

**ОЦІНКА ГЕОЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ТЕРИТОРІЙ ВИДОБУТКУ  
КАОЛІНІВ В ЖИТОМИРСЬКІЙ ОБЛАСТІ  
З ВИКОРИСТАННЯМ ДАНИХ ДЗЗ**

**Гарбар Олександр Васильович,**  
доктор біологічних наук, професор,  
завідувач кафедри екології та географії

**Панфелюк Марія Віталіївна**

Студент

Житомирський державний університет ім. Івана Франка  
м. Житомир, Україна

**Анотація:** У цій статті оцінюється геоєкологічний стан територій видобутку каолінів в Житомирській області з використанням даних дистанційного зондування землі (ДЗЗ). Проведено огляд методів супутникового моніторингу та їх застосування у вирішенні екологічних проблем. Надано характеристику каолінових родовищ, їх властивості та методи видобування. Представлені результати дослідження геоєкологічного стану територій видобутку каолінів з використанням ДЗЗ. Робиться висновок про ефективність застосування супутникового моніторингу для оцінки та контролю геоєкологічного стану природних ресурсів.

**Ключові слова:** геоєкологічний стан, каоліни, видобуток, Житомирська область, дистанційне зондування землі.

Видобуток каоліну в Житомирській області має великий вплив на навколишнє середовище. Для оцінки цього впливу важливим інструментом є дані дистанційного зондування, які дозволяють відстежувати зміни ґрунтового покриву та рослинності.

Для оцінки геоєкологічного стану територій видобутку каоліну досліджуваного регіону було використано дані космічних апаратів (К А) родини «Sentinel-2».[1] Було використано космічні на місці

Великогадомицького родовища каоліну (рис.1).



**Рис.1 Локалізація території дослідження на супутниковому знімку  
Великогадомицьке родовище каоліну (Google Sat)**

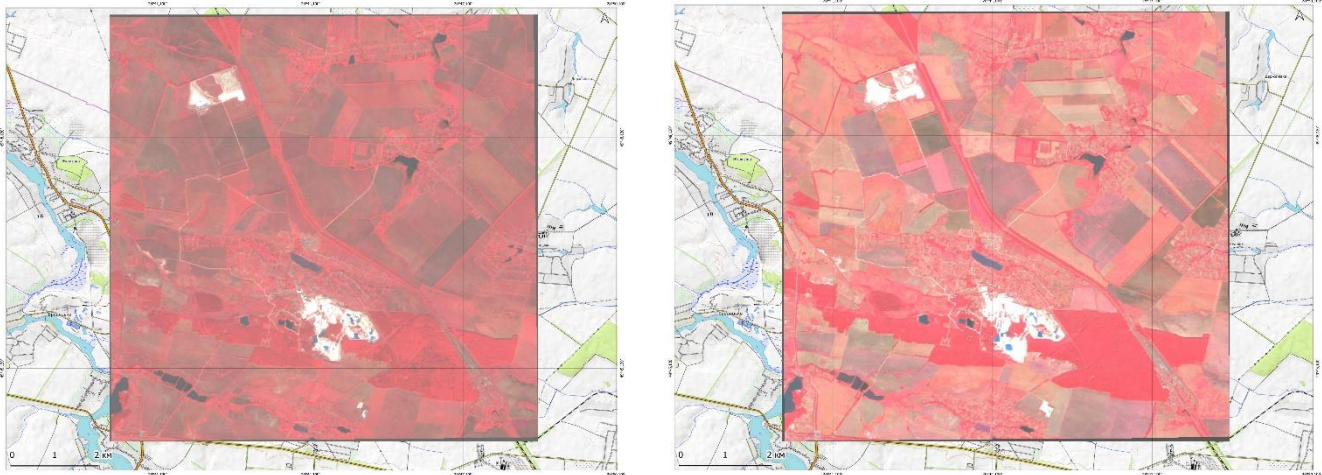
Для попередньої обробки та класифікації супутникових знімків використовувався хмарний сервіс Google Earth Engine (Gorelick et al., 2017). Google Earth Engine — це платформа для наукового аналізу та візуалізації геопросторових даних, призначена для академічних, некомерційних, бізнесових і державних користувачів. Earth Engine зберігає супутникові знімки в загальнодоступному архіві, що включає історичні дані Землі за більш ніж сорок років. Нові зображення, які надходять щодня, стають доступними для глобального аналізу[2].

