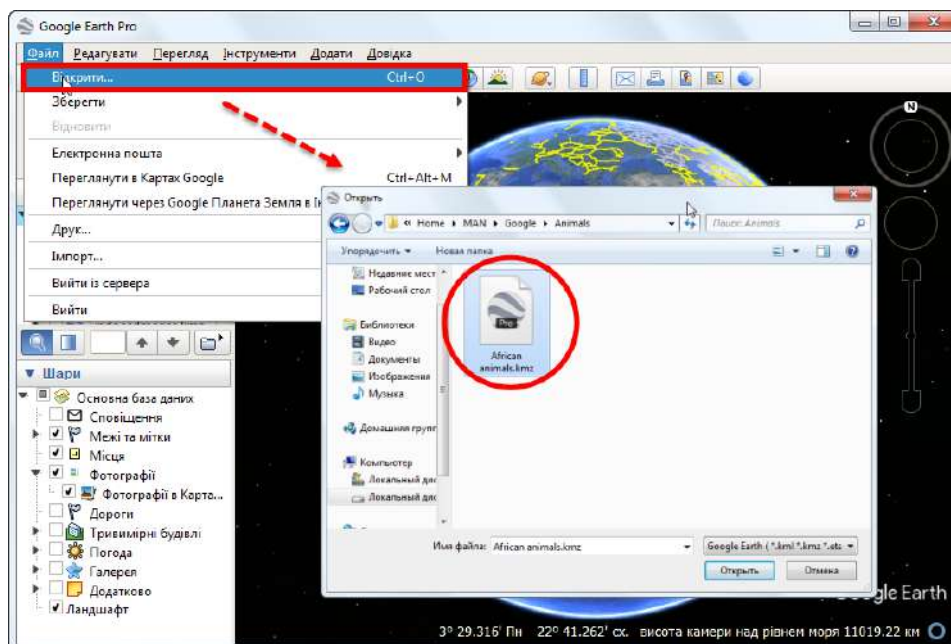
- *Everytrail* – дані про подорожі з фото і треком;
- *Gigapan Photos* – фотографії Gigapan;
- *Google Earth Community* – спільнота Google Планета Земля;
- *Історичні карти Рамсі* – одна з найбільших приватних колекцій географічних карт;
- *Trimble* – мандрівки в природу.

1. Тепер пропонуємо здійснити віртуальну подорож літаком над Африкою. Раніше був розроблений окремий шар *National Geographic Magazine* (Національний географічний журнал), який містив тематичний шар *Africa Megaflyover* (Політ над Африкою). З ним під час масштабування над Африкою на різних регіонах відображалися безліч червоних символів, подібних до «X», які позначали місцезнаходження аерофотознімків. Зараз цей тематичний шар і відповідні позначки відсутні, а самі аерофотозображення, накладені в *Google Earth*, залишилися.

2. Для того щоб ви могли добре роздивитися ці зображення в максимальному наближенні, даємо вам покликання на окремий KMZ-файл: https://drive.google.com/file/d/1lrhrxfWpXIIg8HeFiHzBQ02fw1iUPe3/view?usp=share_link, отриманий з *Google Earth Blog*, в якому зведено за категоріями типи цікавих аерофотозображень, зроблених над Африкою. З ним вам буде легше знайти стада тварин (слонів, бегемотів, кіз, фламінго, тюленів), зображення дюн, віддалених первісних сіл та багато ін.

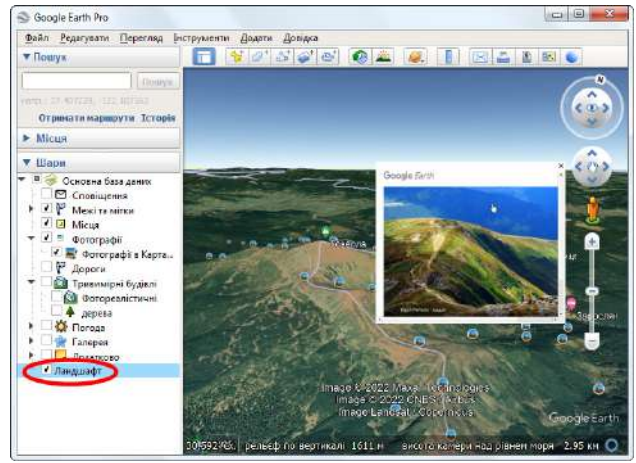
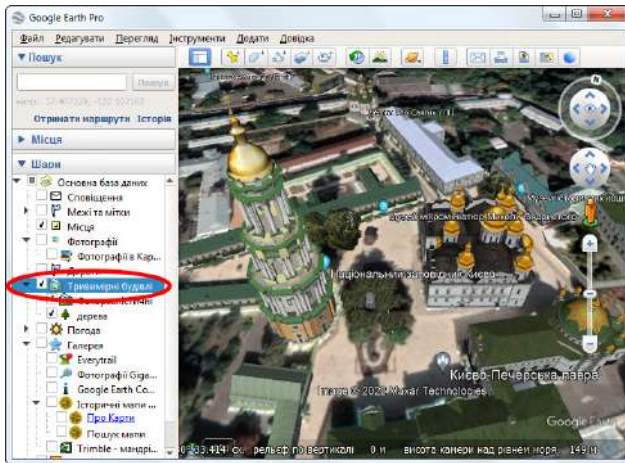


3. Готовий kmz-файл потрібно додатково завантажити в програму *Google Earth*. Це можна зробити двома способами: просто двічі «клікнути» на нього в робочій папці комп'ютера або класично додати через меню програми *Google Earth* → **Файли** → **Відкрити**.




Тепер у вашій тимчасовій папці **Тимчасові місця** з'явився тематичний шар *African animals* з різними категоріями тварин. Для того щоб наблизитися до відповідного аерофотозображення, двічі натисніть на рубрику цікавої вам категорії.

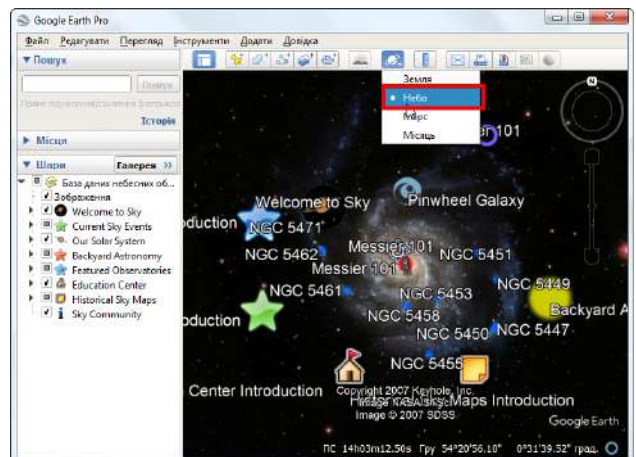
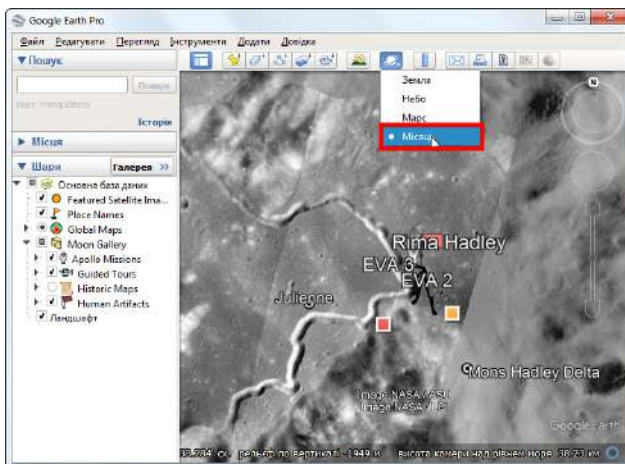
4. Чудовий варіант віртуального ознайомлення з місцевістю, куди ви прямуєте, – це можливість вивчити карту з фотографій людей, які вивантажили і прив'язали їх до потрібної точки. Для цього треба відмітити тематичний шар. Також для кращого сприйняття місцевості, особливо в горах, рекомендуємо підключати рельєф – останній шар зі списку **Ландшафт**.



5. Місяць і його рельєф

Незважаючи на назву сервісу, в *Google Earth* можна знайти й інші планети. Натисніть на значок із зображенням планети  на головній панелі програми і виберіть, яке небесне тіло ви хочете вивчити. Крім Землі також доступні Марс і Місяць. А вибираючи варіант *Небо*, користувачі отримують доступ до докладних зоряних карт. Зверніть увагу, що під час перемикання між Землею, Марсом, Місяцем і картою неба відповідно змінюються і тематичні шари. Перейдемо до огляду космічного простору, а саме – *Google Місяць*.

Google Місяць містить кілька турів, один з яких про місії «Аполлон», які містять карти (історичні, геологічні та ін.), відео і панорами в стилі «стріт в'ю», надані NASA.



За наведеним нижче QR-кодом ви можете переглянути відео виконання практичної роботи.



Тематичне картографування в програмі Google Earth Pro (на прикладі дослідження обміління Аральського моря)

Ситуація

У середині ХХ ст. Аральське море було четвертим за розмірами озером у світі (його площа становила 50 тис. км², а максимальна глибина – 68 м). Однак тепер це практично висохла солоне озеро, велика соляна пустеля. Розташоване в центрі середньоазійських пустель, на висоті 53 м над рівнем океану, Аральське море виконувало функції гігантського резервуара – з нього випаровувалося і надходило в атмосферу близько 60 км³ води. Нині його пересихання вважається однією з найбільших екологічних катастроф сучасності, яка негативно відобразилася на місцевому кліматі і природних екосистемах акваторії Аралу, зокрема сприяла формуванню пилових бур (Станіславівський натураліст).

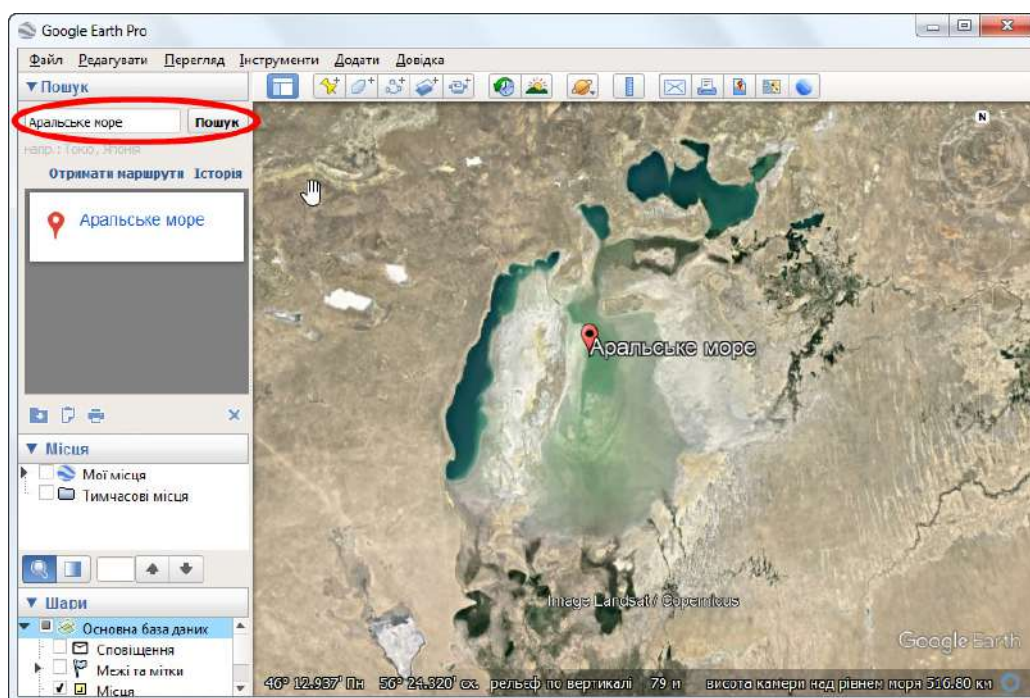



Завдання

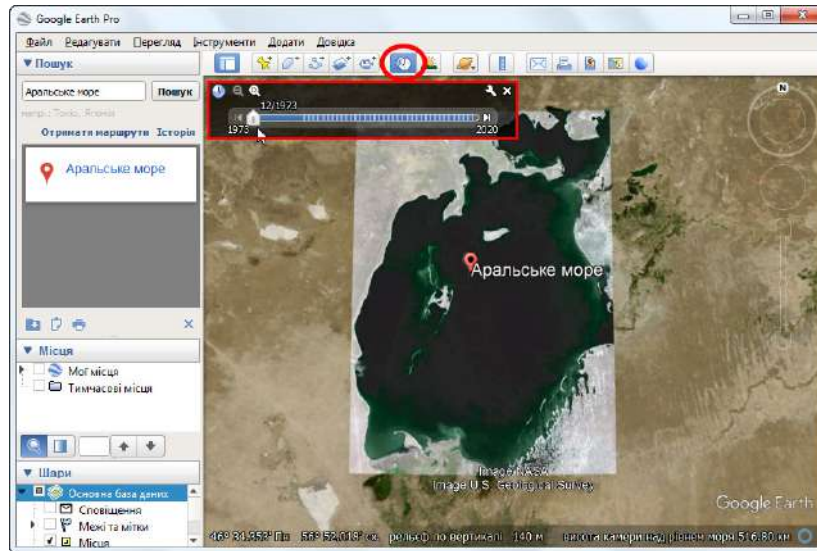
Створити карту обміління Аральського моря, оцифрувавши контур Аральського озера за три періоди (1973, 2000, 2020 рр.), і порівняти зміну його площі.

Інструкція для самостійного виконання:

1. Запустіть програму *Google Earth Pro* з робочого столу комп'ютера.
2. Знайдіть *Аральське море*. Для цього в рядку пошуку уведіть відповідну назву.



3. Для того щоб побачити історичний вигляд моря / озера, скористайтесь інструментом  **Показати зображення в часі**. Цей інструмент дає змогу простежити динаміку зміни вигляду місцевості на космічних знімках.



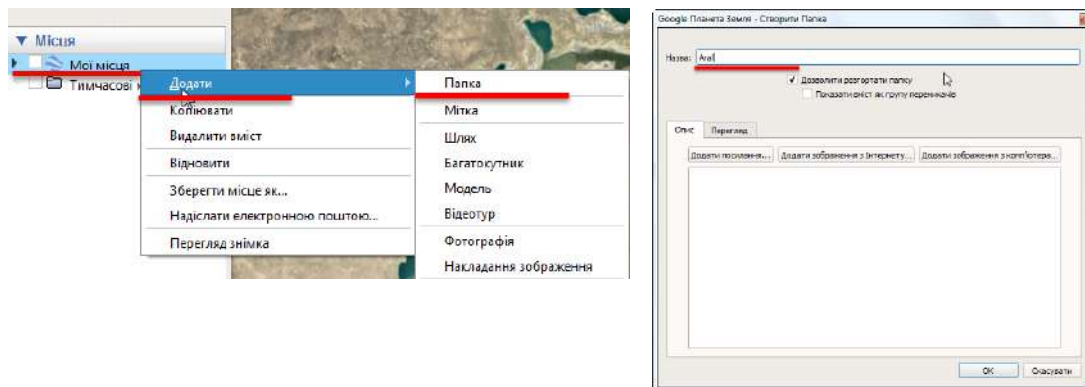
Водночас, користуючись «повзунком часу», щоб переміщуватися між датами отримання космічних зображень, ви можете побачити вигляд озера в різні періоди. Для початку знайдіть найстаріший знімок цієї території, де зображено стан водойми в 1973 р.

4. Тепер почнемо безпосереднє тематичне картографування.

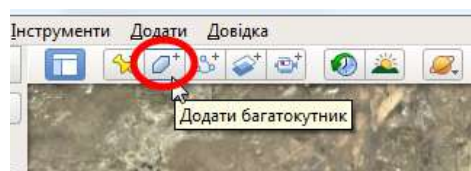
Картографічні інструменти програми дають змогу наносити власні маршрути, полігони, об'єкти, накладати різноманітні зображення тощо. Для кожного елемента можна задати свій колір, розмір, стиль, підпис і завдяки цьому легко створювати картосхеми різних ділянок.


4.1. Для початку потрібно створити робочу папку.

Перейдіть у розділ *Місця* і натисніть правою клавішею мишки на *Мої місця*, після чого в контекстному меню виберіть *Папка* і назвіть нову папку *Aral*.



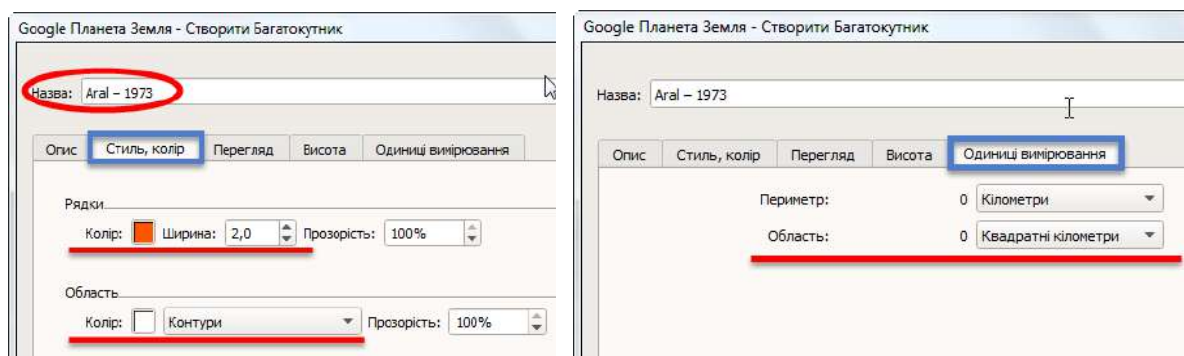
4.2. Наступний крок – створення нового полігонального об'єкта і розрахунок його площі. Для виділення контуру об'єкта (в нашому випадку – меж Аральського озера станом на 1973 р.) слід використати інструмент *Додати багатокутник*.



Для цього на панелі інструментів спочатку натисніть  *Додати багатокутник*. Далі у вікні *Створити* багатокутник, яке при цьому автоматично відкриється, напишіть *Назву* створюваного об'єкта (*це в нашому випадку «Aral – 1973»*), і в закладці *Стиль*, колір змініть колір і ширину лінії (за бажанням). Наприклад, виберіть червоний колір, товщину лінії 2 в

Рядках. Також для зручності цифрування змініть тип зафарбовування об'єкта з **Область** → **Колір** → **Заповнено на Контури**.

Далі в закладці **Одиниці вимірювання** вкажіть **Область** → **Кілометри квадратні**.

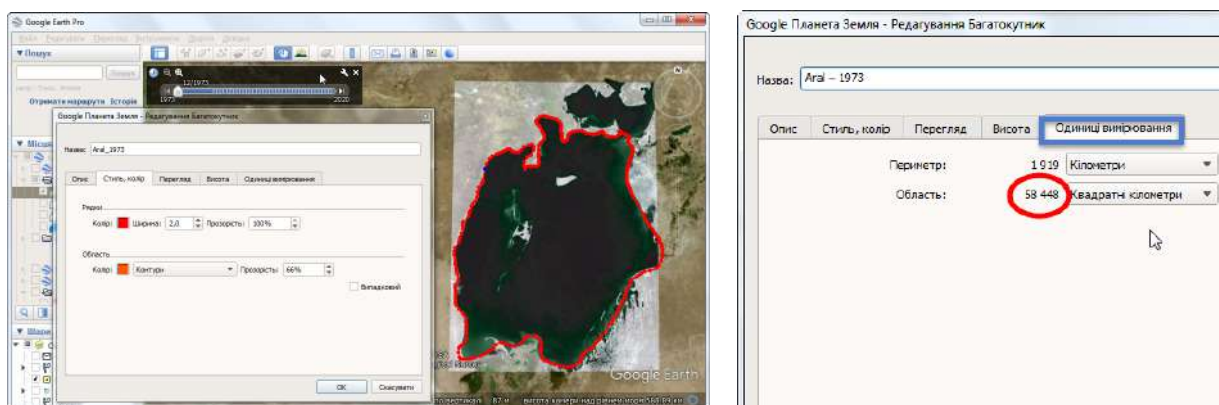


✓ Тепер можна перейти на поле самої карти і розпочати ручне цифрування, тобто почати по точках вимальовувати межі об'єкта, при цьому не закриваючи вікна **Новий багатокутник!**

У кінці збережіть зміни, натиснувши **Ок**. Для продовження редагування цього самого об'єкта натисніть на створений полігон Aral – 1975 лівою клавішею миші → **Властивості**.

При цьому знову відкриється вікно **Редагування багатокутника**, і ви можете продовжити цифрування.

Особливості цифрування: для покрокового цифрування ставте крапку (vertex), за крапкою щоразу натискаючи на ліву клавішу миші, або ж оцифруйте в режимі **Трасування**, затиснувши ліву клавішу миші і плавно рухаючи курсор по екрану.

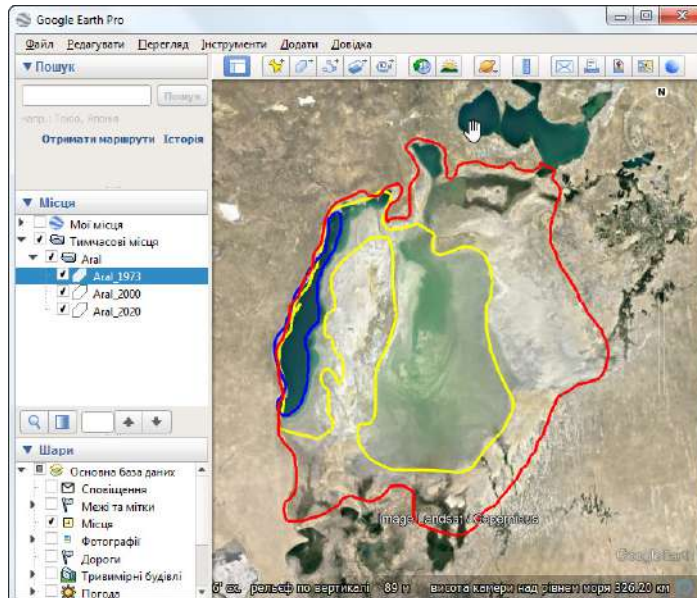


✓ Намагайтеся максимально точно обводити контур озера, щоб отримати коректні значення його площі за три періоди (1973, 2000, 2020 рр.).

Отже, етапи роботи:

- вибрати на шкалі часових рядів 🕒 рік (найдавніший – 1973 р., перехідний – 2000 р., найновіший – 2020 р.);
- створити новий шар для кожного року;
- змінити властивості його відображення (колір контуру);
- оцифрувати межі озера за кожен рік.

Таким чином ви отримаєте три окремі контури Аральського моря.



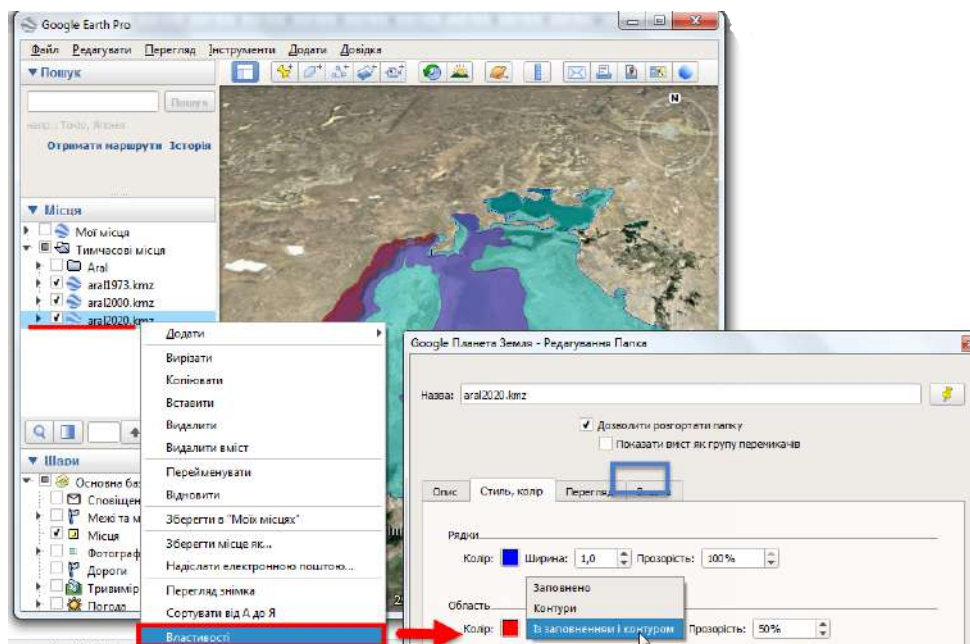
? Запитання для перевірки

Напишіть, яку площу мало Аральське море в такі роки:

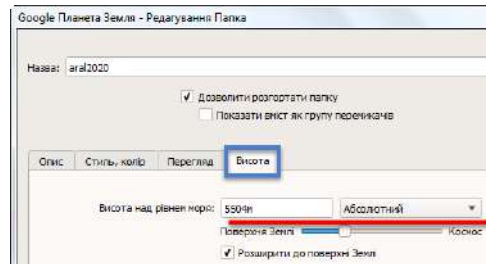
1973	
2000	
2020	


5. Насамкінець треба підібрати кольори для відображення кожного року, створити легенду і зберегти карту зміни Аральського моря.

5.1. Змінювати стиль розфарбування кожного року за кольором можна у вікні **Редагування багатокутника**. Для цього лівою клавішею миші натисніть на назву вектора й виберіть **Властивості** →, далі в закладці **Стиль, колір** виберіть тип зафарбовування об'єкта **Із заповненням і контуром**, прозорість 50 %.

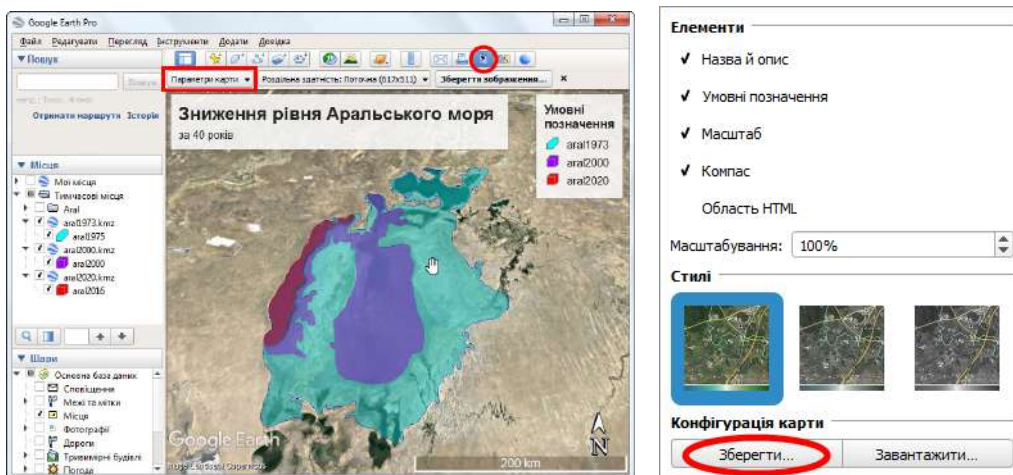


Для того щоб представити отриманий вектор у тривимірному стилі, застосуйте в закладці **Висота** відображення полігона з підняттям над поверхнею Землі, регулюючи повзунком абсолютну висоту підняття над рівнем моря.

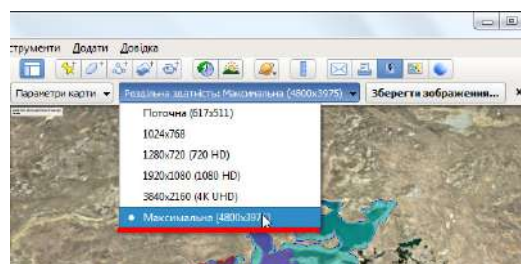


5.2. Зберегти карту можна за допомогою інструменту  **Зберегти зображення**. Напишіть назву карти, наприклад «*Зниження рівня Аральського моря за 45 років*», та опис у відповідному полі у верхньому лівому куті мапи. Далі у вікні **Параметри карти** підберіть зручний масштаб легенди і стиль відображення основи карти із супутникових знімків. Також відредагуйте назви умовних позначень, натиснувши на них один раз.

✓ **Майте на увазі!** Якщо ви називали вектори українською мовою, то вони не відображатимуться коректно, тому краще писати назви тематичних шарів саме латинськими літерами, а вже тут, у вікні **Умовних позначень**, їх можна змінювати на україномовні.



У кінці, налаштувавши масштабування легенди та підписів, збережіть карту собі на комп'ютер у високій деталістності.



За наведеним нижче QR-кодом ви можете переглянути відео виконання практичної роботи.



Виявлення сміттєзвалищ (на прикладі Київської області)

Ситуація

Ще 40 років тому в Україні практично не було пластикової упаковки. В останні десятиліття ситуація радикально змінилася. Майже всі продукти ми купуємо в магазинах, деякі з них мають кілька шарів пакування, виготовленого із синтетичних полімерних матеріалів. Зміна умов споживання призвела до небаченого зростання кількості побутового сміття і появи десятків тисяч несанкціонованих звалищ. У минулому вони обслуговували лише міста й об'єкти промисловості. Тепер же поблизу кожного із 60 000 населених пунктів України – від одного до декількох десятків звалищ. І майже всі вони несанкціоновані, бо розташовуються в районі лісостепу, посадок, ярів, балок, кар'єрів та ін.

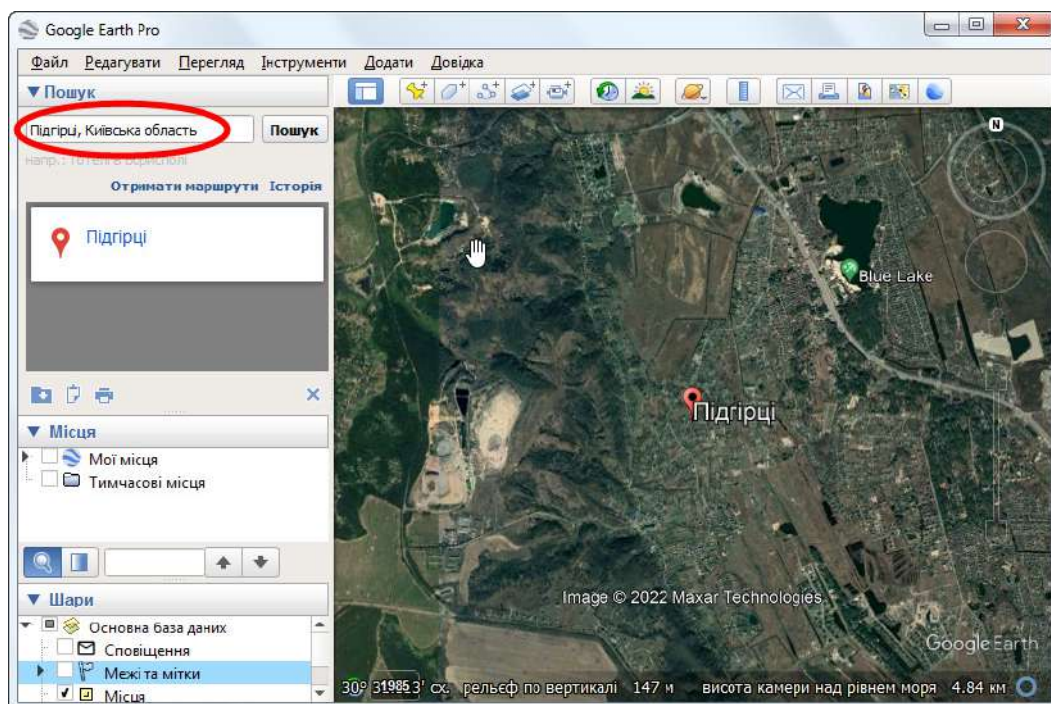
Мінприроди України працює над створенням нової інтерактивної екомапи сміттєзвалищ «Екомапа 2.0», куди всі громадяни зможуть звертатися з повідомленнями про виявлені місця скупчення непотребу.

Завдання

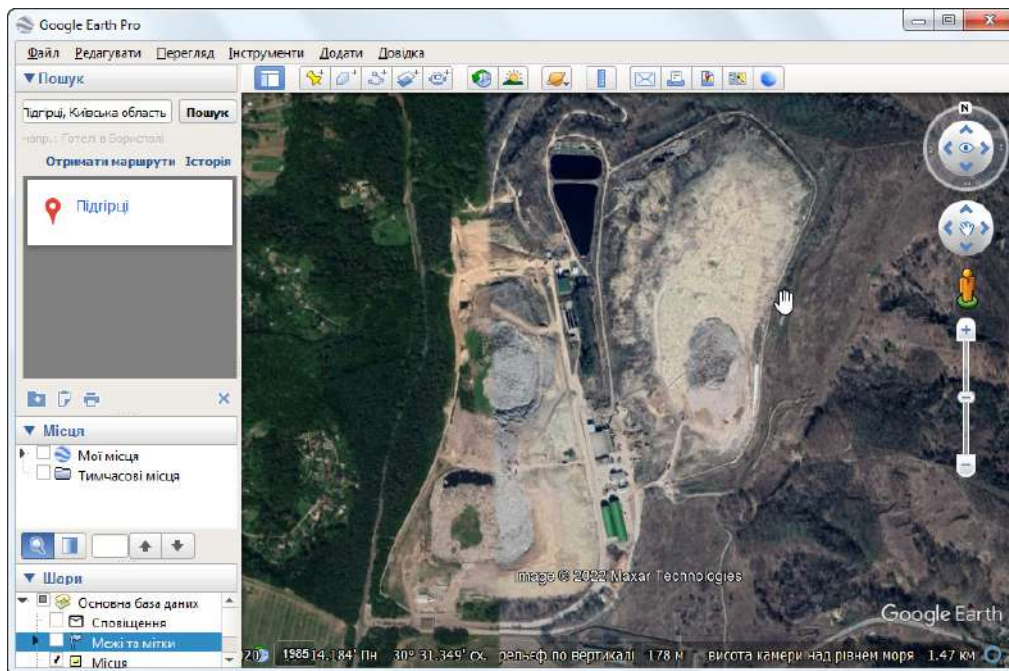
Знайти і позначити на карті усі сміттєзвалища на околицях Києва.

Інструкція для самостійного виконання:


1. Знайдіть село Підгірці Обухівського району Київської області, ввівши його назву в рядку пошуку.

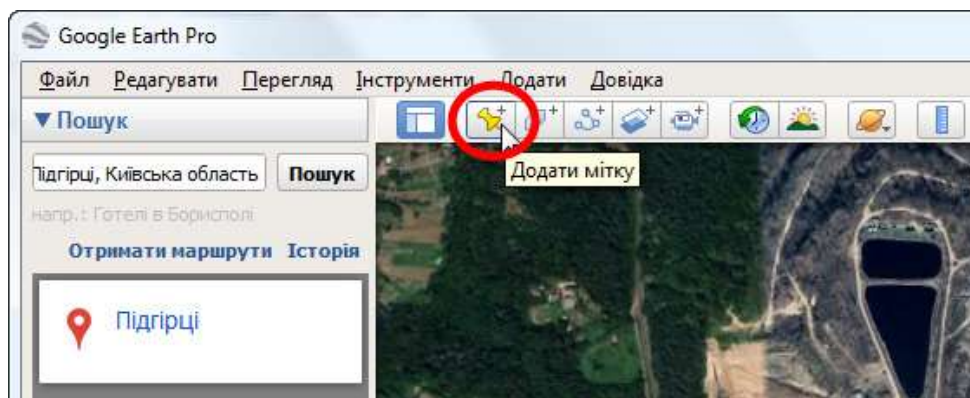


2. Подивіться, який вигляд із космосу має найбільше звалище України – полігон твердих побутових відходів (ТПВ) № 5 у селі Підгірці. Сюди звозять непотріб із Києва та інших міст, і воно вміщує понад 6 млн тонн сміття. Сміттєзвалище має світлий колір, оскільки не вкрите рослинністю, має неоднорідну структуру і складається з насипних горбів.



3. Нанесіть міткою місцезнаходження сміттєзвалища.

Для цього спочатку за аналогією з першим завданням попередньої практичної роботи створіть папку «Сміттєзвалища», а саме в розділі **Мої місця** створіть нову папку (правою клавішею миші натисніть на розділ **Мої місця** → **Додати** → **Папка**). І, використовуючи інструмент  **Додати мітку**, нанесіть точками всі знайдені об'єкти.

