

Деякі питання щодо розроблення геоінформаційного моніторингу наслідків техногенної катастрофи на Каховській ГЕС

Олександр Родченко, здобувач освітнього ступеня «магістр»¹ (ORCID: 0009-0004-9424-4782), **Надія Лазоренко**, доцент, к.т.н., доцент кафедри геоінформатики і фотограмметрії¹ (ORCID: 0000-0002-1572-4947), **Данило Кінь**, PhD, доцент кафедри геоінформатики і фотограмметрії¹ (ORCID: 0000-0002-0185-2534)

¹ Київський національний університет будівництва і архітектури, 03037, м. Київ, проспект Повітряних Сил, 31, Україна

АНОТАЦІЯ

Метою дослідження є аналіз змін території Каховського водосховища внаслідок техногенної катастрофи на Каховській ГЕС методами дистанційного зондування Землі та геоінформаційного аналізу із застосуванням баз геопросторових даних. Робота містить огляд того, як за допомогою методів інтерпретації результатів дистанційного зондування, баз геопросторових даних, та засобів інструментальних ГІС змоделювати зміну наземних покривів на території Каховського водосховища. На прикладі першої ітерації дослідження з використанням малої кількості даних, за допомогою простих інструментів із застосуванням поєднання ручної інтерпретації з автоматичною було наочно продемонстровано можливі результати дослідження.

Ключові слова: дистанційне зондування Землі, інтерпретація космічних знімків, база геопросторових даних, геопросторовий аналіз, моніторинг.

1. ВСТУП

6 червня 2023 року під час російського вторгнення в Україну окупаційними силами РФ було підірвано Каховську ГЕС, що спричинило до однієї з наймасштабніших техногенних катастроф з часів вибуху на ЧАЕС. У результаті руйнації конструкції ГЕС водосховище втратило мільйони кубометрів води і фактично перестало існувати. На його території утворилося мережа невеличких струмків та річок з непостійним руслом, а більша частина дна опинилася осушеною. Обміління водосховища також вплинуло на стан поверхневих вод басейну річки Дніпро, як північніше так і південніше Каховської ГЕС [6, 8].

Робота містить огляд того, як за допомогою методів інтерпретації результатів дистанційного зондування, баз геопросторових даних, та засобів інструментальних ГІС змоделювати зміну наземних покривів на території Каховського водосховища.

2. МЕТА

Метою дослідження є аналіз змін території Каховського водосховища внаслідок техногенної катастрофи на Каховській ГЕС методами дистанційного зондування Землі та геоінформаційного аналізу із застосуванням баз геопросторових даних.

3. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Основні методи для проведення дослідження моніторингу є: тематична класифікація даних космічного знімання, оцифрування даних отриманих у результаті інтерпретації, візуалізації результатів аналізу шляхом створення тематичних карт та анімацій засобами інструментальних ГІС, а також інтерпретація результатів [1, 2, 4, 5, 7]. Основні етапи дослідження:

- 1) Збір даних із відкритих джерел.
- 2) Розроблення каталогу об'єктів і атрибутів тематичного набору та створення бази геопросторових даних проєкту [2, 3].

- 3) Інтерпретація даних космічних знімків із застосуванням спектральних індексів.
- 4) Тематична класифікація результатів інтерпретації.
- 5) Векторизація тематичного растру.
- 6) Завантаження отриманих векторних даних до БГД та виконання аналізу.
- 7) Складання тематичних карт на основі результатів дослідження;
- 8) Формування висновків дослідження.

4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Враховуючи розташування досліджуваної території у зоні бойових дій, на початку дослідження було вирішено обмежитися наявними матеріалами космічної зйомки з відкритих ресурсів. З чого випливає, що є доцільним проаналізувати лише зміни полігональних моделей певного переліку типів земельного покриву у межах досліджуваної території [1].

На основі відфільтрованих і відсортованих космічних знімків була виконана автоматична керована класифікація для отримання векторних моделей на територію об'єкта дослідження засобами QGIS. У середовищі ОР СКБД PostgreSQL із розширенням PostGIS виконано приведення отриманого набору геопросторових даних до структури, яка передбачена концептуальною моделлю даних геоінформаційного моніторингу наслідків техногенної катастрофи на Каховській ГЕС. Після чого буде проведено розрахунок статистичних даних для подальшого аналізу.

Вихідними даними було обрано космічні знімки місії супутників Sentinel-2 з виконаною атмосферою корекцією L2. Для пошуку і отримання космічних знімків місії Sentinel-2 було використано відкритий портал Copernicus Browser (Рис.1). Колекція цих знімків складається з сцен з просторовим охопленням 100x100 кілометрів. Повне просторове охоплення території дослідження покрито 4 тайлами колекції. У рамках першої ітерації було вирішено обмежитися набором даних на наступні дати: 05.06.2023, 20.06.2023, 19.08.2023, 28.09.2023, 03.10.2023. Територія дослідження була подана векторною моделлю водного дзеркала р. Дніпро між Каховською та Дніпровською ГЕС до катастрофи (Рис. 1).

