



Редактор матеріалу: Центр охорони
природи ім. Аюкяна
Американського університету
Вірменії
Адреса: вул. Баграмяна, 40, 0019
Єреван, Вірменія
E-mail: pontos@aua.am
Вебсайт: pontos-eu.aua.am

AUA ACOPIAN CENTER
for the ENVIRONMENT



CERTH
CENTRE FOR
RESEARCH & TECHNOLOGY
HELLAS



GREEN
ALTERNATIVE



Екологічний моніторинг в басейні Чорного моря з
використанням продуктів програми Копернікус-
PONTOS
pontos-eu.aua.am

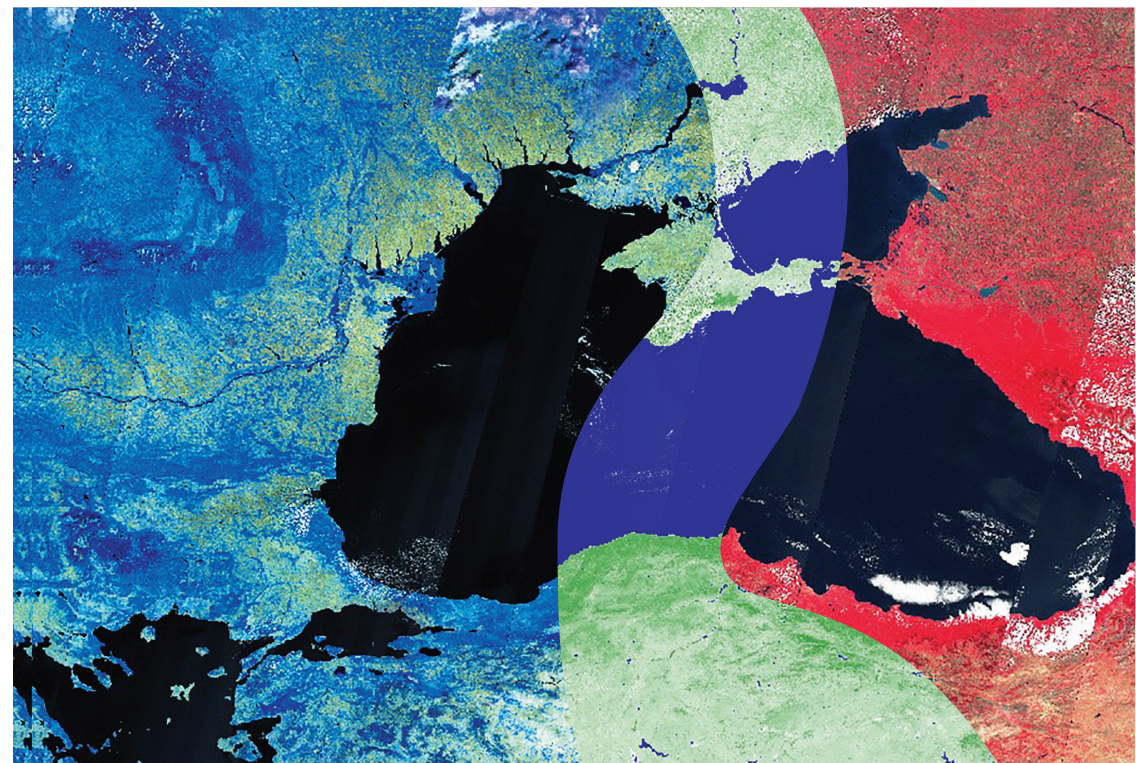
Спільна операційна програма по басейну Чорного моря 2014-2020
Центр охорони природи ім. Аюкяна Американського університету Вірменії (АУВ)
Жовтень 2021

Спільна операційна програма по басейну Чорного моря 2014-2020 співфінансується ЄС (через
Європейський інструмент сусідства) і країнами-учасницями: Вірменією, Болгарією, Грузією,
Грецією, Республікою Молдова, Румунією, Туреччиною і Україною.