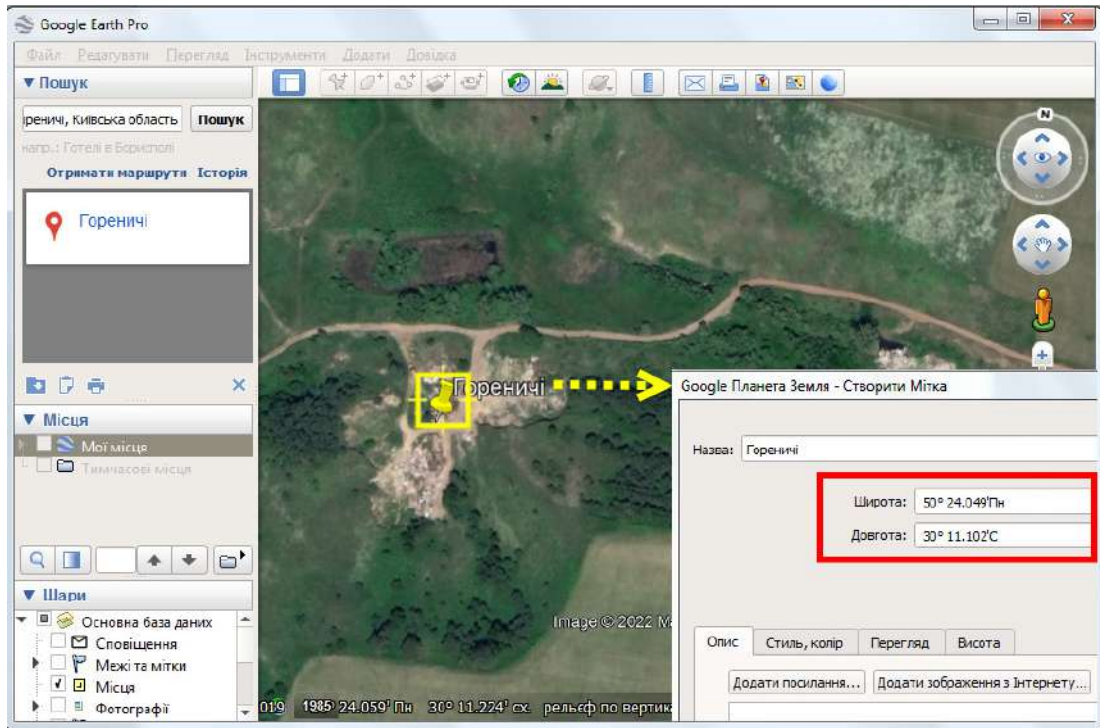


Знайдіть сміттєзвалища поблизу Києва: в селі Тарасівка, біля селища Чабани Фастівського району. Ще кілька розташовані біля села Гореничі (одне з них велике, офіційне, а поруч зліва побачите два менших, неофіційних, куди люди звозять сміття самовільно).

Запитання для перевірки

Напишіть назви населених пунктів поблизу трьох найбільших сміттєзвалищ у Київській області.

Зверніть увагу, що в активному вікні **Створити мітку** відображаються координати розташування точки, які ви можете скопіювати і вставити у звіт чи якийсь інший статистичний документ.




✓ Підказка: на космічних знімках нижче показано вигляд різних типів сміттєзвалищ.



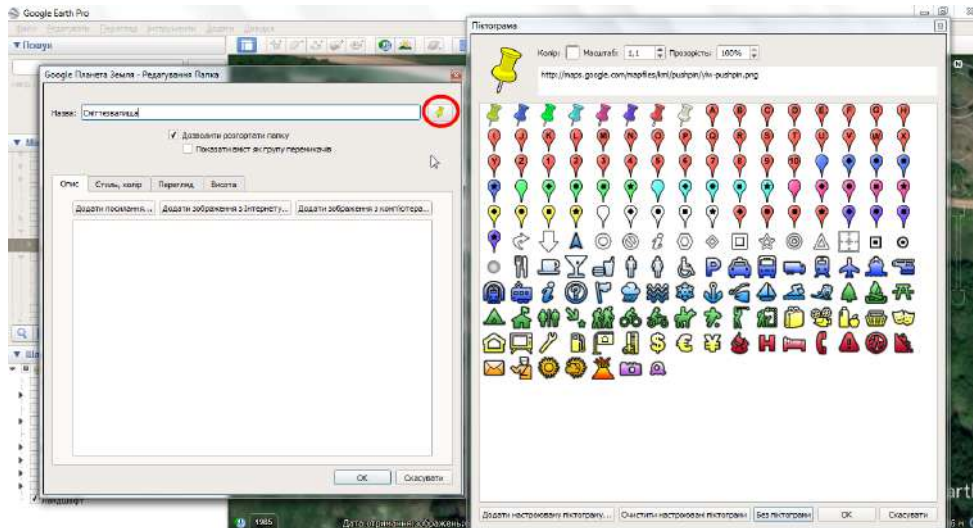
Офіційне велике міське сміттєзвалище



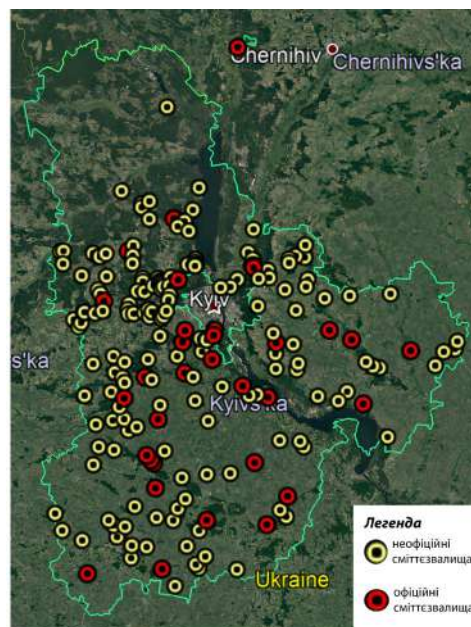
Неофіційне сміттєзвалище під лісом біля села

4. Наступний крок – підбираємо символ для відображення сміттєзвалищ у легенді. Для цього натискаємо на папку «Сміттєзвалища» лівою клавішею миші → **Властивості**. При цьому відкриється вікно **Редагування папки**, а в ньому натискаємо на символ «мітка»  і вибираємо стиль і колір нового символу.

При нагоді створіть папки з двома типами сміттєзвалищ і відповідно підберіть два типи символів: «офіційні» і «неофіційні» (стихийні).



Таким чином ви отримуєте карту розташування сміттєзвалищ, оформіть і збережіть її за аналогією з попереднім завданням. Нижче наведено орієнтовну карту сміттєзвалищ у межах Київської області.



🔍 Запитання для перевірки

Знайдіть візуально в межах вашого району проживання усі сміттєзвалища, які видно на космічних знімках, і створіть аналогічну карту.

За наведеним нижче QR-кодом ви можете переглянути відео виконання практичної роботи.



Дослідження яружно-балкової системи на прикладі території в районі русла р. Самара, Дніпропетровська область

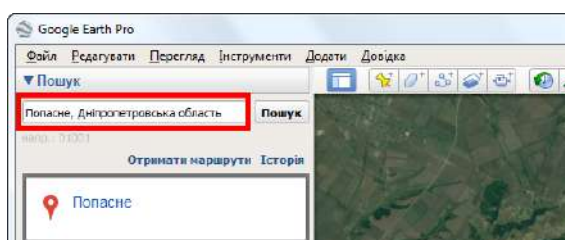
Яружно-балковий рельєф – один з видів рельєфу, який притаманний степовій частині України. Цей різновид ерозійно-яружного рельєфу характерний також для Донецького кряжу, відног Середньоруської височини і всієї Придніпровської низовини. Характерні прикмети: асиметрія річкових долин, яка позначається високими правими берегами і низькими лівими заплавними берегами; на їхньому тлі – височини, розмиті балками та ярами. Переважає лісостепова рослинність¹.

Завдання № 1

Знайти прояви ерозійних процесів на знімках високого просторового розрізнення в програмі Google Earth, використовуючи як супутникові знімки, так і фотознімки місцевості (на прикладі сільськогосподарських полів між населеними пунктами).

Інструкція для самостійного виконання:

1. Відкрийте портал *Google Earth Pro*.
2. У рядку пошуку введіть *Попасне, Дніпропетровська область*.



3. Наблизьте карту до населеного пункту, а потім до ярів, і роздивіться територію дослідження при максимальному наближенні, знайдіть русло р. Самара та системи ярів.



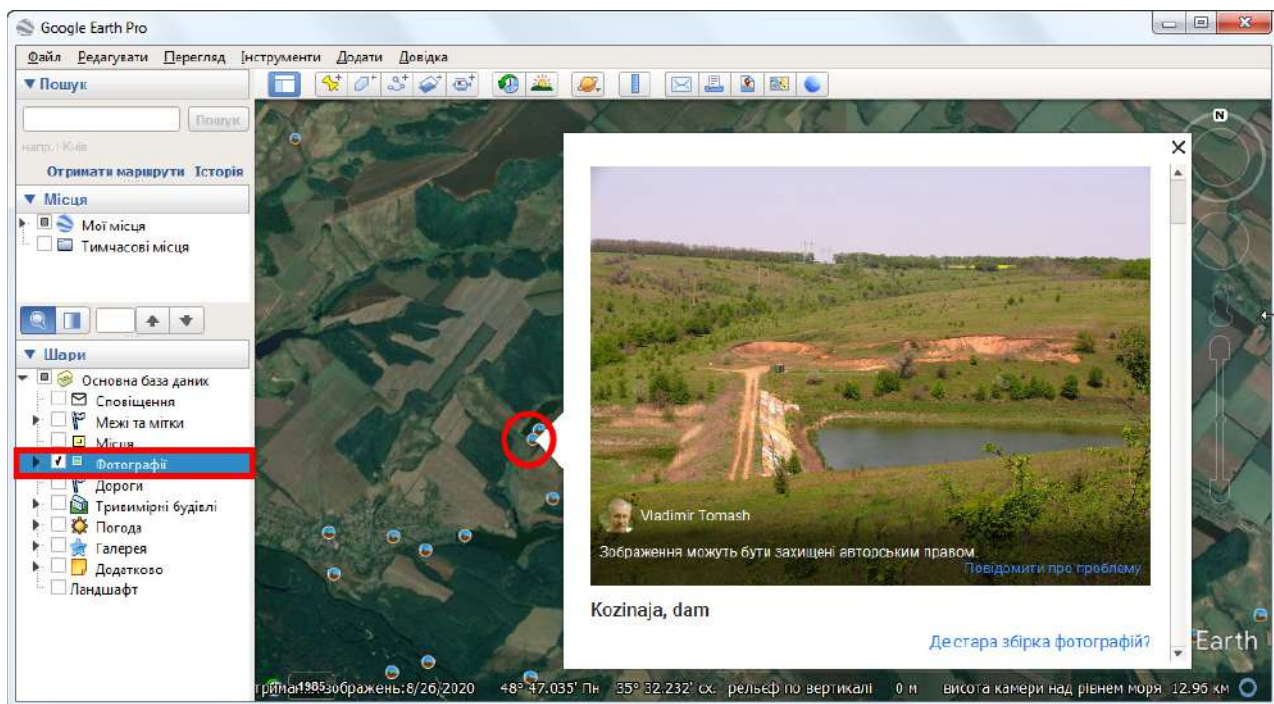
Супутникові знімки в програмі *Google Earth Pro* мають переважно просторову розрізненість 1 м і кращу, що дає змогу розпізнати дрібні об'єкти на місцевості, навіть, приміром, стовпи лінії електропередач або ерозійні процеси на полях.

¹ Енциклопедія українознавства. *Словникова частина (ЕУ-II)* : в 11 т. / гол. ред. В. Кубійович. Париж – Нью-Йорк : Молоде життя, 1984. С. 3981–3993.



4. Завдяки фотографіям із геолокацією, які люди викладають в інтернет і які автоматично додаються на карту в програмі *Google Earth*, можна подивитися, який вигляд має той чи інший об'єкт на знімку (треба мати на увазі, що географічна прив'язка може бути дещо зміщеною, тому важливо зіставляти об'єкти на знімку і фотографії). Отже, натискаючи на круглу піктограму на знімку, подивіться, який вигляд має місцевість із землі.

Якщо піктограми з фотографіями не відображаються на знімку, перевірте, чи підключений шар **Фотографії** у лівій нижній панелі програми з переліком шарів.



5. Перегляньте дату супутникового знімка внизу екрана, на цьому прикладі це 20 квітня 2019 р.



✔ **Важливо!** Якщо дата знімка не відображається внизу екрана, потрібно більше наблизити карту на місце інтересу.

? Запитання для перевірки

Знайдіть на карті с. Івано-Михайлівка і напишіть, яка дата супутникового знімка на цю територію в програмі <i>Google Earth</i>	
--	--

6. Запам'ятайте цю територію і не закривайте програму, щоб можна було до неї повернутися під час виконання наступних завдань і порівняти територію дослідження на різних супутникових знімках. Далі будемо шукати ці яри на супутниковому знімку Sentinel-2 в програмі *EO Browser*.

? Запитання для перевірки

Які є причини утворення яружно-балкової системи?	
--	--

Завдання № 2

Знайти останній доступний в архіві *EO Browser* супутниковий знімок Sentinel-2 на територію дослідження і порівняти відображення яружно-балкової системи на фотографії місцевості, супутниковому знімку з високою розрізненістю (1 м) і супутниковому знімку Sentinel-2 (10 м).

Інструкція для самостійного виконання

1. Супутникові знімки, доступ до яких можна отримати за допомогою програми *EO Browser*, мають нижчу розрізненість, аніж знімок у програмі *Google Earth*, наприклад: просторова розрізненість Sentinel-2 – 10 м, а Landsat – 15–30 м. Однак періодичність зйомки в них набагато вища. За допомогою *EO Browser* ви можете мати доступ як до найновіших знімків, так і до найстаріших. У наступних двох завданнях ми знайдемо два такі знімки.

2. Відкрийте портал *EO Browser* (набравши *eo browser* на сайті Google у пошуку і перейшовши за першим покликанням *Sentinel-hub EO-Browser*) або наберіть повністю покликання <https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser>.

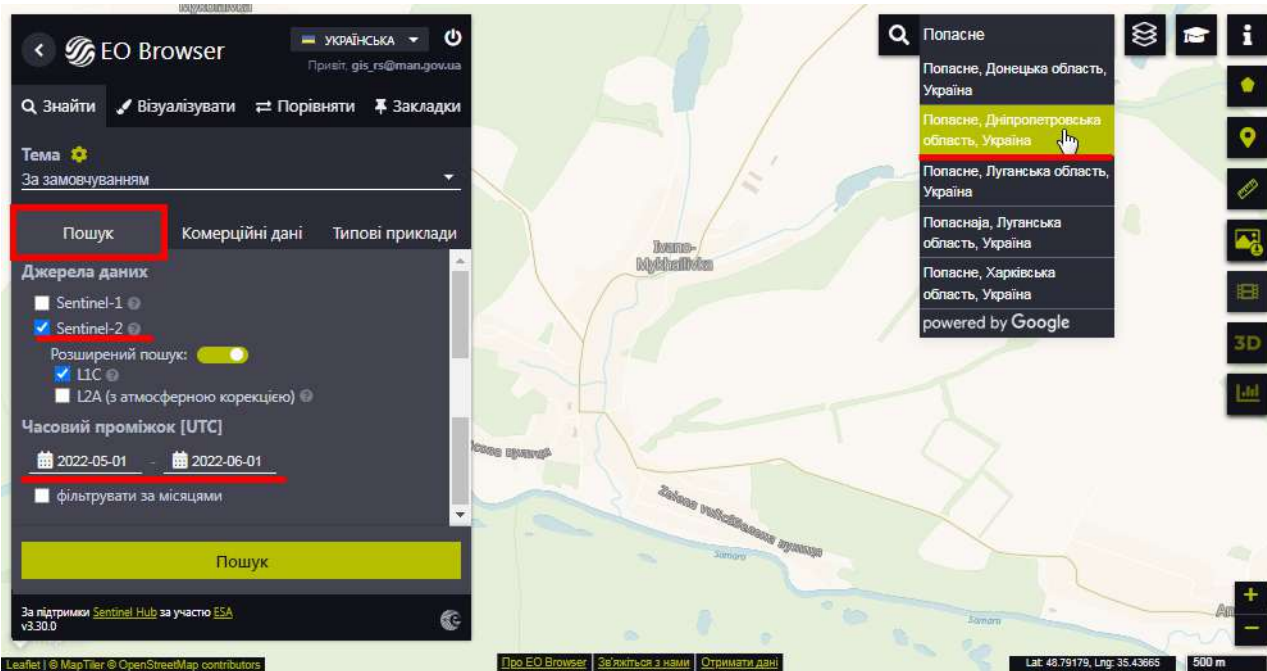
3. Увійдіть на портал.

4. У рядку пошуку території введіть *Попасне, Дніпропетровська область*, натисніть на перший рядок, що підсвічується, для наближення на карті до території України.

5. На панелі для визначення параметрів зйомки виберіть:

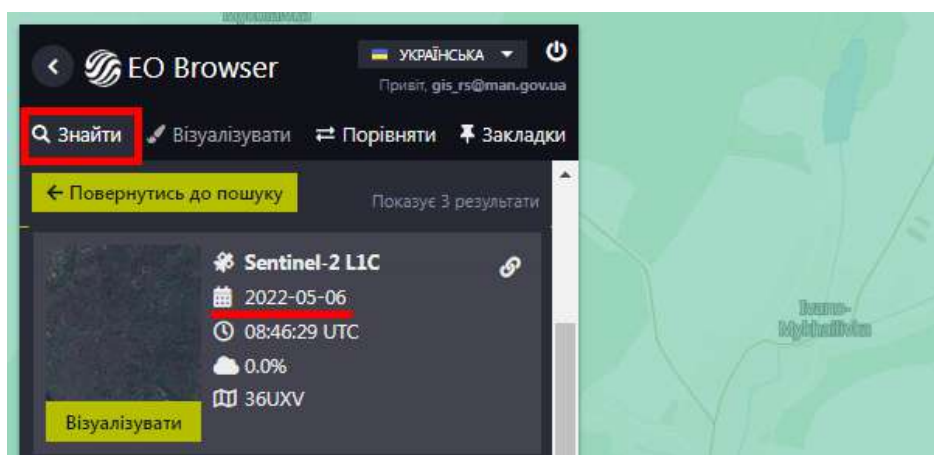
- **Джерела даних** – Sentinel-2 (L1C); при цьому, натиснувши на знак питання справа від назви супутника, можна прочитати детальну інформацію про нього;
- **Макс. хмарність** – 20 %;
- **Часовий проміжок** – 1 травня 2020 р. – 1 червня 2020 р.;
- натиснути **Пошук**.

✓ **Важливо!** Дату потрібно вибирати в календаріку, а не писати самостійно з використанням клавіатури.

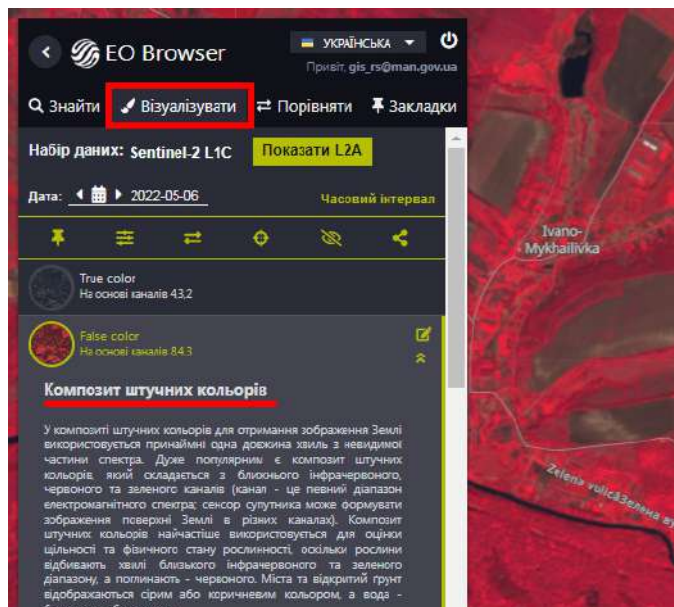


У результаті завантажиться перелік наявних у каталозі знімків за визначеними критеріями, які можна переглянути в закладці **Знайти**.

6. Перегляньте знімки у вкладці **Знайти**, яка має відкритися автоматично, і виберіть знімок за 01.05.2020 р. на лівій панелі інструментів, натиснувши кнопку **Візуалізувати** для його відображення у робочому вікні *EO Browser*.



7. Виберіть спосіб візуалізації **False color** (штучні кольори), що використовує інфрачервоний канал для синтезу кольорового зображення. За такої комбінації каналів ліс і рослинність будуть мати відтінки червоного кольору: що густіша рослинність, то яскравіший колір. Також у цій комбінації можна бачити різницю між хвойним лісом (відображається темно-червоним кольором) і широколистяним лісом (відображається світло-червоним кольором), а також поля з різними типами посівів.



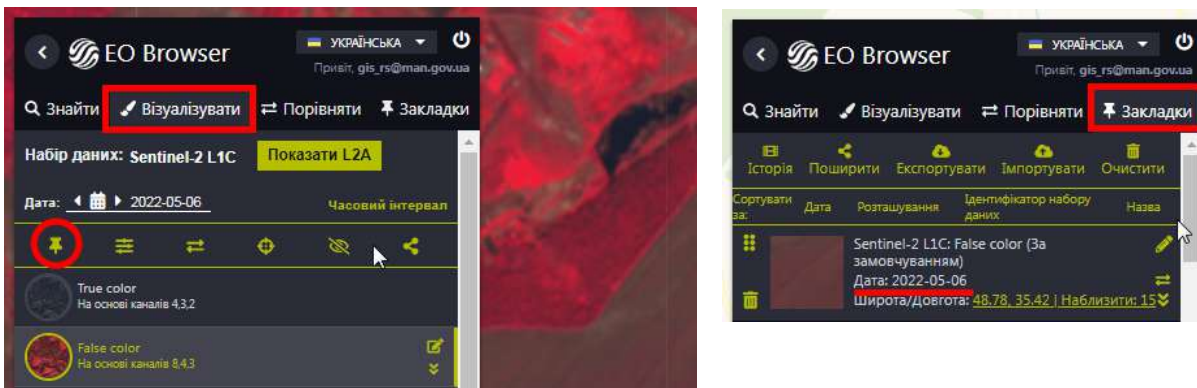
8. Подивіться на отримане зображення і порівняйте вигляд ярів із супутниковими зображеннями з програми *Google Earth*. Знайдіть місце, де була зроблена фотографія місцевості, яку ви відкривали в першому завданні.

9. Знайдіть прояви ерозії на полях поблизу ярів з програми *Google Earth* і те саме поле з проявом ерозії з програми *EO Browser*.



Тепер «читати» супутникові знімки Sentinel-2 має бути дещо простіше.

10. Збережіть знімок у закладках, натиснувши **Додати до Закладок** на лівій панелі інструментів у верхньому кутку знімка, і він має відобразитися у вкладці **Закладки**.



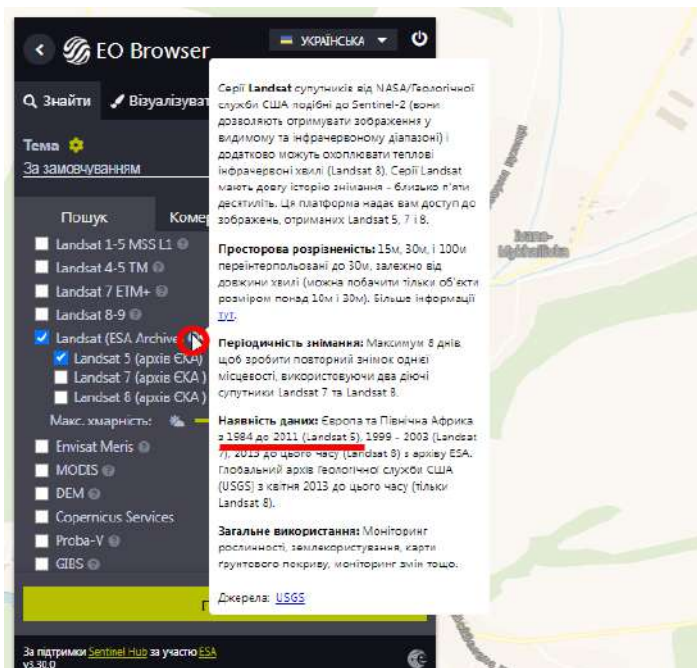
Завдання № 3

Знайти найстаріший доступний в архіві EO Browser супутниковий знімок на територію дослідження; подивитися, як змінилася територія за 35 років; знайти місця розвитку яружної ерозії.

Інструкція для самостійного виконання

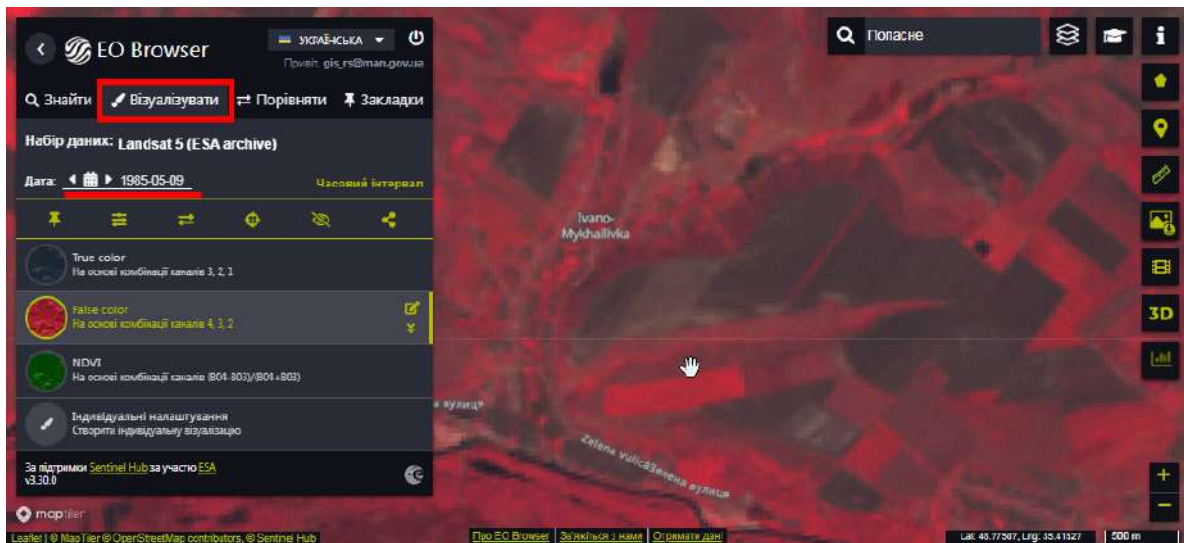
1. Тепер подивимося, який вигляд мали ці яри 35 років тому і чи помітні процеси розвитку яружної ерозії за такий проміжок часу.

2. Поверніться в меню пошуку на лівій панелі інструментів, зніміть позначку зі знімків Sentinel-2, щоби програма не включала їх у пошук, але поставте позначку поряд з Landsat і у вкладці, що відкриється, виберіть Landsat 5 – саме цей супутник з восьми супутників місії Landsat працював у 1980-х рр. (про час роботи супутників можна дізнатися, натиснувши на позначку зі знаком питання поряд із назвою знімка). Вкажіть часовий період 01.01.1984–01.01.1990.



3. У вкладці **Результати** виберіть і відобразіть на карті знімок за 07 травня 2020 р., виберіть метод візуалізації в штучних кольорах **False color**.

4. Знайдіть поле з проявом ерозії, зображення якого зберегли в завданні № 2, і збережіть його також методом скріншоту.

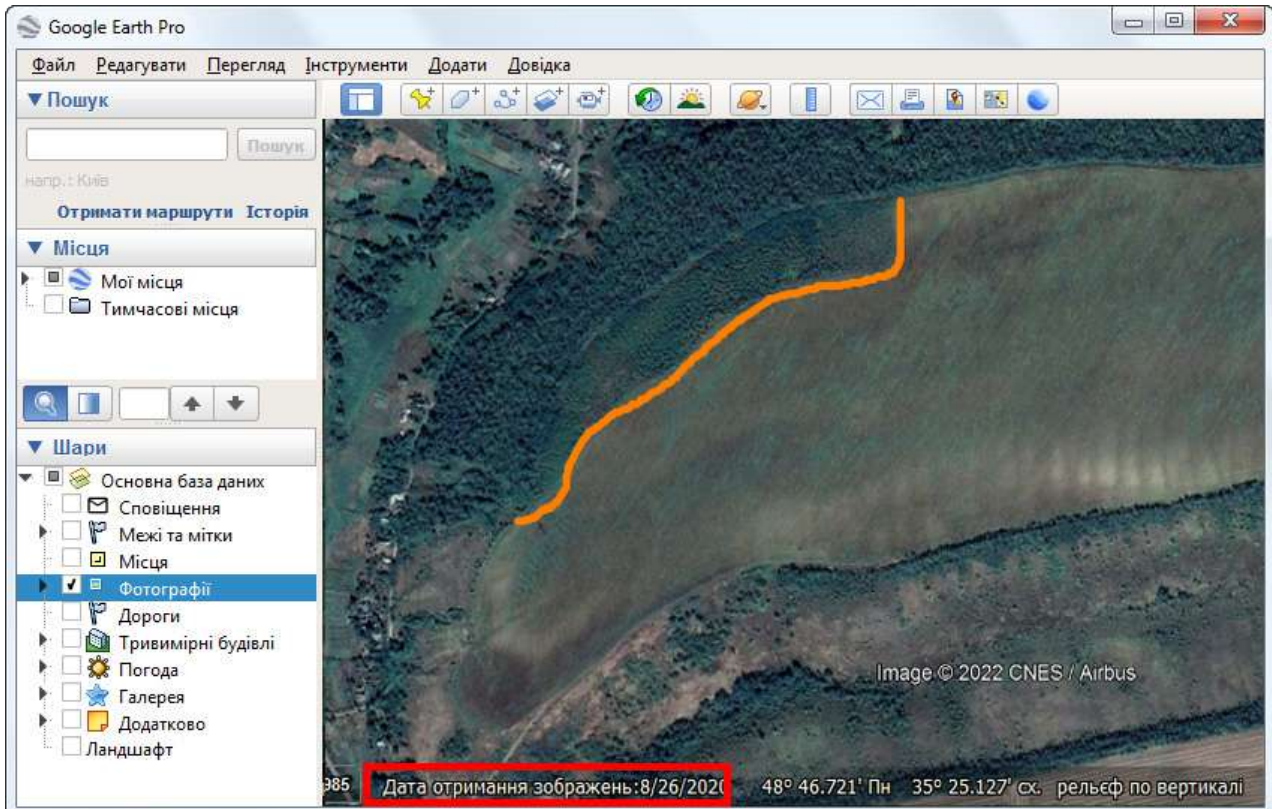


Помітно, що ерозійні процеси на полі були присутні і в 1984 р. Це місце, на якому завжди буде нижчий рівень урожайності, якщо порівняти з іншою частиною поля. Сюди потрібно вносити більше добрив і вживати протиерозійних заходів. Навіть економічно вигідніше може бути вилучити цю частину поля з обробітку, не кажучи вже про екологічний фактор: через зменшення кількості добрив і пестицидів зменшиться рівень навантаження на довкілля.

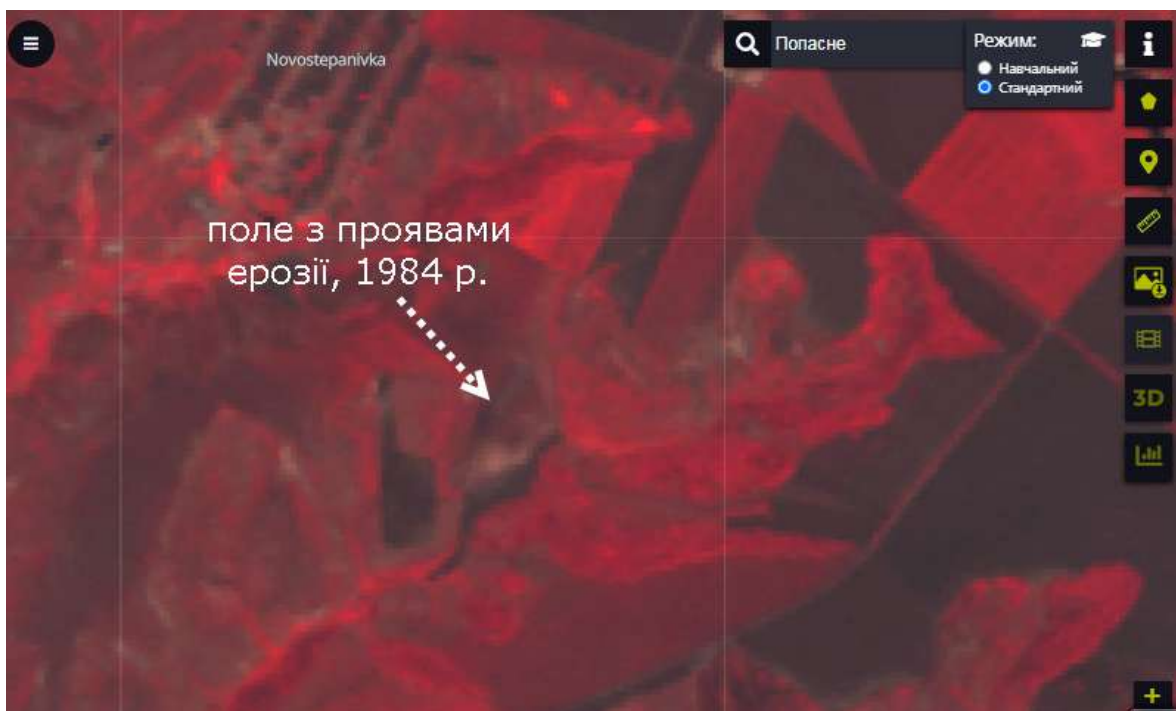
i Цікавий факт: на сучасних знімках помітно, що частину поля з північного боку, яка оброблялася в 1985 р., пізніше було виведено з обробітку.

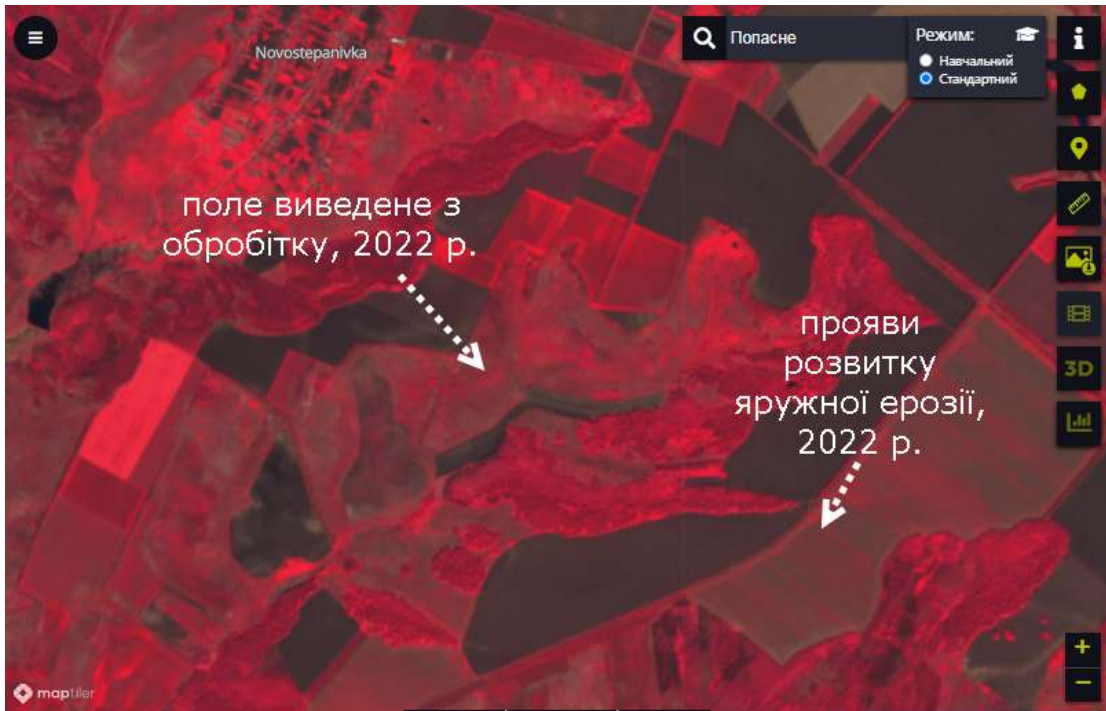
5. Перейдіть у вкладку **Закладки**, щоби порівняти зображення за 1984 р. і 2022 р. Для цього у вкладці **Закладки** натисніть **Додати для порівняння** і потім виберіть метод порівняння **Розділення**. Перетягуючи коліщатко поряд з верхнім знімком, ви можете відкривати і закривати зображення.





