

ГО «Український екологічний клуб "Зелена Хвиля"»

# Відкриті ресурси для дослідження змін навколишнього середовища

методичні рекомендації

КИЇВ 2022



Авторський колектив: Юрків Л. Я., спеціалістка ГІС та ДЗЗ міжнародної гуманітарної організації АКТЕД

**Томченко О. В.**, кандидатка технічних наук, наукова співробітниця ДУ «Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі ІГН НАН України», методистка НЦ «Мала академія наук України»

#### Рецензенти:

Шевякіна Н. А., кандидатка технічних наук, старша наукова співробітниця відділу досліджень навколишнього середовища Інституту телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України.

*Єлістратова Л.О.*, кандидатка географічних наук, старша наукова співробітниця, завідувачка відділу енергомасообміну в геосистемах ДУ «Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі ІГН НАН України».

> Дизайн і макетування: Ткаченко Наталія, графічна дизайнерка

Юрків Л.Я.,Томченко О.В. Відкриті ресурси для дослідження змін навколишнього середовища. — К., 2022. — 63 с.

#### ISBN 978-617-7595-97-6

Методичні рекомендації стануть у пригоді вчителям закладів загальної середньої освіти, педагогам закладів позашкільної освіти, вихователям дитячих оздоровчих таборів, студентам, методистам і викладачам ВНЗ, співробітникам установ природно-заповідного фонду та тим свідомим громадянам, хто небайдуже ставиться до проблеми зміни клімату та збереження довкілля.

Методичні рекомендації підготовлено в межах проєкту «Через власний розвиток до позитивних екозмін у суспільстві», який реалізує ГО «Український екологічний клуб "Зелена Хвиля"» за фінансової підтримки Міжнародного фонду «Відродження» та Посольства Швеції в Україні в межах «Ініціативи з розвитку екологічної політики й адвокації в Україні».

Думки, висновки чи рекомендації належать авторкам цього звіту й не обов'язково відображають погляди Уряду Швеції. Відповідальність за зміст звіту несе виключно ГО «Український екологічний клуб "Зелена Хвиля".









РЕЦЕНЗІЯ на методичні рекомендації «Відкриті ресурси для дослідження змін навколишнього середовища» авторок Юрків Л.Я., Томченко О.В.

В екологічної безпеки, моніторингу довкілля задачах та управління природокористуванням важливе місце займають дослідження процесів функціонування територій та дослідження впливу антропогенних чинників на природний стан екосистем. Наземний контроль та контактний моніторинг потребує величезних фінансових, часових та людських затрат, а іноді фізично неможливий. Саме тому у світі зростає актуальність реалізації комплексних та дистанційних підходів до дослідження якості довкілля. В умовах зростаючого антропогенного навантаження та глобальних кліматичних змін є надзвичайно ефективним проведення моніторингу, аналізу та комплексної оцінки антропогенного забруднення шляхом аналізу космічних знімків методами дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) із застосуванням геоінформаційних систем (FIC).

Представлені методичні матеріали присвячено опису програмних продуктів та сайтів із інструментами для візуалізації та завантаження доступних супутникових знімків. Авторами представлено відповідні посилання на приклади та джерела космічних знімків. Це такі інструменти, як Landsat Explorer, Google Earth Pro, Global Forest Watch, FIRMS, EO Browser, Terrascope, Caйт Maшина часу і простору та інші інструменти. Аналіз космічних знімків проведено на прикладі вивчення заростання верхів'я водосховищ каскаду Дніпра, дослідження Чорнобильського лісу, моніторингу пожеж в Луганській області, забруднення повітря промисловими об'єктами в Україні, дослідження історичних та сучасних змін озера Вирлиця в місті Києві.

Методичні матеріали являють собою змістовний та комплексний курс тренінгових занять та містять завдання, покрокове виконання яких передбачено для ретельного вивчення та ефективного засвоєння зазначених ресурсів та інструментів. Даний тренінговий курс доцільно використовувати як при індивідуальній роботі так і для групових занять з вивчення ГІС та Д33 інструментів аналізу космічних знімків з метою оцінки поточного стану довкілля, взаємозв'язків та змін, що відбуваються у навколишньому середовищі.

#### Рецензент:

старша наукова співробітниця відділу досліджень навколишнього середовища Інституту телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, кандидатка технічних наук за спеціальністю екологічна безпека

#### Шевякіна Н. А.



РЕЦЕНЗІЯ на методичні рекомендації «Відкриті ресурси для дослідження змін навколишнього середовища» авторок Юрків Л.Я., Томченко О.В.

Методичні рекомендації присвячені використанню безкоштовних відкритих інтернет-ресурсів для оперативного виявлення змін навколишнього середовища.

3 кожним роком збільшується кількість природо-ресурсних, сільськогосподарських, екологічних, наукових та інших задач вирішення яких здійснюється за допомогою засобів та технологій дистанційного зондування Землі (ДЗЗ).

У методичних рекомендаціях наведені приклади покрокового використання програм для дослідження таких актуальних для території України завдань, а саме: моніторинг водних ресурсів (заростання водойм та оцінка втрат відкритої водної поверхні внаслідок заболочення, оцінка якості водних ресурсів); визначення стану лісових насаджень на прикладі Чорнобильських лісів (лісові пожежі, вирубки, шкідники (короїди)); проблема виявлення місць осередків займання на території України; забруднення повітря промисловими об'єктами (визначення концентрації газів СО2, NO2 та кліматичних показників); дослідження історичних та сучасних змін природних об'єктів.

В методичних рекомендаціях чітко і послідовно вказано робота з багатьма сучасними інтернет програмами: Landsat Explorer, Google Earth Pro, Bcecвітня лісова варта (Global Forest Watch, GFW), Система FIRMS, EO Browser, Terrascope, Сайт Машина часу і простору, що дозволить користувачам швидко оволодіти запропонованими методиками.

Методичні рекомендації будуть корисні для загального знайомства з даними ДЗЗ та інструментарієм для вирішення природоохоронних завдань.

#### Рецензент:

старша наукова співробітниця, завідувачка відділу енергомасообміну в геосистемах ДУ «Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі ІГН НАН України» кандидатка географічних наук за спеціальністю конструктивна географія і раціональне використання природних ресурсів

Єлістратова Л.О.



# 3MICT

>>>> Програми та сайти для виконання досліджень	<u>6</u>
>>> 1. Вивчення заростання верхів'я водосховищ у каскаді Дніпра	a <u>12</u>
>>>> 2. Дослідження зміни в природі Чорнобильських лісів	<u>24</u>
3. Моніторинг пожеж у Луганській області	<u>38</u>
>>>> 4. Забруднення повітря промисловими об'єктами в Україні	<u>49</u>
5. Дослідження історичних та сучасних змін озера Вирлиця в місті Києві	57

5

## ПРОГРАМИ ТА САЙТИ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ





Вебзастосунок від «Esri», створений для візуалізації нашої планети на основі супутникових знімків «Landsat» та розуміння, як Земля змінилася за останні 40 років. Дистанційні супутникові дані дають змогу дослідити будь-який куточок нашої планети, не виходячи з дому.

Український екологічний клуб Зелена Хвиля

ecoclubua.com

Використовуйте цю програму, щоб вивчати рослинність, сільське господарство, міста, геологію планети, обираючи для кожної тематики свою комбінацію каналів знімків «Landsat». Цей застосунок візуалізує дані за допомогою спеціальних індексів і комбінацій спектральних діапазонів, відфільтровує та пропонує конкретні дати для аналізу та порівняння, виконує інтерактивне порівняння двох зображень, створює власні маски та виявляє зміни.



<u>Можливості: «Landsat Explorer web app introduction»<sup>1</sup></u>

<sup>1</sup>Landsat Explorer web app introduction : відео / Don Boyes. URL: http://surl.li/cgpyx





Безкоштовна, вільно завантажувана програма компанії «Google», що глобус Землі, відображає віртуальний вкритий супутниковими знімками різної просторової розрізненості: від 30 м для всієї планети (із супутника «Landsat 8») 15 до СМ для деяких міст (аерофотознімання).



Наразі доступно дві спрощені версії застосунку «Google Earth»: для роботи в інтернеті через вебпереглядач та для подорожі планетою через екран мобільних пристроїв. Найбільш корисною для користувачів, яким потрібні додаткові функції, є розширена версія «Google Earth Pro» для комп'ютера, що дає змогу імпортувати й експортувати дані ГІС та подорожувати в минуле завдяки історичним зображенням.

<u>Можливості:</u> <u>«Learn Google Earth:</u> <u>Historical Imagery»</u>2



<sup>2</sup> Learn Google Earth: Historical Imagery : відео / Google Earth. URL: http://surl.li/cgpzo

7



Український екологічний клуб Зелена Хвиля ecoclubua.com

#### <u>«BCECBITHЯ ЛІСОВА ВАРТА»</u> («GLOBAL FOREST WATCH», GFW)»

Онлайн-система для моніторингу лісів, яка надає доступ до інформації в реальному часі про те, де і як змінюються ліси в усьому світі. Цей проєкт у 2014 році запустила компанія «Google» спільно з Інститутом світових ресурсів на основі космічних знімків «Landsat» із просторовою розрізненістю 30x30 м на піксель. Інтерактивна мапа цього порталу показує лісовий покрив, його зміни в часі, землекористування та заповідні ліси в усьому світі, але не надає інформації про причини втрати лісу.