Ця публікація здійснена за фінансової допомоги Європейського Союзу.
Її зміст є виключною відповідальністю Центру Охорони Природи ім. Аюкяна АУВ
і не обов'язково відображає точку зору Європейського Союзу.

www.blacksea-cbc.net

Спільні кордони. Спільні рішення.



PONTOS

Екологічний моніторинг в басейні Чорного
моря з використанням продуктів програми
Копернікус

Про проект PONTOS

Екологічний моніторинг в басейні Чорного моря з використанням продуктів програми Копернікус (PONTOS) - це 30-місячний проект, фінансований Спільною операційною програмою (СОП) транскордонного співробітництва (ТКС) «Басейн Чорного моря 2014-2020» Європейського інструменту сусідства (ЄІС).

Ключовими результатами проекту стануть:

1. Створення операційної платформи PONTOS та її інструментів.
2. Оцінка екологічних проблем в чотирьох пілотних районах з використанням даних і послуг Дистанційного зондування Землі (ДЗЗ).
3. Тренінги та заходи для розбудови можливостей стейкхолдерів.
4. Заснування у всіх країнах-учасниках місцевих груп з водного менеджменту та запобігання забрудненню.

Проект PONTOS спрямований на підтримку та посилення екологічного моніторингу в районі Чорноморського басейну. Можливість цього надасть використання супутникових і повітряних (аерофото) продуктів ДЗЗ, а також даних з наземних джерел. Команда проекту тестуватиме систему екологічного моніторингу в пілотних районах Вірменії, Греції, Грузії та України.

ПЛАТФОРМА ТА ПОСЛУГИ PONTOS

Проект PONTOS робить інформацію з платформи Дистанційного зондування Землі Європейської програми «Копернікус» про екологічний стан Чорного моря більш доступною для науковців, органів влади, громадян та інших зацікавлених сторін через операційну платформу, що об'єднує різні послуги та інструменти, призначені для користувачів та стейкхолдерів.

Платформа PONTOS пропонує спеціалістам з різних питань, в тому числі тим, хто не має технічних знань для написання програм або алгоритмів для обробки даних, прості у використанні *безплатні онлайн-послуги* зі зручним доступом.

Платформа PONTOS автоматично здійснює пошук супутникових, аерофото- і польових даних, знаходить та використовує існуючі карти з репозитарію програми «Копернікус» та інших, а також дозволяє кінцевим користувачам завантажувати свої дані.

Платформа пропонує такі сервіси:

- PONTOS Data Cube: дозволяє легко будувати мапи на основі супутникових даних
- PONTOS Web Application: підтримка менеджменту повітряних (аерофото) та польових (in-situ) даних
- PONTOS WebGIS: комбінування інформації, що вже існує у вигляді мап



Рис.1. Сервіси платформи PONTOS

Пілотний район України



Рис. 8. Устя Дністра: місце впадіння Дністра у Дністровський лиман, липень 2021 р. (фото ОНУ). Великі ділянки акваторії вкриті плавучою рослинністю - водяним горіхом (*Trapa natans*), подекуди видно жовті кубішки (*Nuphar lutea*).

Пілотний район Грузії

Пілотні райони Грузії - це узбережжя і Колхідська Низина (Колхеті) в західній Грузії. Узбережжя, що включає всю берегову лінію Грузії, стикається із загрозою сильної берегової ерозії, викликаній поєднанням підвищення рівню моря, тектонічного опускання суші, змін русла ріки і стоку наносів. Колхідська низина охоплює низов'я ріки Ріоні, включаючи її дельтову частину. Головні екосистеми Колхеті - це реліктові листяні ліси і ВБУ, колхідські дощові ліси - найбільш вологі серед помірних листяних лісів, вони нараховують 1100 видів судинних рослин, зокрема деревинних та мохоподібних; там мешкає майже 500 видів хребетних і велика кількість безхребетних видів. Серед екологічних проблем регіону - скорочення стоку ріки і наносів, що впливає на район дельти та її природні ареали внаслідок побудови декількох регулюючих дамб і водосховищ у басейні ріки Ріоні, що спричинило значну деградацію або втрату нерестовищ осетрових видів (включаючи Атлантичного осетра). Наряду з іншими загрозами, існує постійна ерозія берегів і втрата прибережних районів, а також знищення лісів.

