

УДК 528.94:551.46

102

## ІНТЕГРАЦІЯ МЕТОДІВ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ДЛЯ ГЕОЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ВОДНО-БОЛОТНОГО УГІДДЯ

*Калинич Іван<sup>1</sup>, Ничвид Марія<sup>1\*</sup>, Проданець Іван<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Кафедра геодезії, землеустрою та геоінформатики, ДВНЗ «Ужгородський національний університет», вул. Університетська, 14, м. Ужгород, Україна, \*e-mail: [mariva.nvchvvd@uzhnu.edu.ua](mailto:mariva.nvchvvd@uzhnu.edu.ua)

<sup>2</sup>Закарпатська регіональна філія ДП «УкрДАГТ», вул. Грушевського, 39, м. Мукачево, 89600, Україна, e-mail: [geodezcentre@gmail.com](mailto:geodezcentre@gmail.com)

**Анотація.** *Робота присвячена формуванню високоточної топографічної основи для озера Синевир — одного з ключових водно-болотних угідь міжнародного значення у Карпатському регіоні. Для цього застосовано сучасні методи дистанційного зондування земної поверхні. Отримані результати стали базою для створення картографічного підґрунтя, необхідного для організації довготривалого геоecологічного моніторингу та аналізу просторово-часових змін стану озерної системи в умовах посилення антропогенного навантаження й кліматичних трансформацій. Польові роботи виконано шляхом комплексного обстеження території з використанням БПЛА, обладнаного системою LiDAR, та фотограмметричної обробки високоякісних цифрових знімків. Вперше на озері Синевир реалізовано масштабний цикл інструментальних картографічних робіт із високим рівнем точності.*

**Ключові слова:** *водно-болотне угіддя; цифрове аерознімання; дистанційне зондування; ортофотоплан; геоecологічний моніторинг*

### Актуальність теми дослідження

Озеро Синевир, розташоване у верхів'ї басейну річки Тересля в межах Національного природного парку «Синевир» (Національний..., 2019), є найбільшим у межах українських Карпат і має об'єм води 350–460 тис. м<sup>3</sup> (Паспорт..., 2021). Разом із прилеглими болотними угіддями воно займає площу 29 га та входить до буферної зони об'єкта Світової спадщини ЮНЕСКО «Букові праліси і давні ліси Карпат та інших регіонів Європи». Завдяки унікальним природним, ландшафтним та культурним особливостям Синевир є одним із головних туристично-рекреаційних центрів регіону. Водночас зростання рекреаційного навантаження, кліматичні зміни та деградація водно-болотних екосистем зумовлюють потребу у впровадженні сучасного комплексного геоecологічного моніторингу (Karabiniuk et al., 2022).