6. Порівняйте зображення і знайдіть місце, що змінилося. Особливо зверніть увагу на краї ярів. Збережіть два зображення місця зі змінами – Sentinel-2 і Landsat 5.





Загалом ця територія ярів була заліснена, і масштабних змін на ній не спостерігатиметься. Ви можете спробувати так само знайти незаліснені яри в іншій частині України і подивитися на їх розвиток.

? Запитання для перевірки

Знайдіть територію, що змінилася, особливо зверніть увагу на краї ярів; збережіть два зображення місцевості, де простежуються зміни, тобто Sentinel-2 і Landsat 5; коротко опишіть, що змінилося.

? Запитання для перевірки

<p>Знайдіть яри в іншій області України на супутниковому знімку Sentinel-2 і напишіть назву місцевості / населеного пункту</p>	
--	--

За наведеним нижче QR-кодом ви можете переглянути відео виконання практичної роботи.



Моніторинг стану атмосферного повітря (на прикладі зміни хімічного складу повітря за даними супутника Sentinel-5P)

Ситуація

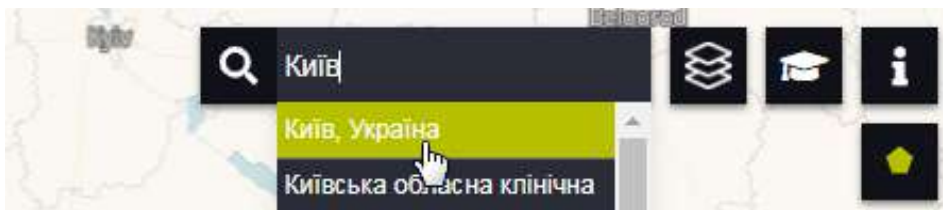
Смог – один з найнебезпечніших видів забруднення повітря. Окрім диму, туману, пилу тощо до його складу входить діоксид азоту. Деякі міста потерпають від забруднення смогом доволі часто. Так, наприклад, протягом 5–10 вересня 2022 р., за даними постів спостереження ЦГО ім. Б. Срезневського, рівень забруднення діоксидом азоту в столиці перевищив середньодобову гранично допустиму концентрацій діоксиду азоту в 9,7 раза і формальдегіду в 6,8 раза в районі вул. Скляренка, Оболонського проспекту, Бессарабської і Деміївської площ (<http://cgo-sreznevskiy.kyiv.ua/>).


Завдання

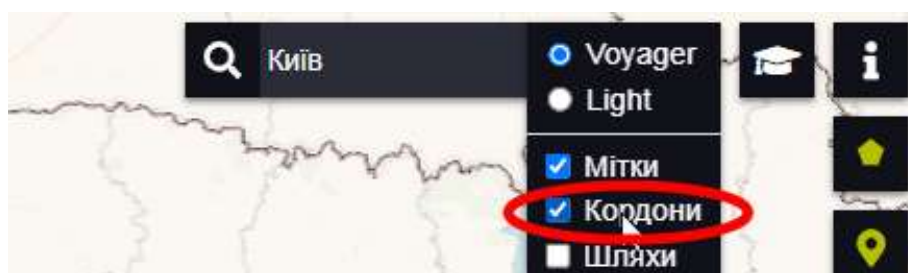
Визначити, в якому місті України та Європи було найбільш забруднене повітря впродовж останнього місяця.

Інструкція для самостійного виконання:

1. Відкрийте портал EO Browser (<https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser>).
2. Увійдіть на портал.
3. У рядку пошуку території введіть *Київ* і натисніть на перший рядок, що підсвічується, для наближення на карті до території України.

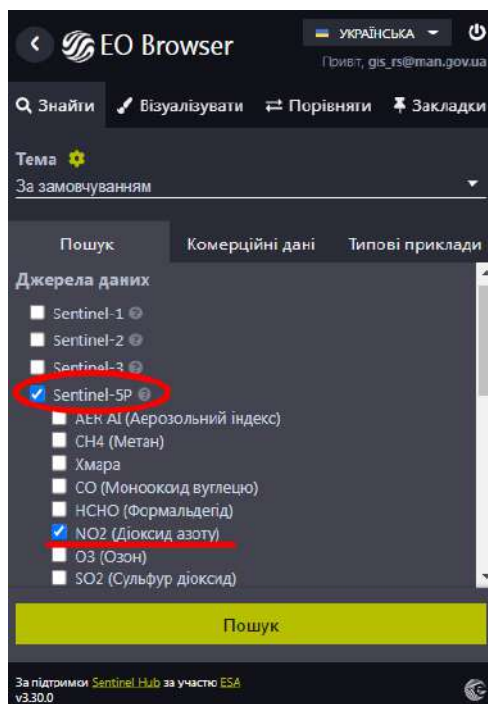


4. Підключіть відображення кордонів областей, натиснувши на символ , і поставте відмітку поряд із пунктом *Кордони*.




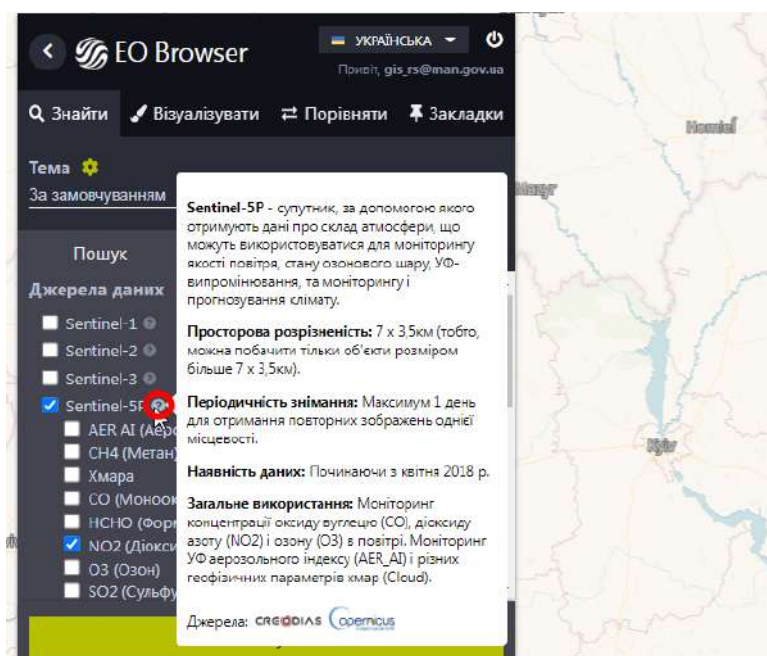
У результаті на карті відобразяться межі областей.

5. На панелі для визначення параметрів зйомки виберіть:
 - *Джерела даних* – Sentinel-5P (зверніть увагу, що за замовчуванням позначається вибраним супутник Sentinel-2/L1C – потрібно зняти ці позначки, щоб у пошуку відображались лише знімки супутника Sentinel-5P) і тип забруднення NO₂;



✓ Sentinel-5 – перша місія програми Copernicus, присвячена моніторингу забруднення повітря. Тропомі (TROPOspheric Monitoring Instrument) – це спектрометр, який зондує ультрафіолетовий (УФ), видимий (VIS), ближній (NIR) і короткохвильовий інфрачервоний (SWIR) спектри для моніторингу кількості озону, метану, формальдегіду, аерозолі, оксиду вуглецю, NO₂ та SO₂ в атмосфері.

- натисніть на позначку  поряд з назвою супутника Sentinel-5P і зверніть увагу на періодичність зйомки цього супутника;

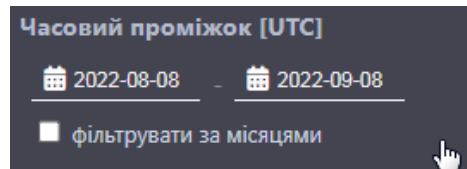


? Запитання для перевірки

Напишіть, яка періодичність зйомки супутника Sentinel-5P (через який проміжок часу можна отримати супутникове зображення цієї самої території).

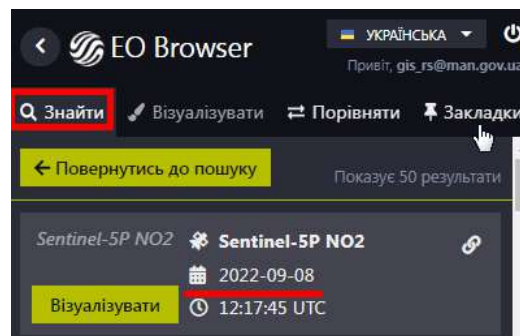
Як ви вважаєте, із чим пов'язана періодичність зйомки?

- **Часовий проміжок** – автоматично відображається останній місяць – якщо так і є, то залиште без змін, в іншому разі змініть дати так, щоб відображався останній місяць; для зміни дати потрібно натиснути на позначку 📅 і вибрати потрібну дату на календарі;
- натиснути **Пошук**.



У результаті завантажиться перелік знімків за вказаний період. Також на карті будуть відображатися смуги прольоту і зйомки із супутника.

6. З переліку знімків виберіть перший і відобразіть його на карті, натиснувши на інструмент **Візуалізувати**.



У результаті завантажиться кольорове зображення концентрації NO₂ на карті, однак це зображення буде фрагментованим, а не суцільним.

? Запитання для перевірки

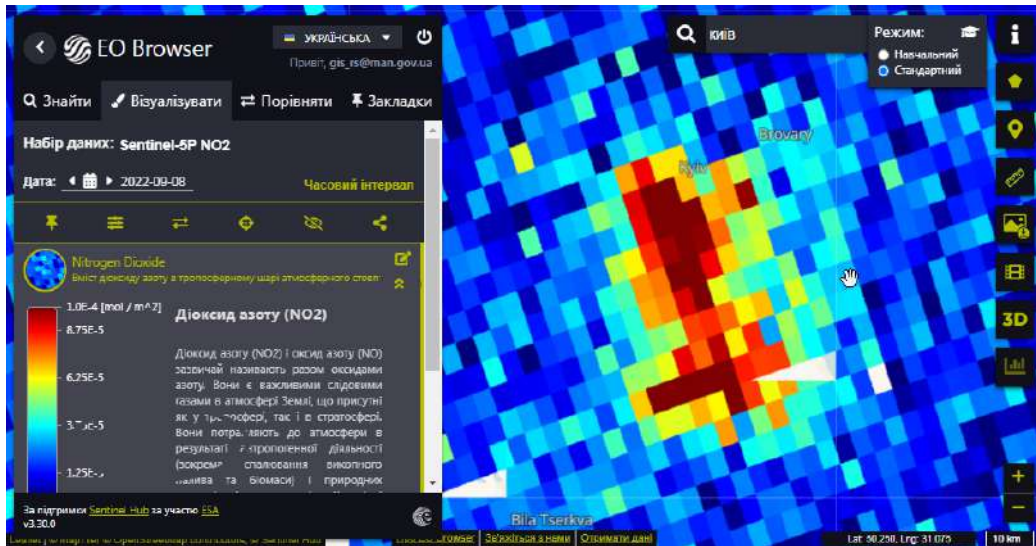
Чому отримане зображення фрагментоване? Поміркуйте.

7. Для того щоб побачити, який колір на карті відповідає вищій концентрації речовин, потрібно розкрити легенду до карти NO₂, розгорнувши вкладку поряд з назвою зображення.

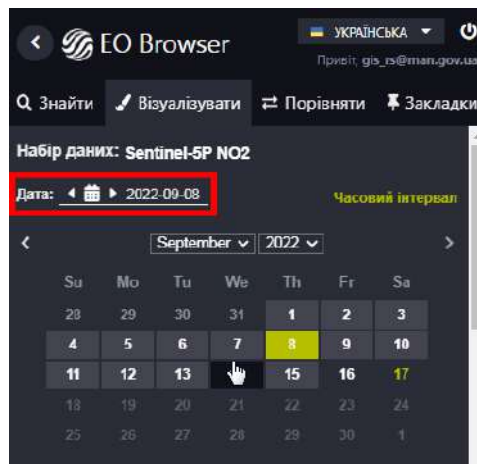
? Запитання для перевірки

Напишіть, яким кольором відображаються найвищі концентрації NO₂, а яким – найнижчі.

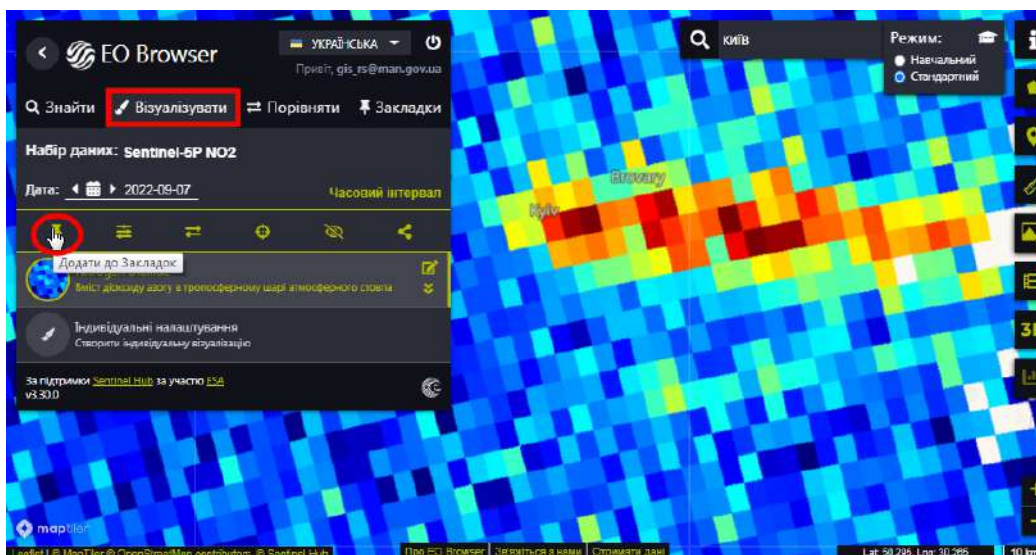
Які одиниці вимірювання використані?




8. Натискаючи на стрілку «назад», погортайте календар, щоби переглянути зображення за попередні дні.

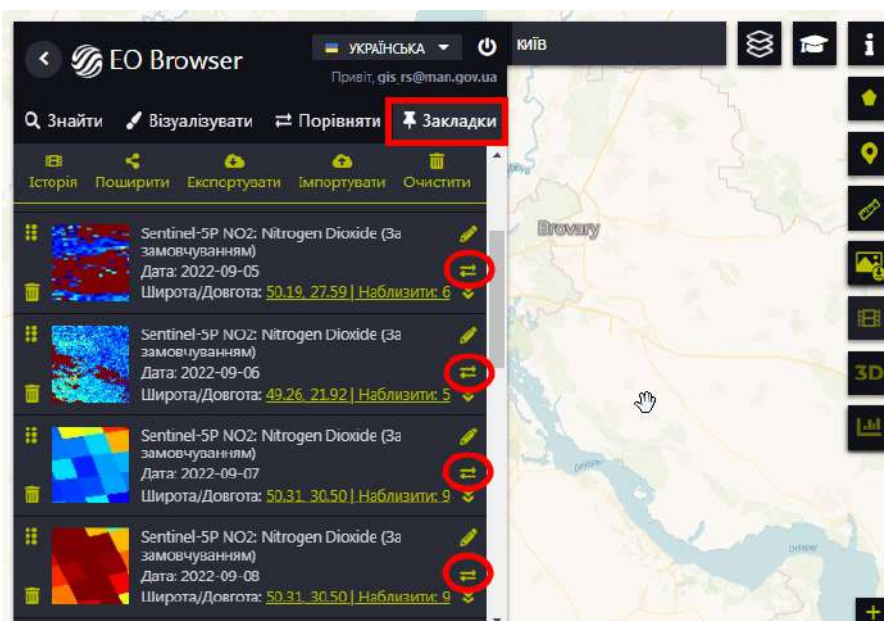


9. В EO Browser відсутні спеціальні інструменти для створення мозаїки (композиції з двох або більше супутників), однак є можливість накласти зображення одне на інше, щоб у місцях, де відсутні дані за цей день, відображалися дані за попередні дні. Для цього треба повернутися у вкладку **Знайти**, щоб відображався перелік знімків, і по черзі додати кожен знімок до вибраних, натискаючи на інструмент **Додати до Закладок** поряд з назвою кожного знімка.

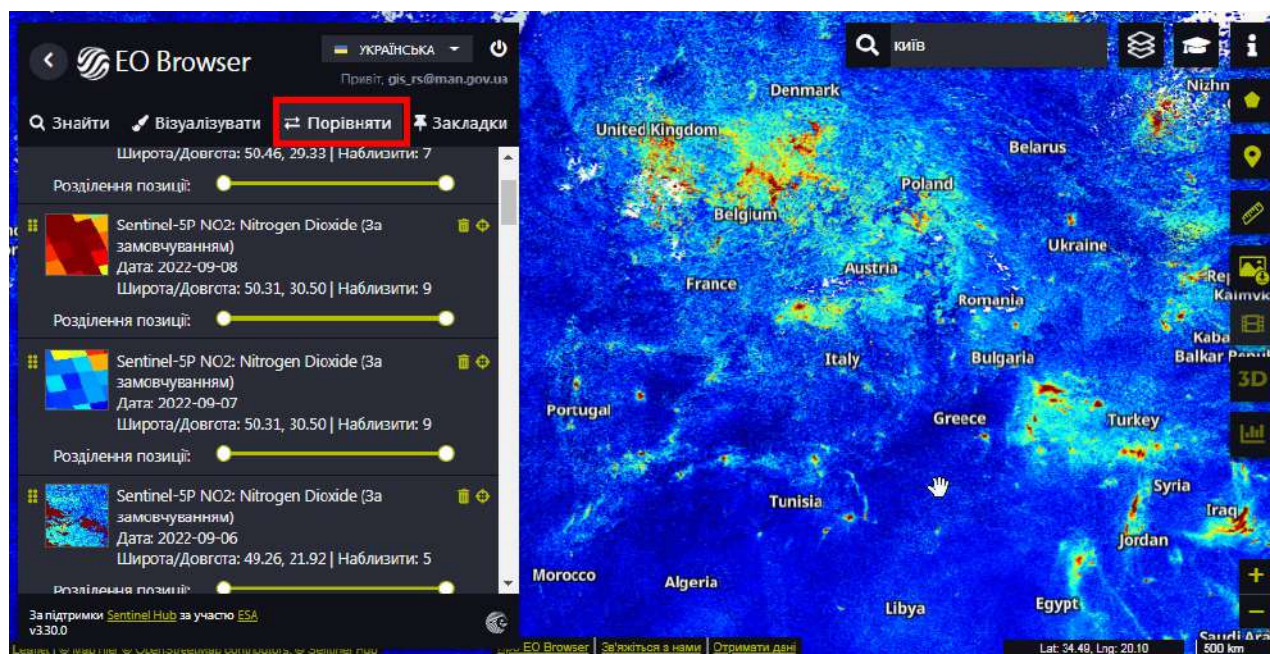


Щоразу після натискання на  меню автоматично буде переключатися на вкладку **Закладки** з переліком вибраних знімків, щоразу потрібно повертатися назад у вкладку **Знайти** і додавати наступний знімок. Таким чином потрібно додати до вибраних («пришпилених») декілька знімків (до 10) з найменшою хмарністю (хмарність на знімках відображається як прозорі ділянки, тобто без значень концентрації NO₂).

10. Візуалізуйте ряд знімків одночасно, натиснувши на інструмент **Додати для порівняння**. У попередніх практичних роботах нами використовувався цей інструмент, зокрема для порівняння двох зображень річки під час водопілля й у межень. У цьому разі інструмент допоможе накласти і відобразити одночасно усі вибрані знімки.



11. Якщо залишається ще багато «прозорих» місць на карті в межах території України (це залежить від рівня хмарності під час супутникової зйомки), потрібно повернутися у вкладку **Знайти** і додати ще знімки для порівняння.



12. Проаналізуйте результат, переглянувши на карті України та Європи, над якими містами спостерігається підвищена концентрація NO₂.

? Запитання для перевірки

Напишіть, які три міста в Україні мають найвищий рівень забруднення NO_2 .

А в Європі?

13. Аналогічно проаналізуйте поширення інших забруднювальних речовин: SO_2 , CO і т. д.

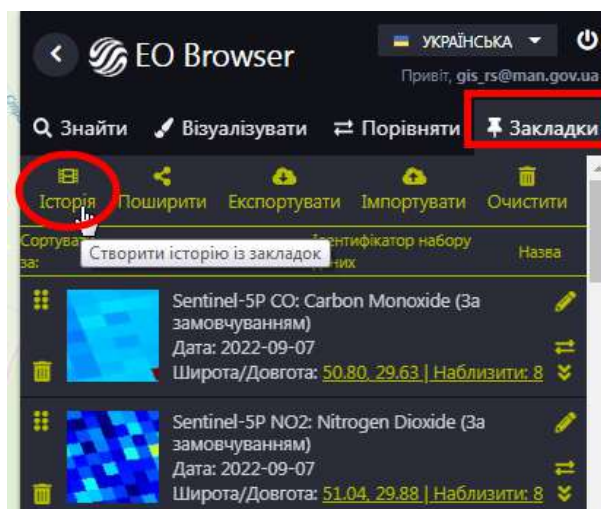
? Запитання для перевірки

Яку хімічну сполуку аналізували?

Напишіть, які три міста в Україні мають найвищий рівень її концентрації.

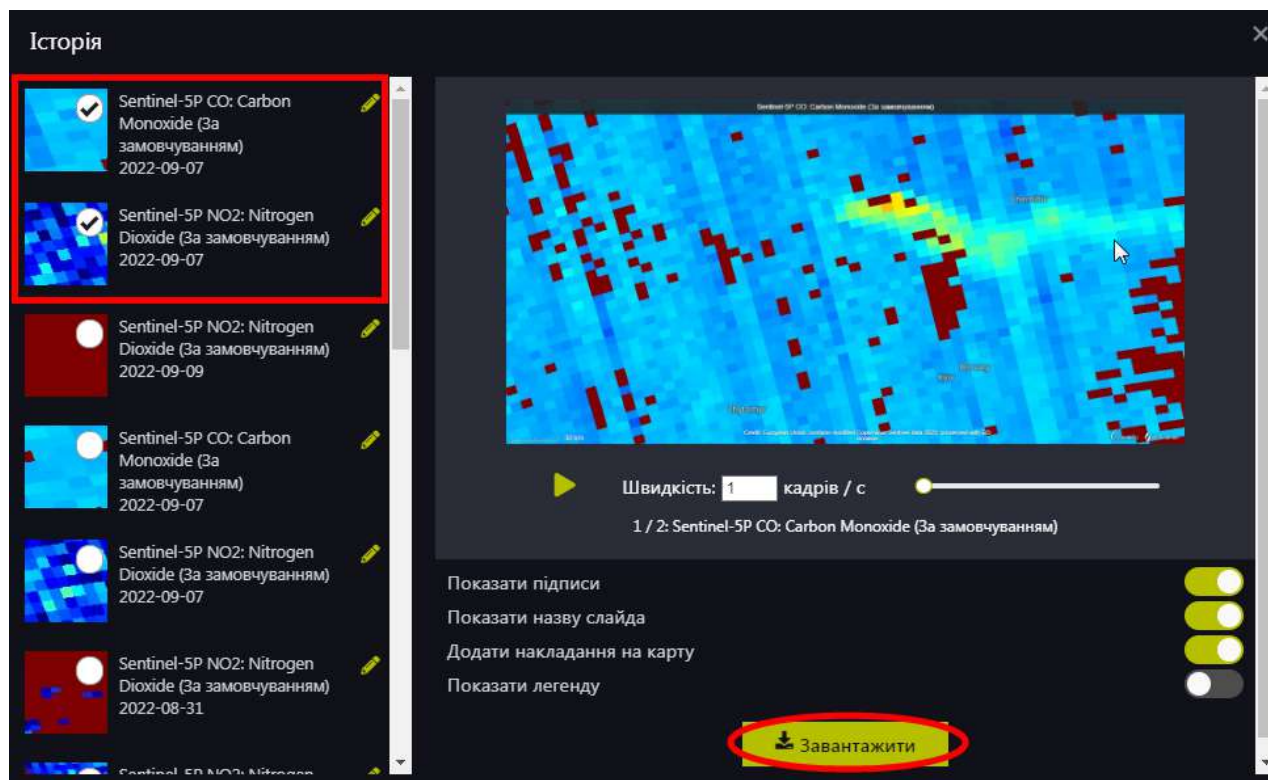
А в Європі?

14. Щоб дослідити, чи є взаємозв'язок між концентрацією різних забруднювачів повітря, порівняйте концентрацію NO_2 і CO в межах Київської області станом на 07.09.2022 р. Підвищення монооксиду вуглецю (CO) часто свідчить про велику лісову пожежу. Для того щоб з'ясувати, чи поширилася на Київ димова пляма від пожежі в Прип'ятському лісі, додамо в закладки два показники NO_2 і CO станом на 07.09.2022 р.



А далі створимо анімацію із цих двох зображень показників NO_2 і CO за допомогою інструменту *Створити історію закладок*. Таким чином ми можемо створити анімацію з будь-

яких даних із різних супутників, які додані в закладки, на відміну від інструменту **Створити покадрову анімацію**, який працює лише на однотипних даних з одного супутника.



✔ Зверніть увагу! Під час створення анімацій ділянки території, які вкриті хмарами і тому не містять інформації про стан повітря із супутника Sentinel-5, відображаються не прозорими, а залитими багряним кольором, який можна сплутати з максимальними значенням концентрації. Тому будьте уважними, проводячи власні дослідження.

🔍 Запитання для перевірки

Чи є взаємозв'язок між підвищеною концентрацією монооксиду вуглецю над пожежею в Прип'ятському лісі і підвищеним рівнем забруднення повітря діоксидом азоту в нашій столиці?

За наведеним нижче QR-кодом ви можете переглянути відео виконання практичної роботи.



Дослідження вулканічної активності (на прикладі виверження вулкана Кілауеа на Гаваїях)

Ситуація

Кілауеа – один з найактивніших вулканів на Землі. «На вершині вулкана Кілауеа стався землетрус магнітудою 5,5. У результаті був помітний восьмикілометровий стовп попелу та диму», – йдеться в повідомленні CNN з посиланням на Агентство цивільної безпеки Гаваїв.

Як повідомляє Геологічна служба США, землетрус стався ще в неділю 03.06.2018 р. після обіду за місцевим часом. Проте загрози ймовірного цунамі не спостерігалось.

Вулкан вивергався більше місяця, за цей час лава залила понад 8 сотень гектарів землі на острові. Через це на узбережжі утворюються хмари з небезпечних газів, а повітря наповнюється хлоридною і сірчаними кислотами. Відеосюжет за покликанням: www.youtube.com/watch?v=uEmX6fBsD3I.

Завдання

Знайти місце виверження вулкана і шлях потоку лави. Визначити, чи відбулися викиди діоксиду вуглецю внаслідок виверження вулкана в повітря. Яка площа повітряних мас забруднена діоксидом вуглецю вище норми?

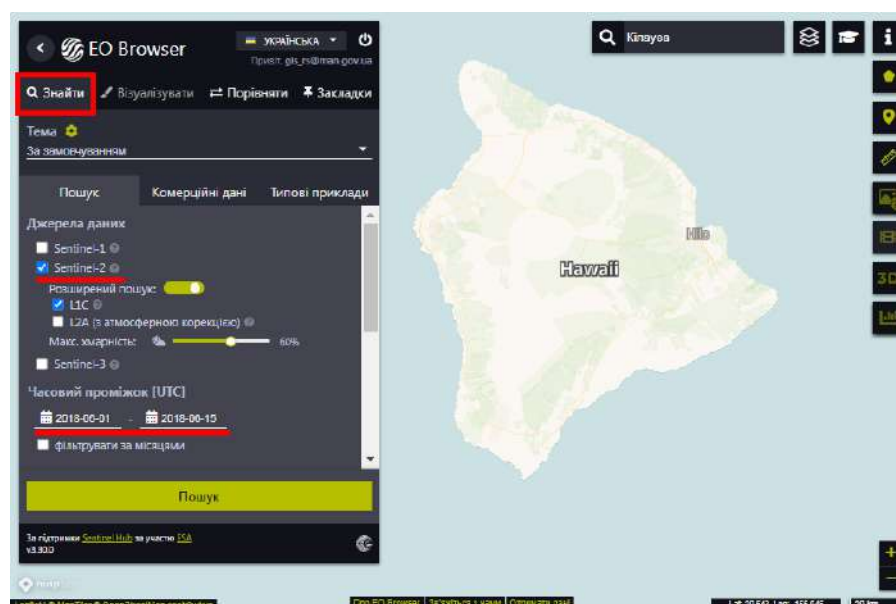
Інструкція для самостійного виконання:

1. Відкрийте портал EO browser (<https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser>).
2. Увійдіть на портал.
3. У рядку пошуку території введіть *Кілауеа* (вулкан на Гаваїях) і натисніть на «лупу» для наближення.



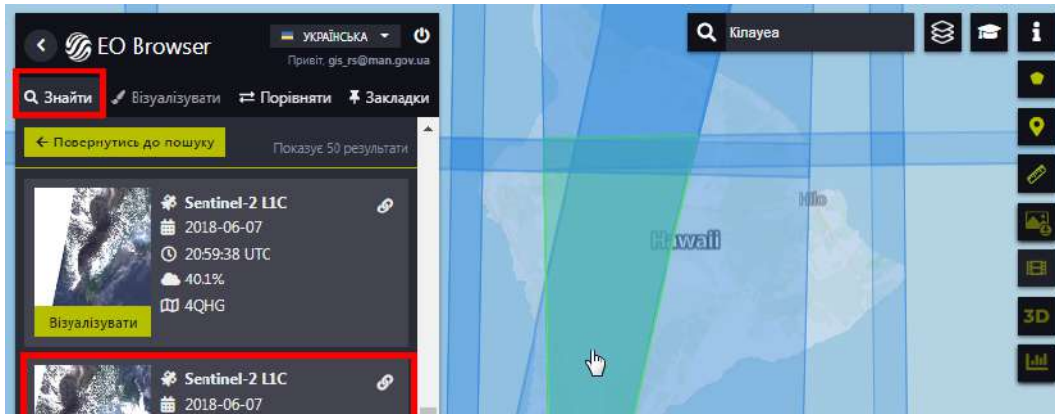
4. На панелі для визначення параметрів зйомки виберіть:

- **Джерела даних** – Sentinel-2 / L1C;
- **Макс. хмарність** – 60 %;
- **Часовий проміжок** – з 1 червня 2018 р. по 15 червня 2018 р.;
- натиснути **Пошук**.

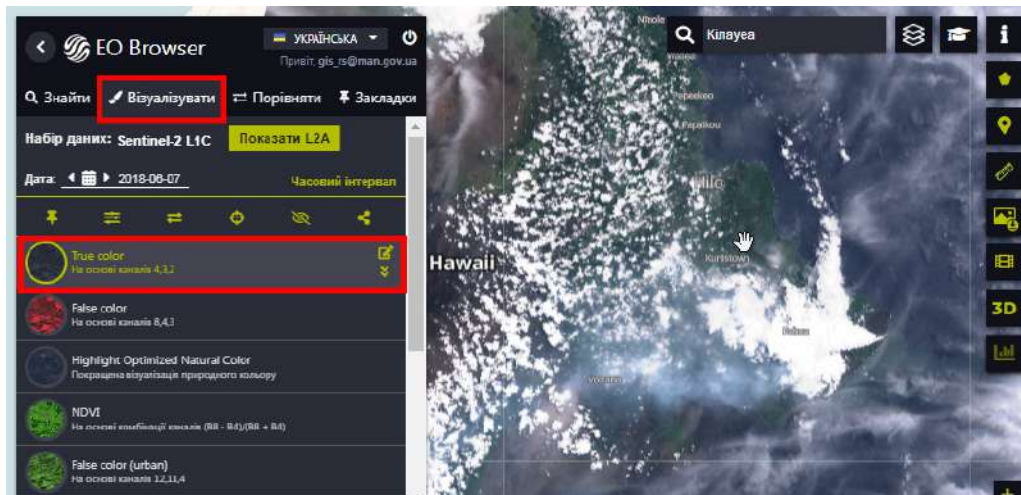


У результаті завантажиться перелік наявних у каталозі знімків за визначеними критеріями.

5. Перегляньте знімки, гортаючи їх перелік на лівій панелі вмісту, і знайдіть знімок за 7 червня 2018 р., натисніть кнопку **Візуалізувати**.



Вибраний знімок має відобразитися в картографічному вікні, а на лівій панелі – відкритися меню для налаштування відображення знімка **Візуалізувати**.

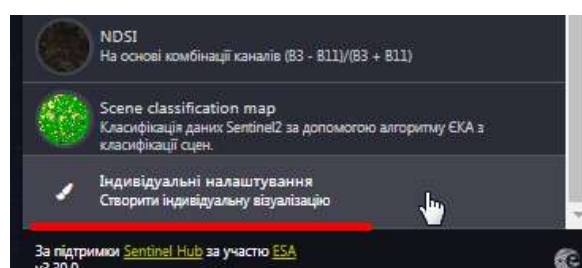


За замовчуванням знімок відображається у видимому діапазоні – природних кольорах, тобто зображення має бути схоже на фотографію місцевості згори.

? Запитання для перевірки

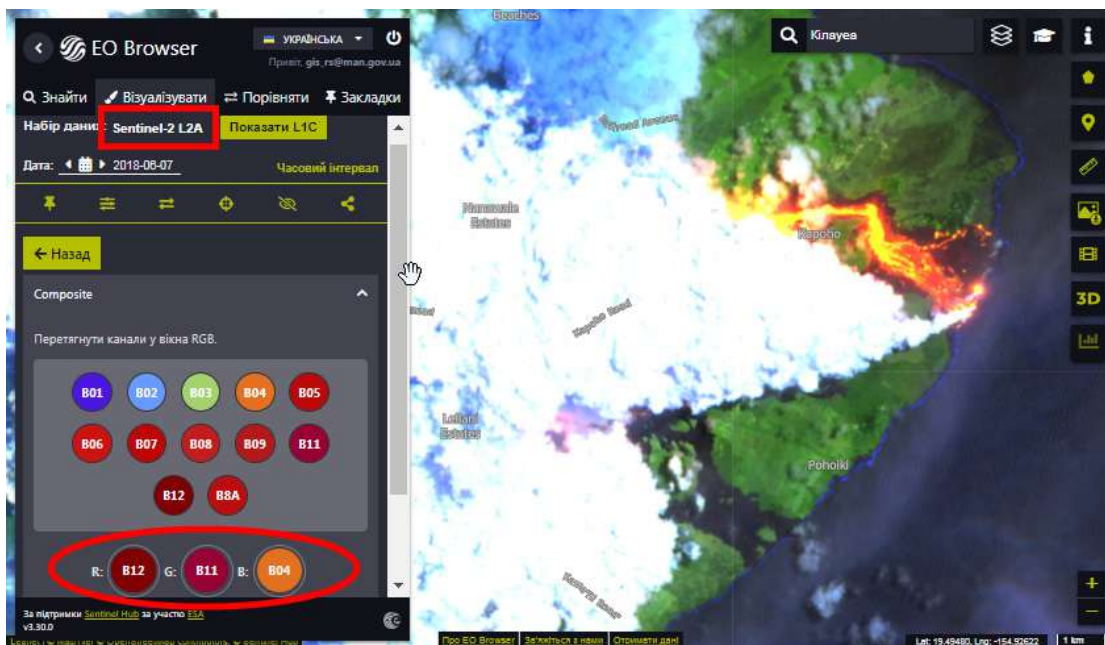
Перегляньте різночасові знімки цієї території і проаналізуйте, як на знімку відрізнити хмари від вулканічного диму.

6. Натисніть на кнопку **Індивідуальні налаштування** на лівій панелі в меню для налаштування візуалізації з використанням інших спектральних діапазонів.