Український пілотний район розташований в північно-західній частині Чорного моря і складається з двох спільних досліджуваних субрайонів: прибережної полоси та дельти річки Дністер. Прибережна полоса включає найпопулярніші пляжі та рекреаційні зони півдня України від міста Одеси до дельти Дунаю. Значна територія дельтової частини Дністра належить Нижньодністровському національному природному парку; Дністер сполучається з Чорним морем через Дністровський лиман, який має велике екологічне та економічне значення для регіону. Важливими проблемами пілотного району є берегова ерозія і забруднення біогенними речовинами, що впливають на якість питної та зрошувальної води; природні пожежі і випалювання водно-болотних угідь (ВБУ); порушення гідрологічного режиму внаслідок впливу гідроенергетичного комплексу (гідротехнічних вузлів і дамб).

Пілотний район України має не тільки велике економічне значення для регіону та всієї країни, але й високу екологічну цінність. Тут розташовані природоохоронні території, в тому числі Рамсарські угіддя міжнародного значення. Ці території відзначаються багатством флори та фауни, нерестовищами риб, місцями гніздування птахів і дивовижними краєвидами. Цей мальовничий куточок України слід обов'язково зберегти для майбутніх поколінь.



Рис. 10. Водно-болотні угіддя річки Чурія в пілотному районі Грузії

ЗАСТОСУВАННЯ PONTOS OPEN DATA CUBE

Легке виробництво мап за супутниковими даними

ЗЕМЛЯ

- Урбанізація (NDBI-NDVI-NDWI, псевдо-кольорові зображення)
- Спектральні індекси (NDVI, NDWI, NDBI тощо)
- Спектральні аномалії (NDVI, NDWI, NDBI тощо)
- Дробове покриття (Fractional Cover)

ВОДА

- Визначення водної поверхні (використовуючи космічні спостереження водної поверхні - WOfSalgorithm)
- Якість води (загальна зважена речовина (TSM), див. Рис. 6))
- Зміни берегової лінії

ЗАГАЛЬНІ

- Хмарність (% покриття хмарами)
 - Кастомна мозаїка (напр., злиття геокодованих RGB-зображень за допомогою методу геометричної медіани)
- * Проект PONTOS розробить додаткові послуги.

Open Data Cube проекту PONTOS дає можливість кінцевим користувачам легко шукати, управляти, аналізувати і візуалізувати Analysis Ready Data (ARD) з супутників для кожного пілотного району.

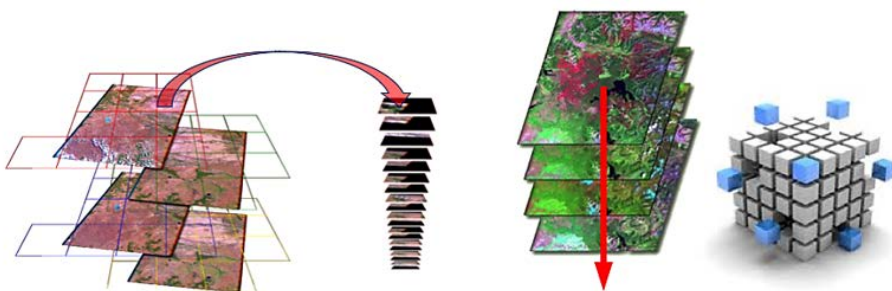


Рис. 2. Data Cube (джерело: Data Cube Швейцарії, Г.Джуліані, Б.Шанто, А.Де Боно, Д.Роділа, Дж.П.Річард, К.Алленбах, Х.Дао, П.Педузі)

ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ OPEN DATA CUBE

- Зменшення часу і спеціальних знань для доступу, пошуку і обробки супутникових даних.
- Ефективний аналіз часових рядів супутникових даних ДЗЗ.
- Послідовна архітектура даних, що дозволяє спільно використовувати інструменти та алгоритми.
- Програмні рішення з відкритих джерел, які просуваються за рахунок внесків спільноти.
- Постійна підтримка користувачів.
- Безплатні і відкриті супутникові дані ДЗЗ та алгоритми застосування.