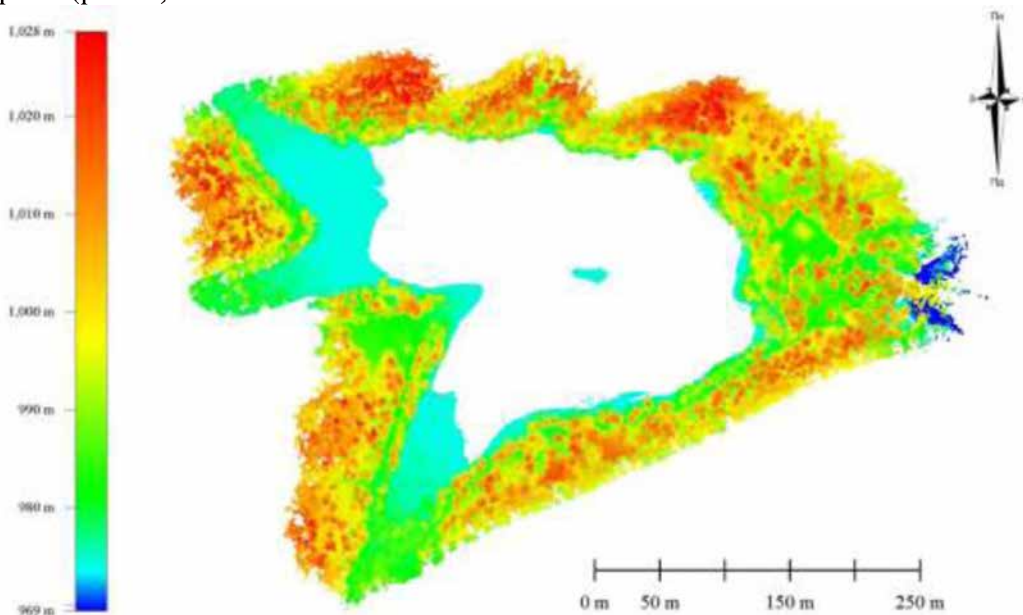
### Методика

Картографування та інструментальні дослідження озера Синевир, спрямовані на створення матеріалів для довгострокового моніторингу, проведено із застосуванням безпілотного літального апарата (БПЛА) з системою LiDAR та подальшою фотограмметричною обробкою цифрових зображень. Нині дистанційне зондування активно розвиваються у світі й широко використовуються для дослідження та моніторингу гірських озер у контексті природної еволюції та антропогенних впливів (Necsoiu et al., 2016). Уперше такий комплекс робіт реалізовано для водно-болотних угідь Українських Карпат, що зумовлює потребу у визначенні загального алгоритму дослідження.

### Виклад основного матеріалу

Для забезпечення території дослідження вихідними даними було проведено комплекс геодезичних робіт, у які увійшли роботи з лідарного знімання (Abdullah, 2016), цифрового аерознімання (Hlotov et al., 2023) та виготовлення відповідного картографічного матеріалу.

Лідарне знімання озера Синеvir та прибережної території водно-болотного угіддя було виконано у вересні 2023 року із використанням мультикоптера DJI Matrice 300 RTK set. Подальша обробка та опрацювання отриманих даних проводилося у програмному забезпеченні Terrasolid у версії UAV: TerraScan+TerraModeler+TerraMatch. На території досліджуваного об'єкта озера Синеvir було запроєктовано та реалізовано лідарне знімання загальною площею 16 га на висоті 90 метрів при швидкості 3 м/с з перекриттям 60 %. БПЛА працював в режимі RTK з сантиметровою точністю. Дослідження проводилося в ясну антициклональну погоду та в умовах високої прозорості атмосфери. Після польових робіт одержані вихідні дані було опрацьовано в програмному середовищі LiGeoreference та TERRASOLID. Було проведено налаштування характеристик проекту (сканера, камери, системи координат тощо), POS опрацювання для отримання даних POS з високою точністю, а також виконано географічну прив'язку хмари точок, класифікацію хмар точок та їх колоризацію. При цьому середня квадратична помилка після обробки хмари точок склала менше 0,015 м. У результаті виконаних інструментальних досліджень було отримано хмару точок, які лягли в основу подальшої розробки цифрової моделі рельєфу та топографічного плану озера Синеvir включно з прибережною територією (рис. 1).



*Рисунок 1. Цифрова модель місцевості прибережної території озера Синеvir*

Під час цифрового аерознімання одержано 378 знімків. Масштаб аерознімання склав 1:1000. На основі їх опрацювання створено ортофотоплан (рис. 2) з просторовою розрізнявальною здатністю 5,9 см/пікс. Такий рівень деталізації є необхідним для організації геоecологічного моніторингу, а також дослідження акваторії, прибережної зони та водозбору озера. Отриманий ортофотоплан дає змогу ідентифікувати типи та структуру рослинності (лісової, лучної й водно-болотної), а також визначити актуальні межі та площу водного дзеркала на момент знімання.

