УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Будівельний факультет

Кафедра вишукувань та проектування шляхів сполучення, геодезії та землеустрою

Пояснювальна записка

до випускної кваліфікаційної роботи бакалавра
на тему:

Геоінформаційний моніторинг трансформації ландшафтів зони Каховського водосховища та розробка стратегії їх рекультивації

ВПГЗ. 306.193.2026.ПЗ.

Розробив: ст.гр. 103-ГЗ-Д22,
Коншин Денис Володимирович
Спеціальність: 193 «Геодезія та землеустрій»
Керівник: к.т.н., доц. Шевченко А.О.
Нормоконтроль: к.т.н., доц. Орел Є.Ф
Зав. кафедри: д.т.н., проф. Угненко Є.Б

Рецензент: к.т.н., доц. Лютий В.А.

2026 р.

ВПГЗ

УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Факультет будівельний
Кафедра вишукувань та проектування шляхів сполучення, геодезії та землеустрою
Освітній рівень: бакалавр
Спеціальність: 193 «Геодезія та землеустрій»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри,
професор д-р техн. наук

_____Є.Б. Угненко

« ___» _____ 2026 р.

ЗАВДАННЯ
НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

1 Тема: «Геоінформаційний моніторинг трансформації ландшафтів зони Каховського водосховища та розробка стратегії їх рекультивації»

керівник доц. Шевченко А.О.

затверджені розпорядженням по будівельному факультету
від «18» травня 2026 року № 5.

2 Строк подання студентом закінченої роботи «10» червня 2026 року.

3 Вихідні дані:
зібрані у період переддипломної практики згідно з завданням викладача керівника випускної кваліфікаційної роботи

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки:

- Стан та проблеми трансформації ландшафтів після зникнення Каховського водосховища .
- Методологія використання ГІС та ДЗЗ для моніторингу Херсонщини .
- Результати геоінформаційного аналізу зони Каховського водосховища.
- Стратегія рекультивації та відновлення природних ресурсів. Висновки.

ВІТЗ

5. Перелік графічного матеріалу:

- Мета та методи дослідження. Стан та проблеми трансформації ландшафтів після зникнення Каховського водосховища.
- Методологія використання ГІС та ДЗЗ для моніторингу Херсонщини .
- Результати геоінформаційного аналізу зони Каховського водосховища.
- Стратегія рекультивації та відновлення природних ресурсів. Висновок.

6. Консультанти окремих розділів

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання «14» травня 2026 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів	Строк виконання етапів	Примітка
Мета та методи дослідження. Стан та проблеми трансформації ландшафтів після зникнення Каховського водосховища.	20.05.2026	
Методологія використання ГІС та ДЗЗ для моніторингу Херсонщини . Результати геоінформаційного аналізу зони Каховського водосховища.	25.05.2026	
Стратегія рекультивації та відновлення природних ресурсів. Висновок	02.06.2026	
Висновки. Підготовка графічного матеріалу та оформлення згідно з вимогами до випускних кваліфікаційних робіт.	10.06.2026	

Студент _____ Денис КОНШИН

Керівник Анна ШЕВЧЕНКО

АНОТАЦІЯ ВИПУСКНОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Кваліфікаційна робота присвячена дослідженню масштабних екологічних та гідрологічних трансформацій ландшафтів, що відбулися внаслідок підриву греблі Каховської ГЕС та повного зникнення водосховища. Метою роботи є комплексна оцінка екологічних ризиків на осушеному дні та розробка просторової стратегії рекультивації території із застосуванням сучасних супутникових технологій та ГІС-аналізу.

У роботі обґрунтовано методологію безпечного дистанційного моніторингу зони екологічного лиха на основі інтеграції радарних даних Sentinel-1 та мультиспектральних знімків Sentinel-2. За допомогою розрахунку індексів NDVI, NDWI, MNDWI та NDMI проаналізовано динаміку висушування земель та рекордно швидкого відновлення аборигенної вербово-тополевої рослинності. Використовуючи цифрові моделі рельєфу (DEM), у середовищі QGIS змодельовано ризики водної та вітрової ерозії субстрату. На основі методу багатокритеріального аналізу рішень (MCDM) здійснено класифікацію чаші водосховища за ступенем деградації та виділено 5 зон пріоритетного втручання (PIZ) для Херсонської області. Розроблено покрокову дорожню карту (Roadmap 2024–2030) екологічного відновлення території на засадах природоорієнтованих рішень (Nature-Based Solutions) та запропоновано архітектуру регіональної вебсистеми постійного ГІС-моніторингу.

This qualification thesis explores the large-scale environmental and hydrological landscape transformations resulting from the destruction of the Kakhovka HPP dam and the complete disappearance of the reservoir. The study aims to comprehensively evaluate ecological risks on the dried reservoir bed and develop a spatial strategy for land reclamation using modern satellite technologies and GIS analysis.

The research justifies a methodology for safe remote monitoring of the environmental disaster zone based on the integration of Sentinel-1 radar data and Sentinel-2 multispectral imagery. By calculating NDVI, NDWI, MNDWI, and NDMI indices, the dynamics of land desiccation and the record-fast restoration of native willow-poplar vegetation were analyzed. Utilizing Digital Elevation Models (DEM), the risks of water and wind erosion of the substrate were modeled within the QGIS environment. Based on the Multi-Criteria Decision-Making (MCDM) method, the reservoir bed was classified by its degree of degradation, and 5 Priority Intervention Zones (PIZ) were delineated for the Kherson region. A step-by-step roadmap (Roadmap 2024–2030) for ecological restoration based on Nature-Based Solutions has been formulated, and an architecture for a regional permanent web-based GIS monitoring system has been proposed.

РЕФЕРАТ ВИПУСКНОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

УДК 528.48

Тема випускної кваліфікаційної роботи *«Геоінформаційний моніторинг трансформації ландшафтів зони Каховського водосховища та розробка стратегії їх рекультивації»*

Автор *Кошшин Денис Володимирович,* студент гр. 103-ГЗ-Д-22

кафедри *вишукувань та проектування шляхів сполучення, геодезії та землеустрою*

Українського державного університету залізничного транспорту, 2026 рік;

Обсяг пояснювальної записки: 52 кількість аркушів текстової частини, 4 фотографії, 2 таблиць, 2 додатків, 53 літературних джерел.

Обсяг графічного / презентаційного матеріалу: 10 кількість аркушів.

Мета та метод дослідження (виконання роботи): є оцінка стану та проблем трансформації ландшафтів після зникнення Каховського водосховища (на прикладі Херсонської області) з використанням методів геоінформаційного аналізу та дистанційного зондування Землі.

Отримані результати: удосконалено методику прогнозування ризиків дефляції та водної ерозії для екстремально осушених великих штучних водойм шляхом суміщення геоморфометричних параметрів цифрових моделей рельєфу (DEM) із супутниковими індексами вологості (NDMI) та вегетації (NDVI).

Новизна випускної кваліфікаційної роботи: полягає у комплексній просторовій класифікацію та районування оголеного дна Каховського водосховища за допомогою методів багатокритеріального аналізу прийняття рішень (MCDM) на основі фактичних даних дистанційного зондування Землі за трирічний посткатастрофічний період.