<u>Можливості: «GFW Tutorial |</u> <u>Open Data Portal Overview»</u><sup>3</sup>

<sup>3</sup> GFW Tutorial | Open Data Portal Overview : відео / Global Forest Watch. URL: http://surl.li/cgqai



#### <u>«FIRMS» (FIRE INFORMATION FOR</u> RESOURCE MANAGEMENT SYSTEM)



Ця система розроблена в Університеті штату Меріленд та підтримується Національним управлінням з аеронавтики й дослідження космічного простору США (NASA). Надає дані про пожежі, виявлені за допомогою сенсорів супутників MODIS і VIIRS, за поточний день або за останні 24 год за вибором користувача для будь-якої частини світу. Дані можна отримати в різних форматах, у тому числі в найпростішому для більшості користувачів форматі kml. Оперативні дані, представлені на сайті, доступні для завантаження в різних форматах, також їх можна отримати в повідомленні на електронну пошту. За спеціальним запитом надаються дані за ширший період (з 2000 року по теперішній час)



<u>Можливості: «Discover</u> <u>NASA's Fire Information for</u> <u>Resource Management</u> <u>System (FIRMS)»</u><sup>4</sup>

<sup>4</sup> Discover NASA's Fire Information for Resource Management System (FIRMS) : відео / NASA Earthdata. URL: http://surl.li/cgsvb.





# 🌀 EO Browser

Безкоштовний хмарний інструмент для візуалізації та завантаження доступних супутникових знімків середньої і низької просторової розрізненості із супутників «Sentinel», «Landsat», «Envisat Meris», MODIS, «Proba-V», GIBS.

У ньому можна порівнювати супутникові дані, створити свою бібліотеку, налаштовувати автоматичні параметри візуалізації знімків, вимірювати площі, отримувати статистичні дані у вигляді графіків, а також користуватися додатковими скриптами. Зареєстровані користувачі мають можливість експортувати результати обробки даних у файли з географічною прив'язкою.

<u>Можливості: «Можливості застосування платформи EO browser для онлайн– вибору та анадізу космознімків»</u>

< 100 EO Browser	linut	Q Go to Place
Theme CLICK HERE	Ide Idea	Bany Brigared
Data sources ■ Sertinel-1 © ⊠ Sertinel-2 © Advanced search:	Uterine	Enturo Dorote
Sentinel:3 Free sign up for all features Free sign up for all features Neweod by Serrout 104 with contribution by EA	hij-Separa Daji Cidanita Daj-Separa	Reportedada Bastapat Ratarows-D
CLIMATE CHANGE CUSTOM SCRIPT CONTEST CONTRIBUTE YOUR IDEAS UNTILJUNE SO	Romania	+ Republic - 10 m

## «TERRASCOPE»

Переглядач, де зібрані дані з оброблених супутникових знімків. Вони безкоштовні. Можна шукати, порівнювати та експортувати супутникові зображення, а також робити анімації з даних.



<u> Можливості: «Terrascope</u> <u>Terraviewer — compare</u> <u>feature»</u>

<sup>5</sup> Томченко О. Можливості застосування платформи EO Browser для онлайн-вибору та аналізу космознімків : відео / SCGIS Ukraine. URL: http://surl.li/cgtdv <sup>6</sup> Terrascope Terraviewer – compare feature : відео / Terrascope. URL: http://surl.li/cgtec



Сайт, розроблений Київським політехнічним інститутом. На ньому зібрано та географічно прив'язано колекцію історичних планів та архівних топографічних мап, аерофото та супутникових даних. Найбільше даних – для Києва та околиць, але також є дані для Львова та Запоріжжя, Чорнобильської зони тощо. Для пошуку матеріалів найкраще користуватися пошуком за покриттям.

<u>Можливості:</u> <u>офіційна FB-сторінка</u> <u>проєкту<sup>7</sup></u>



<sup>7</sup> Машина часу і простору : фейсбук-сторінка. URL: https://www.facebook.com/locus.apparatus



# ВИВЧЕННЯ ЗАРОСТАННЯ ВЕРХІВ'Я ВОДОСХОВИЩ У КАСКАДІ ДНІПРА



Програми та сайти, необхідні для виконання завдань:

- вебзастосунок «Landsat Explorer» від «Esri», де можна переглянути супутникові знімки за 40 років;
- геопортал «Deltares Aqua Monitoring».



Визначимося з базовим терміном «заростання водойм»:



Заростання водойм – природний процес збільшення кількості вищих водних рослин у водоймі, які ростуть на мілководді з глибиною до 2,5 м (тобто виключно вздовж берегів, відмілин чи на піщаних косах). Процес інтенсивного заростання водойм завершується, як правило, їх заболочуванням.



Побачити візуально та визначити площу, яка заросла у верхів'ях трьох водосховищ Дніпровського каскаду (Київського, Канівського й Каховського) за 40 років, за космознімками в застосунку «Landsat Explorer».



Український екологічний клуб Зелена Хвиля

ecoclubua.com

Для виконання цього завдання скористайтеся ресурсом <u>«ArcGIS Living</u> Atlas of the <u>World</u>» («Живий атлас світу ArcGIS»). Цe колекція географічної інформації з усього світу, яка містить



мапи, програми, додатки та шари даних. Вебзастосунок «Landsat Explorer» від «Esri» створений саме для того, щоб можна було візуалізувати Землю на основі супутникових знімків «Landsat» та зрозуміти, як вона змінилася за останні 40 років.

Спочатку перейдіть на сайт <u>«Landsat Explorer»</u><sup>8</sup>.

Для пошуку Київського водосховища в рядку пошуку *Find a place* наберіть Страхолісся (рис. 1). В результаті ви наблизитесь до верхів'їв Київського водосховища та побачите на екрані його вигляд на найактуальнішому супутниковому знімку «Landsat» (дата буде вказана на чорному фоні у верхній частині екрану). Нагадуємо, що представлені знімки «Landsat» мають просторову розрізненість 30 м на піксель.



Рис. 1. Пошук Київського водосховища у вебзастосунку «Landsat Explorer»

<sup>8</sup> Landsat Explorer. URL: https://livingatlas2.arcgis.com/landsatexplorer/

Тепер прокрутіть колесо миші й трохи віддаліться від села Страхолісся, щоб побачити на екрані верхів'я Київського водосховища, де в нього впадають річки Дніпро та Прип'ять.

Мілководні ділянки водойм та водотоків, таких як верхів'я водосховищ Дніпровського каскаду, є складовою специфічних ландшафтних комплексів, які слугують оселищами для низки видів водних та прибережно-водних рослин. Саме вони першими реагують на будь-які зміни в гідроекосистемі, зокрема, антропогенне забруднення і є потужним біологічним фільтром. Вивчення зміни мілководних біотопів дає змогу не тільки оцінювати екологічну ситуацію, а й прогнозувати її розвиток.

Подивіться на територію верхів'я Київського водосховища в застосунку «Landsat Explorer» у різних способах візуалізації, тобто при різній комбінації каналів.

На панелі скористайтеся інструментом **Renderer**, який дасть змогу обрати слушний спосіб візуалізації даних. Натисніть **?**, щоб дізнатися більше про конкретний тип візуалізації. Оберіть між **Agriculture** (рис. 2) або **Bathymetric** (рис. 3) ту комбінацію, яка вам більше сподобається.



Рис. 2. Комбінація каналів Agriculture, або сільськогосподарська (канали 6,5,2). В ній хвойні ліси мають темно-насичений зелений колір, листяні – яскраво-зелений, рідкі зарослі та ділянки із сухою трав'янистою рослинністю – коричневий.

Український екологічний клуб Зелена Хвиля

ecoclubua.com

Рис. 3. Комбінація каналів Bathymetric, або батиметрична (канали 4,3,1), максимізує проникнення світла в чисту воду й наближає візуалізацію земної поверхні до природного вигляду.



•

м

Δ

A

Ŷ

Ŧ



Тепер перейдіть до вибору двох дат знімання, за які будете порівнювати заростання водосховища впродовж 40 років.

Мілководдя, вкрите вищою водною рослинність, дуже динамічно змінюється протягом 1 року в різні сезони. Так, на початку травня на поверхні води ще не видно водної рослинності, яка досягає максимуму вегетаційної маси в липні-серпні, а з початком осені вона починає поступово відмирати та занурюватися під воду, аж поки водна поверхня знову не виглядає чистою (рис. 4).



11 травня 2021 року



27 липня 2021 року



13 вересня 2021 року



31 жовтня 2021 року

Рис. 4. Динаміка заростання окремого мілководдя в Київському водосховищі протягом 2021 року в комбінації каналів (6,5,2)



Отже, якщо ви хочете порівняти заростання водойм у різні роки, обов'язково обирайте обидві дати / знімки за літній період (липень – серпень), коли вегетаційна маса водної рослинності найбільша.

