

**НАПРЯМ 9. ТЕОРЕТИЧНІ І ПРАКТИЧНІ ПИТАННЯ
ТА ШЛЯХИ РЕАЛІЗАЦІЇ ЩОДО ЕНЕРГО-
Й РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ, ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ
В ГАЛУЗЯХ ПРОМИСЛОВОСТІ, МІСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА ТА КОМУНАЛЬНОЇ
ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ**

DOI <https://doi.org/10.36059/978-966-397-444-6-49>

Вишемірський Є. Д.,

*студент II курсу спеціальності «Екологія»
Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського
м. Київ, Україна*

Мінасва Ю. Ю.,

*старший викладач кафедри інженерних систем та технологій
Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського
м. Київ, Україна*

Вишемірська Я. С.,

*старший викладач кафедри інженерних систем та технологій
Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського
м. Київ, Україна*

**ВИКОРИСТАННЯ СУПУТНИКОВИХ ДАНИХ ТА ХМАРНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ВІДСТЕЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ЗМІН
В КРИМУ ТА НА ТИМЧАСОВО ОКУПОВАНИХ ТЕРИТОРІЯХ**

Війна в Україні значно ускладнює збір даних про стан екології в Криму та тимчасово окупованих територіях. Військові дії, які охоплюють значну частину території України, включаючи прифронтові області, впливають на доступність регіонів для проведення екологічних досліджень. Крим є окупованою територією з 2014 року, і відтоді доступ до незалежних екологічних даних був обмежений, але війна ще більше ускладнила будь-які спроби проводити моніторинг або наукові експедиції в цьому регіоні. Міжнародні організації та українські наукові установи не мають безпечного та законного доступу до Криму через бойові дії та політичні обмеження, накладені окупаційною владою.

Крім того, військова діяльність негативно впливає на природне середовище Криму. Розгортання військових баз, переміщення військової техніки, будова прибережних зон та використання природних ресурсів без належного контролю призводять до деградації екосистем, забруднення водних ресурсів та ерозії ґрунтів. Через ці обставини моніторинг стану довкілля в Криму стає не тільки технічно складним, а й небезпечним для дослідників, що працюють у регіоні. Відсутність належної інформації від незалежних організацій ускладнює міжнародну співпрацю у сфері охорони довкілля. Військові дії та політична ситуація створюють бар'єри для участі кримських установ у міжнародних екологічних проєктах та ініціативах.

Хмарні технології можуть бути ефективно використані для збору даних про стан екології в Криму, незважаючи на складнощі, спричинені війною [3, с. 153]. Вони надають можливість віддаленого доступу до екологічної інформації, зокрема через супутниковий моніторинг та інші дистанційні методи збору даних. Використання супутників дозволяє отримувати актуальні зображення та дані про стан лісів, водних ресурсів, забруднення повітря та ґрунтів, а також виявляти незаконну діяльність, що може шкодити екосистемам, навіть якщо фізичний доступ до регіону обмежений.

Окрім того, хмарні платформи дозволяють збирати та обробляти великі обсяги даних з різних джерел в режимі реального часу. Наприклад, дані про температуру, вологість, атмосферні умови та зміни в біорізноманітті можна отримувати через мережу сенсорів, яка функціонує безпосередньо на місці або поблизу регіону. Ці дані можуть бути автоматично передані на хмарні платформи для аналізу за допомогою алгоритмів штучного інтелекту, що допомагає робити прогнози та оцінки впливу людської діяльності або природних факторів на екосистему.

Також, хмарні технології спрощують співпрацю між різними науковими організаціями, державними установами та міжнародними інституціями. Дані, зібрані у хмарі, можуть бути доступними для широкого кола дослідників і аналізуватися спільно, що підвищує ефективність моніторингу та координації зусиль щодо збереження довкілля в регіоні.

Таким чином, навіть в умовах війни та окупації, хмарні технології можуть забезпечити постійний потік екологічних даних і допомогти в оцінці впливу війни та людської діяльності на природне середовище Криму.

Розглянемо кілька прикладів того, як хмарні та супутникові технології використовуються для збору екологічних даних, що може бути застосовано й до моніторингу стану екології в Криму та на тимчасово окупованих територіях:

Copernicus Earth Observation Program – це європейська ініціатива, що використовує супутники для збору екологічних даних. Супутники

цієї програми здатні відслідковувати зміни в навколишньому середовищі, зокрема забруднення повітря, зміну лісових масивів, стан водних ресурсів та багато іншого. Дані, зібрані через супутники Copernicus, доступні через хмарні платформи для аналізу вченими та урядами різних країн.

Google Earth Engine – це хмарна платформа для аналізу екологічних даних, яка дозволяє обробляти величезні масиви супутникових зображень та інших екологічних даних. З її допомогою можна відслідковувати деградацію земель, вирубку лісів або зміни клімату [2, с. 23]. Для Криму та інших регіонів, де доступ обмежений, супутникові дані, оброблені через Google Earth Engine, можуть надавати вченим важливу інформацію про стан довкілля.