Область використання:*у виробництві та навчальному процесі.*

ВГЗ

Зміст

Вступ 8
Анотація 12
1. Стан та проблеми трансформації ландшафтів після зникнення Каховського водосховища 16
1.1. Ретроспективний аналіз території до та після катастрофи 16
1.2. Огляд екологічних ризиків: ерозія, пилові бурі, зміна гідрологічного режиму 20
1.2.1. Ерозійні процеси та опустелювання 20
1.2.2. Зміна гідрологічного режиму та падіння рівня ґрунтових вод 21
1.3. Аналіз нормативно-правової бази відновлення 24
Розділ 2. Методологія використання ГІС та ДЗЗ для моніторингу Херсонщини 26
2.1. Характеристика супутникових даних Sentinel-1 та Sentinel-2 26
2.1.1. Супутник Sentinel-2 (оптичний діапазон) 26
2.1.2. Супутник Sentinel-1 (радарний діапазон) 29
2.2. Алгоритми розрахунку вегетаційних (NDVI) та водних (NDWI, MNDWI) індексів 31
2.2.1. NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) — нормалізований різницевий вегетаційний індекс 31
2.2.2. NDWI (Normalized Difference Water Index) — нормалізований різницевий водний індекс 33
2.2.3. MNDWI (Modified Normalized Difference Water Index) модифікований нормалізований різницевий водний індекс 35
2.3. Використання цифрових моделей рельєфу (DEM) для прогнозування ерозійних процесів 35
2.4. Прогнозування дефляції (вітрової ерозії) 38

ВТБ

Розділ 3. Результати геоінформаційного аналізу зони Каховського водосховища 38
3.1. Динаміка формування рослинного покриву на колишньому дні (аналіз за 2023-2026 рр.) 39
3.3. Картографування зон пріоритетного втручання для Херсонської області 42
Розділ 4. Стратегія рекультивації та відновлення природних ресурсів 48
4.1. Розробка "Roadmap" відновлення: від розмінування до фіторемедіації .. 48
4.2. Європейський досвід ренатуралізації річкових заплав 55
4.2.1. Проєкт "Room for the River" (Нідерланди) 55
4.2.2. Ренатуралізація дельти Дунаю (Румунія, Україна) 55
4.2.3. Принципи Nature-Based Solutions (NBS) ЄС 56
4.3. Оцінка екологічного та соціально-економічного ефекту від впровадження ГІС-моніторингу 56
Висновки до випускної кваліфікаційної роботи 59
Список використаних джерел 62
Додаток А Результати перевірки роботи на плагіат 70
Додаток Б: Апробація досліджень випускової кваліфікаційної роботи 71

ВІТЗ

Вступ

Актуальність теми дослідження

6 червня 2023 року внаслідок підриву російськими окупаційними військами греблі Каховської ГЕС сталася безпрецедентна техногенно-екологічна катастрофа, яка призвела до повного зникнення найбільшого за об'ємом водосховища України. За лічені дні з водосховища витекло близько 14,4 км³ води, що становить 35 % річної норми стоку р. Дніпро. Нижче за течією було затоплено понад 400 км² території, на якій розташовані 80 населених пунктів, а вище за течією відбулося осушення понад 1700 км² колишнього дна водосховища.

Зникнення Каховського водосховища спричинило комплекс екологічних, економічних та соціальних проблем, які мають довгостроковий характер. На оголеному дні сформувалися усадкові тріщини глибиною до 128 см, що сприяє вітровій ерозії (дефляції) та створює ризик пилових бур. Забруднення ґрунтів важкими металами (миш'як, свинець, стронцій, цинк) перевищує гранично допустимі концентрації у 7–17 разів, що унеможливлює ведення сільського господарства на території колишнього водосховища. Рівень ґрунтових вод на прилеглих територіях знизився на 5–8 метрів, що призвело до висихання колодязів у десятках населених пунктів.

Водночас катастрофа створила умови для спонтанного відновлення природних екосистем. Станом на 2024 рік на місці колишнього водосховища зафіксовано 146 видів вищих судинних рослин, сформувалися вербово-тополеві ліси площею понад 650 км² з висотою дерев до 5,5 м. Площа рідкісних оселищ, що охороняються Бернською конвенцією, зросла з 27,5 км² до понад 900 км², тобто у 34 рази.

Таким чином, територія колишнього Каховського водосховища є унікальним полігоном для вивчення трансформації ландшафтів після антропогенної катастрофи та розробки стратегій відновлення.

ВТЗ

Актуальність дослідження посилюється необхідністю наукового обґрунтування рішень щодо подальшого використання цієї території — від відновлення водосховища до створення національного природного парку «Великий Луг».

Мета і завдання дослідження

Метою дипломної роботи є оцінка стану та проблем трансформації ландшафтів після зникнення Каховського водосховища (на прикладі Херсонської області) з використанням методів геоінформаційного аналізу та дистанційного зондування Землі.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати наступні завдання:

1. Провести ретроспективний аналіз території до та після катастрофи на основі трьох наукових джерел.
2. Оцінити екологічні ризики, пов'язані з ерозійними процесами, пиловими бурами та зміною гідрологічного режиму.
3. Проаналізувати нормативно-правову базу відновлення території з урахуванням міжнародних зобов'язань України (Бернська конвенція, Рамсарська конвенція, Смарагдова мережа).
4. Обґрунтувати методологію використання супутникових даних Sentinel-1 та Sentinel-2 для моніторингу території.
5. Розрахувати вегетаційні (NDVI) та водні (NDWI, MNDWI) індекси для оцінки динаміки рослинного покриву.
6. Виконати класифікацію території за ступенем деградації та потенціалом відновлення з використанням методу багатокритеріального аналізу рішень (MCDM).
7. Розробити дорожню карту (Roadmap) відновлення території, включаючи етапи розмінування, фіторемедіації та створення природоохоронних територій.
8. Оцінити екологічний та соціально-економічний ефект від впровадження ГІС-моніторингу.

Об'єкт та предмет дослідження

ВТЗ

Об'єктом дослідження є територія колишнього Каховського водосховища та прилеглі райони Херсонської області, що зазнали трансформації внаслідок підриву греблі Каховської ГЕС.

Предметом дослідження виступають процеси трансформації ландшафтів (ерозія, засолення, забруднення ґрунтів, відновлення рослинності), а також методи їх оцінки з використанням ГІС та ДЗЗ.

Методи дослідження

- Методи дистанційного зондування Землі — аналіз супутникових знімків Sentinel-2 (просторова роздільна здатність 10 м) для дешифрування дна водосховища, оцінки площ затоплення та осушення.
- Спектральні індекси — розрахунок NDVI (нормалізований різницевий вегетаційний індекс), NDWI та MNDWI (водні індекси), NDMI (індекс вологості) за допомогою растрового калькулятора QGIS.
- Цифрові моделі рельєфу (DEM) — використання даних SRTM та ALOS PALSAR для прогнозування ерозійних процесів.
- Метод багатокритеріального аналізу рішень (MCDM) — для класифікації територій за ступенем деградації та потенціалом відновлення.
- Лабораторні методи — аналіз 119 проб ґрунту на вміст важких металів (As, Pb, Sr, Zn, Cu, Ni, Co, Mn) за допомогою індуктивно-зв'язаного плазмово-оптичного емісійного спектрометра.
- Польові дослідження — закладання 12 постійних моніторингових ділянок для вивчення відновлення рослинного покриву.

Наукова новизна отриманих результатів

Вперше виконано класифікацію території колишнього водосховища на 5 класів за ступенем деградації (від повної деградації до природного відновлення) із виділенням 5 зон пріоритетного втручання.

1. Розроблено дорожню карту відновлення території, що включає 6 етапів: розмінування, фіторемедіацію, відновлення рослинності,

ВІГЗ

відновлення водопостачання, створення природоохоронних територій та впровадження ГІС-моніторингу.

2. Обґрунтовано переваги сценарію ренатуралізації (створення НПП «Великий Луг») над сценарієм відновлення ГЕС з огляду на екологічну та економічну доцільність.

ВПТЗ

Анотація

Геоінформаційний моніторинг трансформації ландшафтів зони Каховського водосховища та розробка стратегії їх рекультивації. — Кваліфікаційна робота на здобуття ступеня бакалавра за спеціальністю 193 «Геодезія та землеустрій». — Український державний університет залізничного транспорту, Будівельний факультет, Кафедра вишукувань та проектування шляхів сполучення, геодезії та землеустрою, Харків, 2026.

Актуальність теми. Підрив греблі Каховської ГЕС 6 червня 2023 року спричинив безпрецедентну техногенно-екологічну катастрофу, яка призвела до осушення понад 1700 км² колишнього дна водосховища та критичного падіння рівня ґрунтових вод. Традиційні польові геодезичні вишукування на цій території є смертельно небезпечними через мінування прибережних зон внаслідок змиву мінних полів. У таких умовах використання методів геоінформаційних систем (ГІС) та дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) є єдиним безпечним, оперативним та високоточним інструментом для оцінки ландшафтних трансформацій і планування рекультивації.

Об’єкт дослідження: територія колишнього Каховського водосховища та прилеглих районів Херсонської області, що зазнали трансформацій.