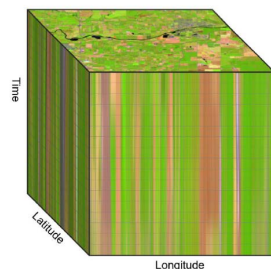


Рис. 3. Data Cube: багатовимірні Data Cubes (DC) вважаються інноваційним підходом та ефективним рішенням для зберігання, організації, менеджменту та аналізу даних ДЗЗ з вирішенням завдань обсягу, різноманітності та швидкості

ПІЛОТНІ РАЙОНИ PONTOS

Проект PONTOS досліджує чотири пілотні райони: озеро Севан та його водозбірний басейн (Вірменія), всю берегову лінію Грузії та Колхетську низину (Колхеті) (Грузія), річку Нестос, її дельту та прибережну зону біля дельти (Греція), пляжі та рекреаційні райони вздовж узбережжя від м. Одеси до дельти Дунаю та район дельти Дністра з прилеглим лиманом (Україна).

Пілотний район Греції

Пілотний район Греції охоплює дельту ріки Нестос і комплекс лагуни Вістонікос, що являють собою водно-болотні угіддя великого екологічного значення, охороняються за Рамсарською угодою і входять до мережі Natura 2000. Проект PONTOS приділяє основну увагу узбережжю цього району та шести прибережним лагунам комплексів Нестос та Вістонікос. Лагуни носять назви Ератіно, Агіасма, Лафрі, Порто-Лагос, Ксіролімні та Птелея. Берегова лінія довгий час піддається значній ерозії, особливо після побудовання дамби на річці Нестос. Лагуни зазнають впливу від сільського господарства, переважно сполук азоту і фосфору, що викликає часті випадки евтрофікації. Крім того, необхідно припинити засолення прибережних водонесних горизонтів та нераціональний менеджмент прісних вод, впровадивши сучасні технології точного зрошення. Усі вищезгадані питання вивчатимуться в рамках PONTOS з використанням супутникових продуктів, розроблених програмою «Копернікус».



Рис. 8. Дельта річки Нестос

Пілотний район Вірменії

Пілотний район Вірменії включає озеро Севан - найбільше джерело прісної води для Вірменії - та його водозбір. Невідкладні проблеми району подібні до проблем з річковими дельтами інших пілотних територій, включаючи забруднення біогенними речовинами, недоочищені стічні води, втрату біорізноманіття, порушення функціонування екосистем, браконьєрський вилов риби тощо. Більше того, великими проблемами стали зміни земельного покриття через зміну рівню води, а також розширення міської забудови.

У пілотному районі проводяться такі оцінки:

1. Оцінка змін лісового покриття, землекористування, спричинених пожежами/випаленими територіями, та їх наслідків для озера Севан у 2009-2019 рр.;
2. Оцінка змін водно-болотних угідь та покриття плаваючою рослинністю в 2009-2019 рр.;
3. Комплексна оцінка випадків евтрофікації в 2009-2021 рр. (частота та величина) та їх зв'язку з потоками біогенних речовин з берегових джерел;
4. Оцінка сільськогосподарського водного балансу, продуктивності води та індексів водного стресу.



Рис. 7. Річка Карчагбюр, що впадає в озеро Севан і є одним з джерел забруднення озерної води. Як видно на знімку, цвітіння водоростей є прямим показником збільшення надходження біогенних речовин до озера. Супутникові знімки та знімки з дронів є чудовим інструментом для виявлення таких джерел на ділянках великої площі. Ця фотографія є репрезентативною для всього Чорноморського басейну, оскільки в даний час річки являють собою одне з найбільших джерел забруднення моря.