Для вибору двох дат для візуалізації та порівняння перейдіть у панель **Time Selector (Селектор часу)**. Далі натисніть на **Show dates in drop down list**, щоб побачити доступні дати знімання супутником «Landsat» у вигляді випадного списку. За замовчуванням стоїть хмарність 10%. Якщо доступних знімків буде дуже мало, спробуйте збільшити діапазон хмарності *Cloud Filter*. Також для зручності можете застосувати сезонний фільтр *Season Filter* – літо (summer).



У вікні *Time Selector* оберіть основну (*Primary Date*) та другорядну (*Secondary Date*) дати дослідження (рис. 5).

Рис. 5. Вибір відображення доступних дат знімання у вигляді списку у вікні *Time Selector* 

Для початку оберіть найбільш відповідну (найстарішу з доступних) літню дату порівняння, за яку є космічне зображення. Це буде другорядна дата (Secondary Date). Для Київського водосховища це 11 липня 1989 року (рис. 6).



Рис. 6. Вибір найстарішої з доступних дати дослідження Київського водосховища (другорядної дати)

Далі натисніть **Set Current as Secondary Layer**, щоб встановити обрану дату як вторинний шар (рис. 7).

Український екологічний клуб Зелена Хвиля

ecoclubua.com



Тепер перейдіть до вибору сучасної дати порівняння *Primary Date (Основна дата)*. Щоб порівняння були найбільш коректними, виконуйте їх в один і той самий місяць – липень. З доступних дат за минулорічне літо є 27 липня 2021 року, отож, оберіть цю дату з випадного списку (рис. 8).

+ -	Q Страхолісся, Іванківсы Хараланська страхолісся, Іванківсы Хараланська странального странал
<b>f</b>	Comparison Date: 11 липня 1989 р. 🛛 👢
4	Image Date: 27 липня 2021 р. 💌 🚺
0	Cloud Filter: 10% Cloud  Season Filter: Summer  Fick a point on the map to get the temporal profile for that point.

Рис. 8. Вибір найсучаснішої літньої дати дослідження Київського водосховища

Нарешті можете перейти до безпосереднього інтерактивного порівняння. Для цього згорніть вікно *Time Selector (Селектор часу)*, натиснувши на *Міпітіге*, та оберіть на панелі закладку *Swipe* (Проведіть пальцем, чи Погортайте). Тепер ви бачите на екрані два космічні зображення, накладені одне на одне, які можна порівнювати, рухаючи вертикальний повзунок (рис. 9). Порівняйте візуально, наскільки змінилося верхів'я Київського водосховища.





Рис. 9. Вигляд Київського водосховища на двох знімках у режимі порівняння *Swipe*: зліва — 11 липня 1989 року, справа — 27 липня 2021 року

Далі ви можете автоматично розрахувати площу приросту вегетаційної маси за 32 роки. В цьому випадку це буде заростання мілководдя вищою водною рослинністю. Для цього оберіть на панелі закладку **Сhange Detection (Виявлення змін)** та обчисліть зміну між двома обраними вище датами. Виконуйте порівняння за вегетаційним індексом **Veg. Index**<sup>9</sup>, який найкраще підходить для виділення рослинності, та оберіть модель порівняння **Difference mask** (Маска різниці) (рис. 10).



Рис. 10. Розрахування різниці вегетаційної маси зарослого мілководдя між двома знімками у вікні *Change Detection* 

<sup>9</sup> Вегетаційний індекс NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) реагує на наявність хлорофілу в біомасі, його значення змінюються від –1 до 1. Чим ближче до +1, тим більша вегетаційна маса. Див.: Дубинин М. NDVI – теория и практика. GIS-Lab. 27.12.2002. URL: https://gis-lab.info/qa/ndvi.html. У відкритому вікні *Change Detection (Виявлення змін)* (рис. 11) зменште повзунок негативних змін Negative і наблизьте до –1, щоб не відволікатися на значення на полях (рожева маска). Повзунок позитивних змін *Positive*, або приросту, підкорегуйте по знімку за 2021 рік так, щоб створена зелена маска вегетаційного індексу повністю повторювала контури мілководдя з рослинністю, яке можна чітко ідентифікувати за яскраво-зеленим кольором на синьому фоні води, тобто звузьте діапазон значень від +0,8 до +1.

Український екологічний клуб Зелена Хвиля

ecoclubua.com

Щоб порівняти отриману маску різниці вегетації зі знімком 2021 року, скористайтеся налаштуванням прозорості *Transparency*.



Рис. 11. Коригування порогових значень маски вегетації для порівняння обсягів заростання мілководдя

Після корегування всіх порогових значень ви отримаєте на екрані значення площі новоутвореного зарослого мілководдя – Area Decrease / Increase: (Зменшення / Збільшення площі): 0,000 км<sup>2</sup>/ 27,768 км<sup>2</sup>в межах всієї території, відображеної на екрані. Якщо вам потрібна площа на окрему ділянку або на все верхів'я водосховища, скористайтесь інструментом Define Areas of Interest (Визначте сфери інтересів) та обведіть контури території, яка вас цікавить.

Якщо вам потрібно зберегти отриману маску чи вихідні космознімки як ілюстрації, скористайтеся закладкою **Export Save the top layer** as a local tif image (Експорт Збережіть верхній шар як локальне зображення tif) (рис. 12).



Український екологічний клуб Зелена Хвиля

ecoclubua.com

Рис. 12. Збереження отриманого космічного зображення у форматі tif

Верхів'я водосховища заростають найбільше та змінюються найдинамічніше. Верхнє водосховище в каскаді Дніпра заростає більше, ніж нижнє, тому що над ним розташовані незарегульовані річки Прип'ять та Дніпро, також своєю чергою водообмін у каскаді Дніпра зменшується зверху донизу.

Отже, тепер порівняйте обсяги заростання Верхнього Київського водосховища із Середнім Канівським та Нижнім Каховським.

Для цього виконайте всі описані вище кроки, але оберіть такі дати:

- для Канівського водосховища 25 липня 2000 та 27 липня 2021 року (рис. 13);
- для Каховського водосховища 16 серпня 1992 та 23 серпня 2021 року (рис. 14).

20





Рис. 13. Виявлені зміни за 21 рік в заростанні Канівського водосховища навпроти міста Українка



Рис. 14. Виявлені зміни за 29 років в заростанні верхів'я Каховського водосховища навпроти міста Запоріжжя

Якщо ви хочете поділитися своїми відкриттями, збережіть свої результати в «ArcGIS Online» або як локальний файл, але для цього необхідно зареєструватися в «Esri».





#### Подивитися на pecypci «Deltares Aqua Monitoring», скільки загалом втрачено водної поверхні у басейні Дніпра.

Геопортал «Deltares Aqua Monitoring»<sup>10</sup> розробив у 2016 році Геннадій Дончиць (Gennadii Donchyts). Він дає змогу візуалізувати зміну площі водних об'єктів за обраний проміжок часу. Зона, де поверхневі води перетворилися на сушу чи інший тип наземного покриву, відображається на мапі геопорталу яскраво-зеленим кольором, територія, де відбулося збільшення площі водної поверхні, – світлосинім (рис. 15).



За допомогою цього інструмента можна порівняти середньорічні площі водної поверхні на всій земній кулі за вибрані роки з 1985 до 2016-го.

Рис. 15. Інтерфейс геопорталу «Deltares Aqua Monitor» для моніторингу зміни водних об'єктів



Подивитися на інтерактивній мапі «Моніторинг та екологічна оцінка водних ресурсів України», які показники якості води від наземних спостережень перебувають у динаміці та з якого року.

Кожен може ознайомитись з інформацією про екологічний стан річок України, скориставшись інтерактивною мапою «Моніторинг та екологічна оцінка водних ресурсів України» (рис. 16) на офіційному вебсайті Держводагентства України<sup>11</sup>.

<sup>&</sup>lt;sup>10</sup>Deltares Aqua Monitoring. URL: https://aqua-monitor.appspot.com/.

<sup>&</sup>lt;sup>11</sup> Моніторинг та екологічна оцінка водних ресурсів України / Державне агентство водних ресурсів України. URL: http://monitoring.davr.gov.ua/EcoWaterMon/GDKMap/Index.





Рис. 16. Розташування пунктів моніторингу водних ресурсів на інтерактивній мапі Держводагентства України

Інтерактивна мапа показує результати моніторингу якості поверхневих водних об'єктів, що дає можливість оцінити їхній стан та порівняти його із встановленими нормами (рис. 17). Це мапа України з нанесеними на ній мітками різних кольорів. Кожен колір відображає реальний екологічний стан водойм.