Предмет дослідження: просторово-часові процеси ландшафтної трансформації та методи їх оцінки з використанням ГІС і ДЗЗ.

Мета роботи: комплексна оцінка сучасного стану та проблем трансформації ландшафтів після зникнення водосховища, моделювання екологічних ризиків та обґрунтування просторової стратегії їх рекультивації.

Методи дослідження: ГІС-аналіз у середовищі QGIS 3.4.5-Madeira; обробка мультиспектральних даних Sentinel-2 та радарних даних Sentinel-1; розрахунок спектральних індексів (NDVI, NDWI, MNDWI, NDMI); моделювання ерозійних процесів за допомогою цифрових моделей рельєфу (DEM SRTM / ALOS PALSAR); метод багатокритеріального аналізу прийняття рішень (MCDM).

Основні результати та їхня практична цінність:

- Ретроспективний аналіз та оцінка ризиків: Досліджено динаміку змін водності та ґрунтової вологи. Зафіксовано, що індекс вологості NDMI впав на 45%, а на оголеному дні утворилися усадкові тріщини глибиною до 128 см, що спровокувало ризики пилових бур. Рівень підземних вод знизився на 5–8 метрів.
- Моделювання ерозії берегів: За допомогою ЦМР (DEM) та растрового калькулятора розраховано ухили схилів та змодельовано втрати ґрунту за рівнянням RUSLE, виявлено найнебезпечніші ділянки дефляції на лівобережжі.
- Моніторинг ренатуралізації: Спростовано прогнози щодо повного опустелювання чаші. Доведено, що станом на 2024 рік дно вкрилося вербово-тополевими лісами площею 655 км² з висотою дерев до 5,46 м. Площа рідкісних оселищ Смарагдової мережі під охороною Бернської конвенції зросла у 34 рази (до >900 км²).
- Багатокритеріальне районування (MCDM): На основі аналізу 119 проб ґрунту виявлено перевищення ГДК важких металів (As, Pb, Sr, Zn) у 7–17 разів, що виключає агровиробництво. Всю територію розділено на 5 класів деградації та картографовано 5 зон пріоритетного втручання (PIZ).
- Стратегія рекультивації: Розроблено дорожню карту (Roadmap 2024–2030), яка включає етапи безпечного розмінування, фіторемедіації ґрунтів рослинами-гіперакумуляторами, створення НПП «Великий Луг» та побудову інформаційної вебсистеми постійного ГІС-моніторингу за пропозицією академіка Осадчого. Доведено доцільність сценарію ренатуралізації над відбудовою ГЕС.

Ключові слова: дистанційне зондування Землі, ГІС-технології, Sentinel-1, Sentinel-2, MNDWI, NDVI, DEM, Каховське водосховище, ренатуралізація ландшафтів, MCDM, фіторемедіація, Смарагдова мережа.

ВТЗ

Geoinformation Monitoring of Landscape Transformation in the Kakhovka Reservoir Zone and Development of Their Reclamation Strategy. — Qualification Thesis for a Bachelor's Degree in Specialty 193 "Geodesy and Land Management". — Ukrainian State University of Railway Transport, Faculty of Civil Engineering, Department of Engineering Surveying, Spatial Design, Geodesy and Land Management, Kharkiv, 2026.

Relevance of the Topic. The destruction of the Kakhovka HPP dam on June 6, 2023, caused an unprecedented man-made and environmental disaster, leading to the drainage of over 1700 km² of the former reservoir bed and a critical drop in groundwater levels. Traditional field geodetic surveys in this area are life-threatening due to widespread landmines washed away from military positions. Under such conditions, the application of Geographic Information Systems (GIS) and Remote Sensing (RS) methods serves as the only safe, rapid, and highly accurate tool for evaluating landscape transformations and planning land reclamation.

Object of Research: The territory of the former Kakhovka Reservoir and adjacent areas of the Kherson region undergoing transformation.

Subject of Research: Spatial-temporal processes of landscape transformation and methods for their evaluation using GIS and Remote Sensing.

Aim of the Study: To comprehensively assess the current state and problems of landscape transformation following the disappearance of the reservoir, model environmental risks, and justify a spatial strategy for land reclamation.

Research Methods: GIS analysis within the QGIS 3.4.5-Madeira environment; processing of Sentinel-2 multispectral and Sentinel-1 radar data; calculation of spectral indices (NDVI, NDWI, MNDWI, NDMI); surface erosion processes modeling using Digital Elevation Models (DEM SRTM / ALOS PALSAR); and the Multi-Criteria Decision-Making (MCDM) method.

Key Results and Practical Significance:

- Retrospective Analysis and Risk Assessment: The dynamics of water availability and soil moisture were investigated. The moisture index (NDMI) dropped by 45%, and shrinkage cracks up to 128 cm deep formed on the

exposed bed, provoking wind erosion and dust storm risks. Groundwater levels decreased by 5–8 meters.

- Soil Erosion Modeling: Utilizing DEM data and the raster calculator, slope angles were calculated, and soil losses were modeled via the RUSLE equation, identifying the most vulnerable wind deflation zones on the left bank.
- Renaturalization Monitoring: Initial forecasts of total desertification were refuted. It was proven that by 2024, the reservoir bed became covered with native willow-poplar forests spanning 655 km² with trees up to 5.46 m tall. The area of rare habitats protected under the Bern Convention (Emerald Network) increased 34-fold (>900 km²).
- Multi-Criteria Zoning (MCDM): Based on the analysis of 119 soil samples, heavy metal contamination (As, Pb, Sr, Zn) was found to exceed maximum permissible concentrations (MPC) by 7–17 times, excluding any agricultural use. The entire area was classified into 5 degradation classes, and 5 Priority Intervention Zones (PIZ) were mapped for the Kherson region.
- Reclamation Strategy: A comprehensive roadmap (Roadmap 2024–2030) was developed, including stages for safe demining, phytoremediation of soils using hyperaccumulator plants, the creation of "Velykyi Luh" National Nature Park, and the design of an intelligent regional web-based GIS monitoring system proposed by Academician Osadchyi. The scenario of natural renaturalization was proven ecologically superior to rebuilding the hydroelectric plant.

Keywords: Earth Observation, Remote Sensing, GIS technologies, Sentinel-1, Sentinel-2, MNDWI, NDVI, DEM, Kakhovka Reservoir, landscape renaturalization, MCDM, phytoremediation, Emerald Network.

BTS

Рисунок 1.9 - Рівні солоності в Чорному морі в період із 3 червня 2023 року до 8 липня 2023 року.

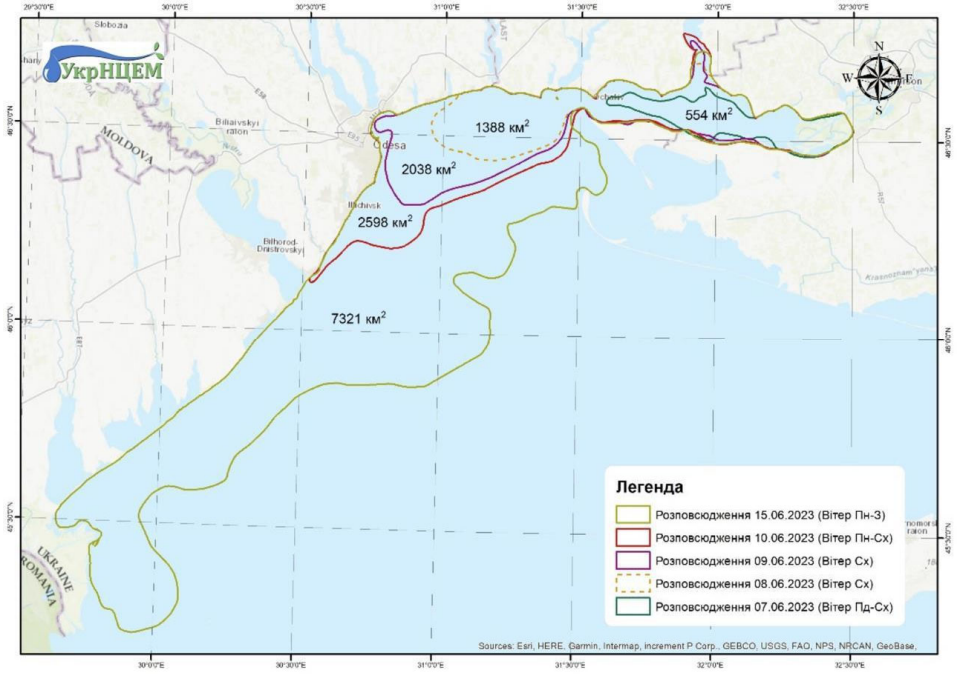


Рисунок 1.9.1 – Карта на основі супутникових знімків із хронологією поширення забруднених вод у Дніпровсько-Бузькому лимані та північно-західній частині Чорного моря. Джерело: УкрНЦЕМ)

1.3. Аналіз нормативно-правової бази відновлення

Українське законодавство кваліфікує підрив Каховської ГЕС як екоцид (Стаття 441 Кримінального кодексу України) — масове знищення рослинного і тваринного світу, отруєння водних ресурсів, що спричинило екологічну катастрофу. У перший же день після знищення ГЕС Офіс Генерального прокурора України розпочав досудове розслідування.