ЗАСТОСУВАННЯ PONTOS WEB APPLICATION

Підтримка менеджменту повітряних (аерофото) та польових (in-situ) даних

PONTOS Web Application був створений для того, щоб інтегрувати його в платформу PONTOS для управління і аналізу даних, що будуть отримані протягом проекту - повітряних (аерофото) та польових (in-situ). Web Application працюватиме як доповнення до PONTOS Data Cube та PONTOS WebGIS. Сервіси Web Application будуть доступні англійською, вірменською, грецькою, грузинською та українською мовами.

ІНСТРУМЕНТИ WEB APPLICATION

1. Менеджмент існуючих аерофото-даних (розрахунок спектральних індексів; можливість візуалізації даних; завантаження результатів у форматах png або GeoTIFF).
2. Завантаження даних від кінцевих користувачів (підтримка завантаження польових даних та даних аерофотозйомки; отримання описової статистики щодо низки даних; візуалізація аерофото-даних; розрахунок спектральних індексів).
3. Менеджмент існуючих польових (in-situ) даних (побудова діаграм; вибір описової статистики відносно рядів даних; завантаження результатів у форматі .csv)

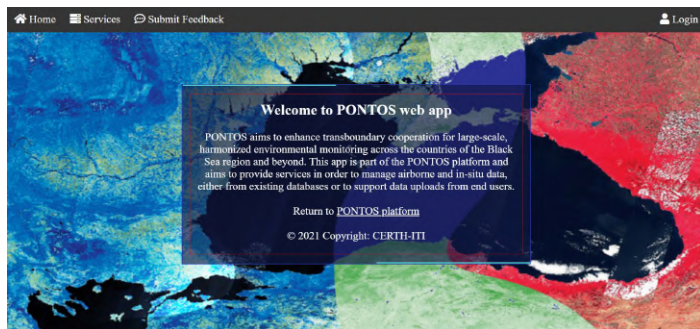


Рис.4. Домашня сторінка Web Application

PONTOS WebGIS

Поєднання вже існуючої інформації, що вже є у вигляді цифрових map

Сервіс PONTOS WebGIS інтерактивно візуалізує просторові дані, зібрані проектом PONTOS і організовані у спільній просторовій інфраструктурі. Ця система поєднує принципи та інструменти Геоінформаційних Систем (GIS) і прагне гармонізувати великі та багатовимірні набори даних, зібраних протягом проекту. Основною метою WebGIS є подальше збільшення досвіду користувачів у тому, що стосується доступності даних для користувача, агрегації та візуалізації даних.

WebGIS підтримує візуалізацію концентрацій хлорофілу (див. Рис. 5), солоності та температури водойм, типів землекористування, даних з гідрології, погоди та рельєфу.

Користувачі сервісу PONTOS webGIS зможуть легко отримати доступ, вибрати шари даних та візуалізувати дані щодо чотирьох пілотних районів (див. с.: 5), отримані: а) з зовнішніх джерел даних, наприклад Copernicus Hub для супутникових знімків Sentinel, Earth Explorer для інших супутникових даних, репозитаріїв CMEMS та EMODnet, б) зовнішніх даних з національних/ регіональних баз даних, с) даних, отриманих Консорціумом PONTOS в рамках проекту, для оцінки берегової ерозії, водного балансу та водокористування, евтрофікації, змін покриття плаваючої рослинності та лісових масивів і d) геопросторові дані, завантажені кінцевими користувачами та стейкхолдерами у вибраних пілотних районах.