		ΗΔ ΟΠΗΚΑ ΒΟΛΗΜΧ ΡΕΟ		сраїни		Система перебуває в	дослідній експлуатації
Дес							
						and the	Bxla 🧕
		PAROH COUM.CTO			Кам'яне Купріяна		
purposes only For de	Hosokanuouwe Hosokanuouwe Banopikwa welopmant purposes only For develo	Повна назва ПС: р. Дніпро, 290 км, с. Прил Район річкового басейну: Дніпро Назва головної лабораторії, що виконус Призвоїв Остания дата спостереження: 06.09.2018 Дані монсторину	морське, ГНС П <b>IЛВ:</b> Лаборатор 8	рвомайсько ія моніторин	і 30 гу вод БУВР річок	X Kasselexa For development purposes on	Jive ly For developm Reve How
Tonuna Katoschyne	Урожайне долинське	Показник	Фактичне значення	ГДК (ОБУВ)	Перевищення нормативу, раз	eniska Hosoisanisk	а Новотроїцьке
		Азот загальний, мг/дм <sup>3</sup>				and the second se	7 5-
Вис		Біохімічне споживання кисню за 5 діб, мг0/дм <sup>3</sup>	4,7	3	1,57	— щасливе	Cnasive
• 🍊 👘		Завислі (суспендовані) речовини, мг/ дм <sup>3</sup>	5,9	15	Немає		2
		Кисень розчинений, мг02/дм <sup>3</sup>	6,7	4	Hewad		Жовта Круча
Новий Мир		Сульфат-іони, мг/дм <sup>3</sup>	66,7	100	Немає	Блахи	ne -
		Хлорид-іони, мг/дм <sup>3</sup>	47	300	Hewae	Комишуваха Одарівка	
tourooses only For de		Амоній-іони, мг/дм <sup>3</sup>	1,19	0,5	2,38	For development purposes on	For developm
Долинське		Нітрат-іони, мг/дм <sup>3</sup>	0,523	40	Немас	Зарічне Пюбимака	,
Глухе		Нітрит-іони, мг/дм <sup>3</sup>	0,03	0,08	Немає		
		Фосфат-іони (поліфосфати), мг/дм <sup>3</sup>	0,325				Таврійське
15 -		1. 1 <sup>9</sup>	Приморси		Магдалинівка	Banacie KOpici	- ×
Google						Комбінації клавіш Дані карт 62022.	Google Умови використания

Рис. 17. Перегляд атрибутивних результатів моніторингу водного об'єкта на інтерактивній мапі «Моніторинг та екологічна оцінка водних ресурсів України»

Ця онлайн-система надає інформацію щодо:

- водного об'єкта, на якому проводиться моніторинг вод;
- показників, за якими проводяться дослідження;
- періодичності здійснення вимірювань;
- лабораторій, які здійснюють відбір проб та проводять вимірювання.

## 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ В ПРИРОДІ ЧОРНОБИЛЬСЬКИХ ЛІСІВ



Програми та сайти, необхідні для виконання завдань:



V

Український екологічний клуб Зелена Хвиля

ecoclubua.com

- «Google Earth Pro»;
- «Global Forest Watch».

Більшість «втрат лісів» по Україні, які показує «Global Forest Watch», – це суцільні рубки, однак починаючи з 2017 року поліські ліси в Україні потерпають від навали ентомофагів – шкідників лісового покриву. В останнє десятиліття зростає кількість стихійних пожеж. Тому в цій практичній ви навчитесь розрізняти, як виглядає ліс, вражений шкідниками, вирубаний та постраждалий від пожежі. Також ви навчитесь отримувати мапи втрати лісу та статистику зміни його площі на будь-якій ділянці.



Знайти в «Google Earth Pro» ділянки вирубаного лісу та ураженого верхівковим короїдом у межах Чорнобильського радіаційноекологічного біосферного заповідника<sup>12</sup> та навчитися їх розрізняти.

Для початку встановіть на комп'ютер програму «Google Earth Pro». Для цього зайдіть на офіційний сайт «Google Earth»<sup>13</sup> і на головній сторінці натисніть на закладку *Earth Versions (Версії додатка Планета Земля)* для вибору необхідного типу інсталяції цієї програми, а саме – *Google Earth Pro on desktop (Google Планета Земля для комп'ютера)*. Після успішної інсталяції запустіть програму «Google Earth Pro» з робочого столу комп'ютера. Далі в рядку пошуку вкажіть назву *Чорнобиль*. Також увімкніть історичний вигляд території. Для цього скористайтеся інструментом *Show historical imagery (Показати зображення в часі)*. Цей інструмент дає змогу простежити динаміку зміни вигляду місцевості на космічних знімках у різні дати, а також відображає найактуальнішу дату знімання.

Тепер знайдіть ділянки лісу між містом Чорнобилем і селом Купованим та наблизьтесь до них (рис. 18).



Рис. 18. Ділянки лісу між містом Чорнобилем та селом Купованим

Український екологічний клуб Зелена Хвиля

ecoclubua.com



Далі ви маєте навчитися впізнавати / відрізняти вирубку від всихання лісу (рис. 19).

Рис. 19. Вигляд на мапі ділянок вирубки та всихання лісу

<sup>12</sup> Чорнобильський радіаційно-екологічний біосферний заповідник : мапа. Вікіпедія. URL: http://surl.li/chyoo

<sup>13</sup> Google Earth. URL: https://www.google.com.ua/earth/.

Український екологічний клуб Зелена Хвиля ecoclubua.com

Як виглядають вирубка й всихання лісу? Перша найхарактерніша ознака — це колір.

На темному фоні стиглого зеленого лісу в «Google Earth» вирубки завжди контрастують як світлі плями відкритого / оголеного ґрунту, причому за насиченістю його тону можна впізнати, як давно було проведено рубку (свіжа вирубка матиме світліший колір, а тогорічна – із вкрапленнями зелених відтінків, адже ділянка із часом заростає новим шаром трав'янистої рослинності чи насадженої лісової порослі). Всохлий, вражений короїдом ліс має рудий / коричневий колір (рис. 20).



Рис. 20. Вигляд на знімках всихання лісу, враженого короїдом: а — фрагментарне всихання груп дерев; б — суцільне всихання великих масивів

Наступна ознака – це форма. Вирубка має здебільшого прямокутну геометричну форму. У більшості штучних об'єктів, створених людьми, таких як поля, лісосмуги, забудова тощо, прямолінійна форма, а природні об'єкти, на відміну від них, мають плавні, звивисті й неоднорідні форми (річки, болота, заплави та ін.). Так і всихання лісів від короїда вирізняється фрагментарною та неоднорідною формою у вигляді окремих плямистих ділянок.

Розмір вирубок напряму залежить від методики рубки. Так, на знімках легко можна ідентифікувати такі різновиди рубок (рис. 21): вибіркову (вирубуються окремі дерева), смугово-поступову (вирубування деревостану за кілька прийомів окремими рядами), суцільну (вся деревина вирубується в один прийом із залишенням повністю оголеної території).



Розмір плям всихання лісу залежить від стадії його враження, адже спочатку короїди вражають окремі дерева й поширюються в різні боки, збільшуючи таким чином діаметр плям всихання. Чим давніше враження лісу, тим суцільнішими та більшими будуть ділянки всихання.







а

б

в





Знайти в «Global Forest Watch» у межах Чорнобильського радіаційно-екологічного біосферного заповідника ділянку вирубаного лісу та ураженого верхівковим короїдом із попереднього завдання.

Для початку відкрийте сайт «Global Forest Watch»





Інтерактивна мапа цього порталу показує лісовий покрив, його зміни в часі, землекористування та охорону лісів у всьому світі, але не розкриває причини втрати лісу.

На мапі за замовчуванням відображено три тематичні шари деревного покриву:

1) *Tree cover loss* (рожевого кольору) — щорічні втрати лісового покриву, що визначаються як зміна рівня рослинного покриву понад 5 метрів;

2) *Tree cover gain* (синього кольору) – приріст лісового покриву (лісовідновлення чи заростання чагарником);

3) Tree cover (зеленого кольору) – незмінний лісовий покрив.

Для ідентифікації досліджуваної в попередньому завданні ділянки лісу знайдіть її в «Global Forest Watch» візуально або за пошуком місця розташування. Для цього в закладці *Search (Пошук)* в категорії за розташуванням *Location* у пошуковому рядку введіть назву *Ivankiv* та оберіть з випадного списку *Ivankivs'kyi, Kiev, Ukraine*, таким чином ви наблизитесь до Іванківського району Київської області.



Далі знайдіть ту саму ділянку лісу, орієнтуючись на мапі на назву населеного пункту *Chornobyl* (рис. 22). Для зручності зробіть шар *Tree cover* прозорим.

Український екологічний клуб Зелена Хвиля

ecoclubua.com

Рис. 22. Пошук ділянки лісу в «Global Forest Watch»

Для цього в закладці *Legend (Легенда)* інструментом *Opacity* (Прозорість) зменште значення для вказаного шару до 0. Також як основу для кращого орієнтування замість білого фону оберіть GOOGLE SATELLITE IMAGERY (Супутникові зображення Google) (рис. 23).



Рис. 23. Налаштування візуального вигляду основного фону та тематичних шарів на мапі



Український екологічний клуб Зелена Хвиля

ecoclubua.com



Рис. 24. Вигляд території лісового масиву до 2017 року



Рис. 25. Сучасний вигляд лісового масиву станом на 2021 рік

Зверніть увагу, що в «Google Earth Pro» в режимі **Show historical** *imagery (Показати зображення в часі)* ви бачите новіший знімок зі свіжою вирубкою, ніж на підложці з **Google satellite imagery** в «Global Forest Watch».



Щоб правильно визначити походження втрати лісу із шару *Tree cover loss*, варто орієнтуватися на форму й колір саме за космознімком, адже в «Global Forest Watch» результат втраченого лісу, відображений рожевим кольором, генералізований до округлих об'єктів, тому по ньому важче визначитись із походженням втрати лісу (рис. 26).



