**МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ GOOGLE EARTH ENGINE ПРИ ПІДГОТОВЦІ ФАХІВЦІВ ЕКОЛОГІВ**

**Тарадіна Г.В.**

*Донецький національний університет імені Василя Стуса, Вінниця, Україна*

e-mail: h.taradina@donnu.edu.ua

До появи технологій дистанційного зондування моніторинг екологічного середовища в основному покладався на традиційні методи, такі як моніторинг із фіксованою точкою та дослідження на місці, який дає можливість отримати дані в реальному часі для регіону з цільовою точністю, але є достатньо вартісним, не має довгострокових даних спостережень і має труднощі з отриманням даних для обширної території. Порівняно з традиційними методами, технології дистанційного зондування на основі супутникових даних здатні забезпечити довгострокові та безперервні спостереження на великій території, швидко та ефективно отримуючи спектральні характеристики просторово розподілених об’єктів [1]. Саме тому за останнє десятиліття застосування отриманих із супутника наборів даних і методів геопросторового аналізу стає важливим засобом моніторингу змін у морфології земної поверхні та антропогенного впливу на елементи довкілля. Зміни навколишнього середовища потребують постійного спостереження і аналізу, що, враховуючи обсяги даних моніторингу і специфіку процесів їх обробки, може бути ефективно реалізовано тільки при умові використання ГІС-технологій і хмарних інтернет-сервісів [2]. Використання ГІС-технологій надає можливість проведення екологічного обсерваційного моніторингу складнодоступних місць, як то зони проведення бойових дій або тимчасово окупованих територій. Прикладом таких конкретних задач є дослідження стану Каховського водосховища [3], покинутих сільськогосподарських угідь на сході та півдні України [4], дослідження забруднення атмосферного повітря в районі річкових басейнів Кримського півострова [5], стан лісових масивів у постраждалих від війни регіонах України [6] тощо. Для вирішення перелічених завдань, наряду з іншими ГІС-технологіями та засобами дистанційного зондування, доцільним є застосування хмарної обчислювальної платформи Google Earth Engine (GEE) з використанням загальнодоступних наборів геопросторових даних з різних джерел (супутникових місій Sentinel, Landsat, MODIS у тому числі) для виявлення змін, кваліфікації ресурсів і картографування тенденцій на поверхні Землі. Можливості використання платформи є актуальним при підготовці майбутніх фахівців в галузі охорони довкілля, здатних з використанням сучасної методологічної основи аналізувати стан навколишнього середовища, робити припущення щодо походження спостережуваних явищ і прогнозувати динамку змін.

В рамках навчальних курсів, що пропонуються майбутнім екологам, супутникові зображення використовуються для спостереження та аналізу геоморфологічних змін земної поверхні, включаючи флювіальні процеси, землетруси, зсуви, розломи тощо. Другим аспектом використання GEE в навчальному процесі є можливість використання геопросторових даних спостережень при моделюванні і прогнозуванні стану довкілля Так, Google Earth Engine дозволяє створювати візуалізацію часових рядів для виявлення змін середовища з часом. Аналіз рядів часової динаміки дозволяє точніше прогнозувати зміни екосистем довкілля, може сприяти попередженню і запобіганню виникнення природно-техногенних загроз та негативному впливу на стан біорізноманіття.

Використання хмарної платформи GEE та даних дистанційного зондування при підготовці здобувачів за освітньо-професійною програмою «Екологія. Відновлення екосистем» забезпечує програмні результати навчання, передбачені відповідними стандартами вищої освіти за спеціальністю 101 «Екологія»: уміти застосовувати програмні засоби, ГІС-технології та ресурси Інтернету для інформаційного забезпечення екологічних досліджень; знати новітні методи та інструментальні засоби екологічних досліджень, у тому числі методи та засоби математичного і геоінформаційного моделювання; уміти використовувати сучасні інформаційні ресурси з питань екології, природокористування та захисту довкілля; уміти оцінювати ландшафтне і біологічне різноманіття та аналізувати наслідки антропогенного впливу на природні середовища; оцінювати екологічні ризики за умов недостатньої інформації та суперечливих вимог [7].

(

**Перелік джерел посилання:**

1. Chen C., Wang L., Yang G. Mapping of Ecological Environment Based on Google Earth Engine Cloud Computing Platform and Landsat Long-Term Data: A Case Study of the Zhoushan Archipelago. Remote Sens. 2023. V. 15. P. 4072. https://doi.org/10.3390/rs15164072

2. Davybida L. Analysis of capabilities and experience of using Google Earth Engine platform for environmental monitoring challenges. Ecological Safety and Balanced Use of Resources. 2021. V. 12. № 2. P. 75-86. <https://doi.org/10.31471/2415-3184-2021-2(24)-75-86>

3. Ліщенко Л.П., Філіпович В.Є. Оперативний супутниковий геомоніторинг наслідків руйнування греблі Каховської гідроелектростанції Український журнал дистанційного зондування Землі. 2024. Т. 11. № 1. C. 21–31. <https://orcid.org/0000-0001-6766-6884>

4. Ma Y., Lyu D., Sun K. Spatiotemporal Analysis and War Impact Assessment of Agricultural Land in Ukraine Using RS and GIS Technology. Land. 2022. V.11. P. 1810. <https://doi.org/10.3390/land11101810>

5. Tabunschik V., Gorbunov R., Gorbunova T. Unveiling Air Pollution in Crimean Mountain Rivers: Analysis of Sentinel-5 Satellite Images Using Google Earth Engine (GEE). Remote Sens. 2023. V. 15. P. 3364. <https://doi.org/10.3390/rs15133364>

6. Matsala M., Odruzhenko A., Hinchuk T. War drives forest fire risks and highlights the need for more ecologically-sound forest management in post-war Ukraine. Sci Rep. 2024. V. 14. № 1. P. 4131. doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-024-54811-5>

7. Затверджені стандарти вищої освіти (2021). веб-сайт. URL: https://mon.gov.ua/ua/osvita/visha-osvita/naukovo-metodichna-rada-ministerstva-osviti-i-naukiukrayini/zatverdzheni-standarti-vishoyi-osviti