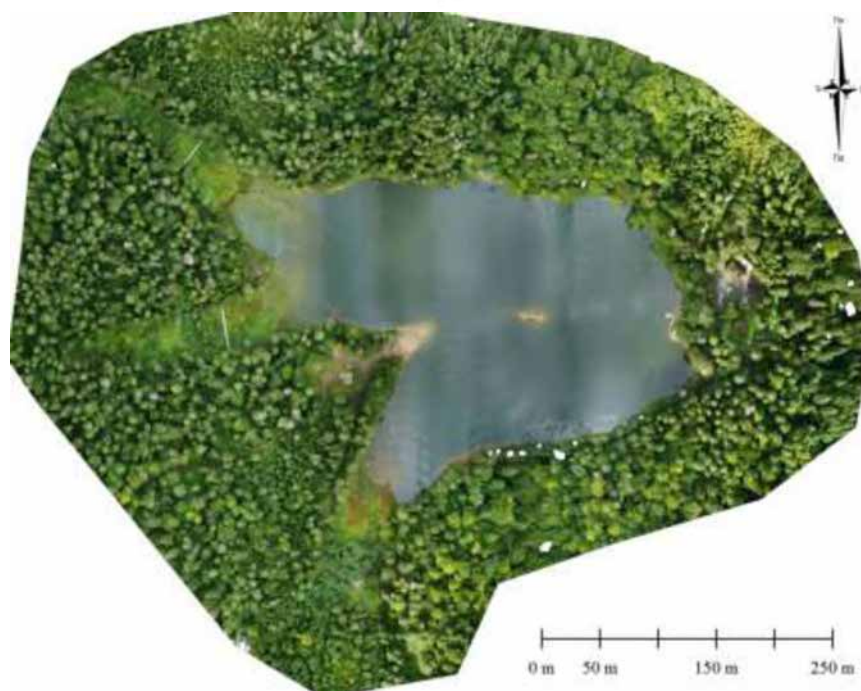


Рисунок 2. Ортофотоплан озера Синеvir

## Висновки

Дослідження підтвердило результативність сучасних інструментальних та геоінформаційних методів для аналізу гірських водно-болотних угідь на прикладі озера Синеvir – найбільшого в Українських Карпатах. Дистанційне зондування території виконано з використанням БПЛА з LiDAR та фотограмметричною обробкою даних, що дозволило створити цифрову модель місцевості й ортофотоплан. Отримані результати дають змогу визначати межі геокомплексів, морфологічні особливості території, моделювати зміни водних запасів під впливом кліматичних чинників і виконувати точні морфометричні розрахунки. Зібрані дані застосовуються для наукових завдань міжнародного проекту **WeVaRe** у межах програми транскордонного співробітництва *Interreg VI-A NEXT Hungary-Slovakia-Romania-Ukraine*.

## Перелік літературних джерел

- Національний природний парк «Синеvir». Історія та сьогодення / за ред. О. Б. Колесника, О. Г. Радченка. Ужгород: ТДВ «Патент», 2019. 440 с.
- Паспорт водно-болотного угіддя міжнародного значення «Озеро Синеvir» / Національний природний парк «Синеvir». Львів, 2021. 20 с.
- Abdullah, Q. A. (2016). A star is born: The state of new lidar technologies. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 82(5), 307–312.
- Hlotov, V., Shylo, Y., Yatskivskiy, Y., Kablak, N., & Nychvyd, M. (2023). Study of karst manifestations in Solotvyno based on aerial photography from a UAV. *Reports on Geodesy and Geoinformatics*, 115, 27–34. <https://doi.org/10.2478/rgg-2023-0004>
- Karabiniuk, M., Kalynych, I., Leta, V., Mykyta, M., & Melnychuk, V. (2022). Geological conditions of development and landscape differentiation of modern geological and geomorphological processes in the highlands of the Chornohora massif (Ukrainian Carpathians). *Geodynamics*, 1(32), 64–79. <https://doi.org/10.23939/jgd2022.02.064>
- Necsoiu, M., Mîndrescu, M., Onaca, A., & Wigginton, S. (2016). Recent morphodynamics of alpine lakes in Southern Carpathian Mountains using high-resolution optical imagery. *Quaternary International*, 415, 164–174. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.12.032>



Асоціація  
Фахівців  
Землеустрою  
України



Асоціація  
Сертифікованих  
Геодезистів  
України  
ПРОФЕСІЙНА ОРГАНІЗАЦІЯ

# ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

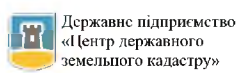
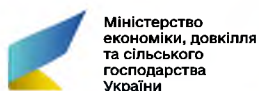
Міжнародної конференції  
"Land Unity Summit 2025"  
11-12 вересня 2025 р.,  
Івано-Франківськ



# LAND UNITY SUMMIT

ІВАНО-ФРАНКІВСЬК

# 2025



**УДК 528+332:349**  
**М-34**

**Матеріали Міжнародної конференції “Land Unity Summit 2025” 11–12 вересня 2025 р., Івано-Франківськ: Видавництво ІФНТУНГ, 2025.– Мова укр. і англ.**

ISBN-978-966-694-497-2-2025

*У збірнику матеріалів конференції представлені роботи, які відображають загальнотеоретичні, методологічні, практичні проблеми та результати досліджень у галузі геодезії, інженерної геодезії, картографії, аерофотогеодезії, фотограмметрії, геоінформатики, кадастру, просторового планування територій, правових відносин у галузі землекористування та раціонального природокористування. Рекомендується для науковців, викладачів, аспірантів, студентів та широкого кола громадськості.*

*Матеріали конференції подано в авторській редакції. Відповідальність за зміст поданих матеріалів та точність наведених даних несуть автори.*

ISBN-978-966-694-497-2-2025

© ІФНТУНГ, 2025