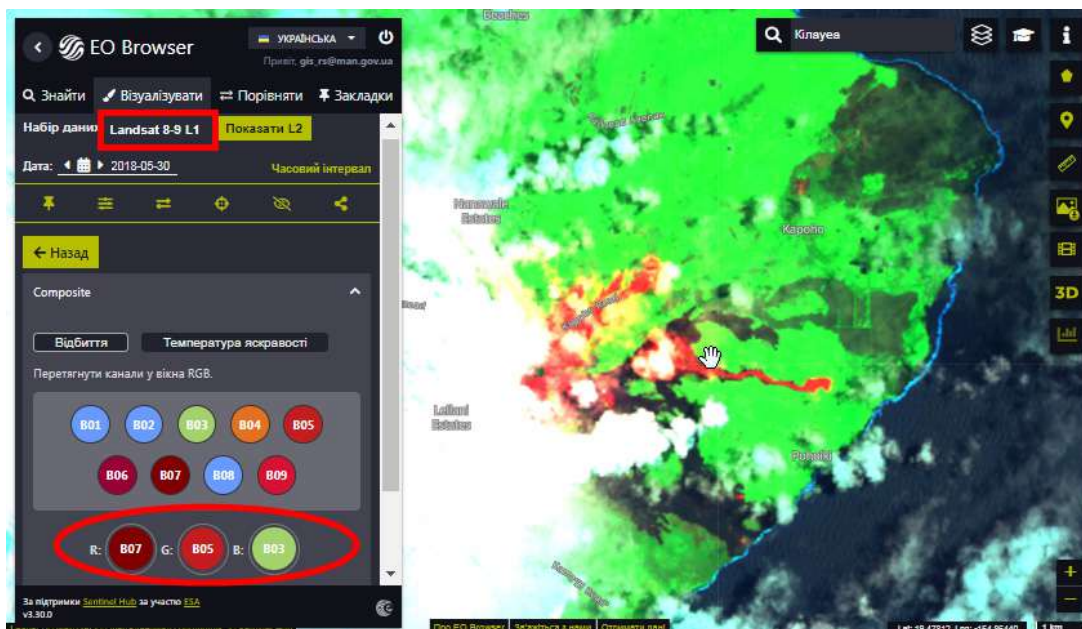
Комбінація каналів B12, B11 і B4 дасть змогу виявити потоки лави.

Спробуйте ще одну комбінацію каналів, яку використовують для дослідження активності вулканів B12, B8 і B4.

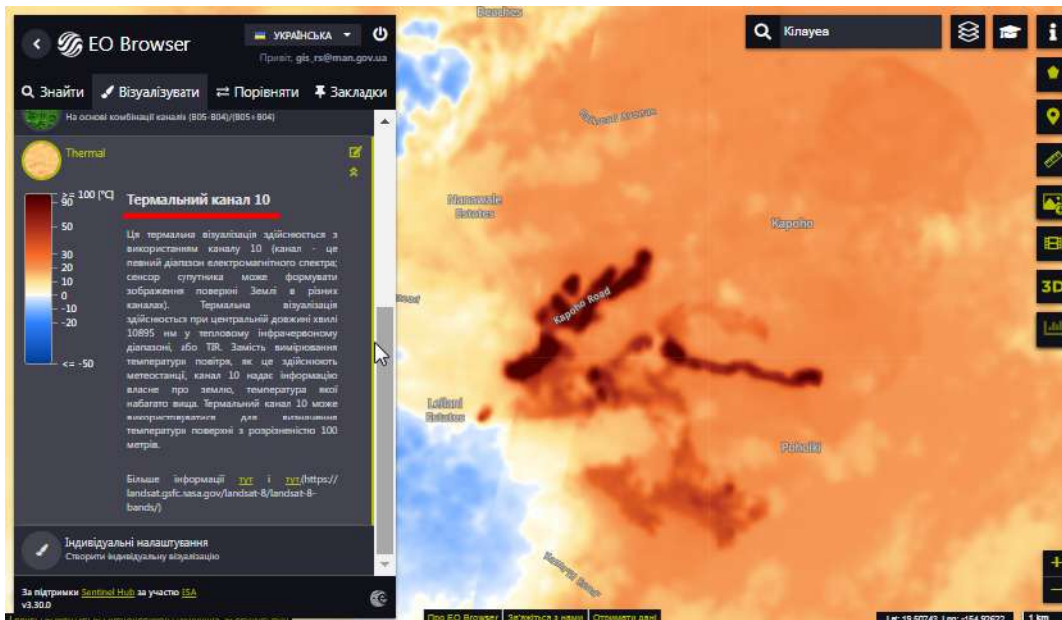





Поверніться в меню візуалізації, натиснувши *Назад*, і по черзі натисніть на різні способи візуалізації та індекси.

7. Перевірте динаміку зміни температури над вулканом на космічних знімках Landsat. Для цього знайдіть у налаштуваннях пошуку космічний знімок Landsat 8 за 30 травня 2018 р. й ідентифікуйте лавові потоки в комбінації каналів (7, 5 і 3).



Далі порівняйте вигляд вулкана у видимому діапазоні і на тепловому каналі супутника *Thermal (Температура поверхні)*.



Далі виділіть «олівцем»    невелику ділянку лавового потоку і перегляньте графік температур над цією поверхнею.

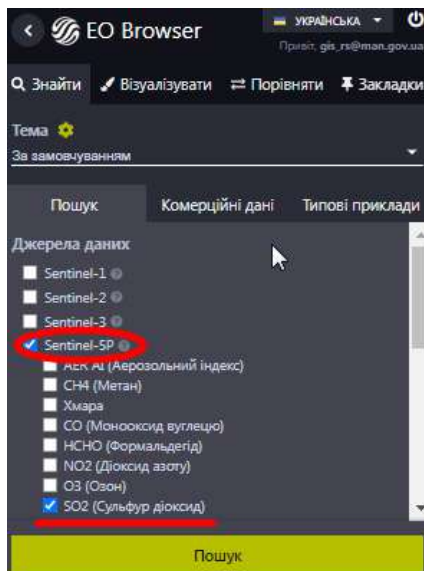
❓ Запитання для перевірки

Визначте площу лавового потоку за тепловим каналом супутника Landsat.

8. Погляньте на цю саму територію, застосовуючи знімки супутника *Sentinel-5P* (*Sentinel-5 Precursor*).

Виберіть у Sentinel-5P відображення SO₂ з 1 травня 2018 р. по 30 червня 2018 р.

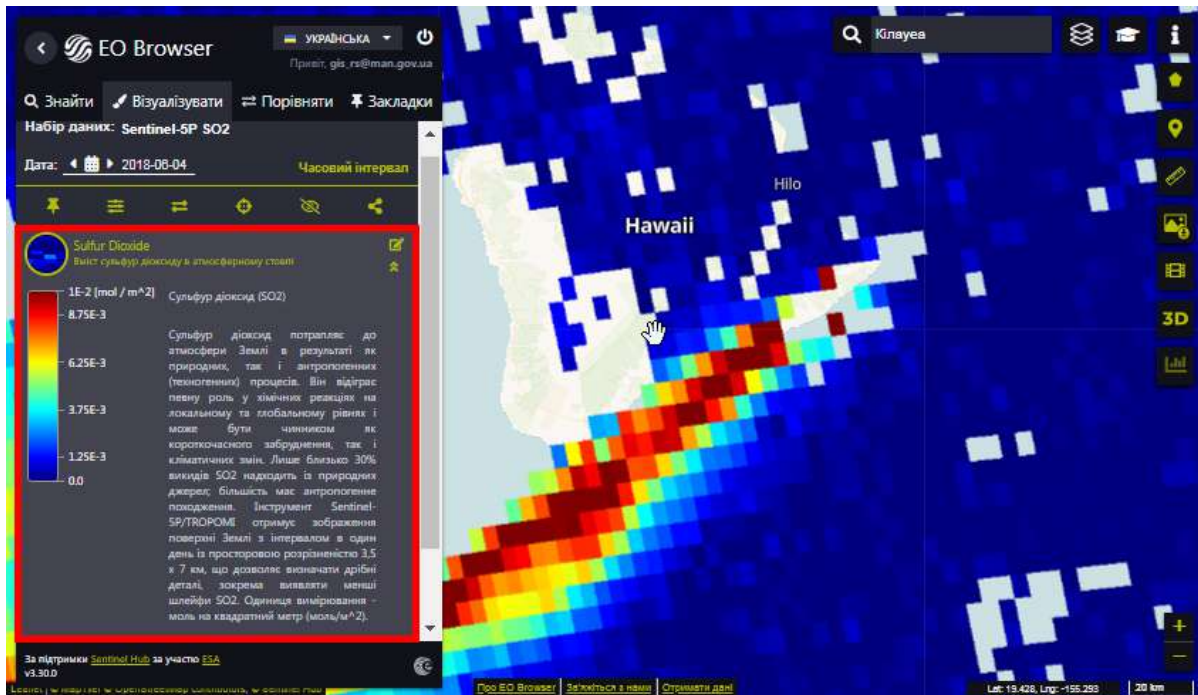
✔ Сірчистий ангідрид (SO₂) – клас небезпеки 3. Безбарвний газ з різким характерним подразнювальним запахом. На повітрі димить, важчий за повітря. При -10,1 °C конденсується в безбарвну рідину, яка важча за воду. Добре розчиняється у воді (при цьому утворюється сірчиста кислота), а також у спиртах, ефірі, бензолі. Негорючий, вибухонебезпечний. Гранично допустима концентрація (ГДК) у повітрі населених пунктів: максимально-разова становить 0,5 мг/м³.



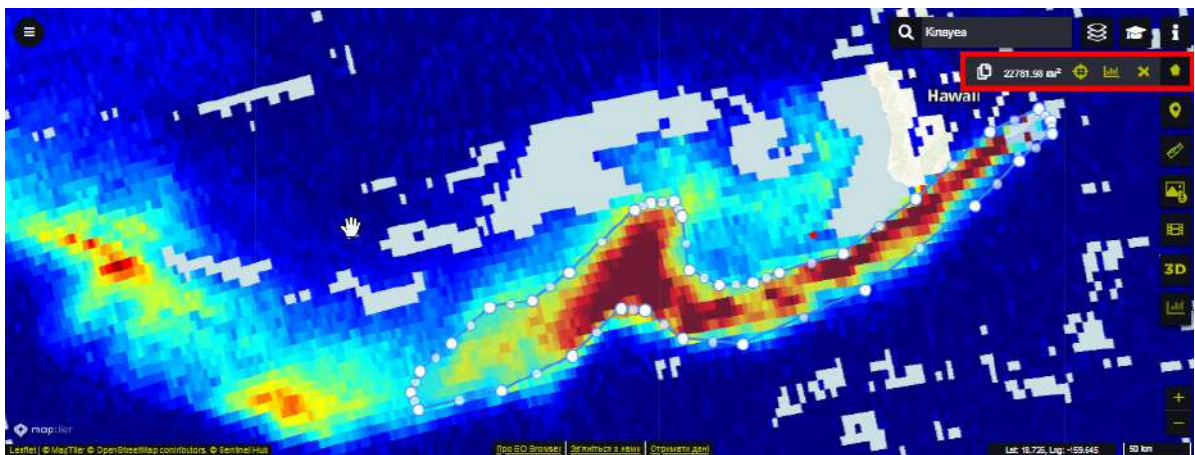
Застосовуючи інструмент *Створити покадрову анімацію*, визначте панівний напрямок руху повітряних мас із вмістом сірки.

Виберіть у Sentinel-5P відображення SO₂ за 4 червня 2018 р.

Погляньте на шкалу забруднення повітря SO₂.



Визначте площу повітря, забрудненого діоксидом сірки (вище норми)



9. Використовуючи онлайн-сервіс *Air Mass Movement Online* (скористайтесь пошуком у Google або перейдіть за покликанням <https://mapstor.com/news/digital-cartography-and-gps-navigation/05-09-2016-air-mass-movement-online.html>), зіставте рух повітряних мас станом на 4 червня 2018 р. з рухом повітряних мас із вмістом сірки (з EO Browser).

Для того щоби переглянути потрібну дату, в нижньому лівому кутку слід вибрати інструмент *Earth* (Земля).



Після цього відкриється вкладка меню, де міститься значок календаря, який дасть змогу користувачеві вибрати потрібні часові параметри – **Choose Date** (Виберіть дату).



Чи збігаються панівні напрямки повітряних потоків?

? Запитання для перевірки

Вулкан Сакураджіма (Sakurajima) в Японії вибухнув 19 вересня 2019 р. Погляньте на цей вулкан, застосовуючи видимий діапазон і вивчену вами комбінацію каналів для відображення вулканічної активності. Погляньте на ці вулкани в період виверження, використовуючи супутник Landsat.

Яку найвищу температуру над вулканами зафіксував супутник Landsat у період виверження?

За наведеним нижче QR-кодом ви можете переглянути відео виконання практичної роботи.



Створення веб-ГІС проєкту (на основі інтернет-сервісу ArcGIS Online)

Ситуація

Після того як ви дослідили якесь явище чи проаналізували певну проблему, зокрема таку, що стосується довкілля, у вас може виникнути бажання поділитися своїми результатами з іншими людьми. Найкраще це зробити, розповівши свою історію через карту. Інтернет-сервіс ArcGIS Online дає змогу створювати інтерактивні карти, а також картографічні вебсервіси, блоки або історії. Так, наприклад, українська журналістська агенція «Техту» створює цікаві картографічні візуалізації. Одна з них – історія про нелегальне добування піску на Дніпрі (<http://texty.org.ua/d/2019/sand/>). Цікаво, що цю проблему також досліджував у своїй науковій роботі учень секції «ГІС та ДЗЗ» Малої академії наук (<https://cutt.ly/We6bEoF>).

Завдання № 1

Ознайомитися з ArcGIS Online.

Інструкція для самостійного виконання:

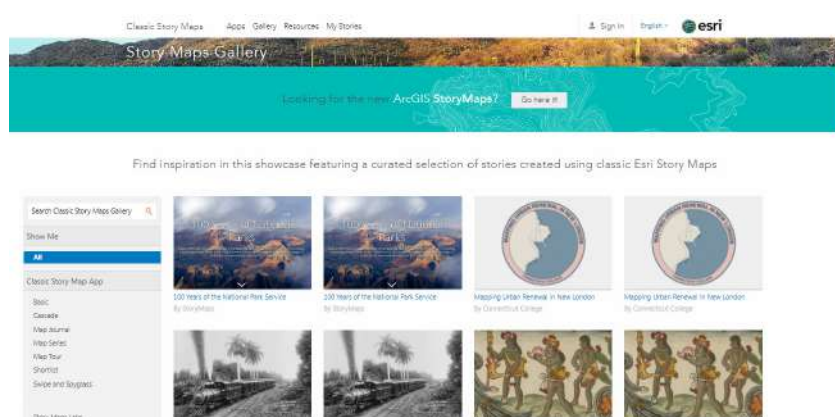
1. Відкрийте сторінку www.arcgis.com/home/index.html, виберіть і проаналізуйте будь-який створений вебпроєкт.



Інтернет-сервіс ArcGIS Online дає змогу:

- шукати й додавати базові карти з каталогу ArcGIS;
- накладати тематичні шари у зручний спосіб;
- зберігати зміни;
- додавати свої дані на карту (точкові, лінійні, полігональні та растрові об'єкти);
- поширювати результати свого дослідження – свій веб-ГІС проєкт (у т. ч. через інтернет).

Ознайомтеся з уже розробленими картами в галереї MapStory: <https://storymaps.arcgis.com/en/gallery/#s=0>.



Наприклад, перегляньте карту туристичного маршруту Масабі (Mesabi Trail Interactive Map Tour) <https://arrowhead.maps.arcgis.com/apps/MapTour/index.html?appid=381c773210a144ccb3ba303c60aес64d>, яку можна знайти в категорії *Travel and Recreation* (Подорожі та відпочинок) у *Story Maps Gallery* (Галерея карт).



? Запитання для перевірки

Про що розповідає ця карта?

Які дані були використані?

Який метод аналізу було застосовано?

Завдання № 2

Аналіз онлайн-карти в середовищі ArcGIS Online.

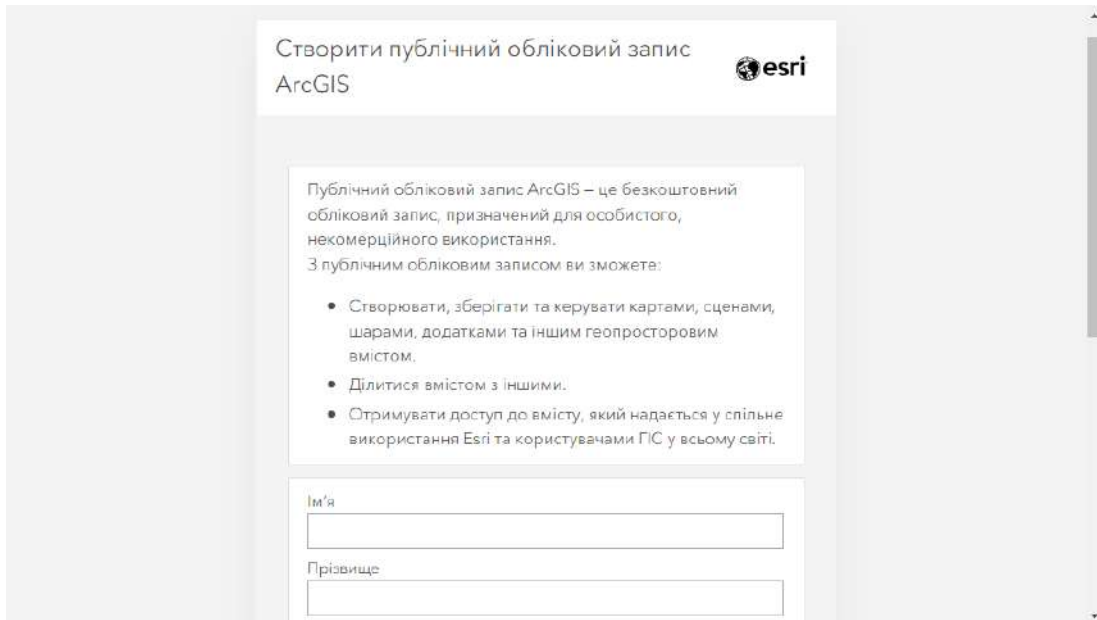
Тепер створимо свою онлайн-карту. Для цього скомбінуюмо декілька наявних у базі даних ArcGIS Online картографічних шарів, аби проаналізувати прогнозовані зміни в рослинному покриві.

Інструкція для самостійного виконання:

1. Зареєструйтеся на порталі ArcGIS.

✓ Для створення власної карти і початку роботи спершу зареєструйтеся на порталі ArcGIS за цим лінком: https://www.arcgis.com/sharing/rest/oauth2/signup?client_id=arcgisonline&redirect_uri=http://www.arcgis.com&response_type=token, заповнивши коротку форму для створення публічного акаунту (Create an ArcGIS Public Account).

Для того щоб користуватися безкоштовною версією, необмеженою в часі, важливо створити саме публічний акаунт, а не пробну чи якусь іншу версію.

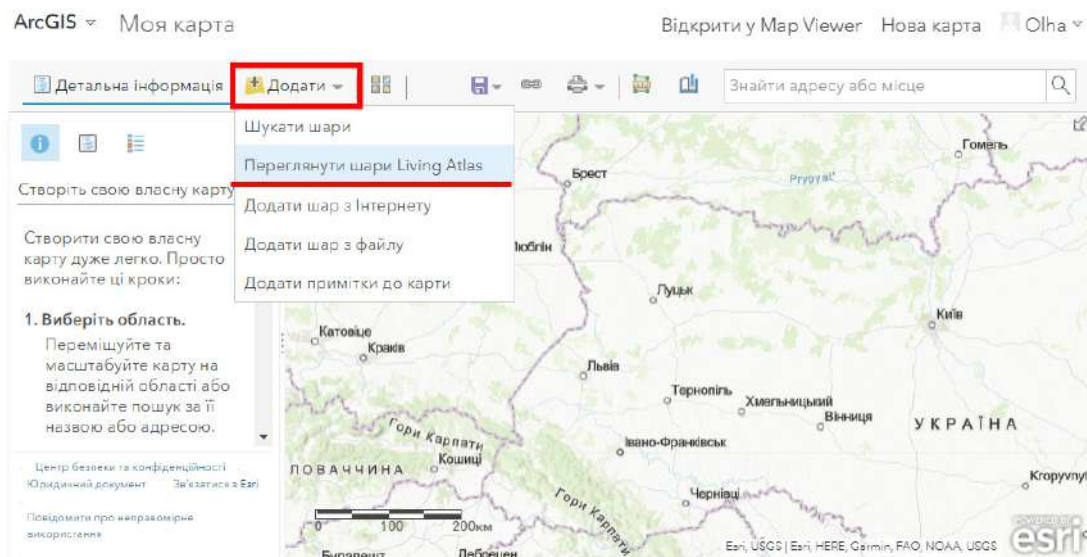


2. Увійдіть у свій акаунт і відкрийте сторінку для створення карти (для зручності можна перейти за цим лінком: <https://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html>).

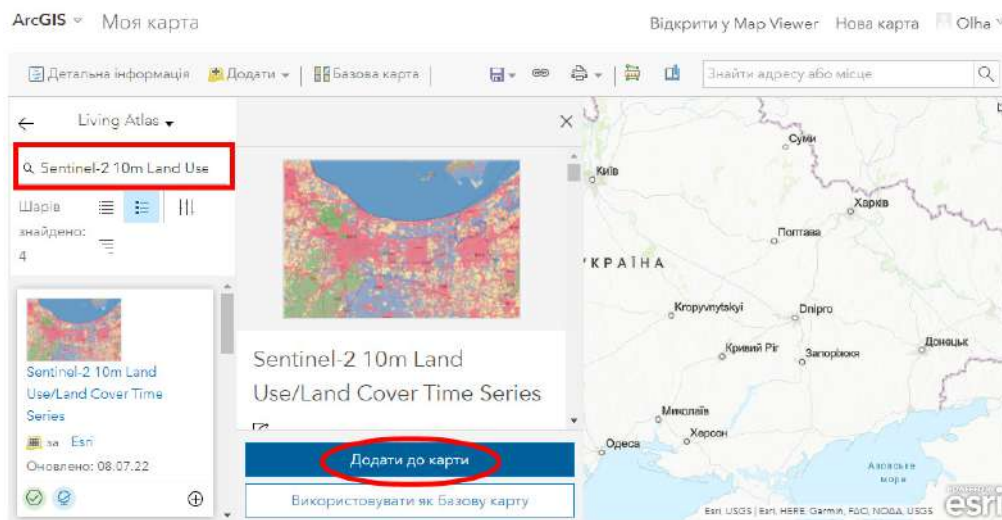
Тепер перед нами робоча область карти, до якої потрібно додати цікаві нам шари для подальшої роботи.

3. Підвантажте додаткові тематичні дані.

Для того щоб підвантажити необхідні шари, виберіть вкладку **Додати** і з випадного меню виберіть **Переглянути шари Living Atlas**; у пошуковому рядку, який з'явиться в лівому верхньому кутку екрана, введіть **Sentinel-2 10m Land Use (Карта наземного покриву)** і натисніть **Enter** на клавіатурі.




У результатах пошуку відобразиться шар, який ми шукали. Після натискання на нього з'явиться вікно з детальнішою інформацією про **Sentinel-2 10m Land Use / Land Cover Time Series (Sentinel-2 10m часові ряди карти земного покриву світу за 2017–2021 рр.)**. Внизу діалогового вікна потрібно натиснути на пункт **Додати до карти**, і цей шар буде додано до робочих шарів картографічного вікна.

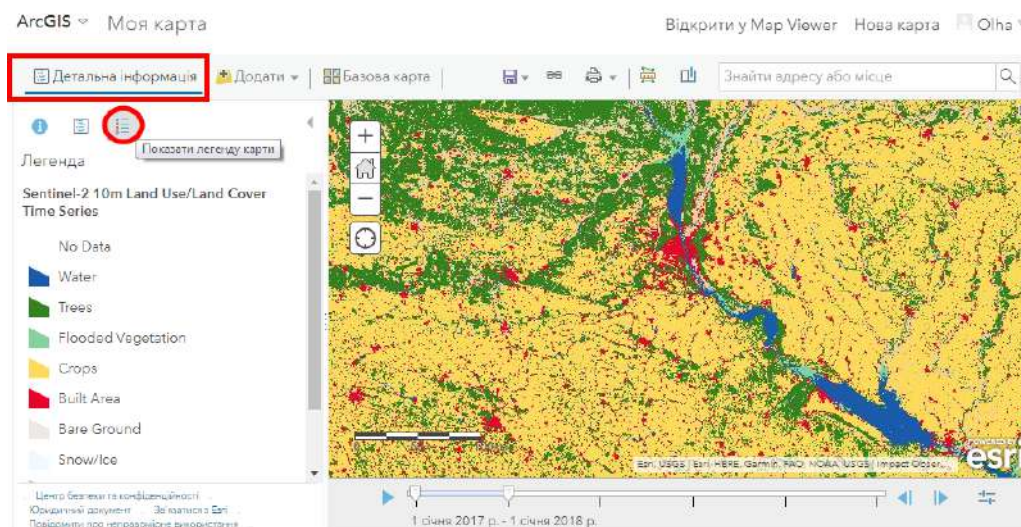


4. Проаналізуємо, який тип наземного покриття переважає на території України станом на 2021 р. Для цього використаємо карту класів наземного покриття.

Карта наземного покриття «Sentinel-2 10m Land Use / Land Cover Time Series» складається з 10 класів і була створена за допомогою класифікації супутникових знімків Sentinel-2. Класи покриття, представлені на карті, описані в таблиці нижче.

Назва англійською	Назва українською	Короткий опис
No Data	Без Даних	Територія, дані на яку не доступні
Water	Вода	Водні об'єкти
Trees	Дерева	Щільні дерева понад 15 м заввишки
Flooded Vegetation	Затоплена рослинність	Болота
Crops	Сільськогосподарські землі	Землі для вирощування с/г культур
Built Area	Забудова	Міська чи інша забудова
Bare Ground	Голий ґрунт	Голий ґрунт без ознак вегетації
Snow/Ice	Сніг/Лід	Снігові або льодові масиви
Clouds	Хмари	Хмари
Rangeland	Пасовища	Відкриті території, вкриті травою

Щоби побачити легенду до карти, перейдіть у вкладку **Детальна інформація** і натисніть  **Показати легенду карти**.

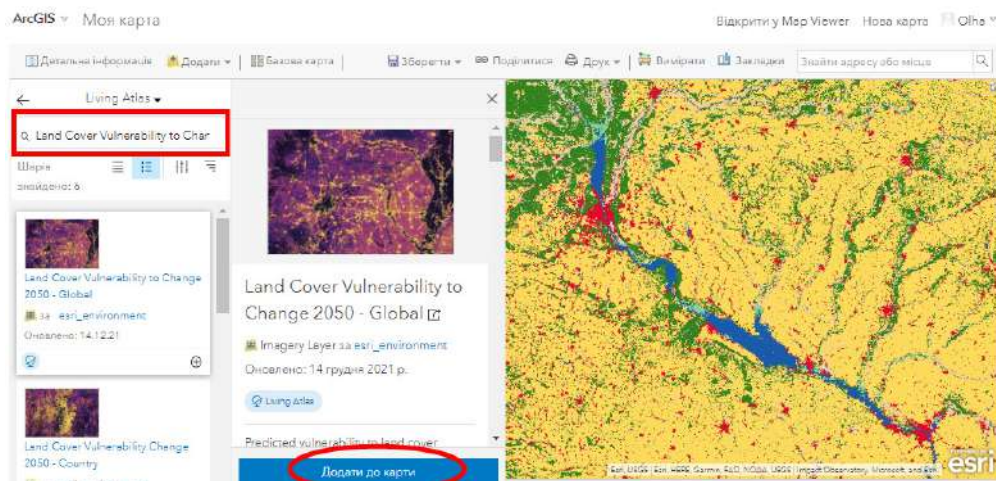


? Запитання для перевірки

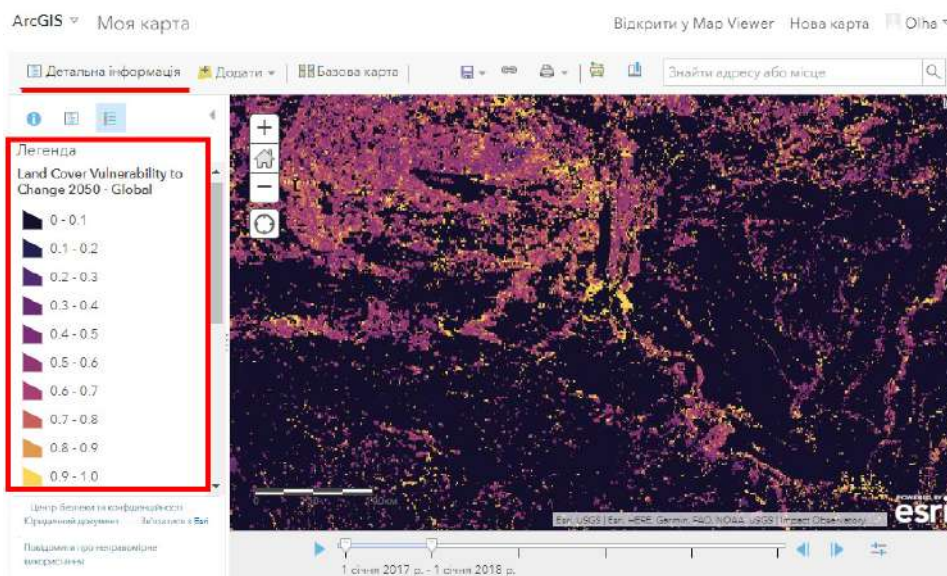
Уважно подивіться на карту класів наземного покриття на території України і скажіть, які три класи переважають. Як ви вважаєте, чому?

5. Виконайте візуальне порівняння двох тематичних шарів для детекції прогнозованих змін складу наземного покриття.

Для цього так само, як і в попередньому пункті, підвантажте «Карту наземного покриття». Знайдіть і додайте карту *Land Cover Vulnerability to Change 2050 – Global* (Прогнозована вразливість до зміни земного покриття до 2050 р.) до свого проекту.

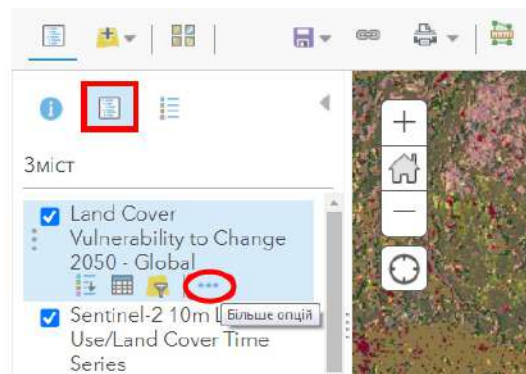


Ця карта показує прогнозовану вірогідність зміни типу наземного покриття до 2050 р. Значення 1 означає, що піксель є одним з найбільш вразливих до змін, тоді як значення 0 означає, що піксель є одним з найменш вразливих.

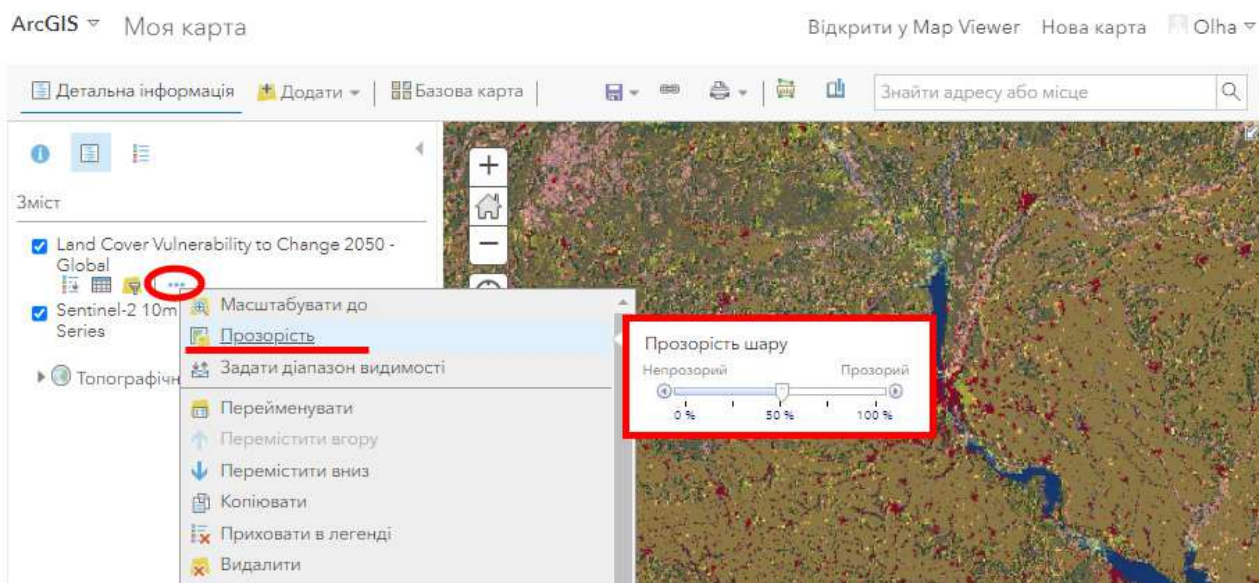


6. Відкрийте карту наземного покриття за 2021 р. і карту прогнозованих змін наземного покриття до 2050 р. Перемістіть шари так, щоб карта прогнозованих змін розміщувалася вище.

7. У вкладці *Детальна інформація* скористайтесь інструментом **Показати зміст карти**, щоби встановити прозорість верхнього шару на 50 %. Для цього наведіть на верхній шар і натисніть *Більше опцій* та виберіть відповідний показник прозорості.



Тепер вам буде легше аналізувати залежність показників однієї карти від іншої.



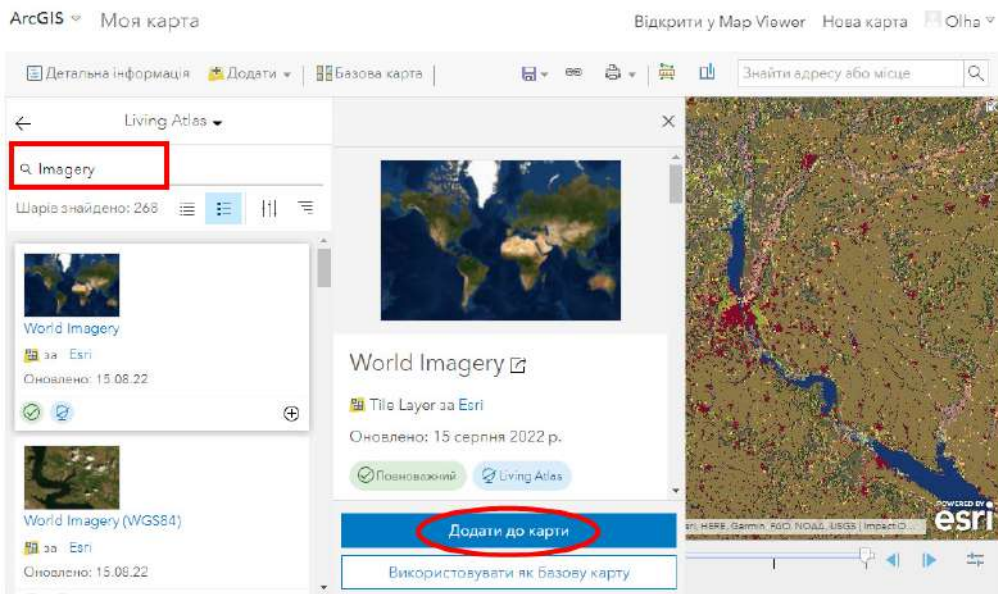
? Запитання для перевірки

Проаналізуйте, площа якого класу значно зміниться до 2050 р. на території вашого регіону чи країни загалом. Як ви гадаєте, що буде причиною цих змін?

Завдання № 3

Додати власні шари з інформацією на онлайн-карту в середовищі ArcGIS Online.

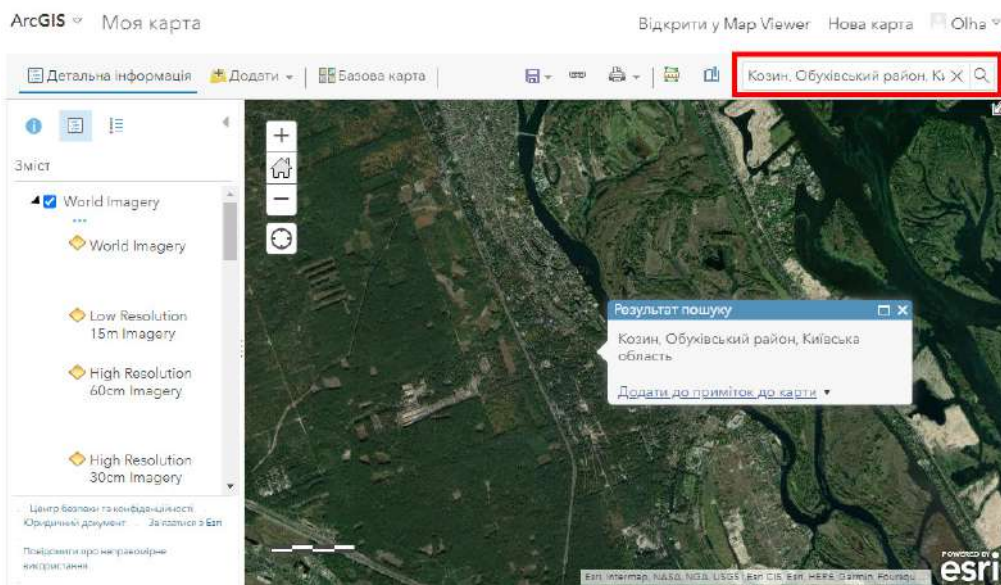
1. Додайте шар із супутниковими знімками з надвисокою просторовою розрізненістю як базову карту. Для цього через вкладку *Додати* потрібно вибрати з випадного меню *Переглянути шари Living Atlas*, у пошуку ввести *Imagery (Знімки)* і вибрати *World Imagery*.