Global Forest Watch – це ще один приклад платформи, яка використовує хмарні технології для моніторингу лісів у режимі реального часу за допомогою супутникових зображень. Вона дозволяє виявляти вирубку лісів, незаконну забудову або зміни в екосистемах, надаючи дані, доступні для аналізу екологічним організаціям. Ця платформа може бути корисною для моніторингу змін лісових масивів у Криму.

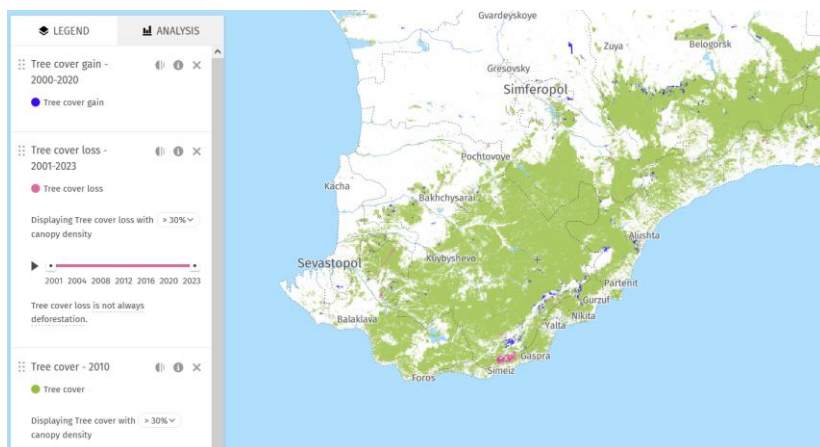


Рис. 1. Візуалізація даних на платформі Global Forest Watch
Джерело: отримано авторами на платформі GFW



Рис. 2. Дані щодо вирубки лісів в херсонській області на платформі Global Forest Watch

Джерело: отримано авторами на платформі GFW

NASA's Air Quality Monitoring – NASA використовує супутники для відстеження забруднення повітря по всьому світу. Дані доступні через хмарні сервіси та можуть використовуватися для аналізу впливу війни на екологію в регіонах, де доступ обмежений. Це дозволяє віддалено моніторити стан атмосфери в Криму та навколишніх областях, навіть без фізичної присутності дослідників.

Ці проєкти показують, що навіть у важкодоступних регіонах, таких як Крим та тимчасово окуповані території, хмарні технології можуть бути потужним інструментом для збору та аналізу екологічних даних.

Однак важливо розуміти, що точність даних може залежати від ряду факторів:

1. **Частота зйомок і роздільна здатність:** Платформи на кшталт **Copernicus** або **Sentinel Hub** надають високоякісні супутникові зображення, які можуть регулярно оновлюватися, зокрема в 2024 році. Але точність цих даних може варіюватися залежно від області дослідження, часу зйомок та роздільної здатності супутників [1, с. 1589].

2. **Аналіз та інтерпретація:** Навіть із точними зображеннями, потрібен глибокий аналіз, щоб відрізнити природні процеси (наприклад, сезонні зміни) від людської діяльності (наприклад, вирубка лісів). Для цього потрібні спеціальні алгоритми, такі як в **Global Forest Watch**, або місцеві експерти, щоб інтерпретувати дані [4, с. 395].

3. **Обмеження доступу:** Через військові дії і обмеження доступу до Криму можливі затримки або проблеми з верифікацією отриманих даних на місцевому рівні. Супутники можуть надавати поверхневі

зображення, але без наземного моніторингу складніше оцінити точні зміни.

Таким чином, такі платформи можуть надавати індикативні дані, але для отримання точних висновків потрібне додаткове підтвердження.

Отже, хмарні технології та супутникові дані – це інноваційні інструменти, які стають дедалі важливішими в екологічних дослідженнях і аналізі в реальному часі.

Список використаних джерел:

1. Becker-Reshe I., Justice C.O., Sullivan M. J. et al. Monitoring global croplands with coarse resolution Earth observation: The Global Agriculture Monitoring (GLAM) project. *Remote Sens.* N 2, 2010. 1589–1609.

2. Cardille, J. A., Crowley, M. A., Saah, D., & Clinton, N. E. *Cloud-Based Remote Sensing with Google Earth Engine: Fundamentals and Applications*. Springer. URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-86995-5>

3. Довгий С. О., Бабійчук С. М., Кучма Т. Л. Дистанційне зондування Землі: аналіз космічних знімків у геоінформаційних системах : навч.-метод. посіб. Київ : Національний центр «Мала академія наук України», 2020. 268 с.

4. Кузін, В. Г. Хмарні технології в задачах аналізу супутникових даних / В. Г. Кузін, Є. М. Григоренко, А. Ю. Шелестов. *XXI Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Теоретичні і прикладні проблеми фізики, математики та інформатики»* (Україна, м. Київ, 11–12 травня 2023 р.) : матеріали конференції. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. С. 395–399.

5. Лялько С. М., Довгий С. О., Бабійчук В. І., Кучма Т. Л., Томченко О. В., Юрків Л. Я. Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування : навч. посіб. / К. : Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2019. 316 с.

6. Тараріко О. Г., Сиротенко О. В., Ільєнко Т. В., Кучма Т. Л. *Агроекологічний супутниковий моніторинг*. К. : Аграр. наука, 2019. 204 с.