а

б

Рис. 26. Вигляд вирубки (а) та всихання лісу від короїда (б) на супутникових знімках y «Google Earth» (вгорі) та «Global Forest Watch» (внизу)

Стан лісовідновлення можна побачити на шарі Tree cover gain (відображається синім кольором). Подивіться на велику круглу ділянку Чорнобильського лісу, яка поступово відновлюється після великої пожежі у 1992 році загальною площею приблизно 4533,2 га, коли згоріло 2898,1 га хвойного лісу (рис. 27).





Рис. 27. Відновлення ділянки Чорнобильського лісу після пожежі у 1992 році (синій колір)



В закладці Analysis (Аналіз) є два способи вибору території дослідження. Перший Click a layer on the map (Клацніть шар на мапі) дає змогу обрати адміністративні межі районного масштабу, в нашому випадку — Іванківського району (рис. 28).



Рис. 28. Отримання статистики стану лісового масиву за адміністративними кордонами



Другий варіант аналізу *Draw or upload shape (Намалюйте або завантажте фігуру)* — це створення довільної фігури на будь-якій території для отримання статистики її площі.

Перевагою першого методу аналізу за адміністративними кордонами є можливість отримання статистичних результатів у двох варіантах (рис. 29): збереження як таблиці у форматі xlxs (рис. 30) або відображення на проілюстрованій текстом та графіками окремій вкладці **Dashboard (Панель приладів)** (рис. 31).



#### Рис. 29. Збереження

статистичних результатів у межах адміністративного району у форматі xlxs









Рис. 31. Окрема вкладка Dashboard (Панель приладів) зі статистикою втрати та приросту лісу в Іванківському районі за роками



Для того щоб окреслити невелику довільну територію за допомогою інструмента *Draw or upload shape (Намалюйте або завантажте фігуру)*, спочатку натисніть *Start drawing (Почати малювати)* (рис. 32).

Потім намалюйте на мапі полігональну територію, яка вас цікавить, ставлячи крапку за Для завершення ïï крапкою. редагування двічі клацніть лівою кнопкою миші (рис. 33).



Рис. 32. Вибір інструмента Draw or upload shape



Після цього автоматично відкриється статистика площі втрати та приросту лісу в окресленому контурі території дослідження за роками в закладці **Analysis** (**Аналіз**) (рис. 34).

Рис. 33. Вимальовування на мапі довільного контура території для отримання статистики втрати лісу

Проаналізувавши отриманий графік, ви можете побачити, в якому році була найбільша втрата лісу.



Рис. 34. Статистика площі втрати та приросту лісу в окресленому контурі території дослідження за роками



Завдання 3.

Знайти ділянку межі Чорнобильського радіаційно-екологічного біосферного заповідника між двома адміністративними областями України та подивитися, як рубають ліс у Житомирській області порівняно з природоохоронним лісом у межах Київської області (рис. 35, 36, 37).



Рис. 35. Межі Чорнобильського радіаційно-екологічного біосферного заповідника за даними з «Вікіпедії»<sup>14</sup>







Рис. 37. Вигляд межі заповідника у 2014 році в «Global Forest Watch»

<sup>14</sup> Чорнобильський радіаційно-екологічний біосферний заповідник : мапа. Вікіпедія. URL: http://surl.li/chyoo



Порівняйте за допомогою «Global Forest Watch» втрати лісу на цій території до 2014 року – на Чорнобильській стороні ліс не рубають (рис. 38).



Рис. 38. Вигляд втрат лісу на межі двох областей у 2017 році

У 2017 році на Чорнобильській стороні сталася масштабна пожежа, яку можна впізнати як суцільну велику однорідну пляму (рис. 39).



Рис. 39. Велика пожежа в Чорнобильському радіаційно-екологічному біосферному заповіднику

На сайті «Global Forest Watch» також можна переглядати вигляд території в різні роки на вихідних знімках. Для цього в закладці SATELLITE IMAGERY оберіть дані Landsat-8/Sentinel-2 та актуальну або архівну дату. Перевірте, як насправді зараз виглядає територія, постраждала від пожежі. На наступному кроці побудуйте звіт про втрати лісу внаслідок вирубки на території Житомирської області, вимальовуючи ділянку за допомогою *Draw or upload shape (Намалюйте або завантажте фігуру)* (рис. 40).

Український екологічний клуб Зелена Хвиля

ecoclubua.com



Рис. 40. Втрати лісу внаслідок вирубки на території Житомирської області

Щоб дізнатися, як будуть рубати далі, скористайтеся онлайн-мапою пілотного проєкту Держлісагентства «Ліс у смартфоні»<sup>5</sup>. На його сайті оприлюднено інформацію про видачу дозвільних квитків на заготівлю деревини. Також на цій мапі ви можете перевірити законність здійснення рубок (рис. 41).



Рис. 41. Онлайн-мапа пілотного проєкту Держлісагентства «Ліс у смартфоні»

<sup>15</sup> Ліс у смартфоні / Державне агентство лісових ресурсів України. URL: https://lk.ukrforest.com/map/general.



Це пілотний проєкт електронного реєстру лісорубних квитків на заготівлю деревини, але наразі вся територія в ньому представлена в повному вигляді, що можна побачити на прикладі межі цих двох областей (рис. 42).



Рис. 42. Вирубка лісу на межі Житомирської та Київської областей за даними проєкту «Ліс у смартфоні»

На порталі також наявна легенда, яка характеризує призначення вирубки (рис. 43).



Рис. 43. Моніторинг актуальних змін лісового покриву на сайті «Deep Green Ukraine»

«Deep Green Ukraine»<sup>16</sup> — це система супутникового моніторингу українських лісів, яка дає змогу на визначених територіях аналізувати відкриті дані державних установ (земельний кадастр, лісові мапи, лісорубні квитки тощо) та супутникові дані, виявляти незаконні вирубки та моніторити планові<sup>17</sup>.

<sup>16</sup> Deep Green Ukraine. URL: https://www.deepforest.org.ua/map/.
<sup>17</sup> Deep Green Ukraine. Rosewood. URL: http://surl.li/cinow



#### Оцінити пожежну ситуацію в Україні за останній місяць.

Зайдіть на сайт FIRMS. Наблизьтеся до території України. Автоматично при відкритті сайту на мапі червоними позначками показано всі пожежі, зафіксовані супутниками за останні 24 год. Натиснувши на кружечок справа 7 days (7 днів), можна побачити пожежі за минулий тиждень, а Today (Сьогодні) — інформацію за поточний день (рис. 44).



Рис. 44. Пожежі, зафіксовані супутниками за останні 24 год, на мапі FIRMS



Перейдіть на вкладку *Historical (Історичні)* та в другому рядку на панелі в календарі замість *Week (Тиждень)* виберіть *31 days (31 день)*. На екрані будуть відображені всі пожежі за останній місяць (рис. 45). Подивіться, чи змінилася ситуація з їхнім поширенням.



Рис. 45. Усі пожежі за останній місяць на мапі FIRMS



#### Завантажити дані із сайту FIRMS у форматі kml.

Відкрийте меню, натиснувши на три риски у верхньому лівому кутку екрану, та перейдіть на вкладку Дані активних пожеж (Active fire data).



Прокрутивши вниз, ви побачите таблицю з даними. Відкрийте в ній вкладку *Google Earth KML*, завантажте дані з рядка, виділеного на рис. 46, і збережіть на свій комп'ютер.

•	GLOBAL FIRE MAP	Details about regional coordinates.			
121	US & CANADA FIRE MAP				
۵	ACTIVE FIRE DATA	Shapefiles	Google Earth KML	Text Files (CSV)	
e	SATELLITE IMAGERY	How to Auto-Refresh FIRMS KML in G	ioogle Earth Pro		
6%		Animated files are marked as (anim).			
			MODIS 1km	VIIRS 375m / S-NPP	VIIRS 375m / NOAA-20
٠	FIRE ALERTS	World	24h 48h 48h (anim)	24h 48h 48h (anim)	24h 48h 48h (anim)
н	ARCHINE DOWNLOAD	Canada	24h 48h 48h (anim)	24h 48h 48h (anim)	24h 48h 48h (anim)
	WEB SERVICES	Alaska	24h 48h 48h (anim)	24h 48h 48h (anim)	24h 48h 48h (anim)
		USA (Conterminous) and Hawaii	24h 48h 48h (anim)	24h 48h 48h (anim)	24h 48h 48h (anim)
-	TOTOMALS	Central America	24h 48h 48h (anim)	24h 48h 48h (anim)	24h 48h 48h (anim)
ø		South America	24h 48h 48h (anim)	24h 48h 48h (anim)	24h 48h 48h (anim)
		Europe	24h 48h 48h (anim)	24h 48h 48h (anim)	24h 48h 48h (anim)
		North and Central Africa	24h 48h 48h (anim)	24h 48h 48h (anim)	24h 48h 48h (anim)
		Southern Africa	24h 48h 48h (anim)	24h 48h 48h (anim)	24h 48h 48h (anim)
		Russia and Asia	24h 48h 48h (anim)	24h 48h 48h (anim)	24h 48h 48h (anim)
		South Asia	24h 48h 48h (anim)	24h 48h 48h (anim)	24h 48h 48h (anim)
		South East Asia	24h 48h 48h (anim)	24h 48h 48h (anim)	24h 48h 48h (anim)

Рис. 46. Збереження даних мапи із сайту FIRMS



Завдання 3.