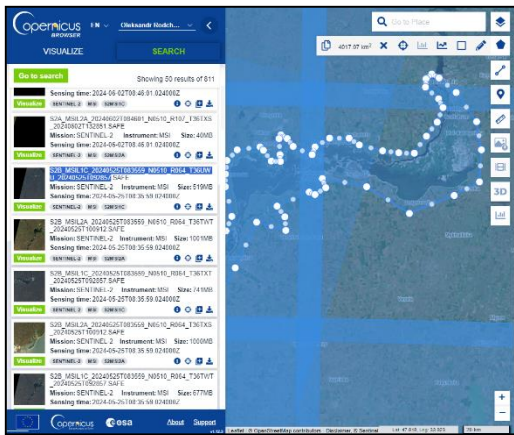


Рисунок 1. Результати моделювання випробування палі

Дослідження було проведено програмним забезпеченням Erdas Imagine за таким алгоритмом:

- 1) створення мультиспектральних зображень шляхом синтезу каналів B02, B03 та B04 для кожного набору тайлів;
- 2) створення мозаїки з 4 тайлів за середньозваженою лінією із проведенням корекції гістограм;
- 3) розрахунок нормалізованого різнищевого водного індексу: $NDWI = \frac{Green - NIR}{Green + NIR}$;
- 4) проведення автоматичної некерованої класифікації зображення NDWI;
- 5) перевизначення класів тематичного растру згідно визначеного концептуальною моделлю переліку класів із застосуванням дешифрування на основі зображення у природних кольорах (Рис. 2) [2].

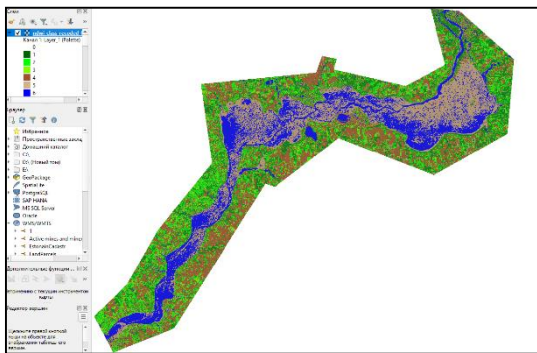


Рисунок 2. Класифікований космічний знімок супутника Sentinel-2 L2 у середовищі QGIS

5. ВИСНОВКИ

Поєднання технологій дистанційного зондування, баз геопросторових даних та інструментальних ГІС дозволяє здійснювати моніторинг земельного покриття, пов'язаних із процесом осушення великих гідрографічних об'єктів. На прикладі першої ітерації дослідження з використанням малої кількості даних, за допомогою простих інструментів із застосуванням поєднання ручної інтерпретації з автоматичною було наочно продемонстровано можливі результати дослідження. У ході наступних ітерацій дослідження, за допомогою застосування більш потужних інструментів обробки та інтерпретації даних, буде використано платформу Google Earth Engine, яка здатна

опрацьовувати великі масиви вихідних даних, а також буде використано складнішу логіку для виконання класифікації. Це дозволить досягти точніших і змістовніших результатів моніторингу шляхом створення еталонів та збільшення кількості характеристик і їх значень. Підхід до зберігання та аналізу даних на основі баз геопросторових даних із застосуванням віртуальних таблиць, сформованих на основі запитів до фізичної моделі, дозволить здійснювати безперервний моніторинг шляхом простого додавання нових даних за певний період часу.

Список літератури

- [1] Дистанційне зондування Землі: аналіз космічних знімків у геоінформаційних системах : навч.-метод. посіб. / С. О. Довгий, С. М. Бабійчук, Т. Л. Кучма та ін. – Київ : Національний центр «Мала академія наук України», 2020. – 268 с.
- [2] Геоінформаційні технології та інфраструктура геопросторових даних: у шести томах. Том 2: Системи керування базами геоданих для інфраструктури просторових даних. Навчальний посібник. / Д. Кейк, А.А. Лященко, В.В. Путренко, Ю. Хмелевський, К.С. Дорошенко, М. Говоров – Київ, 2017. – 456 с.
- [3] Лазоренко-Гевель Н., Карпінський Ю., Кінь Д. Особливості створення (оновлення) цифрових топографічних карт для формування основної державної топографічної карти. *Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва*, 2021, с. 113-122. doi: <http://dx.doi.org/10.33841/1819-1339-1-41-113-122>.
- [4] Б.В. Четверіков, К.Р. Онуфрак. Методика визначення наслідків стихійних лих за різночасовими даними ДЗЗ (на прикладі штатів Техас і Флорида), *Інженерна геодезія*, 2018, 65, с. 181-189.
- [5] Bizzi, S., Demarchi, L., Grabowski, R. C., Weissteiner, C. J., & Van de Bund, W. J. A. S. The use of remote sensing to characterise hydromorphological properties of European rivers. *Aquatic sciences*, 2016, 78, 57-70.
- [6] Gleick P., Vyshnevskiy V., Shevchuk S. Rivers and Water Systems as Weapons and Casualties of the Russia-Ukraine War. *Earth's Future*, 2023, 11.10. doi: <https://doi.org/10.1029/2023EF003910>.
- [7] Tadese, M., Kumar, L., Koech, R., & Kogo, B. K. (2020). Mapping of land-use/land-cover changes and its dynamics in Awash River Basin using remote sensing and GIS. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 19, 100352. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2020.100352>
- [8] Vyshnevskiy V., Shevchuk S. The destruction of the Kakhovka dam and the future of the Kakhovske reservoir. *International Journal of Environmental Studies*, 2024, 81.1: 275-288. doi: <https://doi.org/10.1080/00207233.2024.2320033>.