2. Знайдіть ділянку дослідження.

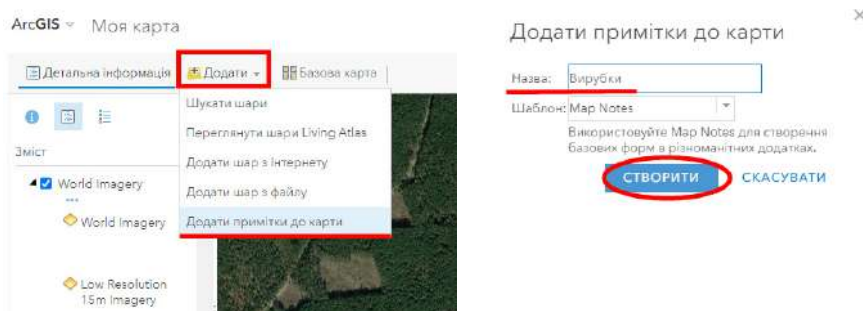
Додавати об'єкти на карту ми будемо на прикладі старих і нових вирубок на території лісництва навпроти смт Козин, що в Обухівському районі Київської області.

Отже, спочатку необхідно знайти Козин на космічному знімку. Для цього введіть у пошукове поле назву селища і наблизьтеся до лісової ділянки, на якій ви бачите вирубку.

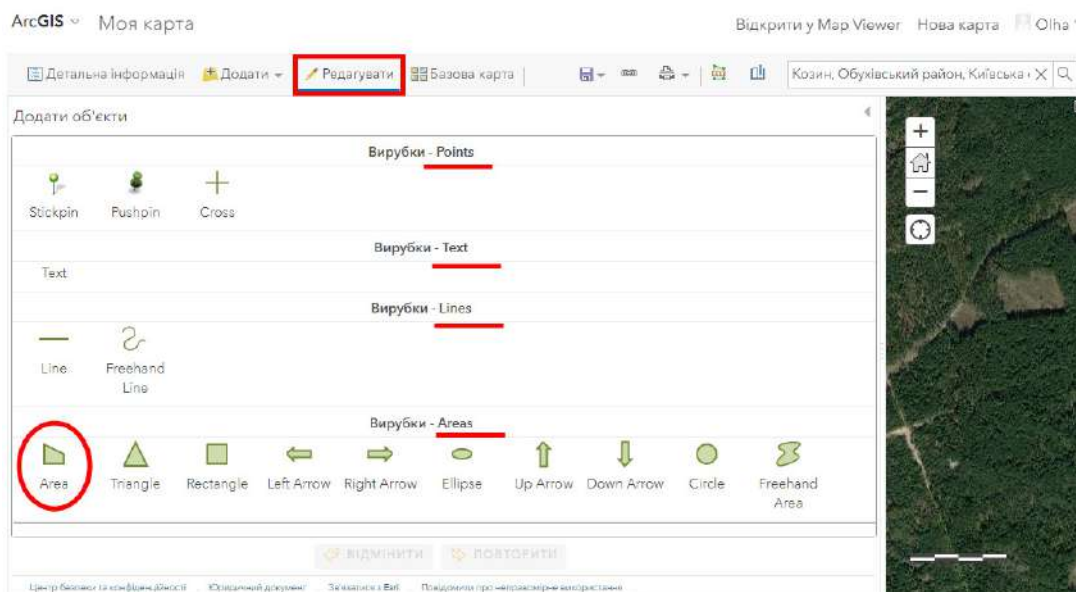


3. Створіть новий власний тематичний шар.

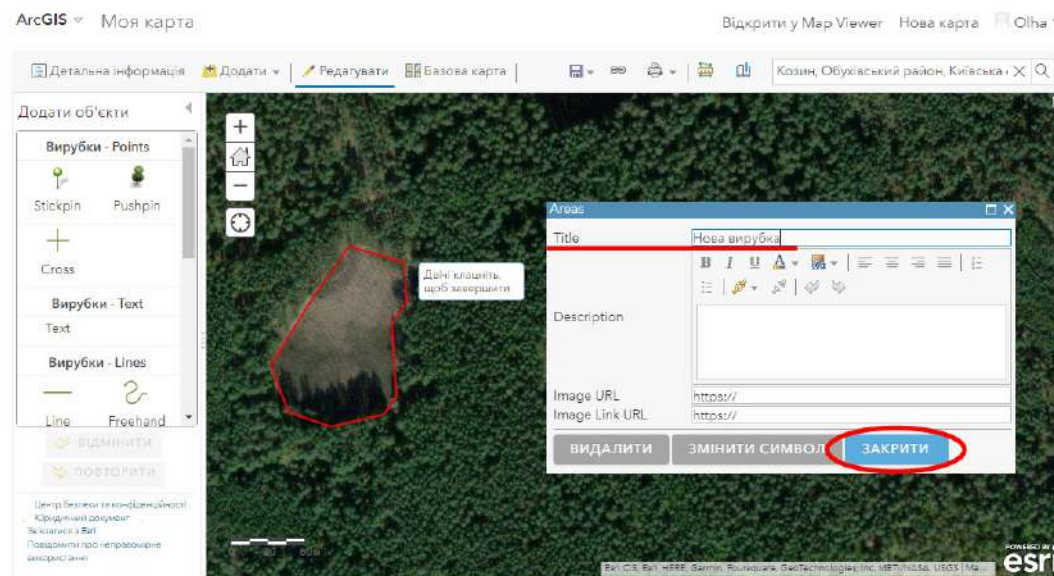
Для нанесення об'єктів на карту необхідно створити новий шар. Зробити це можна, натиснувши **Додати** → **Додати примітки до карти** і вписавши в поле назву **Вирубка**.



Вебсервіс ArcGIS Online дає змогу наносити на карту такі види об'єктів: точкові, текстові примітки, лінії та полігони. Оскільки вирубки – полігональний об'єкт, під час нанесення їх на карту буде використана функція *Areas (Полігони)*.

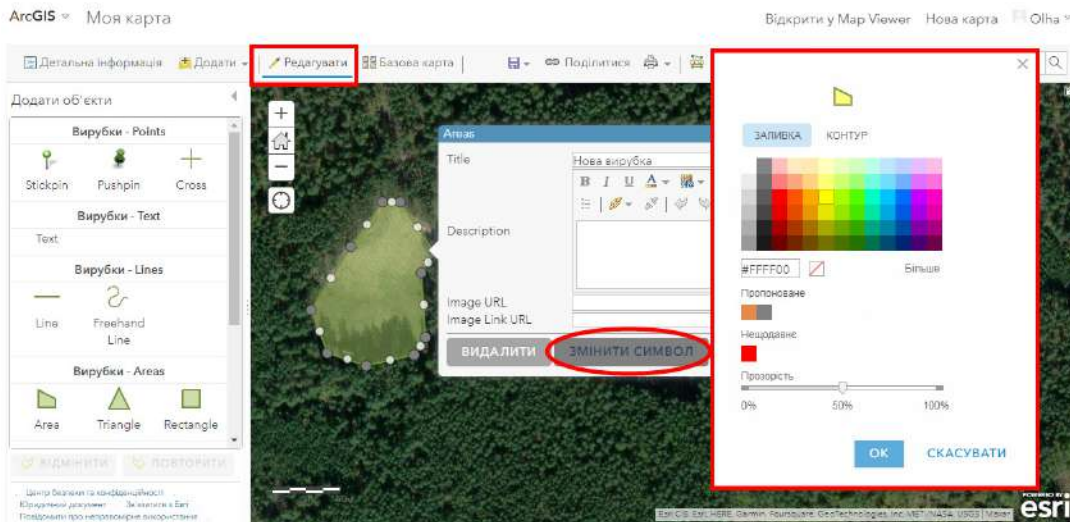


4. Вибравши функцію *Areas (Полігони)* і нанісши границі вирубки, потрібно двічі клікнути лівою клавшею миші для завершення редагування. Після того ввести назву створеного об'єкта й атрибутивну інформацію про нього, якщо буде потреба.

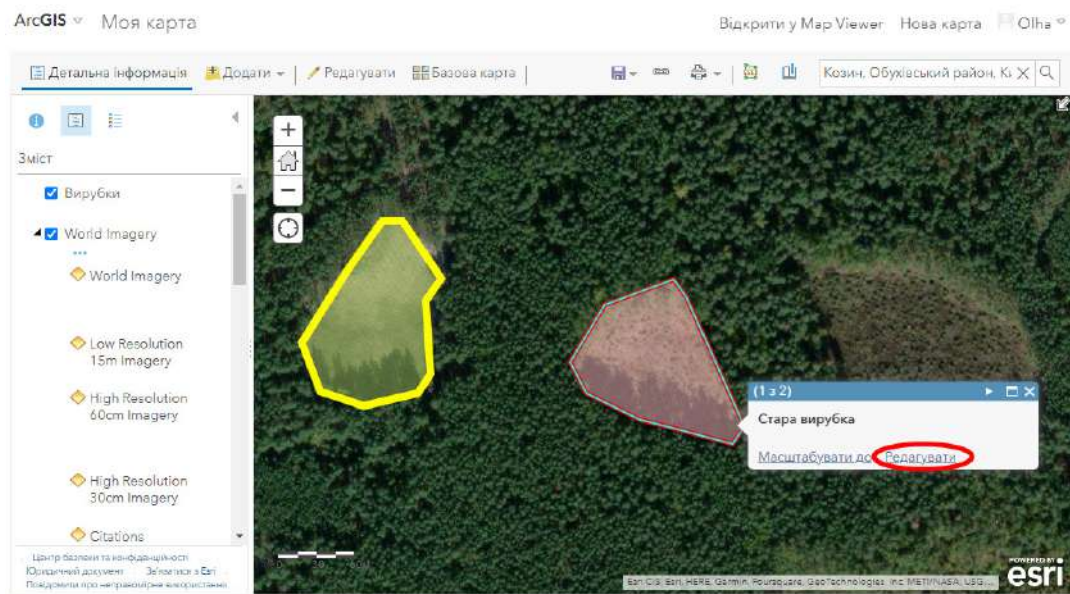


5. Таким чином необхідно нанести мінімум два полігони: стару і нову вирубку. Відрізнити на космічних знімках їх можна за наявністю рослинності. На ділянці, яка була знеліснена (вирубана) декілька років тому, вже почалася регенерація рослинного покриву завдяки лісо-відновлювальним роботам, тоді як на свіжій вирубці можна побачити лише голий ґрунт без деревної рослинності.

Щоб карта була більш зрозумілою візуально, розфарбуємо нанесені об'єкти. Для цього після завершення редагування необхідно натиснути *Змінити символ* і вибрати колір відображення *Заливки, контуру* та прозорість.



Такий вигляд будуть мати вирубки, нанесені на карту. Інформацію про них, яку було додано на етапі реагування, можна переглянути, клікнувши на об'єкт лівою клавішею миші. Якщо ж ви хочете продовжити редагування чи змінити колір, натисніть **Редагувати**.



За наведеним нижче QR-кодом ви можете переглянути відео виконання практичної роботи.



Створення карти в сервісі Google My Maps

Ситуація

Канікули – найкращий час для відвідин нових куточків нашої країни, враженнями від яких потім можна поділитися із друзями та однокласниками. Також можна поїхати всім класом на екскурсію до Львова. Що ж цікавого там подивитися і як про все це згодом розповісти батькам? Відповідь на це запитання – створити власну карту в сервісі Google My Maps, якою потім можна поділитися з іншими, або навіть створити спільну карту.

Завдання № 1

Ознайомитися із сервісом Google My Maps і створити онлайн-карту.

✓ Зверніть увагу на те, що є два вебсервіси: **Google Maps** і **Google My Maps**.

Google Maps – це безкоштовний картографічний вебсервіс від компанії Google, який дає змогу лише переглядати географічну карту та супутникові знімки всього світу (а також багатьох об'єктів Сонячної системи) і надає користувачам можливості панорамного перегляду вулиць (Google Street View), аналізу трафіку в реальному часі (Google Traffic), прокладання маршруту (автомобілем, пішки, велосипедом або громадським транспортом).

Google My Maps призначений для того, щоб саме створювати власні карти.

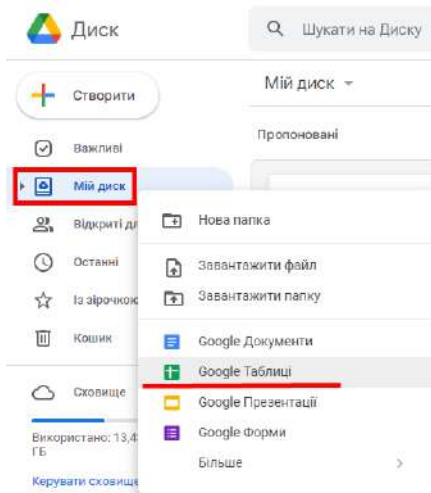
Цей сервіс дає змогу:

- додавати базові карти Google;
- створювати власні шари даних (точки, лінії, полігони);
- додавати фотографії та примітки до створених даних;
- розраховувати оптимальний маршрут між нанесеними об'єктами;
- вимірювати відстань між об'єктами;
- спільно редагувати одну й ту саму карту багатьом користувачам;
- робити масовий експорт даних із електронних таблиць;
- зберігати й поширювати створені карти.

Інструкція для самостійного виконання:

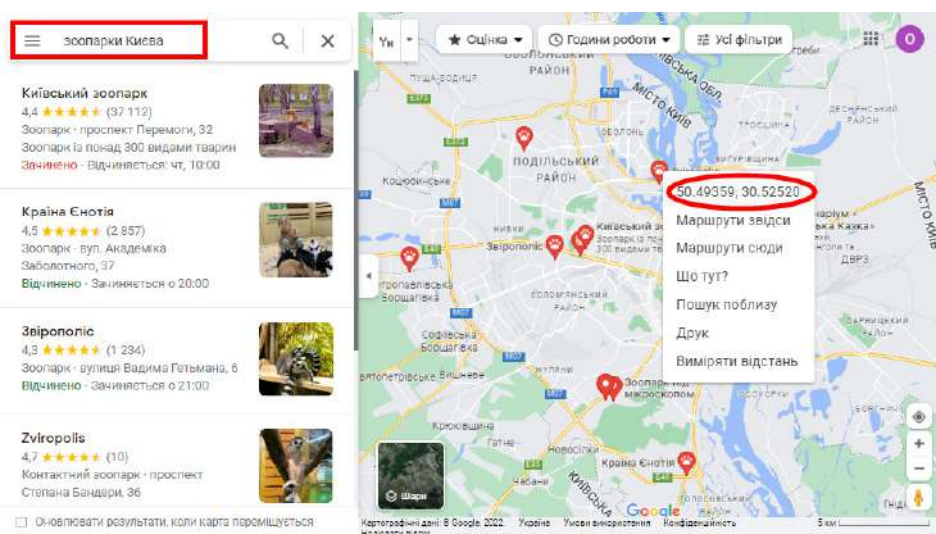
1. Почнемо зі створення власного шару точкових даних із координатами, щоб надалі імпортувати їх на свою онлайн-карту. Створіть таблицю в документі Microsoft Excel на вашому комп'ютері або Google Excel на Google-диску з трьома стовпцями:

- координати;
- назва;
- тип.



До цієї таблиці внесіть на свій вибір: парки атракціонів та зоопарки, дитячі бібліотеки, пункти прийому макулатури або пластику вашого міста (району) тощо. Координати того чи іншого об'єкта ви можете отримати за допомогою сервісу Google Maps (<https://www.google.com.ua/maps/>). Для цього необхідно натиснути правою клавішею миші на об'єкт, координати якого ви бажаєте отримати, і натиснути на них – дані будуть скопійовані до буфера обміну.

Ось приклад створення таблиці із зоопарками м. Києва: спочатку за допомогою пошуку в *Google Maps* знаходимо зоопарки, які є в Києві, а потім наближаємося до кожного з них; натискаючи на карту, отримуємо координату місцезнаходження кожного зоопарку.

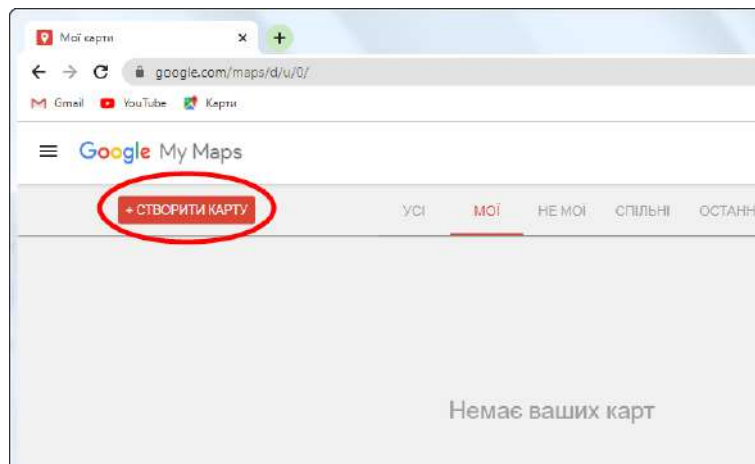


Такий вигляд має пошук зоопарків м. Києва в сервісі Google Maps:

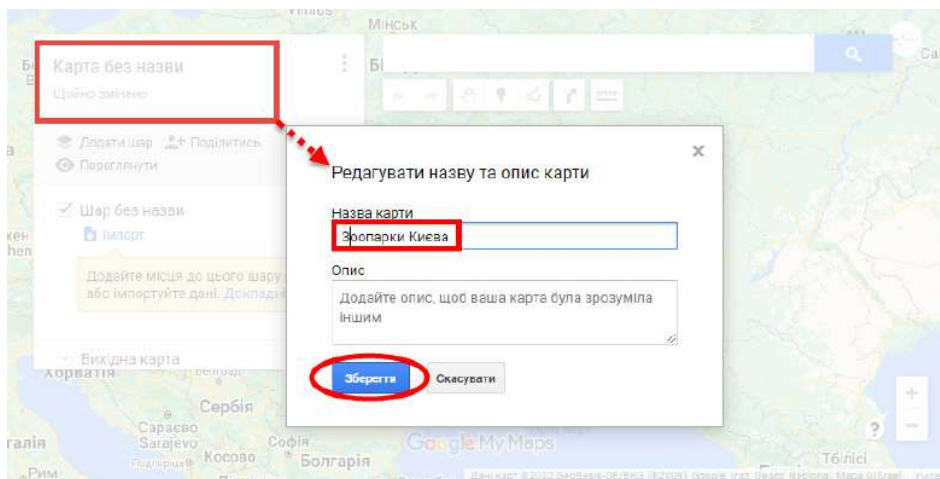
Координати			
1	координати	назва	тип
2	50.5079199423739, 30.498470822803192	ЕКZOland	зоопарк
3	50.505646304090745, 30.41649001334167	ЛЕМУР	зоопарк
4	50.46125084566246, 30.463926043702912	Київський	зоопарк
5	50.457853327100175, 30.439243415825178	Zviropolis	зоопарк
6	50.452756691663196, 30.327838041349988	Little Zoo	зоопарк
7	50.37991040495064, 30.406715173233524	Зоопарк під мікроскопом	зоопарк
8	50.38080140141779, 30.481257374531985	Планета Бабочек	ферма
9	50.3819616521269, 30.480928238316597	Animal Park	зоопарк
10	50.34682630631296, 30.544721789271833	Країна Єнотія	зоопарк

Таблиця зоопарків Києва, яку ви створили на Google-диску в Google Excel, має такий самий інтерфейс, як і таблиця Excel у Microsoft Office.

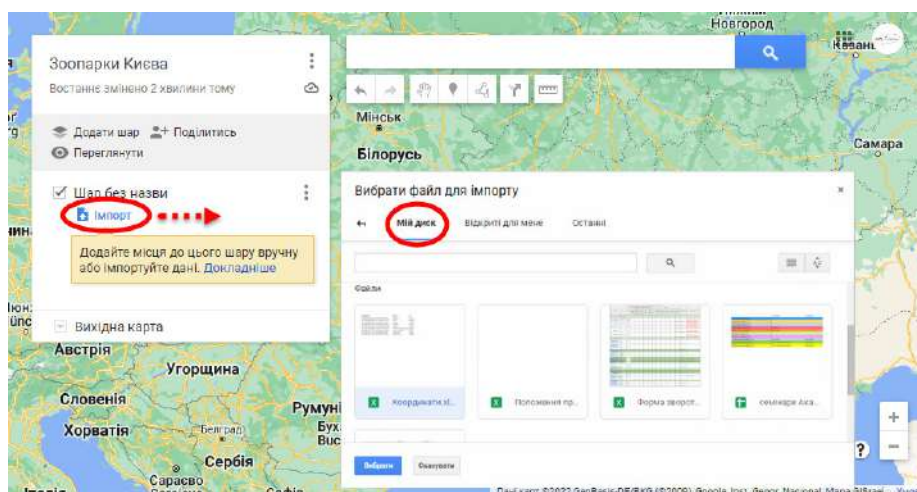
2. Тепер переходимо до безпосереднього створення власної карти в сервісі Google My Maps. Відкрийте сторінку <https://www.google.com/maps/d/u/0/>.



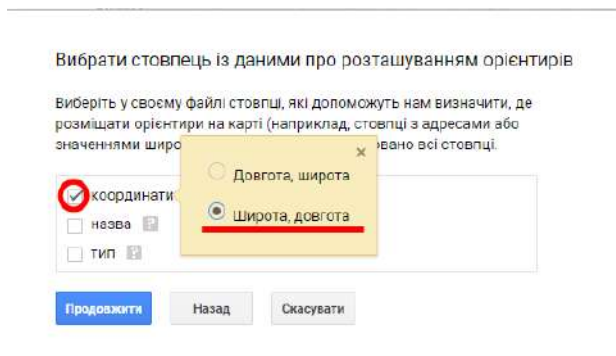
Створіть нову карту і додайте до неї назву.



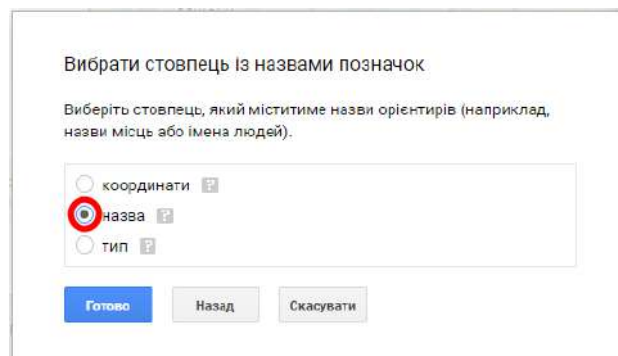
3. Імпортуйте дані з Excel-таблиці до карти. Для цього потрібно створити новий шар даних і натиснути **Imports** (Import). Вибрати місцезнаходження таблиці – комп'ютер або Google-диск.




Вибрати назву стовпців, які містять координати та назву об'єкта.

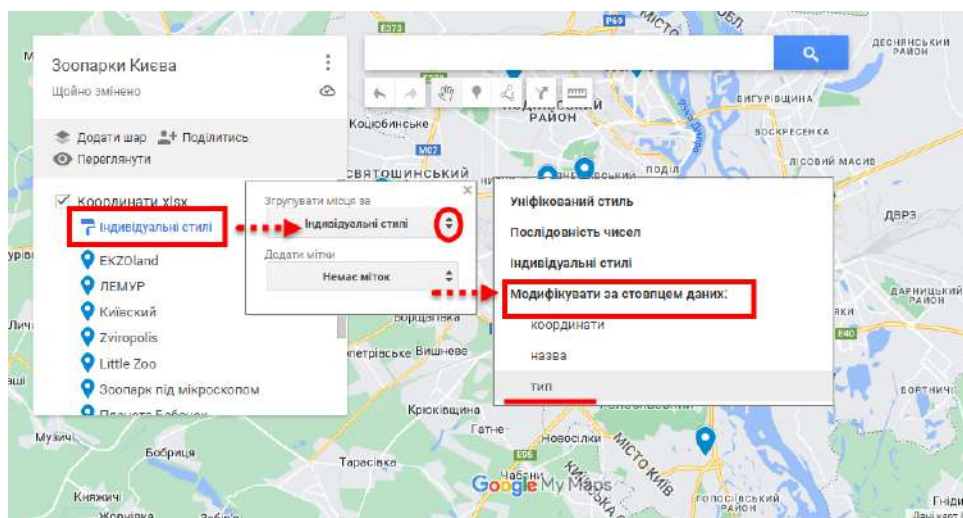


Вибір стовпця з координатами

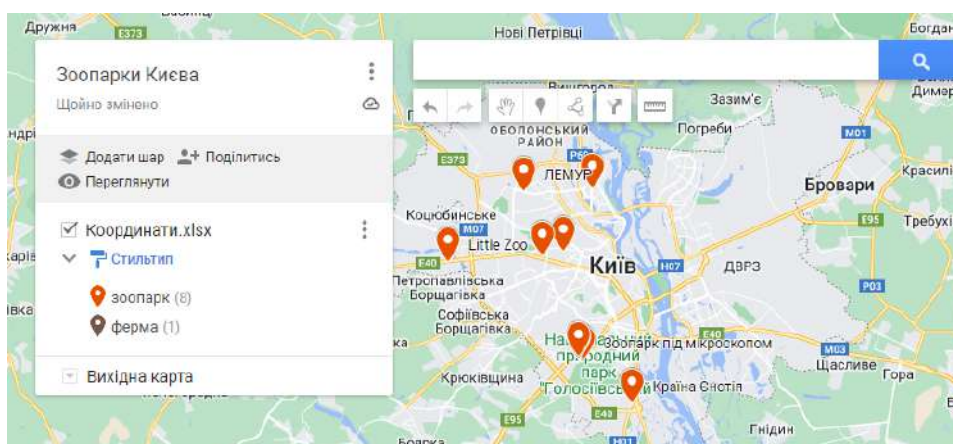


Вибір стовпця з назвою

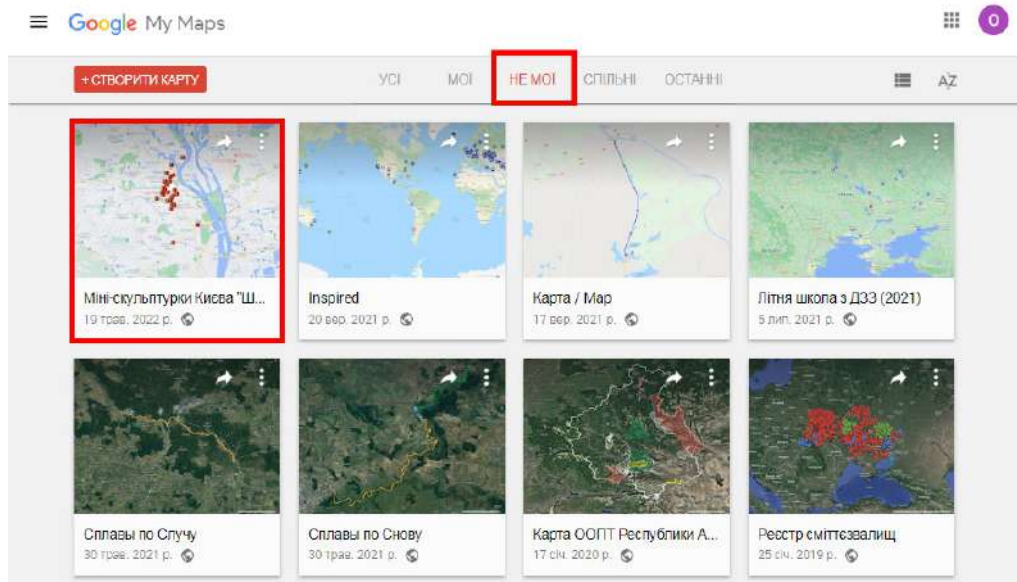
4. Далі ми можемо змінити відображення доданих до карти об'єктів залежно від їх типу. Для цього необхідно натиснути на значок  **Індивідуальні стилі**, знайти розділ **Згрупувати місце за** і вибрати стиль зі списку – **Модифікувати за стовпцем даних**, в якому об'єкти групуються в таблиці за будь-якою ознакою і для кожної групи передбачено свій колір і значок. Вибрати стовпець даних **Тип** з таблиці.



У результаті ви отримаєте власну карту зоопарків, яка матиме вигляд, як на рисунку нижче.



Після завершення роботи над своєю картою подивіться, які карти вже створили інші користувачі в цьому ресурсі. Для цього перейдіть на головну сторінку: <https://www.google.com/maps/d/u/0/> і виберіть вкладку **Не мої**.



? Запитання для перевірки

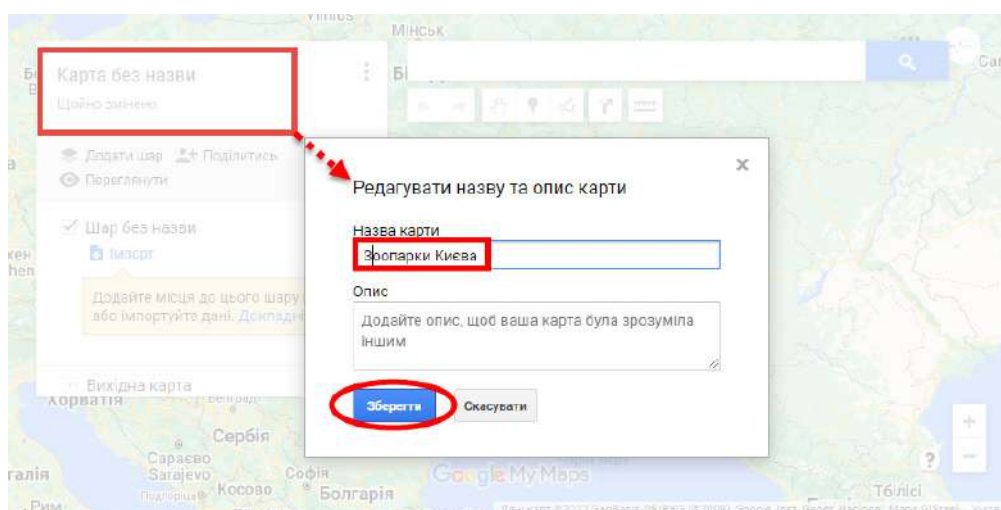
Про що розповідає карта «Мініскульптури Києва» і які елементи в ній використані (лінії чи точки)? Чи містить вона додаткову інформацію про кожен об'єкт?

Завдання № 2

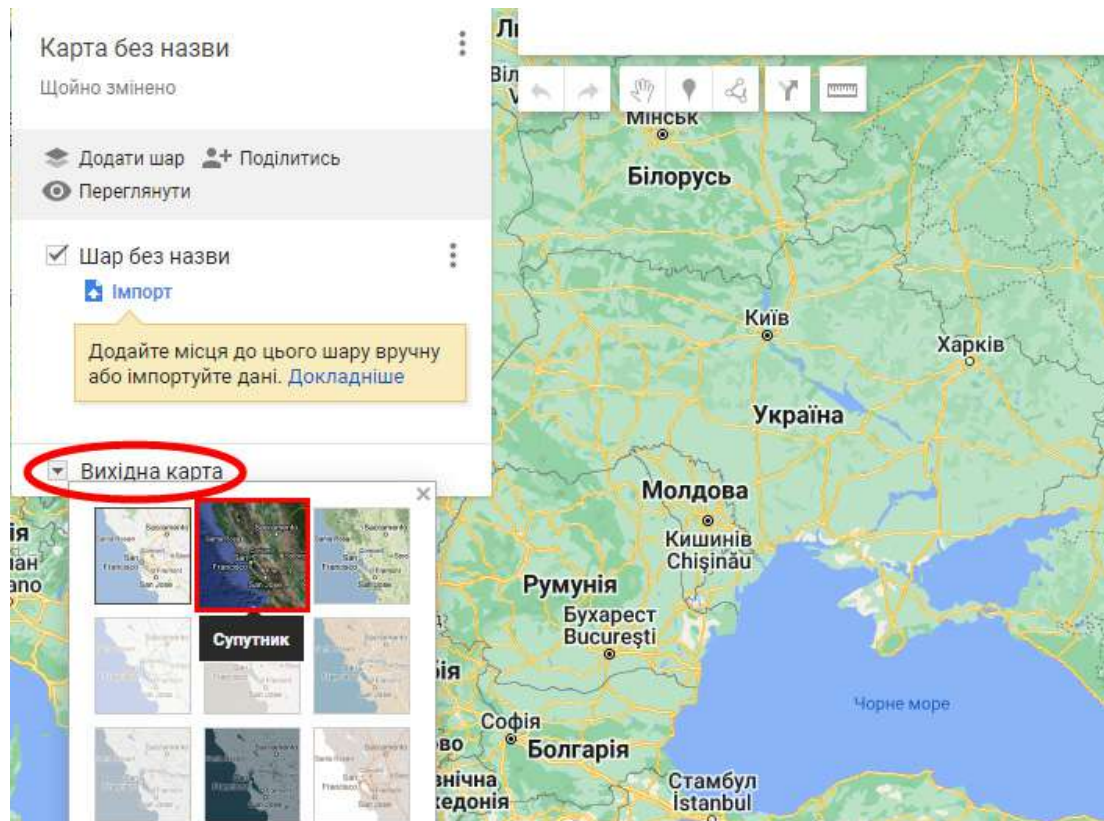
Створити карту з екостежкою.

1. Створимо нову карту і дамо їй назву «Екостежка “Голосіївські схили біля Дідорівських ставків”». Еколого-пізнавальна стежка «Голосіївські схили біля Дідорівських ставків» розташована в одному з мальовничих куточків НПП «Голосіївський». Мандруючи стежкою, можна побачити стрімкі погорбовані схили з різноманітним рослинним і тваринним світом та кремезні вікові дуби. Зупинки екостежки, їх місцезнаходження і координати місцезнаходження винесені в таблицю нижче.

Цю еколого-пізнавальну стежку було розроблено співробітниками Голосіївського НПП і покликання на карту, створену за допомогою ArcGIS-онлайн, таке: <https://cutt.ly/VEtacYk>.



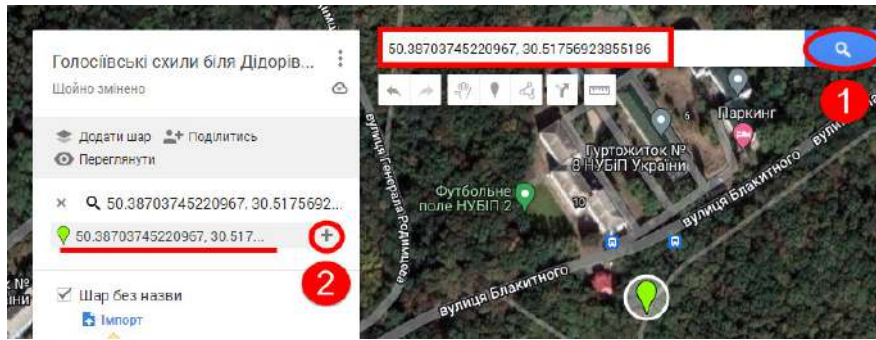
2. Змінимо тип базової карти на супутникові знімки, щоби було легше наносити ділянки.



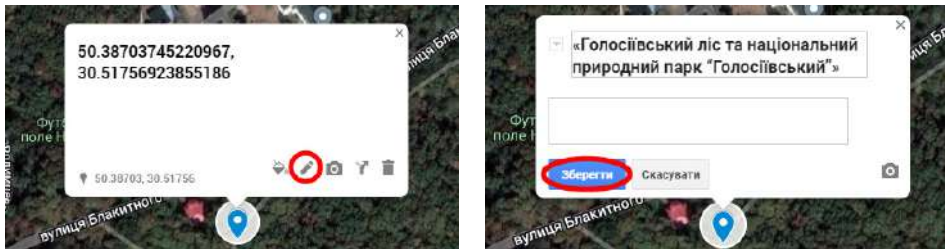
Наведемо перелік зупинок екостежки «Голосіївські схили біля Дідорівських ставків» з відповідними координатами для пошуку об'єктів на карті.