Міжнародне гуманітарне право розглядає цей акт як воєнний злочин надмірної шкоди навколишньому середовищу за Статтею 8(2)(b)(iv) Римського статуту Міжнародного кримінального суду. Ключові елементи злочину:

- напад мав спричинити масштабну, довготривалу та серйозну шкоду довкіллю;
- така шкода є явно надмірною порівняно з очікуваною військовою перевагою.

У контексті міжнародних природоохоронних зобов'язань Україна є стороною:

• Бернської конвенції (охорона дикої флори, фауни та природних середовищ існування);

• Рамсарської конвенції (охорона водно-болотних угідь міжнародного значення).

Руйнування Каховської ГЕС завдало шкоди територіям Смарагдової мережі Європи (Emerald Network), що є порушенням зобов'язань України щодо збереження біотопів, визначених Резолюцією № 4 Бернської конвенції.

ВТЗ



Рисунок 1.10 – Території Смарагдової мережі в зоні впливу катастрофи.

Російська сторона, своєю чергою, 30 травня 2023 року прийняла Постанову № 873, якою зупинила технічне розслідування аварій на гідротехнічних спорудах на тимчасово окупованих територіях до 1 січня 2028 року. Цей документ свідчить про заздалегідь спланований характер теракту та намірунікнути відповідальності.

ВІЛ

2.4. Прогнозування дефляції (вітрової ерозії)

Для прогнозування пилових бур та переміщення токсичного пилу використовувався аналіз напрямків вітрів (Wind Rose) в поєднанні з даними про гранулометричний склад ґрунтів.

Етапи аналізу в QGIS:

- Створення шару точок на регулярній сітці (крок 1–2 км) на всій площі колишнього дна (1700 км²).
- Екстракція значень: для кожної точки екстрагувалися значення ухилу (Slope), експозиції (Aspect), NDVI та NDMI.
- Класифікація за ступенем ризику дефляції: на основі комбінації NDMI (< -0,2), ухилу (< 2°) та NDVI (< 0,15) виділено зони високого, середнього та низького ризику.
- Моделювання розповсюдження пилу — з використанням рози вітрів (переважаючі північно-східні та східні вітри у весняно-літній період).

Висновок: зони найвищого ризику дефляції розташовані на півдні та південному сході колишнього дна (прилеглі до Олешків та Голої Пристані). За умови відсутності рослинного покриву, пил з цих ділянок буде переноситися на сільськогосподарські угіддя Херсонської області (райони Чаплинки, Каланчака, Скадовська), що призведе до засолення та забруднення ґрунтів важкими металами.

Підтвердженням цього є спостереження на локальних ділянках Каховського водосховища в Милівській балці (вище дорожнього насипу), які звільнилися від води за кілька місяців після катастрофи. Тут верба відсутня, натомість домінують латук татарський (Lactuca tatarica) та злинка канадська (Erigeron canadensis) - інвазійні види.

3.1.5. Вплив весняного водопілля 2024 року

Весняне водопілля 2024 року відіграло важливу роль у подальшому формуванні екосистем. Було затоплено близько 60 % площі колишнього водосховища.

Основні наслідки водопілля:

- площа водойм збільшилася в 5 разів порівняно з листопадом 2023 року;
- конфігурація зони затоплення та її розмір нагадують площу заболочених біотопів і вологих луків, що існували тут до створення водосховища (1950-ті роки);
- разом із розливом річки помітно знижується температура земної поверхні у міру того, як збільшується маса рослинності;
- відновлення природного гідрологічного режиму сприятиме збільшенню площ нерестовищ у майбутньому.

3.3. Картографування зон пріоритетного втручання для Херсонської області

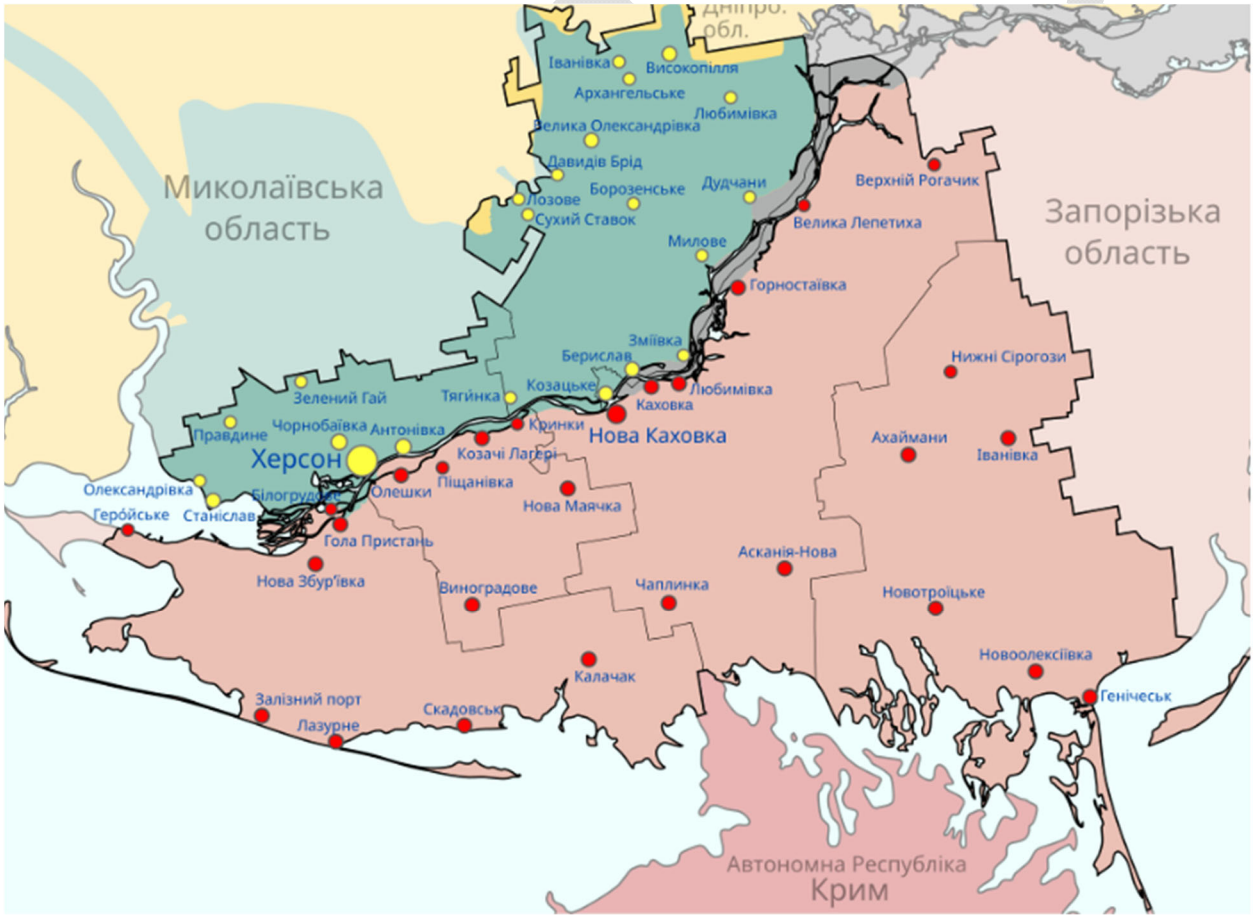
На основі результатів класифікації MCDM та з урахуванням соціально-економічних та екологічних факторів було визначено зони пріоритетного втручання (Priority Intervention Zones, PIZ) для Херсонської області.