Рис. 5. Візуалізація концентрацій хлорофілу у Фракійському морі за допомогою WebGIS

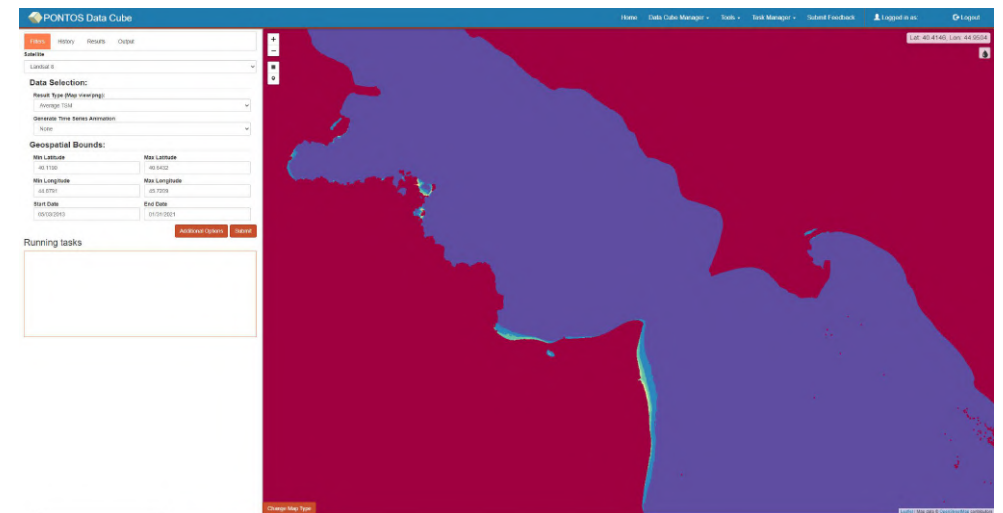
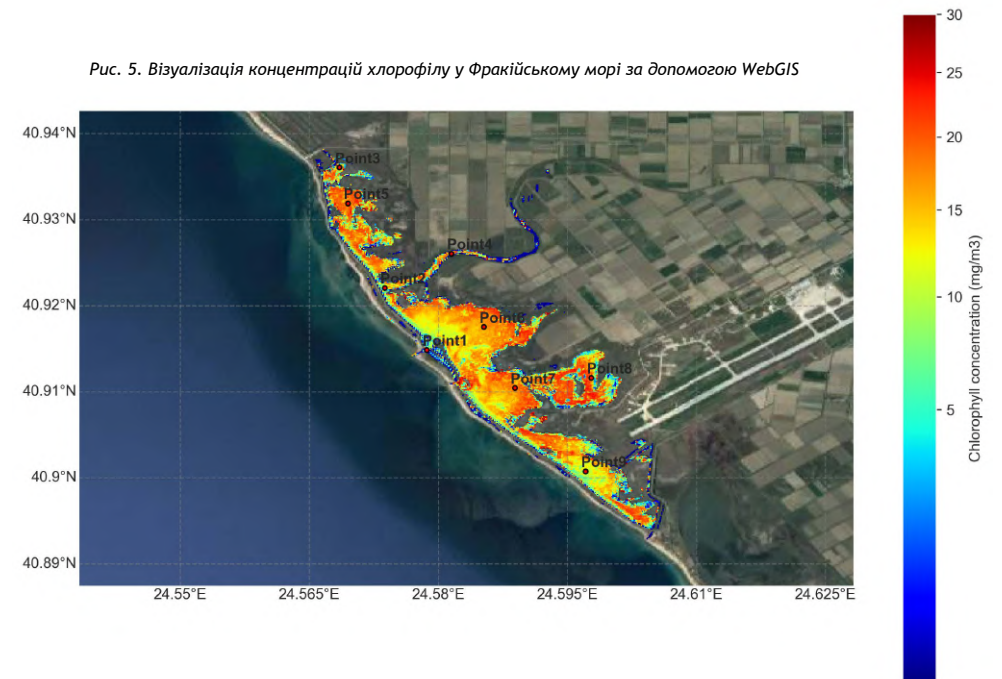


Рис.6. Озеро Севан: середнє значення загальної зваженої речовини (TSM), розраховане з використанням Open Data Cube (ODC)