

**РОЗБУДОВА ПОТЕНЦІАЛУ В ОБЛАСТІ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ЗЕМЛІ
ДЛЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ВОДИ
НА ПРИКЛАДІ ПРИДУНАЙСЬКИХ ОЗЕР УКРАЇНИ
(ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ПРОЄКТУ CORNELIA)**

*Ю. С. Тучковенко¹, д-р.геогр.н., проф., В. А. Овчарук², д-р.геогр.н., проф.,
М. О. Мартинюк³, PhD, Є. І. Газетов⁴, О. В. Зотова⁴*

¹ Кафедра океанології та морського природокористування (ОНУ)

² Кафедра гідрології суші (ОНУ)

³ Інститут морської біології НАН України

⁴ Український науковий центр екології моря

tuch2001@ukr.net

Водні ресурси озер Придунав'я, зокрема Кагул, Ялпуг, Кугурлуй, Катлабух та Китай, розташованих в межах Ізмаїльського та Болградського району Одеської області, використовуються для зрошення, при веденні рибогосподарської діяльності, а також на питні потреби.

Придунайські озера фактично є водосховищами з сезонним регулюванням стоку, тобто живляться переважно від вод р. Дунай, а отже і якість вод значною мірою залежить від якості води р. Дунай [1].

Зважаючи на значне антропогенне навантаження на поверхневі води нижньої частини течії р. Дунай та високу мінералізацію вод р. Дунай у період наповнення озер, моніторинг та оцінка якості вод залишаються актуальними питаннями регіонального масштабу.

Як основні показники якості води доцільно використовувати концентрацію загальної зваженої речовини, прозорість води та концентрацію рослинних пігментів, зокрема хлорофілу-а, що значною мірою характеризує ступінь цвітіння води.

Регулярний моніторинг якості вод Придунайських озер з відбором проб з достатньою частотою та подальшим їх лабораторним аналізом є досить складною задачею, отже перспективним залишається використання експрес методів та дистанційних методів моніторингу.

В рамках спільного з Університетом Стірлінга дослідницького проєкту «Capacity Building in Earth observation for national water quality assessment» (CORNELIA), спрямованого на виконання дистанційного моніторингу якості води під час війни в Україні із застосуванням супутникових технологій, Придунайські озера були обрані як полігон для відпрацювання методик, що впроваджуються [2].

Визначення концентрації хлорофілу-а ($\text{Chl mg}\cdot\text{m}^{-3}$) проводилось за трьома методами – лабораторна обробка відібраних проб води, безпосереднє

вимірювання за допомогою портативного гіперспектрального радіометру WISP-3 та обробка супутникових знімків.

19-20.07 і 25-26.07.2023 р. були проведені польові дослідження на озерах Кагул, Ялпуг, Кугурлуй, Катлабух та Китай, під час яких були відібрані проби води для подальшого лабораторного аналізу. Відбір проб на концентрацію хлорофілу-а і прозорість води з човна, з одночасним вимірюванням параметрів якості води із використанням гіперспектрального радіометру WISP-3, виконувався тільки на озерах Ялпуг-Кугурлуй і Китай.

Під час відбору проб на кожній станції проводилось вимірювання глибини гідрометричною штангою, прозорості за допомогою диску Секкі, кольору води за допомогою шкали кольоровості, температури води термометром метеорологічним ТМ-10, фіксування координат проводилося за допомогою Garmin GPS 72. Загалом за експедиційні виїзди відібрано 26 проб і проведено 110 вимірювань.

Лабораторний аналіз проб води для визначення концентрації хлорофілу-а виконувався відповідно до ГОСТ 17.1.4.02-90 «Вода. Методика спектрофотометричного визначення хлорофілу-а» та результати в подальшому порівнювались з відповідними даними, отриманими експрес методом з метою уточнення. У якості експрес методу визначення концентрації хлорофілу-а проводилось вимірювання гіперспектральним радіометром WISP-3 [3].

Визначені за двома методами значення концентрації хлорофілу-а на Придунайських озерах показані на рис. 1.