Номер з/п	Назва	Координати
1	«Голосіївський ліс та національний природний парк «Голосіївський»»	50.38703745220967, 30.51756923855186
2	«Рослинний світ Голосіївського лісу»	50.38692867854606, 30.51749554561332
3	«Лісова пісня»	50.38442251024499, 30.519347843170067
4	«Патріарх Голосіївських схилів»	50.38129859301316, 30.52029437272649
5	«Мітькіне озеро»	50.379563885283545, 30.522685913993254
6	«Гниле озеро»	50.379074453013494, 30.517387325563437
7	«Голосіївська пустинь»	50.37823729784403, 30.514940188175366
8	«Озеро Спортивне»	50.378796919496494, 30.51381293529204

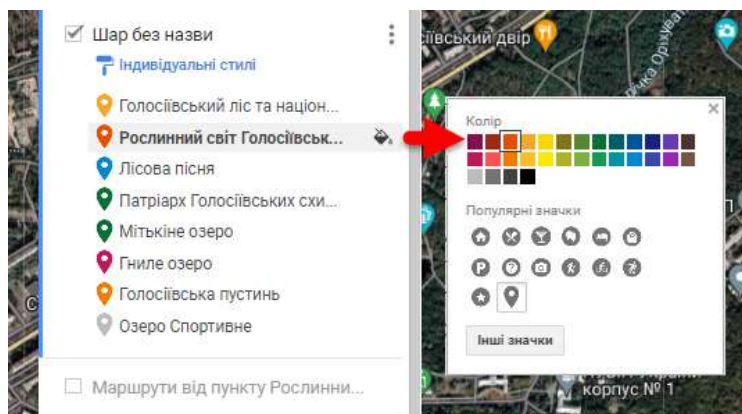
3. Тепер нанесемо об'єкти зупинок екостежки на карту. Спочатку скопіюємо координати з наведеної вище таблиці, вставимо в рядок пошуку (1) і відповідно знайдемо це місце на знімку, а потім натиснемо на **+** навпроти назви цієї координати (2), для того щоб зберегти її у вигляді точки (маркера) у своєму тематичному шарі зупинок екостежки.



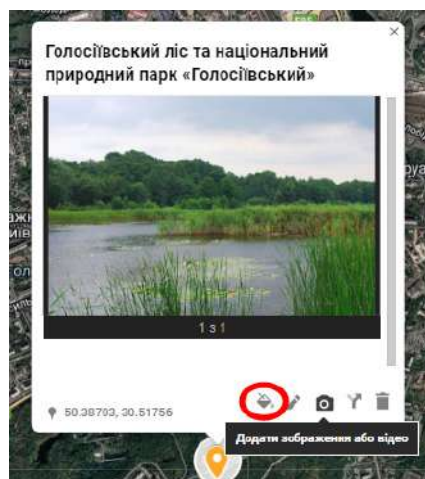
Далі в новому віконці, що при цьому відкривається, натисніть на позначку **Змінити**, вставте з нашої таблиці назву зупинки екостежки замість назви координати і збережіть зміни.



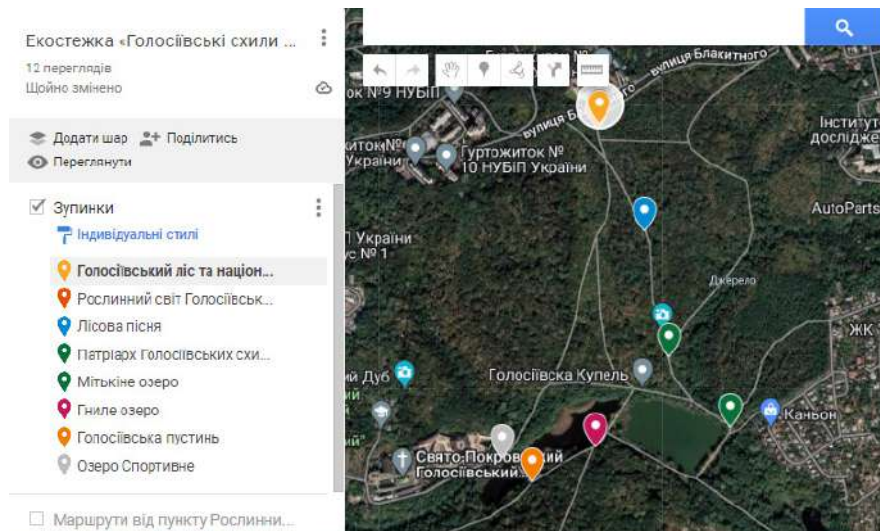
4. Після нанесення всіх точок зупинок підберіть кожній її унікальний колір, скориставшись налаштуваннями кольору як в інформативному вікні маркера, так і в списку шару зупинок екостежки.



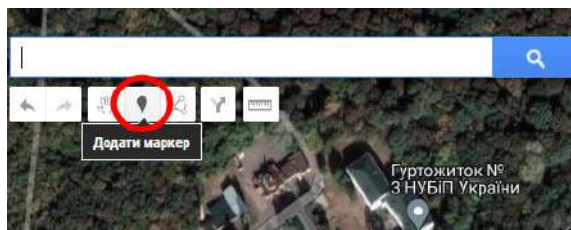
5. Після завершення створення кожного об'єкта до нього можна додати назву, фото чи коментар. Додайте фото до створених об'єктів для більш інформативного наповнення карти. Зробити це можна, натиснувши на значок фотокамери і вибравши джерело фотографії (комп'ютер, Google-диск, покликання на фотографію з інтернету).



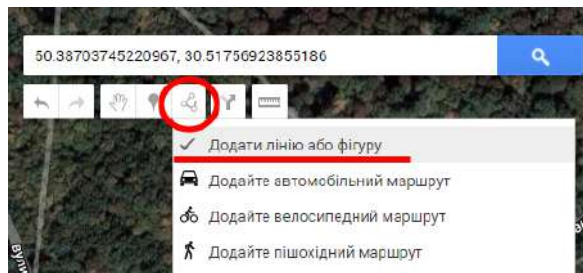
Таким чином наносимо усі вісім точкових зупинок.



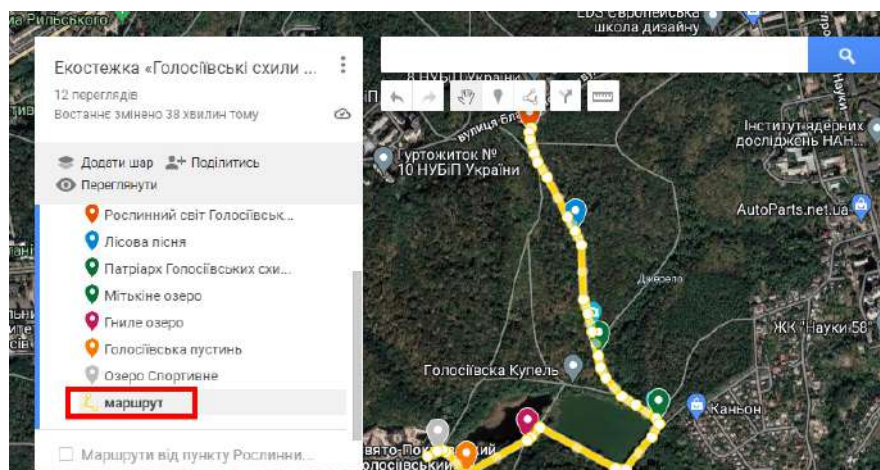
Якщо ж у вас немає наперед відомих координат об'єктів, ви можете відразу на карті відмічати потрібні вам місця, користуючись інструментом *Додати маркер*.



6. Тепер нанесемо маршрут стежки в лінійному вигляді. Для цього потрібно натиснути *Накреслити лінію* і *Додати лінію або фігуру*. Відтак можна переходити до нанесення лінії на карту.

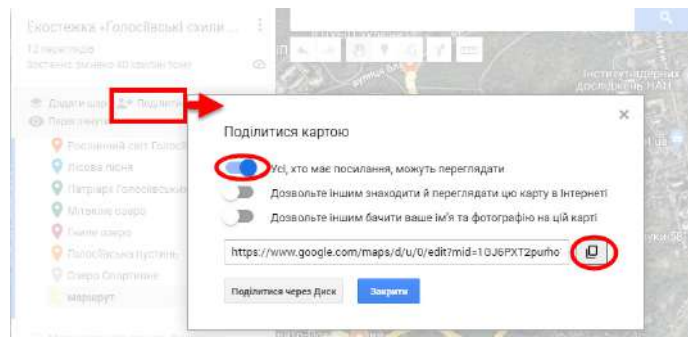


У результаті сполучення лінією всіх точок зупинок з першої по восьму ви отримаєте ось такий вигляд маршруту:

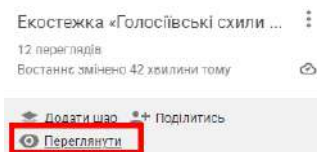


7. Поділимося картою з іншими користувачами.

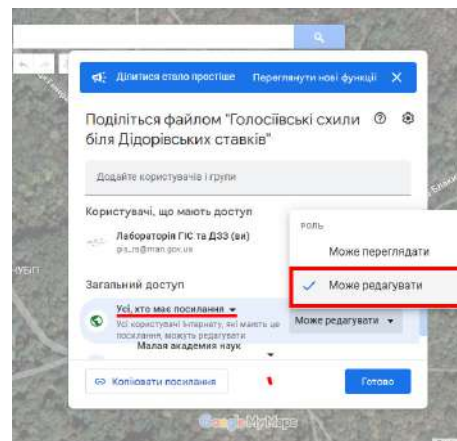
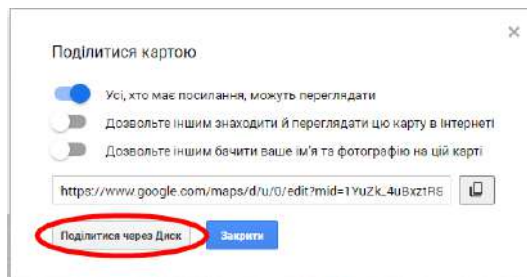
Якщо ви хочете просто поділитися своєю картою для перегляду іншими користувачами, натисніть **Поділитися** під назвою карти і просто скопіюйте покликання.



Щоб мати уявлення, як вашу карту бачитимуть інші, скористайтесь режимом перегляду.



А якщо хочете надати знайомим можливість редагування вашої карти, то вам потрібно натиснути **Поділитися** під назвою карти, вибрати **Поділитися через диск** і встановити там опцію **Усі, хто має посилання, можуть редагувати**.



? Запитання для перевірки

Додайте до карти прямиий маршрут з першої по восьму зупинку і напишіть, яка його довжина, якщо добиратися на велосипеді й автомобілем.

За наведеним нижче QR-кодом ви можете переглянути відео виконання практичної роботи.



Аерокосмічні приклади змін клімату на сайті NASA

Ситуація

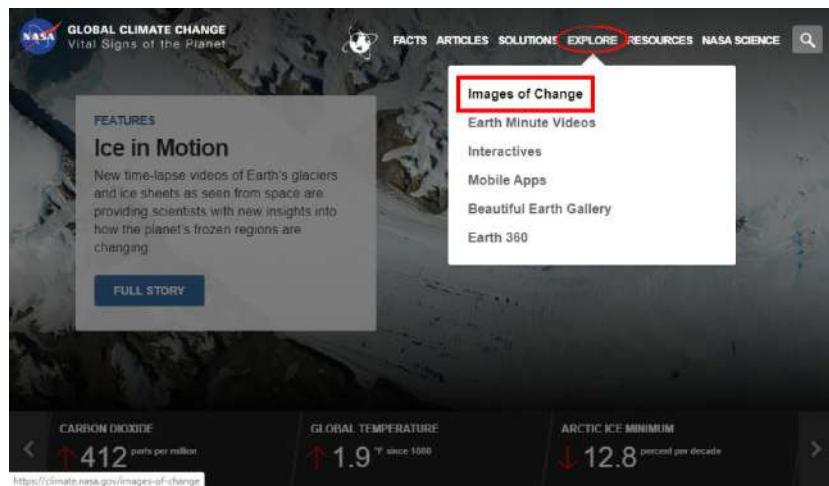
Після того як ви виконали усі практичні роботи, ознайомилися з різними ГІС-ресурсами і плануєте розпочати створення власного наукового проєкту, виникає запитання: «А що ж мені буде цікавіше досліджувати, що я можу виразно побачити на знімках і як мені обрати тему дослідження?» Тож пропонуємо вам ознайомитися із сайтом NASA, на якому дуже просто і логічно наведено приклади змін нашої планети за тематичними напрямками, які добре видно з космосу.

Завдання № 1

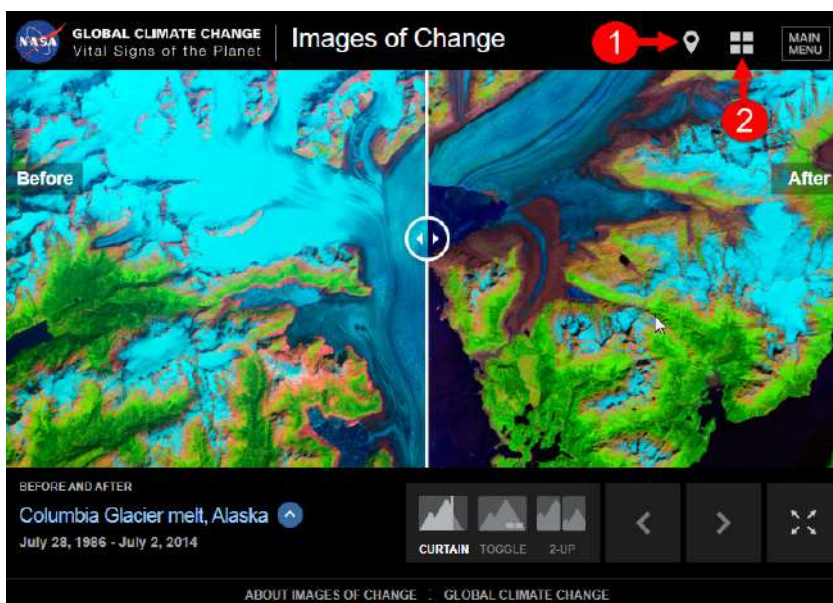
Ознайомитися з прикладами відображення змін клімату чи антропогенного впливу людини на космічних знімках із сайту NASA (<https://climate.nasa.gov/>).

Інструкція для самостійного виконання:

1. Відкрийте сайт, виберіть закладку **Explore** (Досліджуйте) → **Image of Change** (Зображення змін).

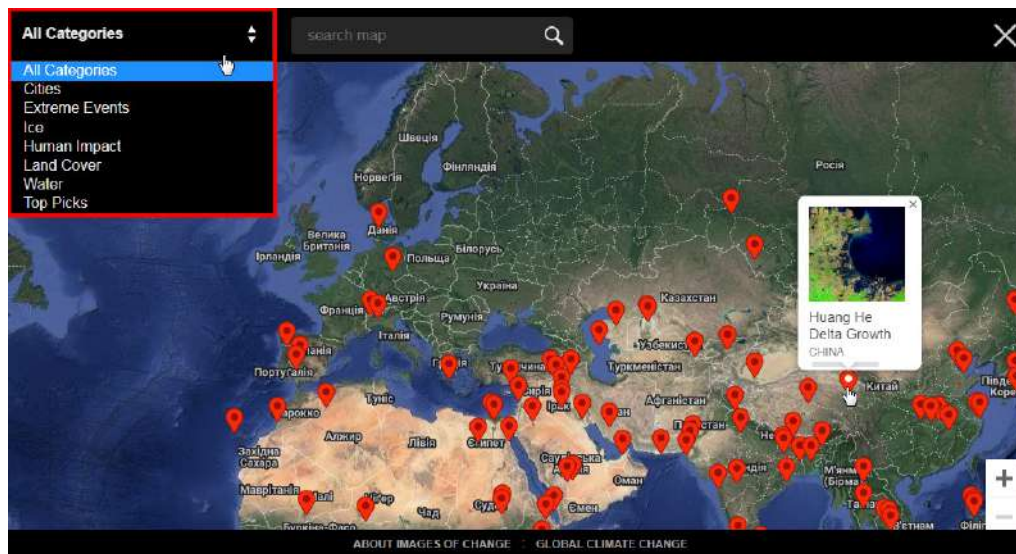


Одразу відкривається приклад однієї з динамічних змін нашої Землі.

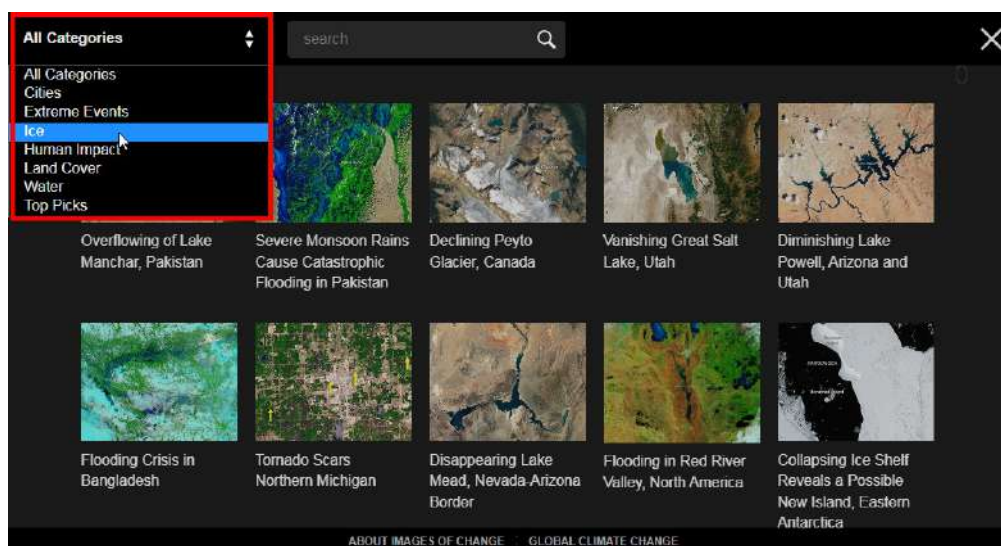


2. Вибираємо один з варіантів перегляду:

- як карта місцезнаходження ділянок-прикладів  (1);



- як список  (2).



Зверніть увагу, що сортувати космічні зображення можна за категоріями:

- **Cities** (Міста);
- **Extreme events** (Надзвичайні події);
- **Ice** (Лід);
- **Human impact** (Вплив людини);
- **Land cover** (Земний покрив);
- **Water** (Вода).

Запитання для перевірки

Знайдіть для себе цікаву рубрику і перегляньте наявні в ній приклади: танення льодовиків Аляски, пожежі в США, повені в Південній Дакоті та ін.

Напишіть, чи є тематичні приклади на території України.

Завдання № 2

Ознайомитися з рубриками і даними сайту спостережень Землі НАСА (<https://earthobservatory.nasa.gov/images>).

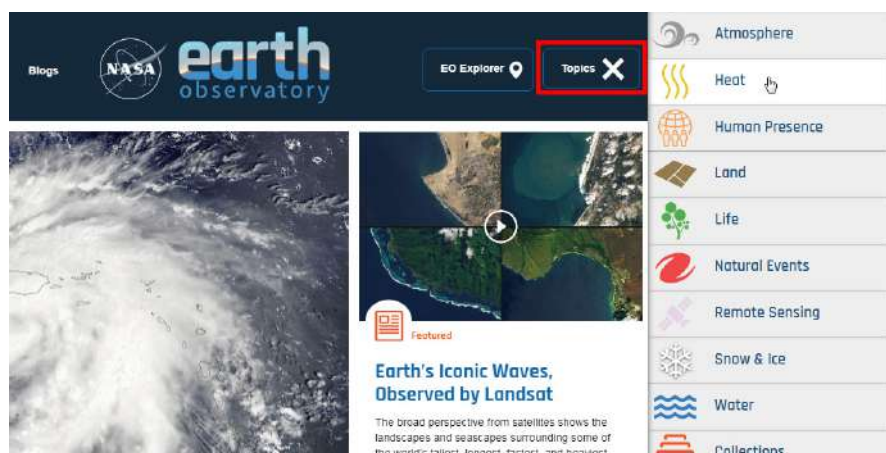
NASA Earth Observatory – онлайн-ресурс НАСА, який був створений у 1999 р. і є джерелом супутникових знімків та іншої наукової інформації, що стосується клімату і дослідження довкілля.

1. Відкрийте сайт *NASA Earth Observatory*, виберіть один з варіантів перегляду:

- *EO Explorer* (як карта місцезнаходження ділянок-прикладів);



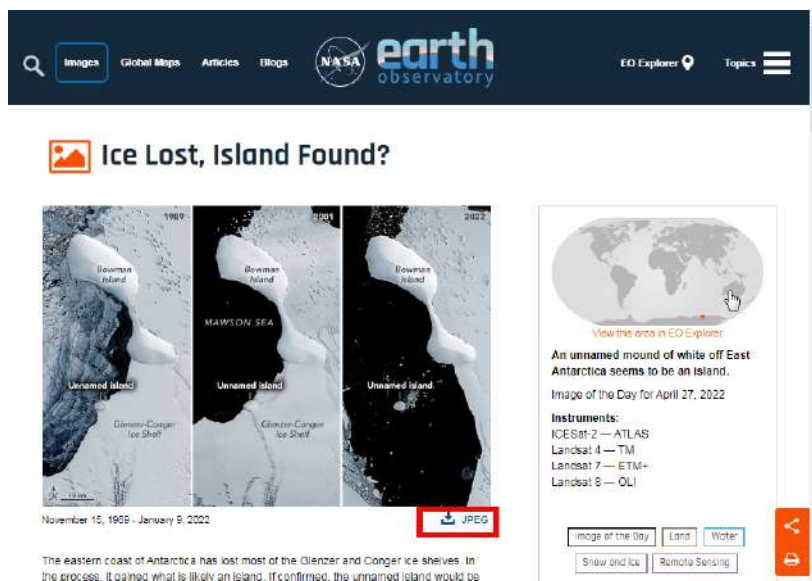
- *Topics* (як список тем).



Зверніть увагу, що сортувати супутникові дані можна за такими темами (*Topics*):

- *Atmosphere* (Атмосфера);
- *Heat* (Тепло);
- *Humans* (Люди);
- *Land* (Земна поверхня);
- *Life* (Життя);
- *Natural event* (Природні події), яка містить підрубрики:
 - *All* (Всі);
 - *Drought* (Засуха);
 - *Dust and Haze* (Пил і димка);
 - *Earthquakes* (Землетруси);

- **Fires** (Пожежі);
- **Floods** (Повені);
- **Landslides** (Зсуви);
- **Man-made** (Антропогенні);
- **Sea and Lake Ice** (Морський та озерний лід);
- **Severe Storms** (Сильні бурі);
- **Temperature Extremes** (Температура);
- **Extremes** (Надзвичайні ситуації);
- **Unique Imagery** (Унікальні знімки);
- **Volcanoes** (Вулкани);
- **Water Color** (Колір води);
- **Remote sensing** (Дистанційне зондування);
- **Snow/Ice** (Сніг/Лід);
- **Water** (Вода);
- **Collection** (колекції), яка містить підрубрики:
 - **ABC from Space** (Азбука з космосу);
 - **Amazon Deforestation** (Вирубка лісів Амазонки);
 - **Applied Sciences** (Прикладні науки);
 - **Astronaut Photography** (Фотографії астронавтів);
 - **Blue Marble** (Блакитний мармур);
 - **Earth at Night** (Земля вночі);
 - **Earth from Afar** (Земля здалеку);
 - **Fall Colors** (Кольори осені);
 - **Sea Level Rise** (Підвищення рівня моря);
 - **U.S.National parks** (Національні парки США);
 - **Word of Change** (Слово про зміни).



Натискаючи на кожну тематику, ви бачите низку різних космічних зображень із детальним описом ситуації і можливістю зберегти наведені приклади у високій якості.

? Запитання для перевірки

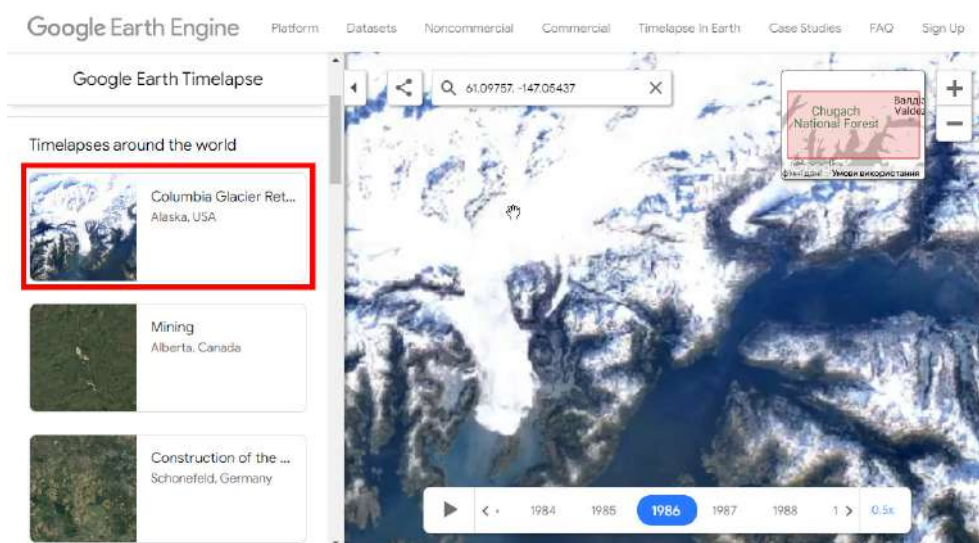
Знайдіть для себе цікаву тему і перегляньте наявні в ній приклади. Скажімо, проаналізуйте і напишіть, які є приклади на територію України і з чим вони пов'язані.

Завдання № 3

Ознайомитися з покадровою зйомкою часового періоду із сайту: <https://earthengine.google.com/timelapse/>.

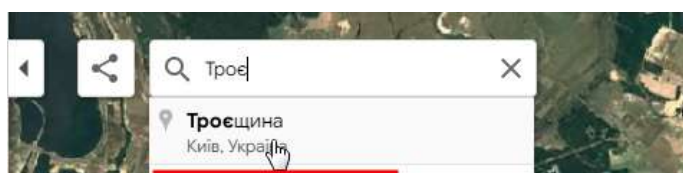
i Таймлапс або покадрова зйомка за певний проміжок часу (**Timelapse**) застосовується для прискореного відтворення відносно повільних процесів, у нашому випадку – часових рядів космічних зображень Землі.

Ще 2013 р. картографічний сервіс *Google Earth* створив функцію *Timelapse*, в якій розташовані в хронологічному порядку супутникові знімки дають картину зміни нашої планети за кілька десятиріч. Анімаційна карта містить більше п'яти мільйонів зображень: найстаріші з них взяті з архіву Landsat 5, а свіжі отримані із супутників Landsat 8-9 і Sentinel-2. Так було створено понад 25 млн видовищних відеороликів, які показують поверхню Землі за період 1984–2020 рр.



Виберіть будь-яку ділянку Землі і перегляньте, як вона змінювалася протягом десятків років. Для прикладу простежте зміни Аральського моря, будівництво штучних островів у Дубаї та багато ін.

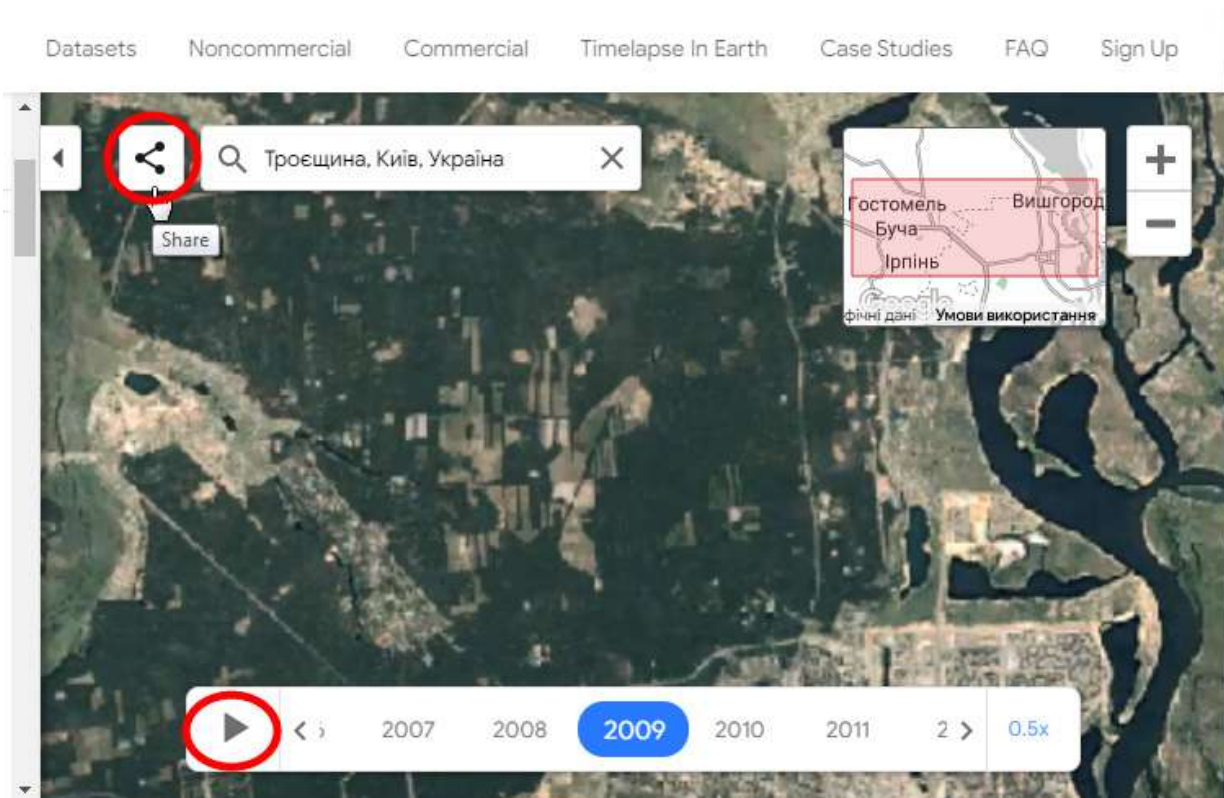
Подивимося, як розбудовувався Київ, а саме – як виник житловий масив Троєщина. Введіть у вікні пошуку *Троєщина, Київ*, і карта спозиціонується на це місце.




? Запитання для перевірки

В якому році почали будувати житловий масив Троєщина?

А тепер перейдіть на карті ліворуч на інший бік Дніпра і наблизьтеся до лісового масиву на півночі Києва, поблизу Вишгорода. На цьому прикладі добре видно масштаби вирубок лісу за останні 40 років.



Натиснувши на інструмент  **Share** (Поділитися) у верхньому кутку картографічного вікна, ви отримаєте лінк на вибрану територію або код, який можна додати на свою вебсторінку.

За наведеним нижче QR-кодом ви можете переглянути відео виконання практичної роботи.



Ознайомлення з NASA Worldview (на прикладі зміни світлового забруднення в Україні)

Ситуація

За матеріалами незалежного видання *Texty.org.ua* рівень вечірнього і нічного освітлення в українських містах і селах значно знизився після початку російсько-української війни. Чимало українських міст і сіл, а також окремих об'єктів промислової, житлової та військової інфраструктури залишилися без електропостачання після бомбардувань та ракетних ударів російської армії. Але й там, де бомбардувань не було, а світло є, його не вмикали ввечері в цілях безпеки.

Використовуючи можливості нічних приладів, встановлених на супутниках NOAA-NASA, можна досліджувати зміни у використанні штучного освітлення в Україні з лютого 2022 р. Скажімо, на сайті *NASA Earth Observatory* наведено приклад аналізу освітленості України й окремо Києва та відображено його значне скорочення в березні та поступове відновлення в деяких частинах, особливо на околицях столиці.

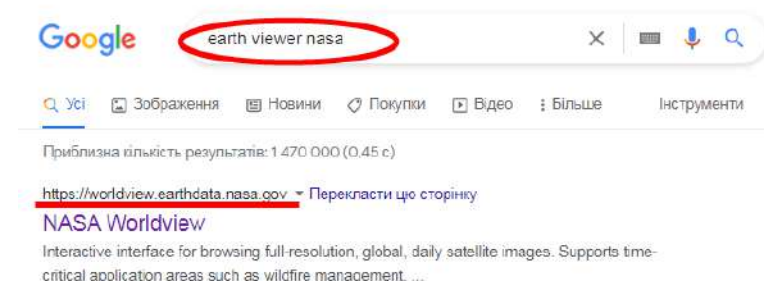
Завдання

Ознайомитися з програмою *NASA Worldview*, що є частиною *NASA EOSDIS* (Системи даних та інформації системи спостереження за Землею – *Earth Observing System Data and Information System*).

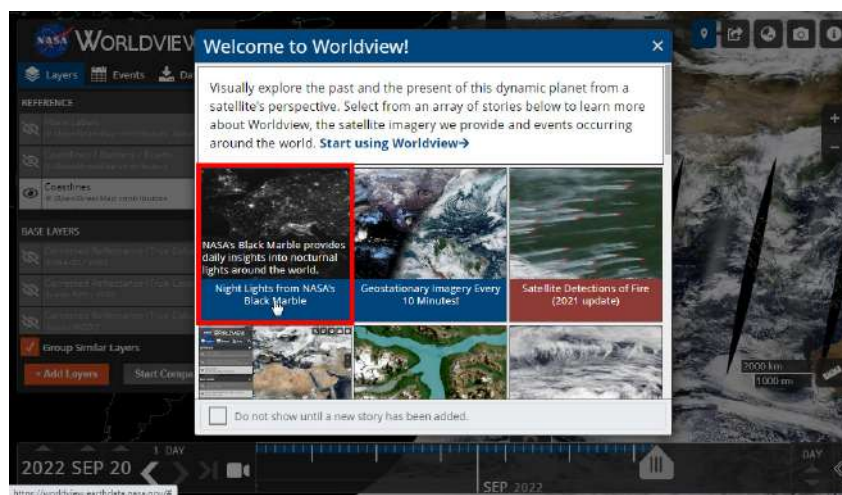
Використати дані нічного освітлення для аналізу того, як російське вторгнення в Україну в лютому 2022 р. вплинуло на соціальний та економічний стан нашої держави.

Інструкція для самостійного виконання:

1. Для початку в пошуковій стрічці наберіть *earth viewer nasa* і перейдіть за першим покликанням: <https://worldview.earthdata.nasa.gov/>.



Відкриється нове вікно, в якому будуть наведені різноманітні набори даних та приклади досліджень, що доступні на сайті *NASA Worldview*.




2. На головній сторінці сайту *NASA Worldview* виберіть необхідний тип даних *Night Lights from NASA's Black Marble* (Нічне освітлення з *NASA's Black Marble*).

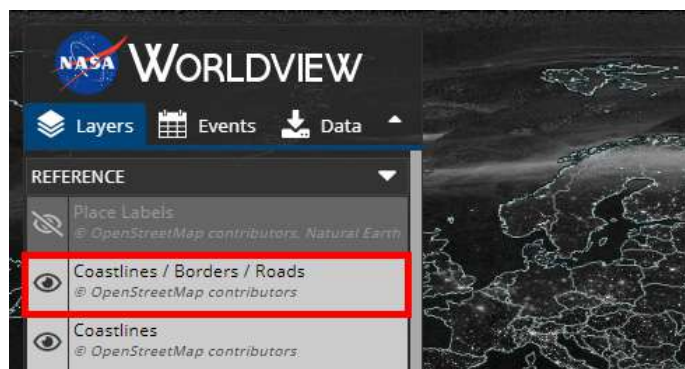
Шар *Black Marble Nighttime At Sensor Radiance* створений на основі продукту нічного випромінювання денного / нічного діапазону (*VNP46A1*) датчика у верхній частині атмосфери і корисний для оцінки антропогенних джерел випромінювання світла за різних умов освітлення. Датчик денного / нічного діапазону розміщений у комплекті радіометра видимого інфрачервоного зображення (*Visible Infrared Imaging Radiometer Suite – VIIRS*) на борту спільного супутника *NASA/NOAA Suomi National Polar Orbiting Partnership (Suomi NPP)* та супутника *NOAA-20*. Тепловізор *VIIRS* дає змогу отримати нічні зображення земної поверхні у видимому діапазоні спектра кожну добу з просторовою розрізненістю 500 м та в одиницях вимірювання $nW/(cm^2 sr)$, що означає кількість нановат на сантиметр квадратний стередіану.