Критерії віднесення до PIZ:

1. Екологічний ризик - вміст важких металів перевищує ГДК у 5+ разів АБО значення NDVI < 0,15 АБО площа відкритих піщаних ділянок > 50 %.
2. Соціальний ризик - прилеглість до населених пунктів (зона впливу < 5 км) АБО розташування на шляху перенесення пилу до сільськогосподарських угідь.
3. Природоохоронна цінність - територія входить до Смарагдової мережі Європи, Рамсарських угідь або об'єктів ПЗФ (пріоритет - збереження та моніторинг, а не активне втручання).

3.3.2. Результати картографування

На основі цих критеріїв було виділено зони пріоритетного втручання:



Заявлена (, - деокупована) територія Херсонської військово-цивільної адміністрації, що збігається з територією Херсонської області України, та контрольована ХВДА територія ( )

Рисунок 3.17 – Карта зон пріоритетного втручання (PIZ) для Херсонської області]

PIZ-1: Зона негайної фіторемедіації (околиці Нової Каховки)

- Площа: ~120 км²
- Характеристика: максимальне забруднення важкими металами (As, Pb, Zn), відсутність рослинного покриву, усадкові тріщини, близькість до м. Нова Каховка.
- Пріоритетні заходи:
    1. Висадка рослин-гіперакумуляторів (верба, тополя, коноплі, соняшник) для вилучення важких металів.
    2. Вапнування ґрунтів для зниження рухливості важких металів (pH ґрунту 7,0–8,6 — лужне, але потребує підтримки).
    3. Мульчування органічними матеріалами для пригнічення пилоутворення.



Супутникові знімки за 2020 рік

Супутникові знімки за 2024 рік

Річка Дніпро на Херсонщині теж значно змінила свій вигляд, зокрема, судячи зі знімків, вона стала значно вужчою.



Супутникові знімки за 2020-рік Супутникові знімки за 2024 рік

Рисунок 3.18 – PIZ-1: околиці Нової Каховки (супутниковий знімок та фото з місць)]

PIZ-2: Зона боротьби з дефляцією (колишні піщані дюни лівобережжя)

- Площа: ~200 км²
- Характеристика: переважання піщаної фракції (> 80 %), низький NDVI (< 0,15), високий ризик пилових бур, розташування на шляху переважаючих вітрів до сільгоспугідь.
- Пріоритетні заходи:
    1. Закріплення пісків шляхом висадки псамофітних видів (житняк, пирій, ковила).
    2. Створення вітрозахисних лісосмуг з боку панівних вітрів.
    3. Обмеження доступу техніки та випасу худоби.

PIZ-3: Зона відновлення гідрологічного режиму (заплава р. Інгулець)

- Площа: ~250 км²
- Характеристика: найбільше постраждала від затоплення територія нижче греблі, підйом рівня води до 6-8 м, затоплення сіл Афанасіївка, Нововасилівка, Снігурівка, пошкодження зрошувальних систем
- Пріоритетні заходи:
    1. Відновлення природного русла р. Інгулець.
    2. Реконструкція гідротехнічних споруд (насосні станції, канали).

ВШ

3. Моніторинг якості води (вміст важких металів, нафтопродуктів, бактеріологічне забруднення).

PIZ-4: Природоохоронні території (Смарагдова мережа, Рамсарські угіддя)

- Площа: ~350 км² (сумарно по всіх об'єктах)
- Характеристика: території, що входять до Смарагдової мережі Європи (Kakhovske Reservoir UA0000106, Lower Dnipro UA0000192), Рамсарських угідь («Архіпелаг Великі і Малі Кучугури», «Заплава Сім Маяків»), об'єктів ПЗФ (НПП «Нижньодніпровський», Чорноморський біосферний заповідник)
- Пріоритетні заходи:
    1. Мінімальне втручання — пріоритет природного відновлення.
    2. Регулярний моніторинг стану біотопів (NDVI, видовий склад).
    3. Протипожежні заходи (плавні Дніпра щороку вигорають через бойові дії).
    4. Розмінування територій після деокупації.

PIZ-5: Зона техногенного забруднення (нафтобази, хімічні підприємства, скотомогильники)

- Площа: ~50 км² (окремі локації)
- Характеристика: території навколо затоплених небезпечних об'єктів: Херсонська нафтобаза (46.6, 32.5485), нафтопереробний завод у Корабельному районі (46.4023, 32.3405), сховище палива Glusco в Олешках (46.6252, 32.7893), суднобудівний завод «Паллада Шип'ярд» (46.6216, 32.6034)
- Пріоритетні заходи:
    1. Ліквідація джерел забруднення (видалення залишків нафтопродуктів, хімікатів).
    2. Рекультивація ґрунтів (вилучення забрудненого шару, заміна чистим ґрунтом).

ВТЗ

3. Довгостроковий моніторинг підземних вод на вміст нафтопродуктів та важких металів.

Інтегральна карта пріоритетності втручань

Підсумкова таблиця пріоритетних зон:

Таблиця 3.1 - План заходів з екологічного відновлення та рекультивації зон

Зона	Площа (км²)	Пріоритетність	Основні заходи
PIZ-1 (Нова Каховка)	120	Найвища	Фіторемедіація, вапнування
PIZ-2 (Піщані дюни)	200	Висока	Закріплення пісків, лісосмуги
PIZ-3 (Інгулець)	250	Висока	Відновлення русла, моніторинг води
PIZ-4 (ПЗФ)	350	Середня (охорона)	Моніторинг, протипожежні заходи
PIZ-5 (Техногенні об'єкти)	50	Найвища	Ліквідація джерел, рекультивація

Паралелі з Каховським водосховищем:

- територія колишнього водосховища вже є об'єктом Смарагдової мережі (Kakhovske Reservoir UA0000106);
- природне відновлення біотопів може мати вищу природоохоронну цінність, ніж штучне водосховище.

4.2.3. Принципи Nature-Based Solutions (NBS) ЄС

Європейська Комісія визначає Nature-Based Solutions як «рішення, натхненні та підтримані природою, які є економічно ефективними, забезпечують екологічні, соціальні та економічні вигоди та сприяють підвищенню стійкості до змін клімату».

Застосування NBS до території Каховського водосховища:

- замість будівництва нової ГЕС - збереження та відновлення заплавних лісів (утримання вуглецю, очищення води, захист від ерозії);
- замість централізованих зрошувальних систем — крапельне зрошення, збір дощової води, локальні водойми.

4.3. Оцінка екологічного та соціально-економічного ефекту від впровадження ГІС-моніторингу

Позитивні зміни (вже зафіксовані):

Результати супутникового моніторингу та оцінки стану вегетаційного покриву

Період	Середнє значення NDVI	Характеристика рослинності
Червень 2023	0,10–0,12	Відкритий ґрунт, поодинокі проростки

Серпень 2023	0,18–0,22	Розріджена рослинність, NDVI зростає
Жовтень 2023	0,25–0,35	Густі вербові зарості, максимальний NDVI 0,45
Квітень 2024	0,20–0,28	Весняне відновлення вегетації
Червень 2024	0,35–0,50	Повний розвиток листяного покриву

Прогнозовані позитивні зміни (до 2030 року):

- повне заростання колишнього дна рослинністю (NDVI > 0,5 на 90 % площі);
- формування стійкого ґрунтового профілю (початок ґрунтоутворення вже зафіксовано
- відновлення популяцій прохідних видів риб (у 2024 році вже зафіксовано вилов осетрів у м. Запоріжжя
- зменшення ризику пилових бур завдяки закріпленню пісків рослинністю.

Вартість впровадження системи моніторингу (оцінка):

- обладнання та ПЗ для приймання супутникових даних.
- навчання персоналу (5–10 фахівців).
- щорічне обслуговування.