Earth Engine також надає API (Application Programming Interface) та інші інструменти для аналізу великих наборів даних. Для класифікації супутникових знімків використовувався алгоритм автоматичної кластеризації методом k-середніх (k-means clustering)[3]. Оптимальна диференціація земельного покриття досягалася при виділенні 67 класів. Оскільки така класифікація призводить до надмірної кількості класів, наступним етапом була перекласифікація результатів за допомогою QGIS.

Для виявлення часових змін земельного покриття використовувався алгоритм Crossclassification, реалізований у плагіні Semi-Automatic Classification Plugin (SCP) (Congedo, 2021).

Для аналізу родовища також було зроблено кольоровий композит в інфрачервоному спектрі (IR) для порівняння змін між 2018-2023 року (рис 2). За

результатом цього аналізу було виявлено, що за період 2023 року видно більш чіткі межі доріг, протоптані межі на сільськогосподарських ділянках, зміна площі родовищ каоліну, що свідчить про несуттєво але все ж активне видобування каоліну на об'єкті.

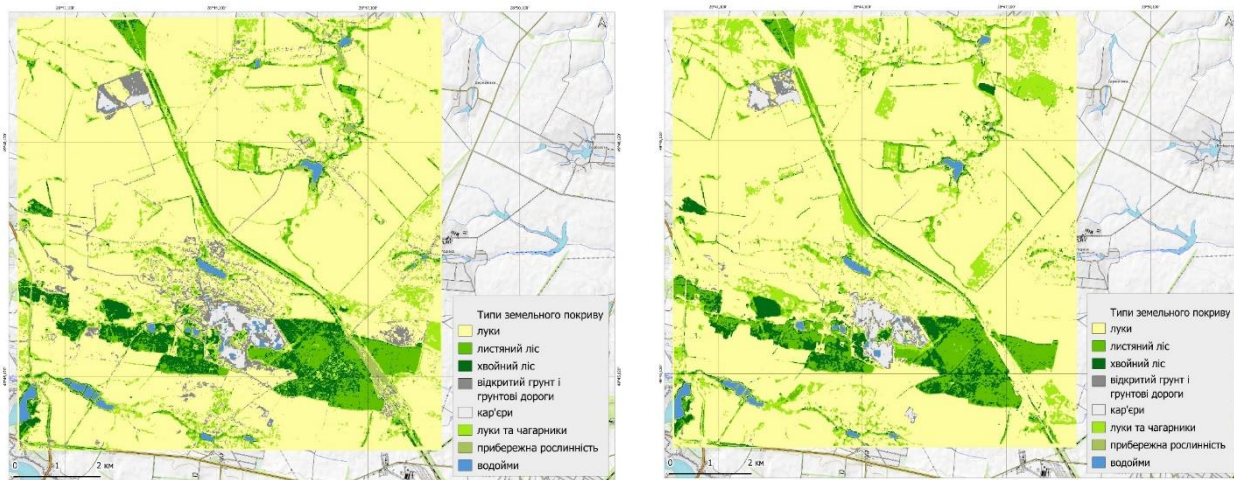


**Рис.2 Локалізація території дослідження в інфрачервоному спектрі (IR) на супутниковому знімку Великогадомицьке родовище каоліну в 2018 та 2023 р.**

У результаті некерованої класифікації космічних знімків було виділено вісім основних класи земельного покриття: луки, листяний ліс, хвойний ліс, відкритий ґрунт та ґрунтові дороги, кар'єри, луки та чагарники, прибережна рослинність та водойми (рис. 3).