#### Додати дані із завантаженого файлу в програму «Google Earth Pro».

Відкрийте програму «Google Earth Pro» і перемістіть завантажений файл *SUOMI\_VIIRS\_C2\_Russia\_Asia\_24h.kml* в картографічне вікно або додайте його через меню *File (Файл) – Open (Відкрити).* Шар додасться в програму і відобразиться вогниками на мапі (рис. 47). Це дані супутника «VIIRS 375m / S-NPP» за останні 24 год. Також можна завантажити дані за 48 год на тій самій сторінці.



Рис. 47. Відображення даних із завантаженого файлу окремим шаром у «Google Earth Pro»



Налаштувати автоматичне оновлення даних із сайту FIRMS у програмі «Google Earth Pro».

Перейдіть у меню Add (Додати) – Network Link (Посилання), напишіть назву FIRMS та в рядку посилання вставте:

https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/data/active\_fire/c 6/km1/MODIS\_C6\_Russia\_Asia\_48h.km1 (puc. 48).

40



Google Earth Pro			Google Earth - New Network Link
<u>File Edit View T</u> ools	dd <u>H</u> elp		
Search	Folder	Ctrl+Shift+N	
1	Placemark	Ctrl+Shift+P	Link: https://trms.modaps.eosdis.nasa.gov/data/active_hre/c6/km/MODIS_C6_Russia_Asia_48h
v: Restaurants	Path	Ctrl+Shift+T	Show contents as options (radio button selection)
Get Directions	Polygon	Ctrl+Shift+G	
Places	Model	Ctrl+Shift+M	Description View Refresh
My Places	Tour		Fly to View on R
Temporary Places	Photo		When: Periodically  Thrs Unins Viscource 4 secs
SUOMI VIIRS C2	Image Overlay	Ctrl+Shift+O	View Baced Defrech
during past 24 h	Network Link		When: Never  Victor (1) Ohrs (1) Omins (1) Ohrs (2)
	Z		View Bound Scale: 1

Рис. 48. Підключення оновлень із сайту FIRMS в програмі «Google Earth Pro»

Також налаштуйте періодичність оновлення у вкладці **Refresh** (Оновити) кожну годину та натисніть Ок.

Створений вами шар буде показувати дані пожеж за останні 48 год зі супутника MODIS, які оновлюватимуться кожну годину. Якщо є сумнів, що дані застаріли, клацніть правою кнопкою миші на шар *FIRMS* та виберіть *Refresh (Оновити)* (рис. 49).



Рис. 49. Перевірка оновлення даних пожеж із сайту FIRMS



Підписатися на сповіщення від FIRMS про пожежі в обраному регіоні.

≡	FIRMS Fire Information for Resource Management System
ŧ	
ుజు ఎ	<ul> <li>Subscribe to receive enail alerts notifying you of fires in your area-of-interest.</li> <li>Alerts can be seen in near real-time or as daily or weekly summaries.</li> <li>CSV file attachments are optional for near real-time alerts.</li> <li>KML attachments are optional real-real-real alerts.</li> </ul>
۲	* Please note if the number of fires in the olert exceeds 90,000 (css) or 11,000 (km)) a link to download file will be provided instead of an attachme
	This service is free of charge.
	Enter your email address to create a new subscription or manage your existing subscription
2	Enter email address
Ð	Process
	LANCE-MODIS mailing list     FIRMS mailing list

Перейдіть у розділ Fire alert (Сповіщення про пожежі), вкажіть свою електронну пошту та натисніть Proceed (Продовжити) (рис. 50).

Український екологічний клуб Зелена Хвиля

ecoclubua.com

Рис. 50. Підписування на сповіщення про пожежі на сайті FIRMS

Назва

Територія

VIIRS S-NPP VIIRS NOAA-20

Частота надсил

Супут

В наступному вікні натисніть *Create new FA (Створити нове* сповіщення) та заповніть анкету, де можна обрати формат даних, частоту надсилання, супутники та територію.

Якщо ви виберете *Custom region (Заданий регіон)*, зможете окреслити на мапі прямокутну або довільну ділянку чи задати ділянку координатами (рис. 51).

Після заповнення анкети натисніть *Sublimit (Підтвердити)*, і на вашу пошту надійде лист із створеної розсилки.



Рис. 51. Налаштування сповіщень про пожежі на сайті FIRMS

42





#### Відкрити в браузері програму «ЕО Browser» для моніторингу пожеж.

Відкрийте сторінку браузера, вкажіть *EO Browser* у пошуковому запиті «Google» та перейдіть за відповідним лінком. Якщо ви хочете використовувати весь функціонал програми, зареєструйтеся, натиснувши на панелі *Free sign up (Безкоштовна реєстрація)* (рис. 52).



Рис. 52. Посилання на безкоштовну реєстрацію в «EO Browser»



Знайти та відобразити знімок для Сєверодонецького регіону в «ЕО Browser».

У рядку пошуку території вкажіть *Сєверодонецьк* і натисніть на лупу для наближення до населеного пункту (рис. 53).





Потягніть повзунок, щоб включити Advanced search (Розширений пошук), і вкажіть додаткові налаштування:

- Max. cloud coverage (Хмарність) – 10%;
- Time range (Часовий період) з 1 до 10 липня 2020 року.

#### Натисніть Search (Пошук).

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

Перегляньте знімки, гортаючи їх перелік на лівій панелі вмісту. Знайдіть знімок за 02.07.2020 р. та натисніть кнопку Visualize (Візуалізація) (рис. 55).

Search	Commercial data	Highlights
Advanced search:		•
🗹 L2A (atmosph	erically corrected) 💿	
Max. cloud covera	age: 🕐 🔘 🗕 🚽	- 10 %
📃 Sentinel-3 🛞		
Sentinel-5P (2)		
Landsat 1-5 MSS	L1 @	
Landsat 4-5 TM		
Landsat 7 ETM+		
🔲 Landsat 8 🔞		
🔲 Landsat (ESA Arc	:hive) 🔞	
🔲 Envisat Meris 🛞		
MODIS @		
DEM 🐵		
Copernicus Servi	ces	
🔲 Proba-V 💿		
🔲 GIBS 🐵		
Time range [UTC]		
	<u></u>	
filter by months		-
	Search	
Powered by <u>Sentinel Hub</u> wit v3.9.5	h contributions by <u>ESA</u>	¢

Рис. 54. Налаштування параметрів пошуку знімків в «EO Browser»



Рис. 55. Кнопка Visualize (Візуалізація) для перегляду обраного знімка

Вибраний знімок має відобразитися в картографічному вікні, а на лівій панелі відкриється меню для налаштування його відображення Vizualize (Візуалізація).





Скориставшись календарем у верхній частині панелі вмісту, відобразити на екрані знімок території Луганської області за 07.07.2020 р. (натискаючи на трикутник праворуч від значка календаря). Спробувати ідентифікувати місце пожежі та відрізнити дим від хмар (рис. 56).



Рис. 56. Знімок території Луганської області за 07.07.2020 р.

Насправді в такій комбінації важко вирізнити згорілі ділянки, тому спробуйте змінити візуалізацію, щоб отримати більш контрастне й точне зображення. Натисніть на кнопку *Custom* на лівій панелі в меню для налаштування візуалізації з використанням інших спектральних діапазонів. Комбінація каналів із застосуванням інфрачервоного діапазону дасть змогу виявити згорілу та пошкоджену пожежею рослинність (рис. 57).



Рис. 57. Перехід до налаштувань візуалізації з використанням інших спектральних діапазонів

У результаті має відкритися панель для комбінування різних спектральних каналів (рис. 58).

При перетягуванні кружечків із номерами спектральних каналів супутникового знімка «Sentinel-2» у R:... G:... B:... нижній ряд буде формуватися кольорове зображення. Колір кружечка з номером каналу вказує на відповідний діапазон спектра (b01 – ультрафіолетовий, b02 – синій, bO3 – зелений, bO4 b05-b8A червоний, інфрачервоний).

Потрібно підібрати таку комбінацію каналів, щоб стала помітною згоріла ділянка лісу. Рекомендуємо створити комбінацію B12—B8—B4.



Український екологічний клуб Зелена Хвиля

ecoclubua.com

Рис. 58. Панель для комбінування спектральних каналів

Згоріла ділянка матиме темно-червоні кольори, а ділянка, яка горить, буде підсвічуватися яскравішим кольором.

Скориставшись календарем угорі на панелі вмісту, відобразіть знімок за 12.07.2020 р. Чи збільшилася площа згорілої ділянки?



Навчитися використовувати в «ЕО Browser» скрипти для кращої візуалізації пожежі.

На сайті «Sentinel-hub» міститься бібліотека скриптів (прописаних сценаріїв обробки знімків)<sup>18</sup>.

Оберіть на лівій панелі супутник, з яким працюєте (зараз це – «Sentinel 2a»). Відкриється список підібраних скриптів за темами.