Порівняння сценаріїв: відновлення ГЕС vs ренатуралізація

Порівняльний аналіз сценаріїв розвитку

Критерій	Сценарій А: Відновлення ГЕС	Сценарій Б: Ренатуралізація (Рекомендований)

ВПЗ

Втрата природних екосистем	Затоплення 655 км² лісів	Збереження та розширення лісового масиву
Екосистемні послуги	Виробництво електроенергії (1420 млн кВт·год/рік)	Утримання вуглецю, очищення води, біорізноманіття
Водопостачання	Централізоване (канали)	Альтернативні джерела (водогони, підземні води)
Ризики	Забруднення води важкими металами з донних відкладів	Тимчасовий ризик пилових бур (до заростання)
Відповідність європейським стратегіям	Не відповідає (суперечить ренатуралізації)	Відповідає EU Biodiversity Strategy 2030

Рекомендований сценарій: Сценарій Б (ренатуралізація) - з наступними компонентами:

1. Відмова від відновлення Каховської ГЕС (ГЕС не підлягає відновленню, заява «Укргідроенерго».
2. Збереження та розширення природних екосистем, що формуються на дні водосховища (вербові ліси, болотні біотопи).
3. Створення національного природного парку «Великий Луг» (за пропозицією академіка Осадчого, але без відновлення водосховища)
4. Розвиток альтернативних джерел водопостачання (водогони, підземні води, локальні водойми).
5. Постійний ГІС-моніторинг стану довкілля (NDVI, NDWI, якість води, забруднення ґрунтів).

Висновки до випускної кваліфікаційної роботи

У кваліфікаційній роботі на тему «Геоінформаційний моніторинг трансформації ландшафтів зони Каховського водосховища та розробка стратегії їх рекультивації» вирішено масштабне науково-практичне завдання. Отримані результати дозволяють сформулювати такі обґрунтовані підсумки:

1. Доведено безпрецедентний техногенно-екологічний масштаб катастрофи. Руйнування греблі Каховської ГЕС 6 червня 2023 року призвело до одномоментного вивільнення близько 14,4 км³ води, що становить понад третину річної норми стоку Дніпра. Геопросторовий аналіз зафіксував подвійний вектор руйнувань: миттєве затоплення 405,4 км² прибережних територій у нижній течії (80 населених пунктів) та осушення понад 1700 км² унікальних ландшафтів чаші водосховища.
2. Констатовано системну кризу екологічних ризиків осушеного дна. На оголеному субстраті сформувалися глибокі усадкові тріщини (до 128 см), які перетворили колишнє мулисте дно на зону активної вітрової дефляції. Супутниковий індекс NDMI підтвердив розширення площі критично висушених земель на 45%. Найбільш руйнівним довгостроковим наслідком стало просідання рівня ґрунтових вод на 5–8 метрів, що спричинило зневоднення регіону; за прогнозними гідрогеологічними моделями, на природну стабілізацію підземних горизонтів знадобиться щонайменше 33,5 роки.
3. Хімічно обґрунтовано неможливість аграрного освоєння чаші водосховища. На основі прецизійного лабораторного аналізу 119 проб ґрунту встановлено, що 94% відібраних зразків є токсично небезпечними. Концентрації таких небезпечних важких металів, як арсен (As), свинець (Pb), стронцій (Sr) та цинк (Zn), перевищують екологічні нормативи у 7–17 разів, що вимагає негайного впровадження технологій фіторемедіації та утилізації забрудненої біомаси.

4. Виявлено феномен унікальної за швидкістю природної ренатуралізації. Попри прогнози щодо утворення пустелі, оголена чаша продемонструвала високу біологічну стійкість: станом на травень 2024 року тут зафіксовано 146 видів судинних рослин. Сформований вербово-тополевий масив площею 655 км² з висотою дерев понад 5,4 м фактично став найбільшим заплавним лісом Європи, який підпадає під захист Бернської конвенції.
5. Документально зафіксовано збільшення природоохоронної цінності ландшафту. Дистанційний моніторинг показав, що площа рідкісних біотопів Смарагдової мережі в межах колишнього водосховища зросла у 34 рази (з 27,5 км² до понад 900 км²). Це свідчить про глибоку природну трансформацію об'єкта, де екологічна цінність лісового масиву перевищила попередні показники штучного водного дзеркала.
6. Підтверджено юридичний статус події як міжнародного злочину. Техногенна катастрофа чітко кваліфікується як екоцид (ст. 441 КК України) та воєнний злочин надмірної шкоди довкіллю (ст. 8 Римського статуту). Інтегровані в ГІС сейсмічні дані NORSAR, супутникові треки та свідчення очевидців формують беззаперечну доказову базу навмисного внутрішнього підриву споруди.
7. Оцінено масштаб фінансово-економічних втрат держави. Сукупні збитки від катастрофи перевищують 11 млрд доларів США (з яких 2,79 млрд — прямі руйнування). Найбільшого удару зазнали енергетичний сектор та сільське господарство, повністю знищено понад 60 тис. будівель та втрачено 11 400 тонн рибних ресурсів.
8. Доведено незамінність інструментів ГІС та ДЗЗ у зоні екологічного лиха. Використання мультиспектральних даних Sentinel-2 (індекси NDVI, NDWI, MNDWI, NDMI) дозволило реалізувати безпечний скринінг території з кроком у 5 днів та точністю до 10 метрів, а цифрові моделі рельєфу (DEM) у середовищі QGIS забезпечили моделювання зон водної та вітрової ерозії в умовах високої мінної небезпеки на місцевості.

ВІТЗ

9. Обґрунтовано стратегічну перевагу сценарію ренатуралізації. Порівняльний аналіз довів, що сценарій збереження природних екосистем повністю відповідає EU Biodiversity Strategy 2030. Відмова від відбудови ГЕС захищає 655 км² новостворених лісів від повторного затоплення та упереджує вторинне отруєння річкової мережі токсичними донними осадами.
10. Розроблено комплексну дорожню карту відновлення території (Roadmap 2024–2030). Стратегія є покроковою і включає шість послідовних етапів:

- Безпечне розмінування без механічного підриву в плавнях;
- Фіторемедіація PIZ-1 та PIZ-5 за допомогою рослин-гіперакумуляторів металів;
- Протипожежний захист та моніторинг вегетації лісів;
- Будівництво трьох магістральних водогонів для подолання зневоднення;
- Створення НПП «Великий Луг» без відновлення чаші водосховища;
- Запуск постійної регіональної вебсистеми екологічного моніторингу за пропозицією академіка Осадчого.

11. Визначено високу техніко-економічну доцільність ГІС-моніторингу. Створення інтелектуальної ГІС-платформи на базі відкритих космічних знімків вимагає мінімальних капітальних витрат, проте її функціонування забезпечує колосальний економічний ефект за рахунок раннього попередження пилових бур, оперативного виявлення пожеж та точного просторового планування рекультиваційних робіт на Півдні України.

ВІТЗ

Список використаних джерел

Осадчий В.І. Каховське водосховище після катастрофи: сучасний стан, виклики та стратегія відновлення (стенограма доповіді на засіданні Президії НАН України 16 квітня 2025 року). Вісник Національної академії наук України. 2025. № 7. С. 62–68. DOI+https://doi.org/10.15407/visn2025.07.062.

1. Truth Hounds, Project Expedite Justice. Затоплено війною: дослідження руйнування Каховської греблі та його наслідки для екосистеми, аграріїв, цивільного життя та міжнародного правосуддя. 2024. 283 с. (файл: zatopleno-vijnoyu-doslidzhennya-rujnuvannya-kahovskoyi-grebli-ta-jogo-naslidky...compressed.docx).

2. Василюк О.В., Колодежна В.В., Демченко В.О., Куземко А.А., Марущак О.Ю., Мойсієнко І.І., Некрасова О.Д., Пархоменко В.В., Русін М.Ю., Сон М.О., Сплодитель А.О., Темченко Є.А., Філюта К.О., Ходосовцев О.Є., Шевченко І.В. Знищення Каховського водосховища: наслідки для довкілля. Чернівці: Друк Арт, 2025. 112 с. (Серія: «Метаморфози Великого Лугу».

3. Шикова Л.В. (2022). Геоінформаційні системи в землеустрої. Інформація та соціум, (2018), 71–73.