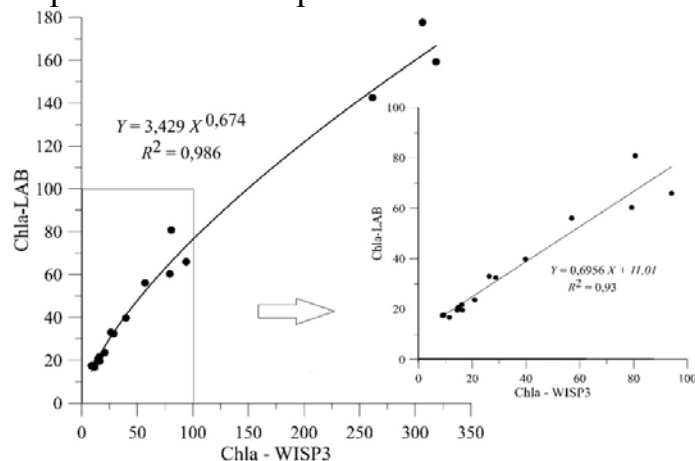


Рисунок – 1 Кореляційна залежність між концентраціями хлорофілу-а (в мг·м⁻³) визначеними експрес (Chla-WISP3) та стандартним (Chla-LAB) методами

З рис. 1 видно, що результати вимірювань WISP-3 в цілому добре узгоджуються з даними лабораторних досліджень, отже експрес метод

визначення концентрації хлорофілу-а можна використовувати при організації моніторингу із залученням даних дистанційного зондування Землі, зокрема, з метою верифікації результатів обробки супутникових знімків за даними польових спостережень.

В період досліджень найбільші значення концентрації хлорофілу-а, які перевищували $100 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$, спостерігались в озері Катлабух і в північній частині озера Китай, найменші – від 16 до $26 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$ – в озері Кагул та південній частині озера Ялпуг.

Визначення концентрації хлорофілу-а методом обробки знімків супутника Sentinel-2 MSI за 19.07 та 21.07.2023 р. проводилось за допомогою програмного забезпечення SNAP (рис. 2).

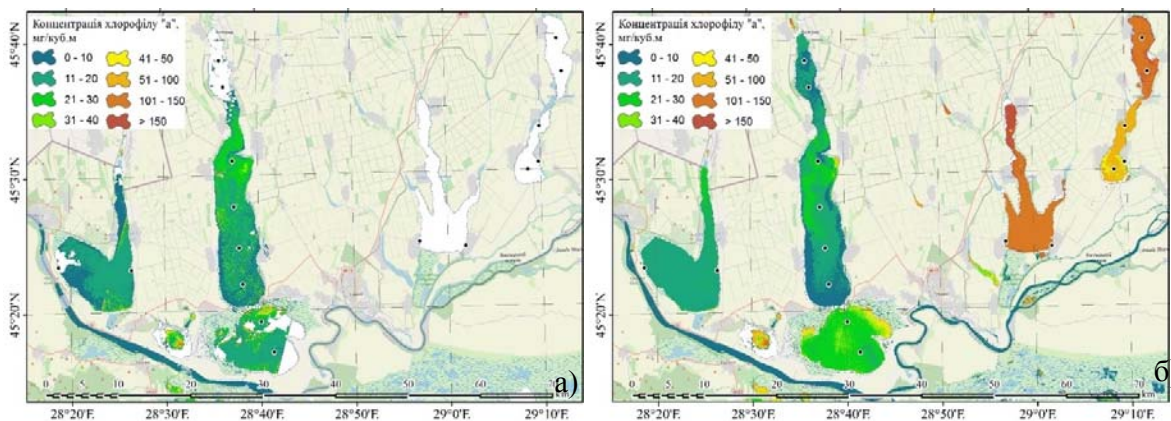


Рисунок 2 – Концентрації хлорофілу-а (в $\text{мг} \cdot \text{м}^{-3}$) визначені із застосуванням розрахункового процесора C2RCC (SNAP) за знімками SENTINEL-2 від 19.07.2023 р. (а) та 21.07.2023 р. (б)

Порівняння отриманих значень з аналогічними, визначеними за стандартним та експрес методами показало, що у більшості випадків значення є заниженими, особливо при великих значеннях (більше $100 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$), отже необхідна подальша валідація.

Перелік посилань

1. Шакірзанова Ж. Р., Романова Є. О. Водний і сольовий режими озера Катлабух: монографія. Одеса: Одеський державний екологічний університет, 2021. 336 с.

2. Neil C., Spyraikos E., Hunter P.D., & Tyler, A.N. A global approach for chlorophyll-a retrieval across optically complex inland waters based on optical water types. Remote Sensing of Environment. 2019. Volume 229(6). P. 159-178. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.04.027>

3. WISP-3 portable water quality spectrometer. Water Insight. URL: <https://www.waterinsight.nl/info/wisp-3> (дата звернення: 15.07.2023)