Для пожежі можна вибрати такі два:

- Wildfire visualization<sup>19</sup> підсвічує згорілу ділянку;
- Burned Area Visualization<sup>20</sup> виділяє вогнище.

Відкрийте сторінку скрипту, натисніть кнопку **Download** (Завантажити) та скопіюйте лінк з адресного рядка (рис. 59).



Рис. 59. Вибір та копіювання адреси / лінку скрипту для кращої візуалізації пожежі на сайті «Sentinel-hub»



#### Підключити скрипти, які виділяють згорілу ділянку та вогнище.

Поверніться в «ЕО Browser» і у вкладці *Visualize (Візуалізація)* натисніть *Custom*, потім – *Custom script*. У вікні позначте галочкою *Load script from URL (Завантажити скрипт з URL-адреси)* і натисніть *Refresh* (рис. 60).

<sup>18</sup> Collection of custom scripts / Sentinel-hub. URL: http://surl.li/ciqpf.

- <sup>19</sup> Wildfire visualization : скрипт / Sentinel-hub. URL: http://surl.li/ciqpe
- <sup>20</sup> Burned Area Visualization : скрипт / Sentinel-hub. URL: http://surl.li/ciqph



Рис. 60. Підключення скрипту в «ЕО Browser» за URL-адресою у вкладці Custom

У результаті за допомогою скрипту *Wildfire visualization* ви побачите змінене зображення супутникового знімка, на якому буде підсвічена згоріла ділянка.

Змініть дату знімка на день пожежі та застосуйте другий скрипт **Burned Area** Visualization, який виділяє вогнище, щоб побачити активні ділянки пожеж (рис. 61).



Український екологічний клуб Зелена Хвиля

Рис. 61. Результат підключення скрипту Burned Area Visualization, який виділяє активні ділянки пожеж



### 4. ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ ПРОМИСЛОВИМИ ОБ'ЄКТАМИ В УКРАЇНІ



Програми та сайти, необхідні для виконання завдань:



- «Terrascope»;
- «Windy»;
- «VentuSky»;
- «EO Browser».



Забруднення повітря є основною причиною передчасної смерті та захворювань дихальної системи і найбільшим ризиком для здоров'я в Європі. За допомогою супутника «Sentinel 5P» можна відстежити рівні забруднення атмосферного повітря NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, CH<sub>4</sub>, а також аерозолями.



Скористатися сайтом «Terrascope» для пошуку на мапі України міст, де якість повітря одна з найгірших.

Королівський бельгійський інститут космічної аерономії (BIRA-IASB) розробив метод створення щоденних, щомісячних та щорічних мап концентрації СО та NO<sub>2</sub>, інтегрованих у платформу «Terrascope».

Зайдіть на сайт «Terrascope»<sup>21</sup> та перемістіть мапу так, щоб відображалася Україна. Перейдіть на вкладку *Sentinel 5P* (рис. 62).

<sup>21</sup>Terrascope. URL: http://surl.li/ciqqo



Рис. 62. Відображення України на мапі в сервісі «Terrascope»

Оберіть **Yearly NO<sub>2</sub> (Щорічні концентрації NO<sup>2</sup>)** та визначте, які міста були найбільш забрудненими у 2021 році.



Порівняйте ситуацію у 2020— 2019 роках, прокрутивши календар стрілкою вліво (рис. 63). Для зручнішого порівняння скористайтеся пунктом меню **Сотраге** (Порівняти).

Український екологічний клуб Зелена Хвиля

ecoclubua.com

Рис. 63. Відображення щорічних концентрацій NO<sub>2</sub> у 2021 році на території України

В режимі шторки порівняйте місячні та річні концентрації. На нижній панелі можна вибрати необхідний рік та місяць (рис. 64).



Рис. 64. Порівняння місячних та річних концентрацій NO<sub>2</sub>

Також на сайті є можливість завантажити дані через меню *Export (Експортувати)* (рис. 65).

Український екологічний клуб Зелена Хвиля

ecoclubua.com



Рис. 65. Завантаження даних із сервісу «Теггазсоре»



Знаючи, в яких містах України спостерігається найбільше забруднення повітря за останні роки, подивитися, яка ситуація з повітрям зараз (у момент виконання цієї практичної).

Зайдіть на сайт «Windy»<sup>22</sup> та подивіться актуальну ситуацію із забрудненням повітря. Сайт «Windy» в режимі онлайн надає найактуальніші дані за найрізноманітнішими **кліматичними показниками:** 

51

- швидкість і напрямок вітру;
- хмарність;
- температура;
- опади у вигляді дощу й снігу;
- атмосферний тиск тощо.





Щоб дізнатися якість повітря, відкрийте на правій бічній панелі вкладку *Якість повітря* та оберіть, яке саме забруднення вас цікавить. У правій частині вікна сайту можна включити / вимкнути відображення потрібного параметра: температура, вітер, хвилі, опади та ін. (рис. 66).



Рис. 66. Інтерфейс сайту «Windy»

За допомогою даних про напрямок та силу вітру, доступних на цьому сайті, можна оцінити приблизну площу території, яка потрапляє під вплив забруднення.

Інколи за замовчуванням дані на сайті відображаються не в тих одиницях виміру. Щоб змінити їх, натисніть на іконку у вигляді трьох рисок ліворуч на екрані. Відкриються налаштування, де можна вказати, в яких одиницях показувати тиск, температуру, опади та ін. (рис. 67).



Рис. 67. Налаштування одиниць виміру на сайті «Windy»



У нижній частині вікна є часова шкала, де зазначені дати та дні. Клікнувши на будь-яку дату, ви отримаєте прогноз погоди в цей день. Натискання кнопки *Play* (червоний трикутник) запустить анімацію зміни погодних умов, на якій ви побачите, як буде, наприклад, змінюватися вітер завтра, післязавтра і протягом наступних днів (рис. 68).



Рис. 68. Анімація зміни погодних умов на сайті «Windy»

При натисканні на назву будь-якого населеного пункту відкривається детальний прогноз погоди для нього на сьогодні та найближчі п'ять днів (рис. 69).



Рис. 69. Перегляд прогнозу погоди для населеного пункту

Сайт «Windy» надає дані тільки в режимі онлайн, а інколи потрібно подивитися ретроспективу вітру й забруднення повітря кілька місяців тому. Для цього стане в пригоді сайт «Ventusky». Він дуже схожий на «Windy», вони практично ідентичні в розміщенні панелей та кнопок, але на «Ventusky» в календарі можна обрати будь-яку дату, починаючи з лютого 2020 року (рис. 70).



Рис. 70. Інтерфейс сайту «Ventusky»



Обрати один із промислових об'єктів в Україні, який забруднює повітря, та зробити моніторинг його роботи.

Український екологічний клуб Зелена Хвиля

ecoclubua.com

Якщо ви не знаєте, хто в Україні забруднює повітря, подивіться на сайті Міндовкілля рейтинги найбільших забрудників повітря<sup>23</sup>. Також дані про викиди можна знайти на сайті Держстату в розділі «Навколишнє природне середовище»<sup>24</sup>.

В дослідженнях забруднення повітря також використовують оптичні знімки, такі як «Sentinel 2» чи «Landsat». Відкрийте «EO Browser» та в рядку пошуку вкажіть назву міста, де розташований промисловий об'єкт, який ви шукаєте. Також можна спробувати ввести й назву об'єкта, але не завжди пошук спрацьовує.

Отже, ви маєте знайти точну локалізацію промислового підприємства.

Нижче наведемо низку ознак, які допоможуть вам зорієнтуватися й упізнати промисловий об'єкт на супутниковому знімку. Спочатку відобразіть знімок за будь-яку дату, який би покривав територію дослідження. Зважайте на хмарність, вона має бути мінімальною (рис. 71).



Рис. 71. Знімок «Sentinel 2a» від 07.03.2021 р. території Бурштинської ТЕС в Івано-Франківській області

<sup>23</sup> Топ-20 забруднювачів повітря / Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. 18.11.2019. URL: https://mepr.gov.ua/news/34101.html.



Промисловий об'єкт на знімку можна впізнати за димом та трубами, також часто трапляється відсутність снігу через високі температури виробничого процесу, коли територія навколо засніжена (рис. 72). Звертайте увагу на ці деталі при пошуку об'єктів.



а



б

Рис. 72. Промислові об'єкти на знімках «Sentinel 2a»: а – «Кримський титан»; б – Бурштинська ТЕС



Зробити анімацію активності обраного вами підприємства за останній рік.

Для виконання цього завдання потрібен акаунт в «ЕО Browser». Якщо ви його ще не маєте, створіть (в попередній практичній був опис, як це зробити). Отже, залогіньтеся в програмі й використайте інструмент *Create timelapse animation* для створення часової серії зображень (розташований у правому бічному меню). Але спочатку відрегулюйте вікно анімації, щоб воно охоплювало всю територію, яка вам необхідна. Для цього використовуйте мишку та масштабування. Натиснувши значок *Пуск* посередині виділеної області, ви викличете вікно для налаштування анімації (рис. 73).

<sup>24</sup> Навколишнє природне середовище / Державна служба статистики України. URL: http://surl.li/ciyyb





Налаштуйте анімацію, вибравши в календарі дати річного часового періоду, періодичність раз на тиждень або на місяць. Далі вкажіть хмарність 10% та натисніть кнопку Пошук («лупу»).