4. Кошель А., Кошель Д. (2024). Сучасні цифрові технології у системах управління земельними ресурсами. Землеустрій, кадастр і моніторинг земель, (2024.04.09).

5. Гой В., Мамонов К., Бурвіков І. (2024). Геоінформаційні системи в процесі нормативної грошової оцінки земель за межами населених пунктів: перспективи та виклики. Просторовий розвиток, (10), 427–440.

6. Зацерковний В.І., Бурачек В.Г., Железняк О.О., Терещенко А.О. (2014). Геоінформаційні системи і бази даних: монографія. Кн. 1. Ніжин: НДУ ім. М. Гоголя. 492 с.

ВТЗ

7. Герасимчук О., Гой В., Харів В. (2024). Використання сучасних геодезичних технологій для проведення оцінки земельних ресурсів у віддалених районах. Технічні науки та технології, (4), 313–324.

8. Okolie C., Smit J. (2022). A systematic review and meta-analysis of Digital Elevation Model (DEM) fusion: pre-processing, methods and applications. arXiv. – Електронний ресурс: https://arxiv.org/abs/2203.15026 Okolie C., Mills J., Adeleke A., Smit J. (2023). Digital elevation model correction in urban areas using extreme gradient boosting, land cover and terrain parameters. arXiv. – Електронний ресурс: https://arxiv.org/abs/2308.06545 Grohmann C.H. (2017). Evaluation of TanDEM-X DEMs on selected Brazilian sites: comparison with SRTM, ASTER GDEM and ALOS AW3D30. arXiv. – Електронний ресурс: https://arxiv.org/abs/1709.05016.

9. Vargas J., Srivastava S., Tuia D., Falcao A. (2020). OpenStreetMap: Challenges and Opportunities in Machine Learning and Remote Sensing. arXiv. – Електронний ресурс: https://arxiv.org/abs/2007.06277

10. Шевчук С., Домашенко Г., Рожі Т. (2024). Сучасні методи геодезичного картографування територій: використання GPS та ГНСС технологій. Просторовий розвиток, (8), 506–517. – Електронний ресурс: https://spd.knuba.edu.ua/article/view/315889

11. Даншина С., Андрєєв С., Горелик С., Нечаусов А., Прийма А. (2024). Геоінформаційні технології для інженерно-геодезичних вишукувань у процесі модернізації залізничної інфраструктури України. Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості, (4), 39. – Електронний ресурс: https://www.itssi-journal.com/index.php/ittsi/article/view/524

12. Кісь Я.П., Шаховська Н.Б., Вальчук О.Б. (2008). Інтелектуальні геоінформаційні системи. Міжнародний досвід та шляхи розвитку в Україні. Наукові журнали та конференції, (621), 139–144. – Електронний ресурс: https://science.lpnu.ua/uk/sisn/vsi-vypusky/vypusk-621-2008/intelektualni-geoinformaciyni-systemy-mizhnarodnyy-dosvid-ta

ВІТ

13. Бабій В. В. Виконання геодезичних робіт за допомогою БПЛА / Віталій Васильович Бабій / Матеріали XV Міжнародна науково-практичної конференції молодих учених і студентів «ПОЛІТ. СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ НАУКИ». – К.: НАУ. – 2015. – С. 120 – Електронний ресурс: http://er.nau.edu.ua:8080/bitstream/NAU/21759/1/%D0%A2%D0%B5%D0%B7%D0%B8%20%D0%86%D0%95%D0%91%202015.pdf

14. Боб Бут, Джеф Шанер , Энди МакДоналд , Фил Санчес. Робота с базами геоданных. Упражнения. - ESRI – Дата+, 2004

15. Географічна енциклопедія України. Київ, 1990-1992.

16. Геодезичний енциклопедичний словник. /За редакцією Володимира Літинського. – Львів: Євросвіт, 2001.

17. Глотов В. Аналіз можливостей застосування безпілотних літальних апаратів для аерознімальних процесів / В. Глотов, А. Гуніна // Фотограмметрія, геоінформаційні системи та картографія. – 2014. – вип.. II(28). – С. 65–70.

18. Глотов В. М. Застосування стереофотограмметричного методу для створення картматеріалів при проектуванні генеральних планів сільських населених пунктів / Глотов В.М., Кордуба Ю.Г. // Геодезія, картографія і аерофотознімання. – 2011. – № 74. – С. 97–101.

19. Глотов В., Церклевич А. Аналіз і перспективи аерознімання з безпілотного літального апарата / В. Глотов, А. Церклевич, О. Збруцький, В. Колісніченко, О. Прохорчук, Р. Карнаушенко, В. Галецький // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва: Фотограмметрія, геоінформаційні системи та картографія. – Вип. I (27), 2014. – С. 131–136.

20. Глотов В. Аналіз і перспективи аєрофотознімання з БПЛА / В. Глотов, А. Церклевич, В. Колісніченко, О. Прохорчук. // Геоінформаційний моніторинг навколишнього середовища GPS і GIS технології: зб. наук. матер. XVIII Міжн. наук.-техн. симпозіуму. – (Алушта, вересень 2013). – Львів. – 2013. – С. 5-10. 104

ВІТЗ

21. Державні будівельні норми України планування та забудова сільських поселень (ДБН Б.2.4.-1-94) / Міністерство України у справах будівництва і архітектури. – К., 1994. 10.Добряк Д.С. Стан і перспективи розвитку землеустрою в Україні, 2015.

22. Земельний кодекс України: від 25 жовтня 2001 р. № 2768 // Офіційний сайт. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2768-14

23. Про регулювання містобудівної діяльності: Закон України від 17.02.2011 р. № 3038-VI // Офіційний сайт. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3038-17

24. Про Державний земельний кадастр: Закон України від 07.07.2011 р. № 3613-VI // Офіційний сайт. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3613-17

25. Про затвердження Інструкції з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500 (ГКНТА-2.04-02-98): наказ Головного управління геодезії, картографії та кадастру при Кабінеті Міністрів України від 09.04.98 р. №56 // Офіційний сайт.URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0393-98

26. Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність: Закон України від 23.12.1998 р. № 353-XIV // Офіційний сайт. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/353-14

27. Порядок побудови Державної геодезичної мережі: Постанова Кабінету Міністрів України від 07.08. 2013 р. № 646 // Офіційний сайт. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/646-2013-%D0%BF#Text.

28. Постанова Верховної Ради "Про Концепцію сталого розвитку населених пунктів" від 24.12.1999 № 1359-XIV

29. Постанова Кабінету Міністрів України від 8 травня 1996 року № 486 "Про затвердження Порядку визначення розмірів і меж водоохоронних зон та режиму ведення господарської діяльності в них"

30. Постанова Кабінету Міністрів України від 27 листопада 1998 року № 1893 "Про затвердження інструкції про порядок обліку, зберігання і

ВІЗ

використання документів, справ, видань та інших матеріальних носіїв інформації, які містять службову інформацію, що є власністю держави"

31. Постанова Кабінету Міністрів України від 26 липня 2001 року № 878 "Про затвердження Списку історичних населених місць України"

32. Постанова Кабінету Міністрів від 29 серпня 2002 року № 1291 "Про забезпечення реалізації Закону України "Про Генеральну схем планування території України"

33. Постанова Кабінету Міністрів України від 2 жовтня 2003 року № 1561-12 "Про затвердження Порядку організації та забезпечення режиму секретності в органах державної влади, органах місцевого самоврядування, на підприємствах, в установах і організаціях".

34. Теорія прийняття рішень : Підручник / М.П.Бутко, І.М. Бутко, В.П.Мащенко; за заг. ред. М.П.Бутка. К.: Центр учбової літератури, 2015 р. 360 с.

35. Сучасні технології в землеустрої. URL:http://www.scritub.com/limba/ucraineana/42911.php.

36. Лахоцький В.І., Лахоцька Е.Я. Застосування гістехнологій у сфері землеустрою та земельного кадастру. Наукові публікації кафедри землевпорядкування і кадастру УжНУ. 2015. URL: https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/9029.

37. Chabaniuk, V. Critical properties of modern geographic information systems for territory management / V. Chabaniuk, K. Polyvach // Cybernetics and Computer Engineering. – 2020. – № 3(201). – Pp. 5-32. DOI:10.15407/kvt201.03.005.