Отримані результати свідчать, що домінуючим класом земельного покриття відкритого родовища та сусідніх територій в 2018 році домінують луки та листяні ліси. Порівняння між двома картами показало, що відкритий ґрунт та ґрунтові дороги були більш виражені (сірим кольором) на період 2018 року, що свідчить про те, що в цей період були активніші роботи по дослідженню та видобування каоліну, а в період 2023 року більшість цієї території вкрита лугами, що свідчить про заростання відкритого ґрунту. Також зменшилась кількість водойми на кар'єрах, що в свою чергу свідчить про висохання території. Більшість рослинного покриття навколо кар'єру суттєво зменшилась впродовж цих п'яти років, можливо це є наслідком вирубування дерев території

для розкопних робіт та можливого розширення території кар'єра.



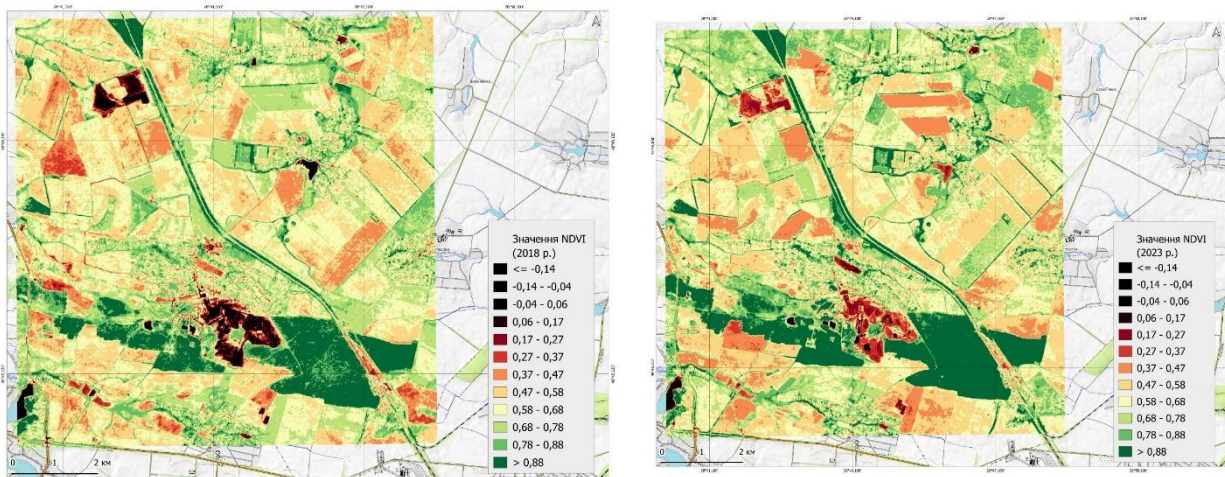
**Рис.3. Структура земельного покриття Великогадомицького родовища каоліну 2018-2023 р.**

На карті (рис. 4) представлені значення вегетаційного індексу NDVI, які характеризують стан рослинного покриття на території родовища. Високі значення NDVI вказують на густу здорову рослинність, тоді як низькі значення свідчать про зниження біомаси або відсутність рослинності. Розподіл NDVI допомагає ідентифікувати ділянки з різним рівнем вегетації, що є важливим для оцінки впливу видобувної діяльності.

За результати аналізу видно, що розподіл NDVI на території Великогадомицького родовища каоліну змінився протягом цих п'яти років. У 2018 році в області спостерігалися від'ємні значеннями NDVI, що може свідчити про відкриті ґрунтові ділянки на яких проводилися скоріж за все активні розкопки.

У 2023 році спостерігалася зміна у розподілі NDVI, на місці ка'єра зменшення від'ємного показника, що означає заростання рослинним покривом більшу частину кар'єрів, що може свідчить про призупинення активного видобування.

Отже, порівняння розподілу NDVI між 2018 роком та 2023 роком показує динаміку змін на території Великогадомицького родовища каоліну, що може бути важливим для подальшого вивчення та контролю за станом навколишнього середовища.