Після ознайомлення з характеристиками і навчальними можливостями вибраного шару *Night Lights from NASA's Black Marble* закрийте відповідне інформативне вікно.



На екрані за замовчуванням ви побачите шар *Black Marble Nighttime At Sensor Radiance (Day/Night Band)* з відображенням щоденного нічного освітлення у верхній частині атмосфери в сірій градації кольорів.

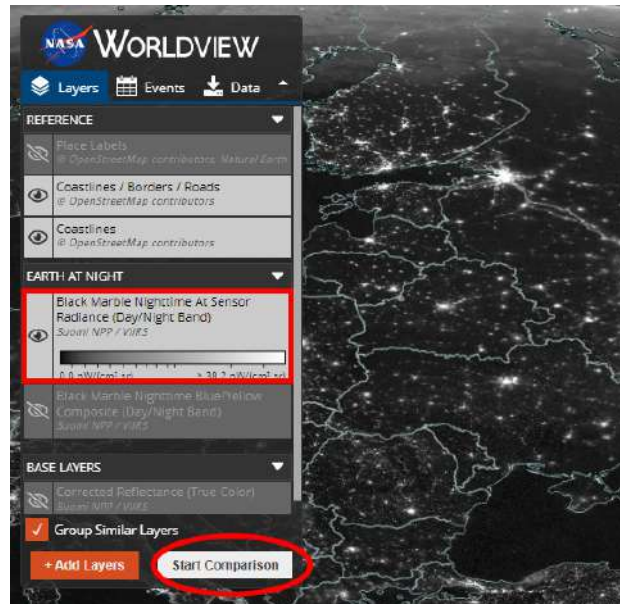
3. Для легшого орієнтування на місцевості зробіть видимим шар кордонів країн *Coastlines / Borders / Roads* (Берегові лінії / Кордони / Дороги). Увімкнуті і вимкнуті будь-який з доступних шарів можна, натиснувши піктограму «око» ліворуч від назви шару .



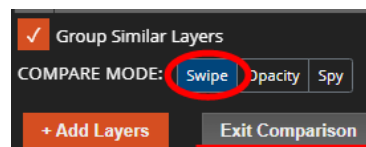
Наблизьтеся до України за допомогою коліщатка миші.

4. Перейдіть до безпосереднього порівняння освітленості України в чорно-білому вигляді за дві дати: до війни – 30.01.2022 р. і через місяць після її початку – 23.03.2022 р.

4.1. Для цього скористайтеся інструментом *Start Comparison* (Почати порівняння).



Після натискання **Start Comparison** (Почати порівняння) виберіть режим порівняння **Swipe** (Розділення).



Тепер перейдіть до вибору дат, а саме 30.01.2022 р. до війни і 23.03.2022 р. – через місяць після її початку.

✔ Зверніть увагу! Дані нічної освітленості чутливі до наявності хмар. Тому, вибираючи зображення для порівняння, орієнтуйтеся на безхмарні дати, що можна виявити за чіткістю зображення і перевіркою вигляду території за сусідні дати.

4.2. Для того щоби порівняти два зображення за різні дати, з'являються нові інструменти. Зокрема у вкладці **Layers** (Шари) є дві змінних, що відповідають за дати зйомок у двох частинах вікна на екрані.

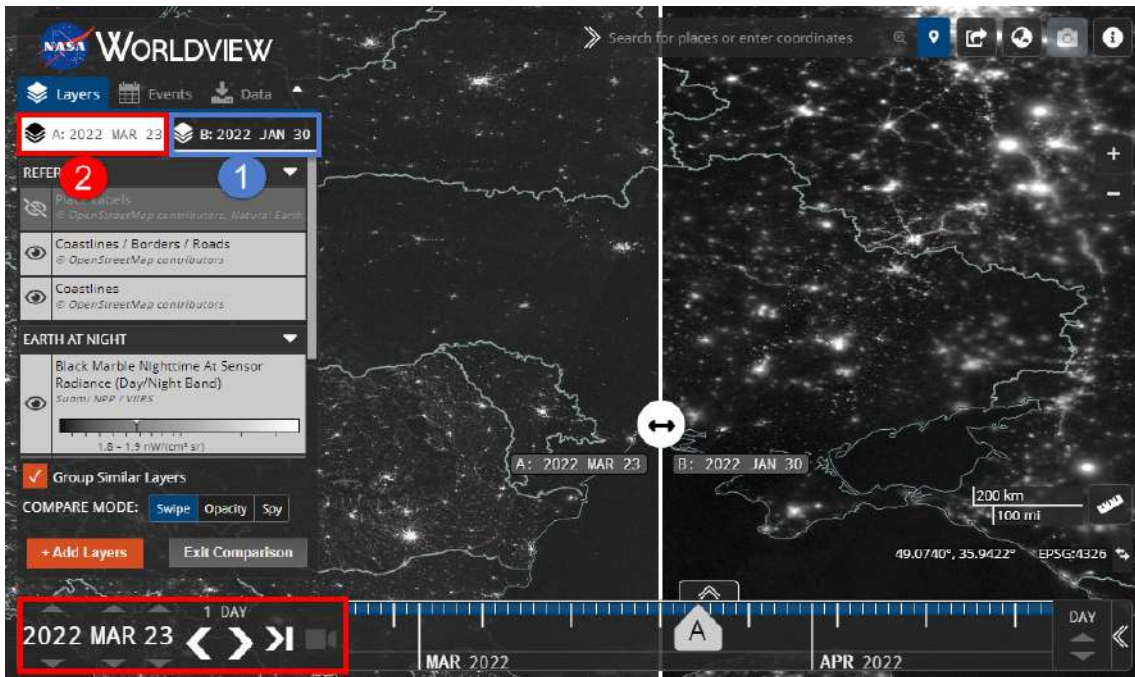


Виберіть у вікні **Layers** (Шари) кінцеву дату (2), зробивши її активною, і перейдіть у **Date Selector** (Вибір дат), щоб змінити її з 06.02.2022 р. (яка стоїть за замовчуванням) на 23.03.2022 р. При цьому початкову дату (1) за 30.01.2022 р. залишимо без змін.

Зміну дат у **Date Selector** (Вибір дат) здійснюємо, натискаючи стрілку вгору і вниз біля кожного поля або безпосередньо вписуючи необхідні дати в поля.

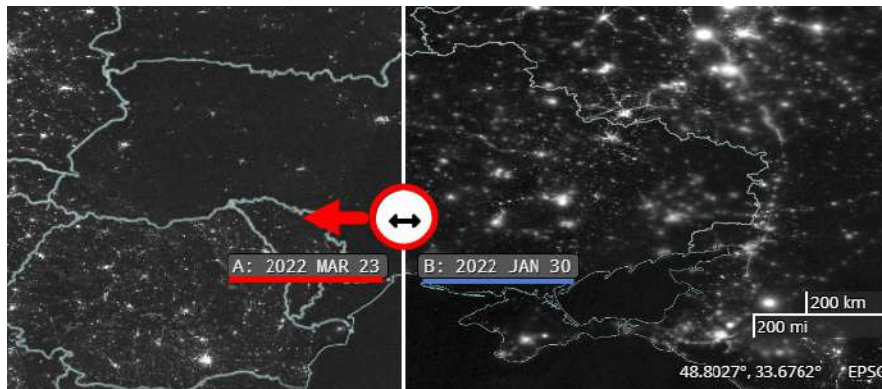


4.3. Після цього ви отримаєте два зображення у вікні програми *NASA Worldview*.



Ліве зображення відповідатиме даті за 23 березня 2022 р., а праве – за 30 січня 2022 р. Так ми порівнюємо територію до і під час війни.

Перетягніть основний повзунок на екрані і порівняйте нічну освітленість в Україні до і після початку війни.



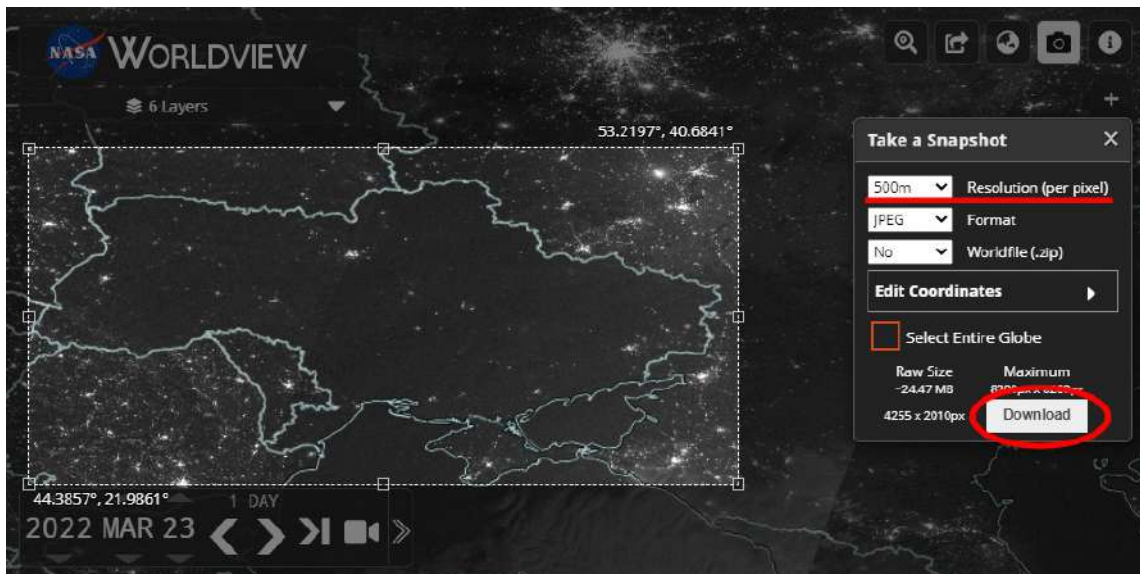
? Запитання для перевірки

Що, на вашу думку, більше впливає на рівень освітлення – концентрація населення чи промислова діяльність?

5. Наступним кроком буде збереження цих двох результатів нічного освітлення України як окремих зображень у вигляді jpg-файлів. Для цього спочатку вийдіть з режиму порівняння, натиснувши **Exit Comparison** (Вийти з порівняння). Виберіть на екрані інструмент **Take a Snapshot** (Зробіть скріншот).



Змініть у його налаштуваннях такі параметри: розрізненість – 500 м, формат збереженого зображення – jpg і натисніть **Download** (Завантажити).



Таким чином ви збережете зображення за обидві дати. Вони матимуть такий вигляд:



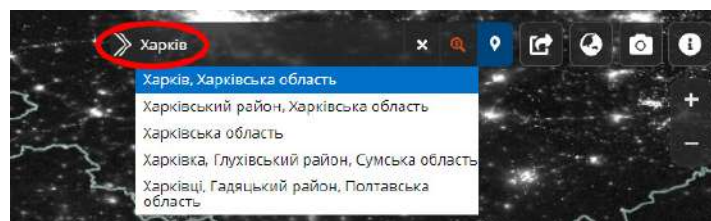
30 січня 2022 р.



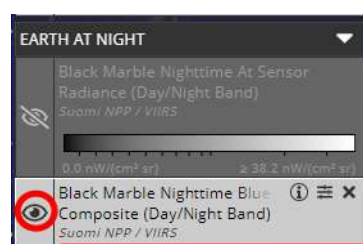
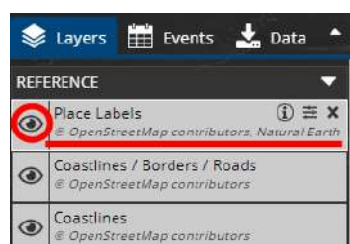
23 березня 2022 р.

6. Порівняйте рівень нічного освітлення Вашого населеного пункту. Ми ж для прикладу візьмемо м. Харків.

Для початку наблизьтеся до міста за допомогою інструменту **Add marker on map** (Додати маркер на карту), де в рядку пошуку введіть **Харків**.



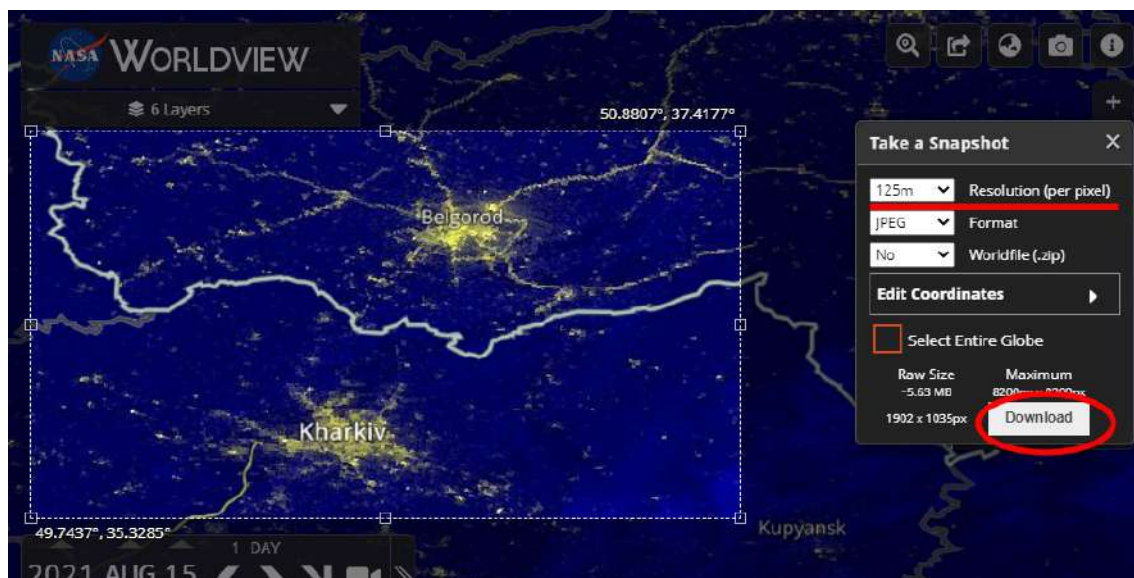
Зробіть видимим шар із назвами міст – **Place Labels** (Мітки місць). Виберіть інший тип даних для кращої візуалізації освітлення, а саме – жовто-блакитний композит **Black Marble Nighttime Blue/Yellow Composite (Day/Night Band)**.



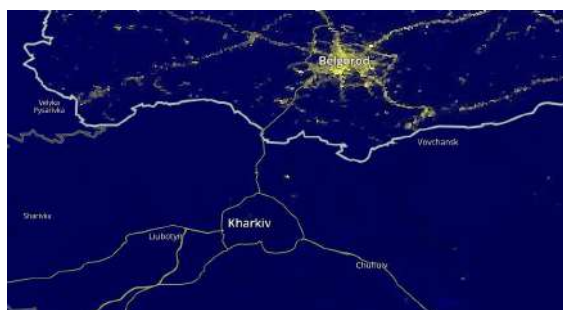
7. Далі збережіть два зображення освітленості Харкова порівняно з Белгородом (рф) за дві дати в серпні цього і минулого року, а саме: 15.08.2021 і 30.08.2022.

Встановіть у **Date Selector** (*Вибір дати*) по черзі, спочатку 15.08.2021 р., і збережіть отримане зображення через **Take a Snapshot** (*Зробіть скріншот*) аналогічно до описаного вище алгоритму. Встановіть для фрагменту з містами розрізнення 250 м і натисніть **Download** (*Завантажити*).

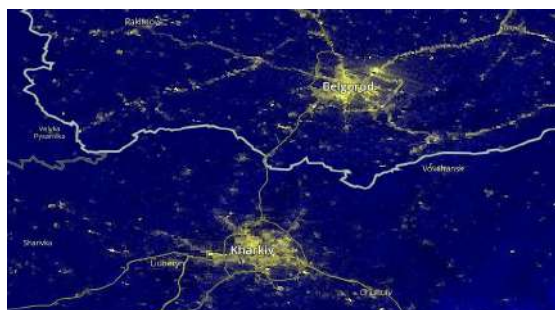
✔ Що менша за розміром ділянка, то детальніше можна встановити розрізнення для того, щоб зберегти зображення.



У результаті такої вигляд матимуть збережені зображення порівняння зміни освітленості Харкова і Белгорода до війни, у 2021 р., і в період активних воєнних дій 2022 р.:



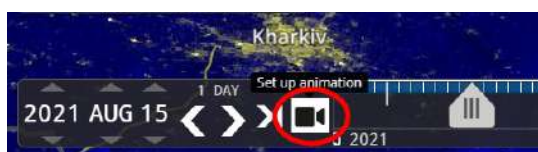
15 серпня 2021 р.



30 серпня 2022 р.

8. Фінальним етапом цієї практичної роботи буде створення середньомісячної анімації освітленості на м. Харків за період з 15 серпня 2021 р. по 15 вересня 2022 р.

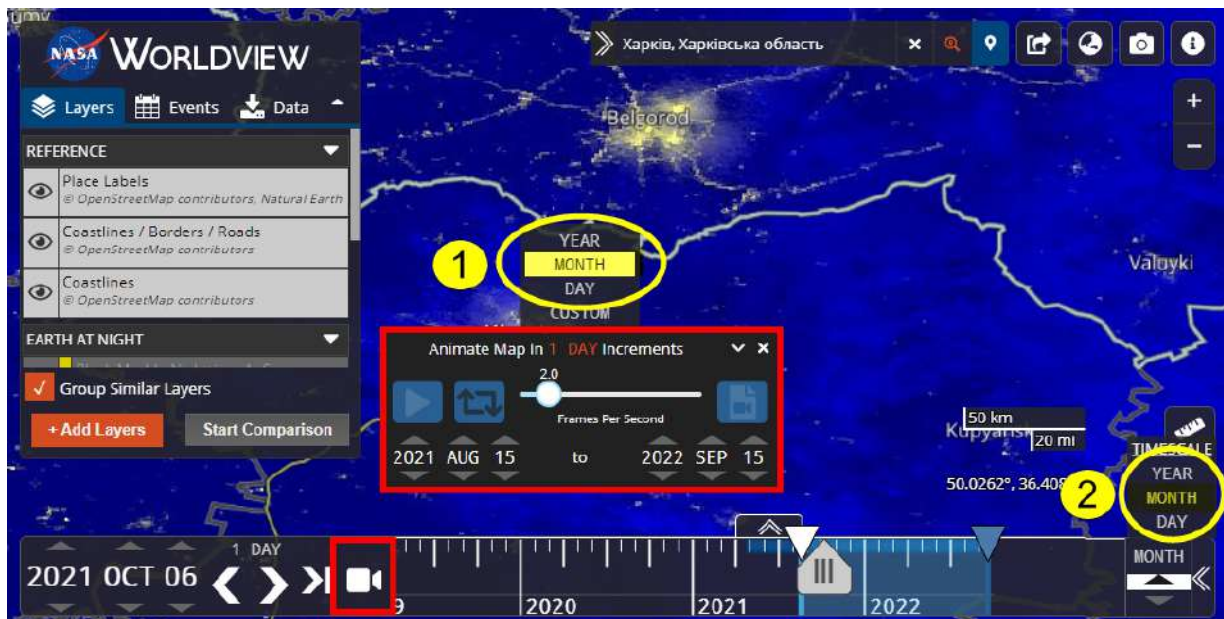
Для цього скористайтеся інструментом створення анімації **Animation**, активуйте його, натиснувши на піктограму відеокамери.




Ви можете створювати анімації з усередненим значенням за день, місяць або рік.

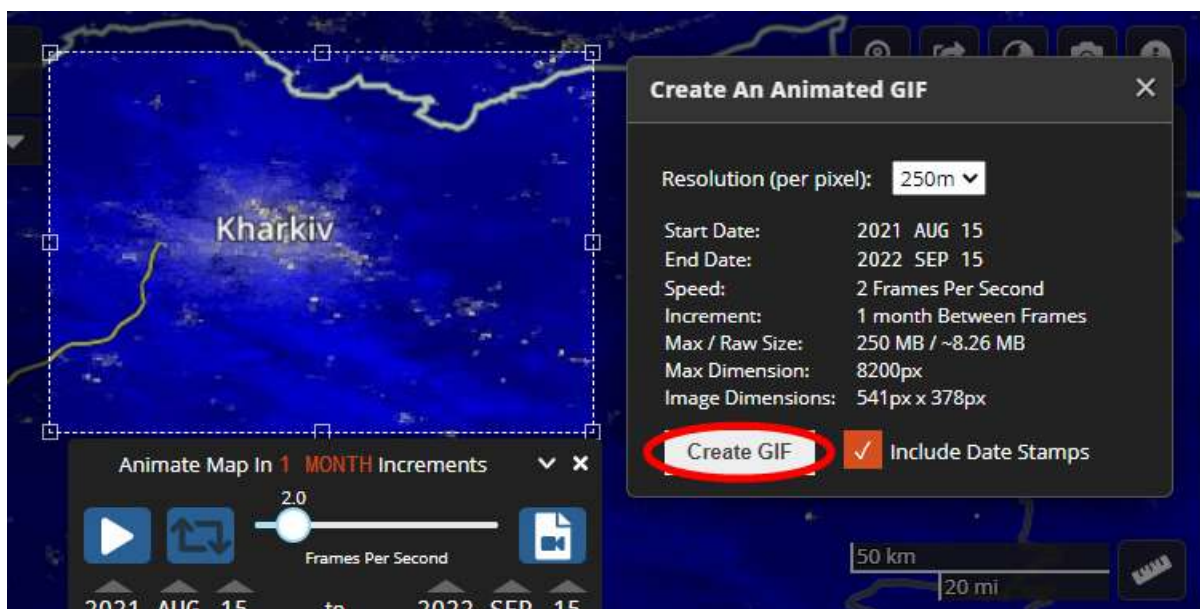
Створіть середньомісячну анімацію за період з 15 серпня 2021 р. по 15 вересня 2022 р. для м. Харкова. Для цього у вікні **Animation** (*Анімації*) змініть *1 day* (*день*) на *1 month* (*місяць*).

Також для зручності відображення нижньої панелі часу можете налаштувати аналогічно і значення **Timescale Zoom** (Масштабу часової шкали), а саме: змінити шкалу часу з днів на місяці (2).

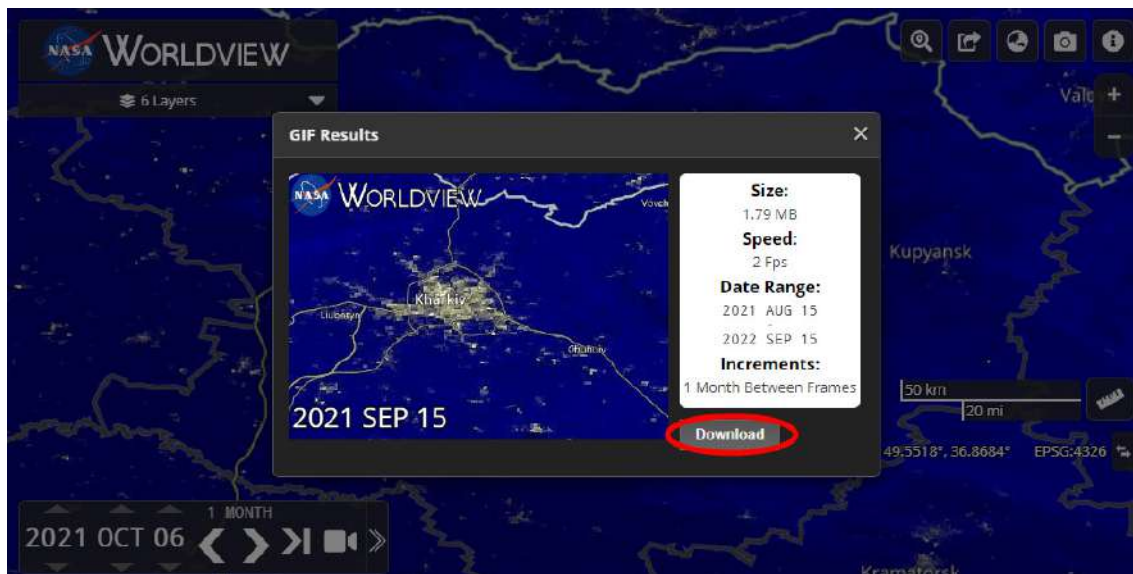


✓ Зверніть увагу! В анімації може вміщуватися період з обмеженням у 40 зображень!

Коли ви натиснете  **Create an animated GIF** (Створити анімований GIF), відкриється вікно з додатковими параметрами збереження анімації. Також у цьому режимі ви можете змінити або розтягнути рамку зони інтересу.



Далі натисніть **Create GIF** (Створити GIF) для створення анімації і для завершення натисніть кнопку **Download** (Завантажити).



Збережіть анімацію зміни освітлення Харкова за один рік із серпня 2021 р. по 2022 р.

? Запитання для перевірки

Створіть анімацію для м. Києва, починаючи з березня 2021 р. по цей час. Налаштуйте в параметрах анімації візуалізацію за місяцями. Напишіть, чи змінилося освітлення Києва за цей період на відміну від Харкова.

За наведеним нижче QR-кодом ви можете переглянути відео виконання практичної роботи.



Ознайомлення з LandsatLook (на прикладі завантаження супутникового знімка м. Києва)

Ситуація

Супутникова програма Landsat запущена Геологічною службою США (USGS) і Національним управлінням з авіації та космонавтики (National Aeronautics and Space Administration – NASA). Супутники Landsat продукують космічні знімки Землі з 1972 р. Цей величезний репозиторій містить кілька мільйонів зображень, які можна завантажити і використовувати для своїх інтересів. У цій практичній роботі ви ознайомитеся з ресурсом LandsatLook, за допомогою якого можна завантажити всі наявні супутникові знімки Landsat.

Офіційний сайт: <https://landsatlook.usgs.gov/explore>.

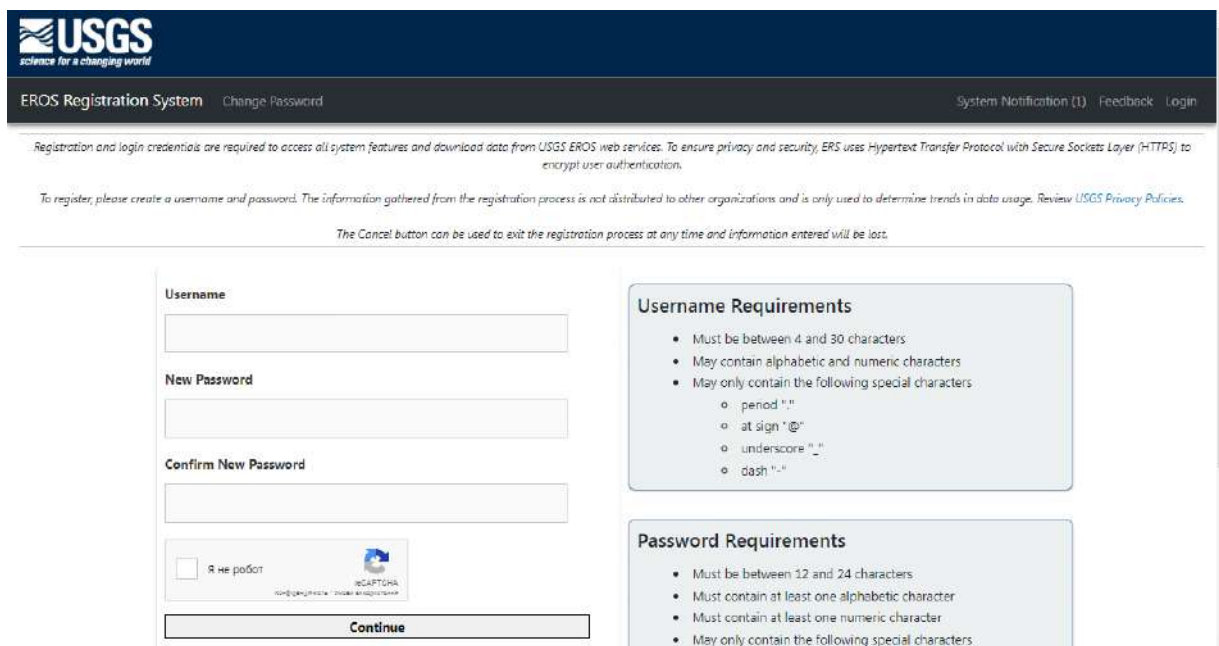
Завдання

Ознайомитися з інтерфейсом сайту LandsatLook, створити свій обліковий запис і завантажити архів знімка Landsat 9 на територію м. Києва.

Інструкція для самостійного виконання:

Щоб можна було скачати знімок із цього сайту, вам потрібно створити свій обліковий запис, тобто зареєструватися. Обліковий запис є безкоштовним і дає змогу користуватися цим ресурсом та скачувати стільки знімків, скільки заманеться. Якщо ви вже зареєстровані в системі USGS EROS, тоді варто пропустити цей блок.

1. Зайдіть на сторінку реєстрації за покликанням: <https://ers.cr.usgs.gov/register/>.



USGS
science for a changing world

EROS Registration System Change Password System Notification (1) Feedback Login

Registration and login credentials are required to access all system features and download data from USGS EROS web services. To ensure privacy and security, ERS uses Hypertext Transfer Protocol with Secure Sockets Layer (HTTPS) to encrypt user authentication.

To register, please create a username and password. The information gathered from the registration process is not distributed to other organizations and is only used to determine trends in data usage. Review USGS Privacy Policies.

The Cancel button can be used to exit the registration process at any time and information entered will be lost.

Username

New Password

Confirm New Password

Я не робот

Continue

Username Requirements

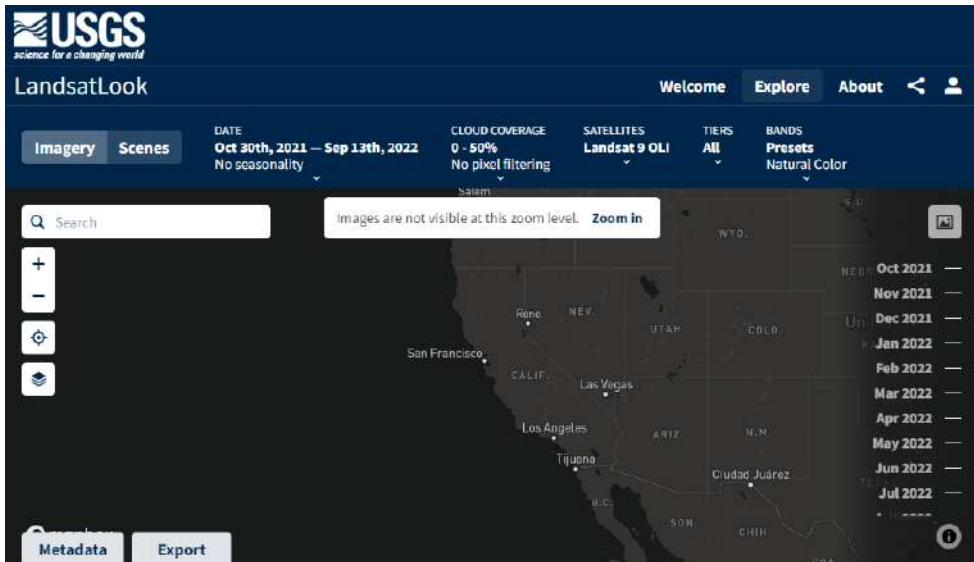
- Must be between 4 and 30 characters
- May contain alphabetic and numeric characters
- May only contain the following special characters
 - period "."
 - at sign "@"
 - underscore "_"
 - dash "-"

Password Requirements

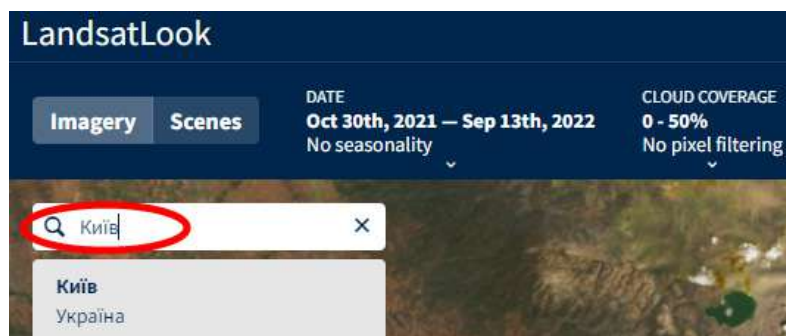
- Must be between 12 and 24 characters
- Must contain at least one alphabetic character
- Must contain at least one numeric character
- May only contain the following special characters

Уважно читаючи підказки на сторінці, введіть усі свої дані. На електронну адресу, яку ви вказали в анкеті, прийде лист з підтвердженням реєстрації. Щоб активувати свій обліковий запис, потрібно натиснути на покликання в листі й у вкладці, що відкриється, ще раз ввести свій логін. Вітаємо, тепер ви можете користуватися цим ресурсом безкоштовно.

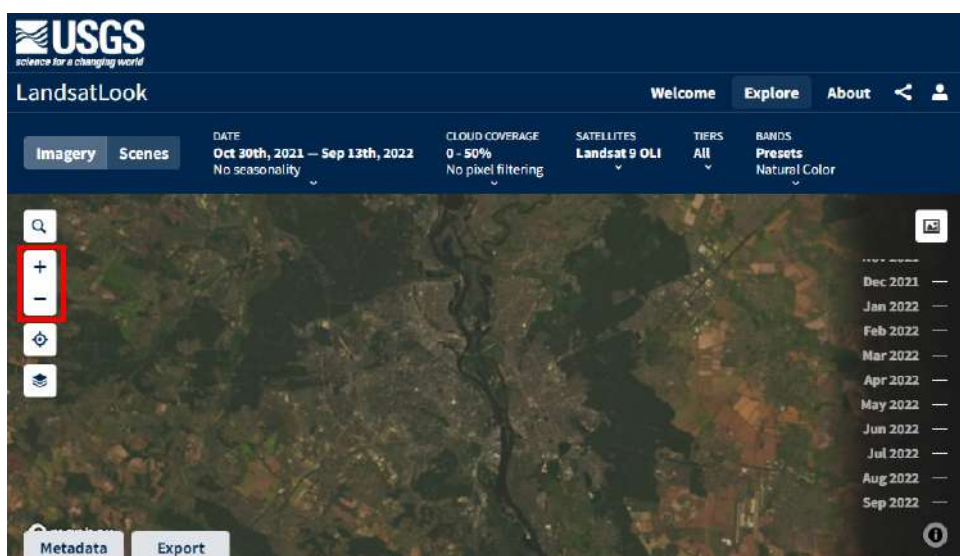
2. Відкрийте LandsatLook – <https://landsatlook.usgs.gov/explore> і зайдіть під своїм обліковим записом.



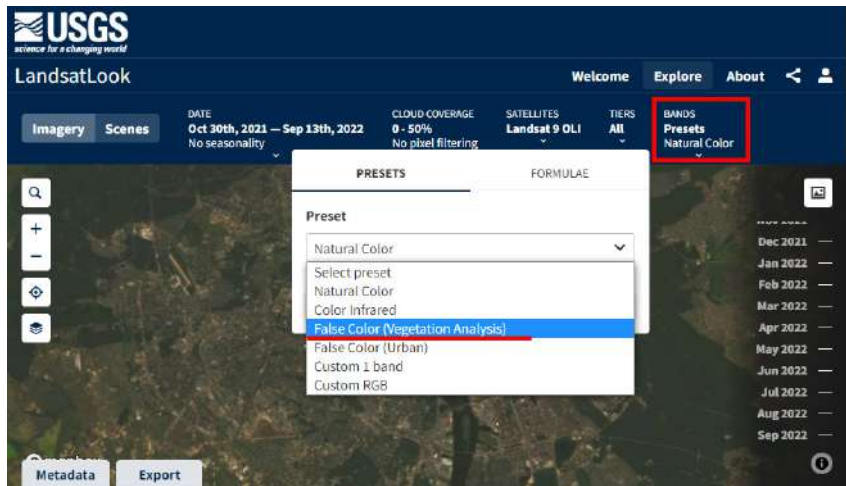
3. За замовчуванням LandsatLook відображає карту Сполучених Штатів Америки. У рядку пошуку *Search* (Пошук) у верхній лівій бічній панелі введіть *Київ*.



Ви можете збільшити або зменшити карту за допомогою навігаційних кнопок або коліщатка миші. Екстент карти відповідно зміниться.