38. Fey, C. Remote sensing-based deformation monitoring and geological characterisation of an active deep-seated rock slide (Tellakopf/Cima di Tella, South Tyrol, Italy) / C. Fey, C. Rechberger, K. Voit // Bull Eng Geol Environ. – 2023. – № 82. – P. 85. https://doi.org/10.1007/s10064-023-03101-x

39. Villanueva, J. K. S. Optimization of ground control point (GCP) configuration for unmanned aerial vehicle (UAV) survey using structure from

motion (SFM). The International Archives of Photogrammetry / J. K. S. Villanueva, A. C. Blanco // Remote Sensing and Spatial Information Sciences. – 2019. – № 42. – Pp. 167-174. DOI:10.5194/isprs-archives-XLII-4-W12-167-2019.

40. Македон, В. В. Планування і організація впровадження цифрових технологій в діяльність промислових підприємств / В. В. Македон, О. О. Байлова // Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія «Економічні науки». – 2023. – Вип. 47. – С. 16-26. DOI: 10.32999/ksu2307-8030/2023-47-3.

41. Міхно, П. Особливості застосування сучасних геодезичних технологій у будівництві / П. Міхно, І. Лісовенко, Д. Бушуєв, І. Риженко // Технічні науки та технології. – 2022. – №3(29). – С. 198-209. https://doi.org/10.25140/2411-5363-2022-3(29)-198-209.

42. Гой, В. Проблеми та перспективи оцінки земельної власності геодезичними методами / В. Гой, В. Харів, І. Бурвіков // Просторовий розвиток. – 2024. – № 8. – С. 391-404. DOI: 10.32347/ 2786-7269.2024.8.391-404.

43. Козяр, В. Геодезичний і дистанційний моніторинг земель, відведених під сонячні електростанції / В. Козяр // Технічні науки та технології. – 2021. – №3(29). – С. 198-209. DOI: 10.25140/2411-5363-2022-3(29)-198-209.

44. Лапшій, М. Моніторинг використання земель у сучасних умовах в Україні / М. Лапшій, О.Гулько // GeoTerrace-2018 : міжнародна науково-технічна конференція молодих вчених, 13–15 грудня 2018 р., Львів, Україна. – 2018. – С. 218-220 URL: https://openreviewhub.org/geoterrace/paper/monitoring-vikoristannya-zemel-u-suchasnih-umovah-v-ukrayini.

45. Пілічева, М. Сучасні технології землеустрою та кадастру [Електронний ресурс] / М. Пілічева. – Харківський : Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, 2024. – Режим доступу:

https://gis.kname.edu.ua/images/ONP_2023/Obovyazkovi/onovlenna2024/RP_OK 7_PhD_24_25_plan23_Piliceva.pdf.

46. Толчевська, О. Є. ГІС технології в землеустрої [Електронний ресурс] / О. Є. Толчевська, Ю. Г. Коняєв // Екологічна безпека та природокористування. – 2018. – С. 168-169. – Режим доступу: https://repositary.knuba.edu.ua/bitstreams/4b4e849c-5a04-484b-8daf-59e6cc2d83ed/download.

47. Федоренко, Р. П. Оцінка земель в Україні: сучасний стан та перспективи розвитку [Електронний ресурс] / Р. П. Федоренко, О. В. Кравченко // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. – 2023. – С. 179–182. – Режим доступу: https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/37543/1/MMNPK_Planning_and_use_of_territories_within_the_context_of_inclusive_development_2023-179-182.pdf.

48. Digital Technology-and-Services-Driven Sustainable Transformation of Agriculture: Cases of China and the EU [Electronic resource] / T. Qin, L. Wang, Y. Zhou, L. Guo, G. Jiang, L. Zhang // Agriculture. – 2022. – №12. – P. 297. – Mode of access: https://doi.org/10.3390/agriculture12020297.

49. All Maps : U.S.Geological Survey [Electronic resource] // USGS.gov : Science for a changing world. – Mode of access: https://www.usgs.gov/products/maps/all-maps 14. Digital Outcrop Modelling and Geological Mapping: Shaping the Future of Geology [Electronic resource] // VRGS by VRGeoscience Limited. – Mode of access: https://www.vrgeoscience.com/shaping-the-future-of-geology/.

50. Каліна, І. І. Концептуальні засади побудови цифровізації аграрного сектору [Електронний ресурс] / І. І. Каліна // Ефективна економіка. – 2019. – № 10. – Режим доступу: http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=8232 .

51. The Long-Term Prediction of Landslide Processes within the Precarpathian Depression of the Cernivtsi Region of Ukraine / B. Hablovskyi, N. Hablovska, L. Shtohryn, D. Kasiyanchuk, M. Kononenko // Journal of Ecological

Engineering. – 2023. – №24(7). – Pp. 254-262. https://doi.org/10.12911/22998993/164753.

52. Landsat Next Defined: Landsat Science [Electronic resource] // Landsat Science: A joint NASA/USGS Earth observation program. – Mode of access: https://landsat.gsfc.nasa.gov/article/land-sat-next-defined.

53. Македон, В. В. Управління внутрішніми інвестиційними проектами в регіональному промисловому кластері підприємств / В. В. Македон, О. Г. Михайленко // Підприємництво та інновації. – 2022. – Вип. 25. – С. 56-63. DOI: https://doi.org/10.32782/2415-3583/25.9.

54. Nikolayeva, O. Cartographic support for ecological monitoring / O. Nikolayeva, L. Romashova, O. Volkova // InterCarto. InterGIS. – 2013. – №1. – Pp. 84-86. 10.24057/2414-9179-2013-1-19-84-86.

55. Raising the level of financial security of the enterprise based on the basic risks differentiation / K. Pajak, V. Omelyanenko, V. Makedon, V. Shevchenko, I. Ovcharenko // Journal of Security and Sustainability Issues. – 2020. – № 10(1). – Pp. 115-130. DOI: https://doi.org/10.9770/jssi.2020.10.1(9).

ВІТБ

Додаток А Результати перевірки роботи на плагіат

Додаток Б: Апробація досліджень випускової кваліфікаційної роботи

1. М. Гужва (103-ГЗ-Д22) Є. Данилюк (103-ГЗ-Д22) Д. Коншин (103-ГЗ-Д22) Керівник – доц. Н.В. Белікова. ГЕОДЕЗІЯ ДЛЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ: ВИЗНАЧЕННЯ РЕЗЕРВІВ ДЛЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА Тези 83-ї студентської науково-технічної конференції (12-14 грудня 2023 р.) – Х., УкрДУЗТ, 2023 р. – С. 211-212.
2. Владмслав АРУТЮНОВ (103-ГЗ-Д21), Денис КОНШИН (103-ГЗ-Д22), Денис СЛЮСАРЄВ (133-ГЗ-Д22) Керівник – доц. Наталія БЄЛІКОВА ВИКОРИСТАННЯ МОБІЛЬНИХ ДОДАТКІВ ТА ХМАРНИХ СЕРВІСІВ У ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБОТАХ Тези 84-ї студентської науково-технічної конференції (11-12 грудня 2024 р.) – Х., УкрДУЗТ, 2024 р. – С. 226-227
3. Денис КОНШИН (103-ГЗ-Д22) Дар'я ЛОПАРЕВА (103-ГЗ-Д25) Євгеній РИНДЯ (103-ГЗ-Д25) Керівники – проф. Євгенія УГНЕНКО доц. Анна ШЕВЧЕНКО ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ У ВІДНОВЛЕННІ ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ. Тези 85-ї студентської науково-технічної конференції (10-11 грудня 2025 р.) – Х., УкрДУЗТ, 2025 р. – С. 294
4. COMPARISON OF PHOTOGRAMMETRY AND LiDAR METHODS IN MODERN GEODETIC APPLICATIONS Konshyn Denys, Shevchenko Sofiia, Stepanenko Vitalii Scientific supervisor: Shevchenko Anna, candidate of technical sciences, associate professor. Сучасні технології землеустрою, кадастру та управління земельними ресурсами: Збірник матеріалів XI Міжнародної науково-практичної конференції. 26–27 березня 2026 р., Київ, Україна. — К.: Державний університет «Київський авіаційний інститут», 2026. — С. 149 - 151.