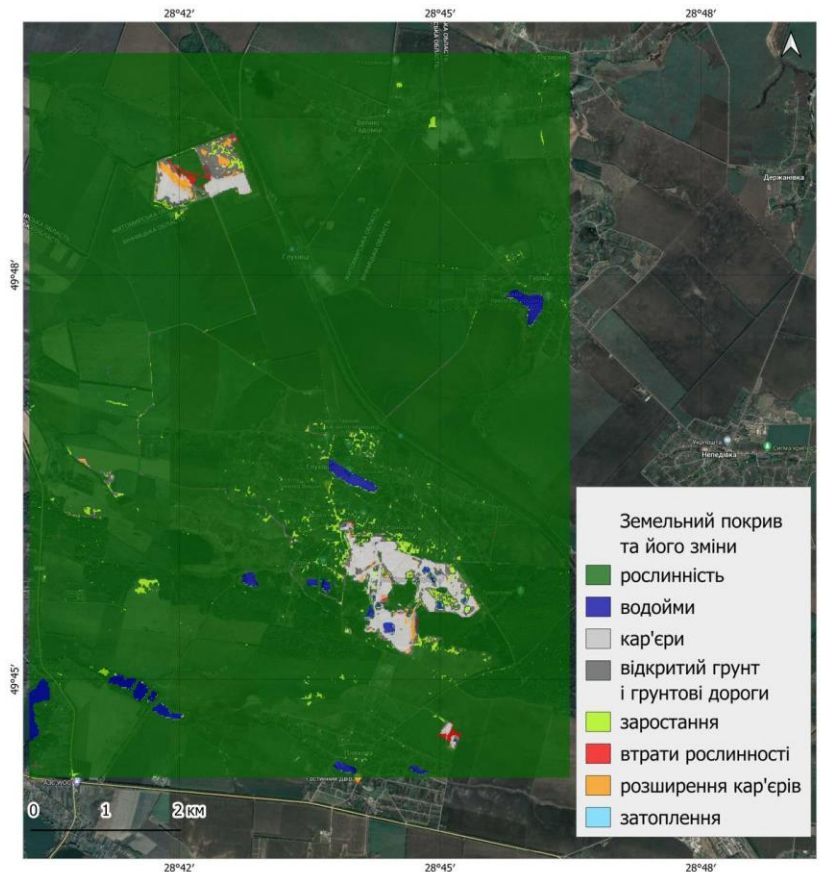


**Рис. 4 Розподіл значень вегетаційного індексу NDVI на території Великогадомицького родовища каоліну за 2018 та 2023 р.**

Як видно з отриманих карт земельного покриття та його змін (рис.5) на території Великогадомицького кар'єру є суттєві зміни в період 2018-2023 року. Більш помітно це на меншому кар'єрі, там спостерігається втрата рослинності. Поряд із цим спостерігається відкритий ґрунт та ґрунтові роботи, що означає активні процеси розкопних робіт на території та активне розширення кар'єру.

На півдні досліджуваної території можна помітити зміни в земельному покритті, а саме втрати рослинності на тій території в значній кількості, можливо там зараз відбуваються розробки по розширенню кар'єру.

Також можна побачити незначні заростання рослинним покривом території наколо кар'єрів, що означає сповільнення розвитку розширення кар'єрів. Водойми особливо не змінилися, затоплення незначні.



**Рис. 5** Зміни земельного покриття Великогадомицького родовища каоліну за період 2018 - 2023 рр.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. І. І. Петров, О. В. Сидоренко, Т. О. Коваленко. (2020). Використання даних дистанційного зондування землі для моніторингу екологічного стану промислових територій.
2. Ресурси для пошуку та використання супутникових зображень. Global Investigative Journalism Network. URL: <https://gijn.org/ua/resurs-ua/resursi-dla-posuku-ta-vikoristanna-suputnikovih-zobrazhen/> (дата звернення: 15.05.2024).
3. Earth Engine. Сучасні освітні технології. URL: <https://educationpakhomova.blogspot.com/2023/02/earth-engine.html> (date of access: 25.05.2024).