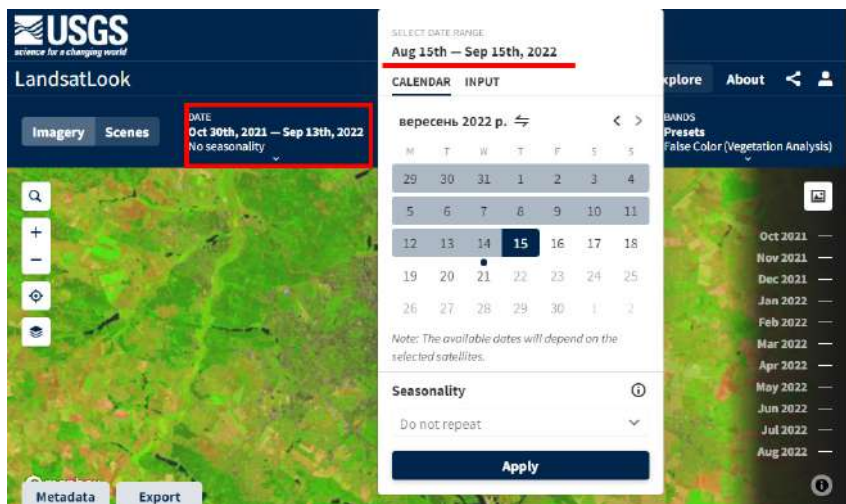


Змініть візуалізацію зображення в розділі *Bands* (Канали). Змініть візуалізацію для *False Color* (Vegetation Analysis) – *Штучні кольори* (Вегетаційний аналіз) і натисніть *Apply* (Застосувати).

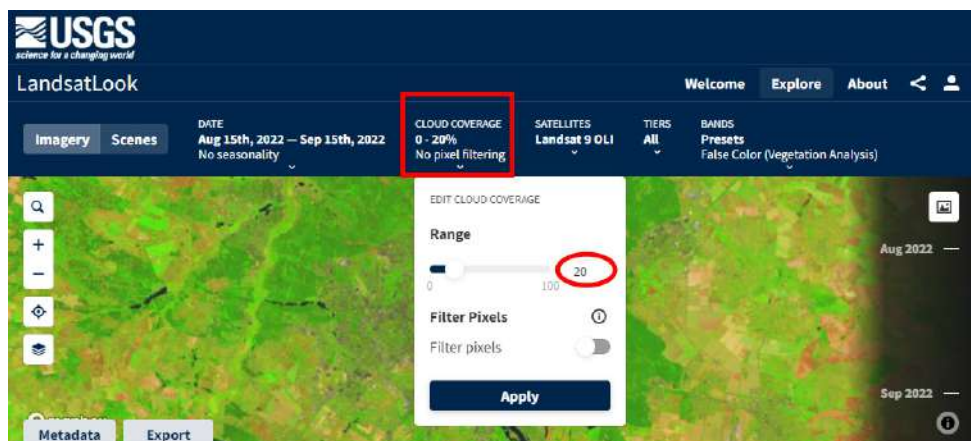


4. Встановіть параметри вибору періоду дат та відсотка хмарності.

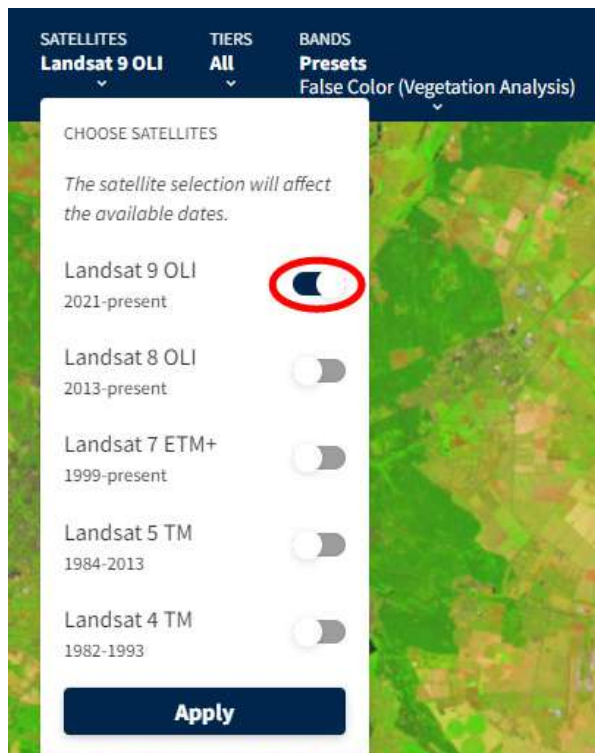
За замовчуванням у вас встановлений річний період у панелі вибору часового проміжку **Date** (Дата). Змініть його на актуальний місяць, наприклад з 15.08.2022 р. по 15.09.2022 р. Для цього на календарі спочатку виберіть кінцеву дату – 15.09.2022 р., а тоді початкову – 15.08.2022 р. Натисніть **Apply** (Застосувати).



Іншою важливою властивістю супутникових знімків є хмарність. Подекуди хмари можуть приховувати земну поверхню, і знімки з оптичного штучного супутника Землі будуть малоінформативними. Щоб отримати зображення з мінімальною хмарністю, виберіть 20 % або менше з **Cloud Coverage** (Хмарність).



За замовчуванням у вкладці **Satellites** (Спутники) є дані з датчика *Landsat 9 OLI*, залишаємо їх без змін. Майте на увазі, що датчики різняться за часом роботи, типом і розміром пікселя зображення. Якщо ви забажаєте переглянути знімки до 2021 р., вам потрібно буде вибрати датчик *Landsat 8 OLI*.



У результаті з'явиться список усіх доступних зображень, які відповідають заданим критеріям. Натисніть **Request timelapse data** (Запит на таймлапс даних), щоби побачити анімоване зображення за вибраний період.



5. Щоб завантажити відповідне зображення, виберіть **Metadata** (Метадані) внизу екрана. Тепер ви можете переглянути всю інформацію про доступні зображення.



5.1. Загальна інформація про всі зображення з результатів пошуку буде показана в таблиці. Щоб завантажити зображення, натисніть кнопку **↓ SR Bands** або **ST Bands**.

PRODUCT ID	DATE	SCENE CLOUD COVER	PATH	ROW	TIER	SENSOR	ACTIONS
LC09_L2SP_181025_20220908_20220910_02_T1	2022-09-08	9.21	181	025	T1	OLITIRS	Metadata SR Bands ST Bands
LC09_L2SP_182025_20220830_20220901_02_T1	2022-08-30	14.35	182	025	T1	OLITIRS	Metadata SR Bands ST Bands
LC09_L2SP_179026_20220825_20220830_02_T1	2022-08-25	0.02	179	026	T1	OLITIRS	Metadata SR Bands ST Bands
LC09_L2SP_179025_20220825_20220830_02_T1	2022-08-25	0.23	179	025	T1	OLITIRS	Metadata SR Bands ST Bands
LC09_L2SP_181026_20220823_20220826_02_T1	2022-08-23	4.74	181	026	T1	OLITIRS	Metadata SR Bands ST Bands
LC09_L2SP_178026_20220818_20220822_02_T1	2022-08-18	10.1	178	026	T1	OLITIRS	Metadata SR Bands ST Bands
LC09_L2SP_178025_20220818_20220822_02_T1	2022-08-18	3.16	178	025	T1	OLITIRS	Metadata SR Bands ST Bands

Ви можете завантажити дані двох типів: SR (*Surface Reflectance*) і ST (*Surface Temperature*). Це різний набір діапазонів, які можна завантажити та використовувати для подальшого аналізу в програмах ГІС. Продукти рівня 2 (тільки для Landsats 4-8) охоплюють діапазони QA рівня 1, а також діапазон QA аерозолу SR для Landsat 8 (SR_QA_AEROSOL), діапазон оцінки якості хмарного відбиття поверхні (SR_Cloud_QA) для Landsat 4-7 та діапазон QA температури поверхні (ST_QA) для Landsat 4-8.

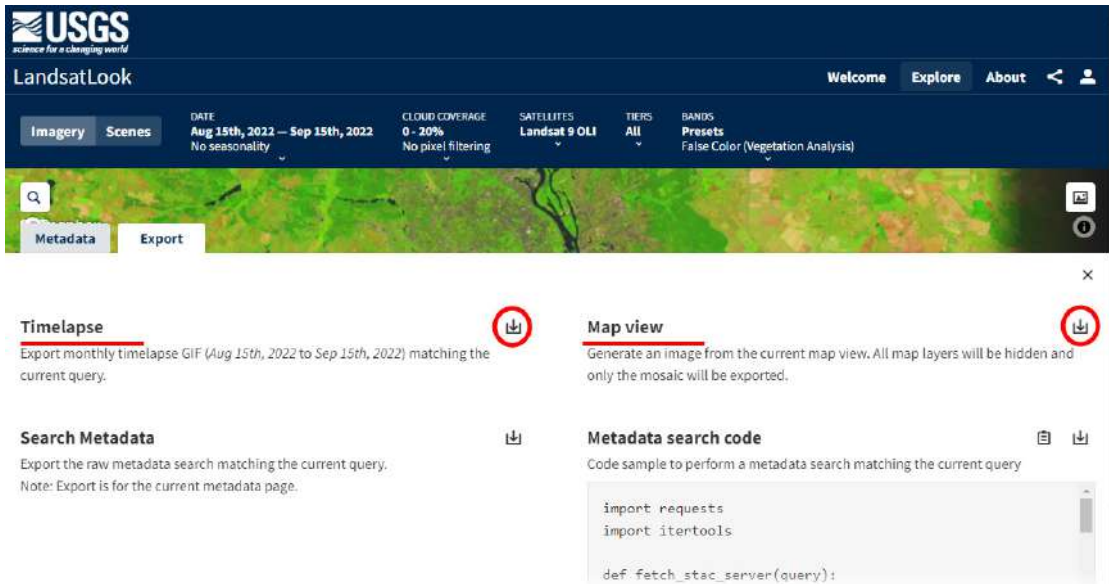
Після вибору типу завантаження даних **SR Bands** відкривається вікно з доступними окремими каналами і даними. Виберіть, наприклад **Red Band (B4)** (Червоний канал), і натисніть **Download** (Завантажити).

Download Bands: LC09_L2SP_179025_20220825_20220830_02_T1

- Coastal/Aerosol Band (B1) - Collection 2 Level-2 Coastal/Aerosol Band (B1) Surface Reflectance
- Red Band (B4)** - Collection 2 Level-2 Red Band (B4) Surface Reflectance
- Short-wave Infrared Band 2.2 (B7) - Collection 2 Level-2 Short-wave Infrared Band 2.2 (B7) Surface Reflectance
- Radiometric Saturation Quality Assessment Band - Collection 2 Level-2 Radiometric Saturation Quality Assessment Band Surface Reflectance
- Product Metadata File (xml) - Collection 2 Level-2 Product Metadata File (xml)
- Blue Band (B2) - Collection 2 Level-2 Blue Band (B2) Surface Reflectance
- Near Infrared Band 0.8 (B5) - Collection 2 Level-2 Near Infrared Band 0.8 (B5) Surface Reflectance
- Aerosol Quality Analysis Band - Collection 2 Level-2 Aerosol Quality Analysis Band Surface Reflectance
- Angle Coefficients File - Collection 2 Level-2 Angle Coefficients File (ANG)
- Green Band (B3) - Collection 2 Level-2 Green Band (B3) Surface Reflectance
- Short-wave Infrared Band 1.6 (B6) - Collection 2 Level-2 Short-wave Infrared Band 1.6 (B6) Surface Reflectance
- Pixel Quality Assessment Band - Collection 2 Level-2 Pixel Quality Assessment Band Surface Reflectance
- Product Metadata File (MTL) - Collection 2 Level-2 Product Metadata File (MTL)

Щоби почати завантаження, увійдіть у свій обліковий запис USGS EROS, якщо ви ще цього не зробили. Так ви завантажите високоякісні зображення, які можете використовувати у своєму дослідженні. Зображення Landsat є мультиспектральними, тобто їх можна переглядати в різних діапазонах видимого спектра й досліджувати багато особливостей, як-от: міська забудова, сільськогосподарські угіддя, рослинність, берегові лінії тощо.

5.2. У цьому завданні потрібно завантажити анімацію наявних за місяць зображень за допомогою **Timelapse** (Прискорений запис) і вигляд знімка з екрана **Map view** (Вид карти). Для цього перейдіть на вкладку **Export** (Експорт) і натисніть кнопку . Завантаження може зайняти кілька хвилин, тому зачекайте.



? Запитання для перевірки

<p>Чим, на вашу думку, LandsatLook Natural Color Image відрізняється від Level-1 GeoTIFF Data Product?</p>	
<p>Чи можна завантажити супутникове зображення Києва Landsat 1972 р. за допомогою LandsatLook?</p>	

За наведеним нижче QR-кодом ви можете переглянути відео виконання практичної роботи.



Додатки

Додаток 1

Найбільш популярні комбінації каналів для Sentinel 2a та Landsat

У цьому робочому зошиті використовувалися знімки Landsat 8, Sentinel 2a і 5p. Розповімо вам більше про особливості цих супутників і наведемо приклад найпоширеніших комбінацій каналів.

Супутники Landsat

Програма Landsat – найтриваліший проект з отримання супутникових знімків нашої планети. Перший із супутників у рамках цієї космічної програми був запущений 1972 р., а останній на сьогодні – Landsat 9 – 2021 р.

Landsat 1 (спочатку ERTS-1, Earth Resources Technology Satellite 1) – запущений 23 липня 1972 р., припинив роботу 6 січня 1978 р.

Landsat 2 (ERTS-B) – запущений 22 січня 1975 р., припинив роботу 22 січня 1981 р.

Landsat 3 – запущений 5 березня 1978 р., припинив роботу 31 березня 1983 р.

Landsat 4 – запущений 16 липня 1982 р., припинив роботу 1993 р.

Landsat 5 – запущений 1 березня 1984 р., припинив роботу 21 грудня 2012 р.

Landsat 6 – його запустили 5 жовтня 1993 р., але не вивели на цільову орбіту.

Landsat 7 – запущений 15 квітня 1999 р. і функціонує досі. Landsat 7 має ті самі сім каналів, що і Landsat 4 і 5, але має додатковий канал із широким спектральним діапазоном і розрізненням 15 м*15 м. Крім того, просторове розрізнення в каналі 6 (тепловий ІЧ-діапазон) було збільшено зі 120 до 60 м.

Landsat 8 – запущений 11 лютого 2013 р. і функціонує досі. Він надає знімки в 11 спектральних діапазонах із просторовою розрізненістю від 15 (панхроматичний канал B8) до 30 м на точку (всі інші B1-B7, B9), теплові канали B10 та B11 передискретизовані зі 100 м до 30 м, періодичність збору даних для всієї планети становить ≤ 8 діб.



Landsat 9 – запущений 27 вересня 2021 р. і досі активний. Це реконструкція свого попередника Landsat 8.




Канали Landsat 8-9



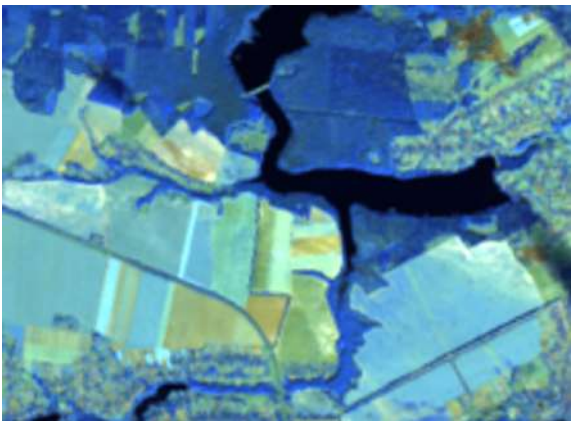
Landsat 8 (Bands)	Довжина хвилі [мікрометри]	Просторова розрізненість [метри]
Канал 1 – Аерозолі	0.43–0.45	30
Канал 2 – Синій	0.45–0.51	30
Канал 3 – Зелений	0.53–0.59	30
Канал 4 – Червоний	0.64–0.67	30
Канал 5 – Близький інфрачервоний (NIR)	0.85–0.88	30

Landsat 8 (Bands)	Довжина хвилі [мікрометри]	Просторова розрізненість [метри]
Канал 6 – SWIR 1	1.57–1.65	30
Канал 7 – SWIR 2	2.11–2.29	30
Канал 8 – Панхроматичний	0.50–0.68	15
Канал 9 – Пір’їсті хмари	1.36–1.38	30
Канал 10 – Тепловий інфрачервоний (TIRS) 1	10.60–11.19	100 (передискретизований до 30)
Канал 11 – Тепловий інфрачервоний (TIRS) 2	11.50–12.51	100 (передискретизований до 30)

Найпоширеніші комбінації каналів для Landsat 5, 7, 8, 9

Комбінація Landsat 5, 7	Комбінація Landsat 8-9	Інформація
03, 02, 01	04, 03, 02	<p>Комбінація «природні кольори». У цій комбінації об’єкти земної поверхні мають вигляд схожий на той, яким вони сприймаються людським оком. Здорова рослинність на вигляд зелена, прибрані поля – світлі, нездорова рослинність – коричнева і жовта, дороги – сірі, берегові лінії – біляві. Ця комбінація каналів дає змогу аналізувати стан водних об’єктів, оцінювати глибини. Також використовується для вивчення антропогенних об’єктів. Вирубки і розріджена рослинність детектуються погано, важко відокремити один тип рослинності від іншого</p>
<i>Red, Green, Blue</i>		
		
04, 03, 02	05, 04, 03	<p>Стандартна комбінація «штучні кольори». Рослинність відображається у відтінках червоного, міська забудова – зелено-блакитних, а колір ґрунту варіюється від темно- до світло-коричневого. Насичені відтінки червоного є індикаторами здорової і (або) широколистяної рослинності, в той час як більш світлі відтінки характеризують трав’янисту або рідколісся / чагарникову рослинність. Ця комбінація дуже популярна і використовується для вивчення стану рослинного покриву, моніторингу ґрунту, а також для вивчення агрокультур</p>
<i>NIR, Red, Green</i>		
		

07, 04, 02	07, 05, 03	<p>Ця комбінація дає зображення, близьке до природних кольорів, та водночас дає змогу аналізувати стан атмосфери і дим. Здорова рослинність на вигляд яскраво-зелена, трава – зелена, яскраво-рожеві ділянки показують відкритий ґрунт, коричневі й оранжеві тони характерні для розрідженої рослинності. Сухостійна рослинність на вигляд помаранчева, вода – блакитна. Ця комбінація дає чудовий результат у процесі аналізу пустель і пустельних територій. Крім того, може бути використана для вивчення сільськогосподарських земель і водно-болотних угідь. Ця комбінація використовується для вивчення динаміки пожеж і постпожежного аналізу території. Згорілі території будуть яскраво-червоними на вигляд</p>
SWIR-2, NIR, Green		
		
04, 05, 01	05, 06, 02	<p>Здорова рослинність відображається у відтінках червоного, коричневого, оранжевого та зеленого. Ґрунти можуть бути зеленими або коричневими на вигляд, урбанізовані території – білявими, сірими і зелено-блакитними, яскраво-блакитний колір може детектувати недавно вирубані території, а червонуватий – відновлення рослинності або розріджену рослинність. Додавання середнього інфрачервоного каналу дає змогу добитися гарного розрізнення віку рослинності</p>
NIR, SWIR-1, Blue		
		
04, 05, 03	05, 06, 04	<p>Ця комбінація ближнього, середнього ІЧ-каналів і червоного видимого каналу дає змогу чітко розрізнити кордон між водою і сушею. Рослинність відображається в різних відтінках і тонах коричневого, зеленого й оранжевого. Ця комбінація сприяє аналізу вологості під час вивчення ґрунтів і рослинного покриву. Загалом, що вища вологість ґрунтів, то темнішими вони будуть, що обумовлено поглинанням водою випромінювання ІЧ-діапазону</p>
NIR, SWIR-1, Red		
		

07, 05, 03	07, 06, 04	<p>Ця комбінація дає зображення, близьке до природних кольорів, але водночас дає змогу аналізувати стан атмосфери і дим. Рослинність відображається у відтінках темно- і світло-зеленого, урбанізовані території на вигляд білі, зелено-блакитні і малинові, ґрунт, пісок і мінерали можуть бути дуже різних кольорів. Практично повне поглинання в середньому ІЧ-діапазоні водою, снігом і льодом дає змогу дуже чітко виділити берегову лінію і підкреслити водні об'єкти на знімку. Гарячі точки (як, наприклад, кратери вулканів і пожежі) червоні або жовті на вигляд. Одне з можливих застосувань цієї комбінації каналів – моніторинг пожеж</p>
SWIR-2, SWIR-1, Red		
		
05, 04, 03	06, 05, 04	<p>Як і комбінація 4-5-1, ця комбінація дає дуже багато інформації і колірних контрастів. Здорова рослинність на вигляд яскраво-зелена, а ґрунт – рожево-ліловий. На відміну від 7-4-2, що містить 7 канал і дає змогу вивчати геологічні процеси, ця комбінація уможливорює аналіз сільськогосподарських угідь. Ця комбінація дуже зручна для вивчення рослинного покриву і широко використовується для аналізу стану лісових угруповань</p>
SWIR-1, NIR, Red		
		
07, 05, 04	07, 06, 05	<p>Ця комбінація не містить жодного каналу з видимого діапазону і забезпечує оптимальний аналіз стану атмосфери. Берегові лінії чітко помітні. Може бути використана для аналізу текстури і вологості ґрунтів. Рослинність на вигляд блакитна</p>
SWIR-2, SWIR-1, NIR		
		

Супутники Sentinel

Copernicus – це програма Європейського космічного агентства (ESA), яка працює під керівництвом Європейського Союзу. Ця програма надає дані для оперативного моніторингу навколишнього середовища і цивільної безпеки. Усі дані безкоштовні і є у відкритому доступі.

Місії Sentinel: ESA нині розробляє ряд місій програми Sentinel. Кожна місія Sentinel ґрунтується на двох супутниках.

Sentinel-1 забезпечує денні і нічні спостереження за будь-якої погоди за радарними даними. Перший супутник Sentinel-1A був успішно запущений 2014 р., а другий – Sentinel-1B – 25 квітня 2016 р. 23 грудня 2021 р. на Sentinel-1B сталася аномалія, пов'язана із живленням електроніки приладів, і Європейська комісія оголосила, що це кінець місії Sentinel-1B. Sentinel-1C планується запустити в першій половині 2023 р.

Sentinel-2 забезпечує оптичні знімки з високою просторовою розрізненістю для моніторингу суші. Перший супутник Sentinel-2 успішно розпочав свою роботу 23 червня 2015 р.

Sentinel-3 забезпечує моніторинг океану і глобальний моніторинг Землі. Перший супутник Sentinel-3A був запущений 16 лютого 2016 р., а другий Sentinel-3B – 25 квітня 2018 р.

Sentinel-4 буде запущений 2023 р. Він надаватиме дані для моніторингу атмосфери і буде працювати разом із супутником третього покоління Meteosat.

Sentinel-5 Precursor містить набір датчиків Sentinel 5. Він був запущений 13 жовтня 2017 р. Основною його метою є уникнення розриву даних спостережень, особливо атмосферних SCIAMACHY, між припиненням роботи ENVISAT 2012 р. і запуском Sentinel-5 2021 р.

Sentinel-5 буде надавати дані для моніторингу атмосфери. Він буде запущений разом з КА post-EUMETSAT Polar System (EPS) і почне свою роботу найближчим часом.

Sentinel-6 має на меті підтримувати високоточні місії альтиметрії (вимірювання висоти над рівнем моря), виконані супутником Jason-3. Sentinel-6A був запущений 21 листопада 2021 р.

Sentinel-7 – це місія Carbonsat (вимірювання вмісту Карбону).

Sentinel-8 – це термічна інфрачервона місія.

Sentinel-9 – це інфрачервона місія вимірювань льоду і снігу.

Sentinel-10 – це гіперспектральна місія.

Супутник Sentinel-2A має спектральні канали, подібні до Landsat 8 (за винятком теплового каналу термічного інфрачервоного датчика Landsat 8). Серед 11 діапазонів Landsat 8 тільки короткохвильові (1-4 і 8) відповідають видимому спектру, інші чутливі до тих областей спектра, які людське око не розрізняє. Супутник Sentinel-2 веде зйомку у 12 спектральних каналах, канали RGB і NIR мають 10-м просторову розрізненість.






QR-код на відео з використанням стандартних каналів Sentinel-2 в EO Browser


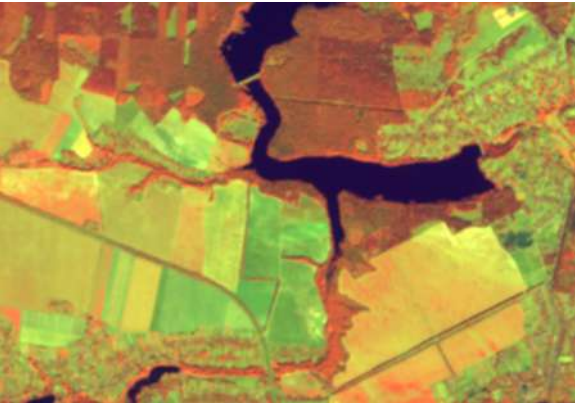

Канали Sentinel-2



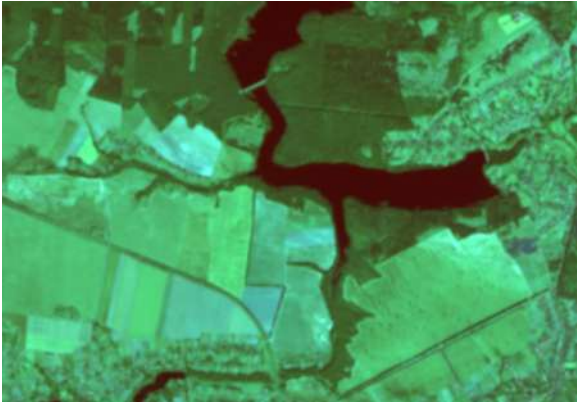
Канали Sentinel-2	Центральна довжина хвилі [мікрометри]	Просторова розрізненість [метри]
Канал 1 – Аерозолі	0.443	60
Канал 2 – Синій	0.490	10
Канал 3 – Зелений	0.560	10
Канал 4 – Червоний	0.665	10
Канал 5 – Червоний	0.705	20
Канал 6 – Червоний	0.740	20
Канал 7 – Червоний	0.783	20
Канал 8 – NIR	0.842	10
Канал 8A – Червоний	0.865	20
Канал 9 – Водяна пара	0.945	60
Канал 10 – SWIR – Пир’їсті хмари	1.375	60
Канал 11 – SWIR	1.610	20
Канал 12 – SWIR	2.190	20

Найпоширеніші комбінації каналів для Sentinel-2a

Комбінація Sentinel-2a	Інформація
Природні кольори 04, 03, 02	Комбінація «природні кольори». Оскільки в цій комбінації використовуються видимі смуги, 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, їх стан можна аналізувати й оцінювати глибину за насиченістю тону. Ця комбінація також застосовується для вивчення антропогенних об’єктів
<i>Red, Green, Blue</i>	
	

<p>Штучні кольори (рослинність) 08, 04, 03</p>	
<p><i>NIR, Red, Green</i></p>	
	<p>Комбінація «штучні кольори». Рослинність відображається у відтінках червоного, міська забудова – блакитна, а ґрунт варіюється від темних до світло-коричневих кольорів. Лід, сніг і хмари – білі або світло-блакитні. Це дуже популярна комбінація каналів, яка корисна для вивчення рослинності, моніторингу ґрунту і різних стадій зростання сільськогосподарських культур. Як правило, глибокі червоні відтінки вказують на широколистяну і/або більш здорову рослинність, у той час як більш світлі червоні позначають луки або ділянки з рідкою рослинністю. Ця комбінація дає результати, аналогічні інфрачервоній аерофотозйомці</p>
<p>Аґро 11, 8А, 02</p>	
<p><i>SWIR1, Red8, Blue</i></p>	
	<p>Ця комбінація 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</p>
<p>Штучні кольори (урбо) 12, 11, 04</p>	
<p><i>SWIR2, SWIR1, Red</i></p>	
	<p>Ця комбінація також забезпечує «природне» зображення. Рослинність відображається у відтінках темно- та світло-зеленого кольору протягом вегетаційного періоду, міська забудова – білим, сірим, блакитним або фіолетовим. Практично повне поглинання каналів середнього ІЧ у воді, льоді і снігу забезпечує чітко окреслені берегові лінії. Сніг і лід на вигляд сині, вода чорна або темно-синя. Гарячі поверхні, як-от лісові пожежі і кратери вулканів, насичують смуги середнього ІЧ і показуються у відтінках червоного або жовтого. Одним з конкретних застосувань цього поєднання є моніторинг лісових пожеж</p>

<p>Земля / Вода 8A, 11, 04</p>	
<p><i>Red8, SWIR1, Red</i></p>	
	<p>Ця комбінація каналів підходить для виділення землі і води. Земля відображається у відтінках оранжевого і зеленого, лід виділяється у вигляді яскравого-пурпурного кольору, а вода – у відтінках синього</p>
<p>Здорова рослинність 8A, 11, 02</p>	
<p><i>Red8, SWIR1, Blue</i></p>	
	<p>Здорова рослинність відображається у відтінках червоного, коричневого, помаранчевого і жовтого кольорів. Ґрунти можуть бути зеленими і коричневими, міська забудова – білою, блакитною і сірою, червонуваті ділянки показують нову рослинність, ймовірно, рідкі луки. Чиста, глибока вода в цій комбінації буде дуже темною. Якщо вода мілка або містить відклади, вона буде мати відтінки світло-блакитного кольору. Це не дуже хороша комбінація для вивчення антропогенних об'єктів, як-от дороги, злітно-посадкові смуги.</p>
<p>Веgetаційний аналіз 11, 8A, 04</p>	
<p><i>SWIR1, Red8, Red</i></p>	
	<p>Ця комбінація надає користувачеві велику кількість інформації і колірних контрастів. Здорова рослинність яскраво-зелена, а ґрунти – лілові. Ця комбінація каналів корисна для вивчення рослинності і широко використовується в лісовому господарстві для виявлення ділянок дерев, які заражені шкідниками</p>

<p>Короткохвильовий інфрачервоний 12, 8А, 04</p>	
<p>SWIR2, Red8, Red</p>	
	<p>Ця комбінація каналів дуже корисна для досліджень рослинності, оскільки тут відбивна здатність у SWIR обумовлена головно вмістом вологи в листі або ґрунті. Отже, здорова рослинність із підвищеним вмістом вологи, а також прибережні райони відображаються яскраво-зеленим кольором, у той час як посушливі райони мають темно-зелений колір. Хвойний ліс – глибокого зеленого, а листяний ліс – яскраво-зеленого кольорів. Ґрунти – коричневі і лілові. Ця комбінація смуг підходить для вивчення стану рослинності, виявлення порушення ґрунтів, типу ґрунту тощо</p>
<p>Усунення впливу атмосфери 12, 8А, 03</p>	
<p>SWIR2, Red8, Green</p>	
	<p>Ця комбінація забезпечує «природну» передачу кольорів. Здорова рослинність буде яскраво-зеленою і може змінювати насичення в різні вегетаційні періоди, луки показуються зеленими, рожеві ділянки – безплідний ґрунт. Суха рослинність буде помаранчевою, а вода – синьою. Ця комбінація каналів забезпечує яскраві зображення для пустельних регіонів. Комбінація корисна для геологічних, сільськогосподарських і водно-болотних досліджень. Вогонь на вигляд червоний на знімках, і ця комбінація використовується для управління пожежами й аналізу згорілих лісових площ. Міська забудова відображається в різних відтінках пурпурного. Луки на вигляд світло-зелені. Світло-зелені плями всередині міста вказують на трав'янистий рослинний покрив – парки, кладовища, поля для гольфу. Оливково-зелені або яскраво-зелені відтінки зазвичай вказують на покриті лісом ділянки з хвойним лісом, а темно-зелені масиви – це листяний ліс</p>
<p>Сніг / Хмари 02, 11, 12</p>	
<p>Blue, SWIR1, SWIR2</p>	
	<p>Ця комбінація хороша для виявлення снігу і льоду, тому що вони дуже відображаються у видимій частині спектра і дуже поглинаються в короткохвильовому інфрачервоному діапазоні. Сніг і лід на вигляд яскраво-червоні. Що більше льоду, то сильніше поглинання в смугах SWIR і більш насичений червоний колір. Товстий лід і сніг показуються яскраво-червоними (або червоно-помаранчевими). Рослинність буде зеленуватою на вигляд у цій комбінації. Голий ґрунт – яскраво-блакитний. Вода буде дуже темною, оскільки вона поглинає червоний і SWIR, але невеликі краплі рідкої води в хмарах розсіюють світло рівною мірою як у видимому, так і на SWIR-діапазонах, і тому будуть здаватися білими</p>

Орієнтовні теми наукових проєктів у секції «ГІС та ДЗЗ»

- Моніторинг повеней на річках внаслідок інтенсивних опадів (на заході України, в Румунії).
- Моніторинг затоплення території під час паводку чи весняного водопілля (річки Дніпро, Десна).
- Динаміка дельтоутворення чи зростання дельт річок (Дунаю, Гангу, Нілу).
- Евтрофування водойм / «цвітіння» води (Дніпровських водосховищ).
- Заболочування / заростання водосховищ, озер (Дніпровських водосховищ).
- Моніторинг льодової обстановки (скресання льоду на великих суднохідних річках, водосховищах).
- Танення льодовиків (Арктики, Антарктики, Гренландії).
- Зростання міст або розбудова / розширення (міста Париж, Київ, Варшава).
- Зміна берегової лінії (Дубай, Одеса).
- Висихання озер, морів / обміління річок (Аральське море).
- Зростання площ земельних угідь, зайнятих під будівництво сонячних електростанцій (найбільша в Україні – в Дніпропетровській обл., площею 400 га).
- Негативні процеси, що впливають на лісові масиви: вплив шкідників і хвороб, осушення або перезволоження лісів, що призводять до їх деградації і загибелі (ураження сосновим кородом хвойних лісів півночі України).
- Динаміка лісових пожеж (Чорнобильська зона в Україні, Австралія, Каліфорнія).
- Виявлення і моніторинг вирубок лісу (будь-яка територія лісового фонду України).
- Насадження лісів / лісовідновлення (Олешківські піски – українська пустеля).
- Порівняння типів сільськогосподарського господарювання в різних країнах (Ірак, Німеччина).
- Меліоративні заходи (зрошування), побудова греблі (Іран).
- Моніторинг процесів деградації земельних ресурсів (ерозія, засолення, заболочування, заростання сільськогосподарських угідь чагарниками).
- Картографування сівозмін, визначення реальної структури посівних площ.
- Виявлення стихійних сміттєзвалищ (у межах одного адміністративного району будь-якої області).
- Збереження природно-заповідного фонду.
- Спалювання сухої трави, плавнів на території об'єктів природно-заповідного фонду (нинішні пожежі навесні в Дунайських плавнях).
- Цунамі (26 грудня 2004 р., спричинене землетрусом в Індійському океані, постраждали жителі Індонезії, Шрі-Ланки, півдня Індії, Таїланду).
- Виверження вулканів (2010 р., вулкан Ейяф'ятлайокутль).
- Зсуви, обвали, осипи, карстові процеси, абразія.
- Сходження лавин (23.02.1999 р. – Galtur, Австрія).
- Паводок (06.05.2018 р. – Анкара, Туреччина).
- Торнадо (20.05.2013 р. – штат Оклахома, США).
- Землетруси (27.02.2010 р. – Чилі, Пд. Америка).
- Великі терористичні акти (11.09.2001 р. – Нью-Йорк).
- Катастрофи й аварії вантажних потягів, суден, авіа- і космічні катастрофи, аварії на нафтопроводах, бурових платформах, викиди на нафтових і газових родовищах (вибухи і по-

жежі на військових складах в Україні 26.09.2017 р. – Калинівка, Калинівський район, Вінницька область).

Теплові аномалії земної поверхні (виверження вулканів).

Формування циклонів, тайфунів, буревіїв.

Пилові бурі, дефляція (в пустелі Сахара, в місті Сідней на сході Австралії).

Забруднення атмосферного повітря (знаходження найбільших забруднювачів повітря і порівняння динаміки за місяцями).

Навчальне видання

Бабійчук Світлана Миколаївна

Юрків Лілія Ярославівна

Томченко Ольга Володимирівна

Кучма Тетяна Леонідівна

Коблюк Наталя Сергіївна

Гордієнко Олександр Вікторович

**Робочий зошит
з основ дистанційного
зондування Землі**

Частина I

Історія та практичне застосування
2-ге видання, доповнене і перероблене

Коректура *І. В. Браташук*
Верстання *О. А. Жупанська*
Дизайн обкладинки *Б. Л. Лісовський*

Формат 60×84 1/8. Папір офс. 80 г/м².
Друк цифровий. Ум. друк. арк. 17,67.
Наклад 300 прим.

Видавництво: Національний центр «Мала академія наук України»,
Кловський узвіз, буд. 8, м. Київ, 01021
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 6999 від 04.12.2019