Рис. 73. Відображення території, на яку буде створена анімація серії зображень в «EO Browser»

Тепер перегляньте перелік зображень і зніміть «галочку» з неповних та неякісних (рис. 74).

У нижньому віконці натисніть кнопку **Пуск**, щоб анімація почала відтворюватися.



Рис. 74. Відображення території, на яку буде створена анімація серії зображень в «ЕО Browser»



Рис. 75. Скрін збереженого gifфайлу анімації з «EO Browser»

Також можна збільшити швидкість анімації та відрегулювати її.

Натисніть кнопку **Download** (Завантажити), й анімація збережеться як окремий файл у форматі gif, який надалі можна відкривати без підключення до інтернету (рис. 75).

Детально проаналізувавши знімки, можна оцінити територію, розташовану в зоні впливу підприємства, визначити найпоширеніші напрямки вітру та довжину димового шлейфу тощо.

56



## 5. ДОСЛІДЖЕННЯ ІСТОРИЧНИХ ТА СУЧАСНИХ ЗМІН ОЗЕРА ВИРЛИЦЯ В МІСТІ КИЄВІ



Програми та сайти, необхідні для виконання завдань:



- «Машина часу і простору»;
- «Google Earth».



Озеро Вирлиця – це природний буфер між сміттєспалювальним заводом «Енергія», Бортницькою станцією аерації та житловим масивом. Цей водний об'єкт очищує повітря, знижує температуру влітку, запобігає повеням у щільно забудованому районі Осокорки – Позняки – Харківський. Крім того, це екосистема, яка є домівкою для колонії мартина звичайного і ще понад 50 видів птахів, які перебувають під охороною міжнародних угод. У 2005 році, всупереч законам України та чинному Генплану Києва, Київрада віддала в оренду частину озера Вирлиця і всю прибережну захисну смугу (разом приблизно 25 га) вздовж проспекту Миколи Бажана для будівництва багатофункціонального комплексу.



За допомогою сайту «Машина часу і простору» дослідити історичну мапу 1918 року лівого берега сучасного Києва.

Одним з основних джерел річкового піску в Україні завжди була акваторія Дніпра. Історично так склалося, що місце найбільшого видобутку водночас є й місцем найбільшого споживання. Йдеться, звісно, про Київ та Київщину. Намивати пісок у Києві почали в 1970ті роки, фактично Оболонь, Троєщина, як і всі житлові райони лівого берега Києва, споруджені на намитих територіях. Проте пісок для намиву в ті часи не тільки брали з Дніпра, а й видобували кар'єрним способом. На місці тих кар'єрів у Києві є кілька озер, зокрема, Тягле, Вирлиця, Верблюд, Алмазне<sup>25</sup>.

Зайдіть на сайт «Машина часу і простору», наблизьтеся до лівого берега Києва та на лівій бічній панелі оберіть 1918 рік (рис. 76). Знайдіть на мапі підписи водних об'єктів та уважно роздивіться їхні межі.



Український екологічний клуб Зелена Хвиля

ecoclubua.com

Рис. 76. Лівий берег Києва на мапі 1918 року

Пропонуємо простежити зміни обрисів на мапі для озер Вирлиця, Небреж та Тягле. Відкрийте мапу за 1932—1939 роки (рис. 77).



Рис. 77. Лівий берег Києва у 1932–1939 роках

<sup>25</sup> Золото Дніпра. Як миють пісок / А. Гарасим, П. Боднар, Н. Кельм, Є. Дроздова. Тексти.org.ua. 2019. URL: https://texty.org.ua/d/2019/sand/.



Потім подивіться план Києва за 1943 рік (рис. 78). Чи змінилися обриси водних об'єктів за ці кілька років?



Рис. 78. Лівий берег Києва на мапі 1943 року

Завдання 2.

Дослідити знімки з 1968 року території лівого берега Києва із супутників «KeyHole», представлені на сайті «Машина часу і простору».

Відкрийте почергово знімки за 1968, 1972 та 1975 роки. В ці роки простежуються кардинальні зміни території.

«KeyHole» — загальна назва для серій американських військових супутників розвідки. Їх запускали на орбіту з 1959 по 1986 роки. Спочатку це була частина мирної космічної програми «Discoverer», а з лютого 1962 року вона перетворилася на окрему особливо секретну програму «Corona». Частину розсекречених даних у 2002 році було передано до Центру спостереження та науки за земними ресурсами Геологічної служби США (U. S. Geological Survey's Earth Resources Observation and Science, EROS) і нині опубліковано для повноцінного завантаження на сайті USGS EROS «EarthExplorer» («USGS science for a changing world»).

Зверніть увагу на площу та обриси озер (вода на знімку чорного кольору) (рис. 79). Орієнтуючись на знімки, в якому році спостерігається найбільша зміна площі водного дзеркала озер?



Український екологічний клуб Зелена Хвиля

Рис. 79. Лівий берег Києва на знімках супутників «KeyHole»



# Порівняти зображення озера Вирлиця на супутниковому знімку та топографічній мапі за допомогою сайту «Машина часу і простору».

Наблизьтеся до території озера Вирлиця на знімку за 1987–1988 роки, а потім відкрийте мапу 1985 року (рис. 80). Чи відповідають обриси озер на знімку їхньому зображенню на мапі?



Рис. 80. Лівий берег Києва на супутниковому знімку (зліва) й топографічній мапі (справа) у 1980-ті роки

Одним із найсучасніших на сайті є знімок на травень 2005 року, на якому видно, що узбережжя озер зазнали ще більших змін (рис. 81).

Рис. 80. Лівий берег Києва на супутниковому знімку (зліва) й топографічній мапі (справа) у 1980-ті роки







Простежити зміни правого верхнього кута озера Вирлиця за допомогою «Google Earth Pro».

Відкрийте програму «Google Earth Pro» та в рядку пошуку напишіть Вирлиця, щоб знайти озеро на мапі (рис. 82).



Рис. 82. Озеро Вирлиця в «Google Earth Pro»

Після цього скористайтеся інструментом **Show historical imagery (Показати зображення в часі)**, який дає змогу простежити динаміку вигляду місцевості на космічних знімках за різні дати (рис. 83).



Рис. 83. Зміна вигляду озера Вирлиця на космічних знімках у «Google Earth Pro» в режимі Show historical imagery

На космічних знімках у верхній правій частині озера Вирлиця видно намивання піску під забудову, яке розпочалося у 2012–2013 роках<sup>26</sup>, однак потім роботи припинилися. Активні дії знову почалися на початку 2021 року, коли ТОВ «Мрія-Інвест» подало звіт з оцінки впливу на довкілля (ОВД) будівництва торговельно-розважального центру<sup>27</sup>. Згідно з наданим висновком, ТОВ «Мрія-Інвест» забороняється здійснювати будь-які роботи без визначення їх допустимими за результатами додаткової процедури ОВД. Попри негативний висновок з ОВД, 8 квітня 2021 року на ділянці почалися активні підготовчі роботи, мілководні частини озера продовжили засипати, щоб наростити площу майбутнього будівництва.

Український екологічний клуб Зелена Хвиля

ecoclubua.com

Якщо вам теж не байдужа доля останніх острівців природи в кам'яних джунглях столиці, приєднуйтеся до команди волонтерів у фейсбук-групі <u>«Екопарк Вирлиця»</u><sup>28</sup> або заповнюйте форму <u>«Хочу</u> <u>разом з вами рятувати Вирлицю!»</u><sup>29</sup>.



Наведені практичні роботи допоможуть вам проводити самостійні дослідження за допомогою супутникових знімків, нададуть вам покрокові інструкції як працювати на різних відкритих ресурсах. На сьогодні супутникові знімки є надійним джерелом даних, потужними інструментами для виявлення й аналізу екологічних проблем та можуть використовуватися для ілюстрації прояву явищ та подій.

<sup>26</sup> Nastia Kyt. Дуже цікаве відео ми знайшли! / Екопарк Вирлиця | Ecopark Vyrlytsia. 09.05.2021. URL: http://surl.li/cjcak

<sup>27</sup> Єдиний реєстр з оцінки впливу на довкілля ; Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. URL: http://surl.li/cjcah

<sup>28</sup> Екопарк Вирлиця | Ecopark Vyrlytsia : загальнодоступна фейсбук-група. URL: http://surl.li/cjcaf

<sup>29</sup> Хочу разом з вами рятувати Вирлицю! : форма Google. URL: http://surl.li/cjcae



Ця публікація була підготовлена в межах проєкту «Через власний розвиток до позитивних екозмін у суспільстві», який реалізує ГО «Український екологічний клуб "Зелена Хвиля"» за фінансової підтримки Міжнародного фонду «Відродження» та Посольства Швеції в Україні в межах «Ініціативи з розвитку екологічної політики й адвокації в Україні».

Думки, висновки чи рекомендації належать авторкам цієї публікації й не обов'язково відображають погляди Уряду Швеції. Відповідальність за зміст звіту несе виключно ГО «Український екологічний клуб "Зелена Хвиля".

Розповсюджується безкоштовно.

