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:

Використання супутникових технологій для оцінки стану та відновлення малих річок Херсонщини в умовах техногенної катастрофи

ВПГЗ. 306.193.2026.ПЗ.

Розробив: ст.гр. 103-ГЗ-Д22,
Шевченко Софія Василівна
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: «Використання супутникових технологій для оцінки стану та відновлення малих річок Херсонщини в умовах техногенної катастрофи»

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:

- Малі річки в умовах гідрологічних змін
- Технології ГІС-моніторингу річкових систем .
- Оцінка екологічного стану об'єктів дослідження .
- Комплексна програма ревіталізації малих річок.
- Висновки.

ВНТЗ

5. Перелік графічного матеріалу:

- Мета та методи дослідження. Аналіз існуючих та останніх розробок цифрових моделей рельєфу малих річок в умовах гідрологічнрих змін.
- Технології ГІС-моніторингу річкових систем.
- Оцінка екологічного стану об'єктів дослідження.
- Комплексна програма ревіталізації малих річок.
- 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
Цілі та задачі дослідження. Мета та методи дослідження. Аналіз існуючих та останніх розробок цифрових моделей рельєфу малих річок в умовах гідрологічнрих змін.	20.05.2026	
Технології ГІС-моніторингу річкових систем. Оцінка екологічного стану об'єктів дослідження.	25.05.2026	
Комплексна програма ревіталізації малих річок.	02.06.2026	
Висновки. Підготовка графічного матеріалу та оформлення згідно з вимогами до випускних кваліфікаційних робіт.	10.06.2026	

Студент _____ Софія ШЕВЧЕНКО

Керівник Анна ШЕВЧЕНКО

АНОТАЦІЯ ВИПУСКНОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Кваліфікаційна робота присвячена дослідженню сучасного екологічного та гідрологічного стану малих річок Херсонської області (Інгулець, Конка, Кошова) після руйнування Каховської ГЕС. Метою роботи є оцінка масштабів деградації річкових систем із застосуванням сучасних супутникових технологій та розробка рекомендацій щодо їх подальшої ревіталізації.

У роботі обґрунтовано методологію моніторингу на основі інтеграції радарних знімків Sentinel-1 та оптичних даних Sentinel-2. Застосування модифікованого водного індексу MNDWI дозволило з високою точністю делінеювати контури водних поверхонь та оцінити динаміку обміління й замулення русел у період 2021–2026 років. На основі цифрових моделей рельєфу (DEM) та методу багатокритеріального аналізу (MCDM) здійснено ранжування річкових басейнів за ступенем деградації. Запропоновано комплексну програму відновлення порушених екосистем на засадах природоорієнтованих рішень (Nature-Based Solutions).

The qualification thesis explores the current ecological and hydrological state of small rivers in the Kherson region (Inhulets, Konka, Koshova) following the destruction of the Kakhovka HPP. The study aims to evaluate the scale of river system degradation using modern satellite technologies and to develop actionable recommendations for their subsequent revitalization.

The research justifies a monitoring methodology based on the integration of Sentinel-1 radar imagery and Sentinel-2 optical data. The application of the Modified Normalized Difference Water Index (MNDWI) enabled high-precision delineation of water surfaces and assessment of channel siltation and shallowing dynamics from 2021 to 2026. Utilizing Digital Elevation Models (DEM) and the Multi-Criteria Decision-Making (MCDM) method, the river basins were ranked according to their degree of degradation. A comprehensive program for restoring damaged ecosystems based on Nature-Based Solutions has been proposed.

РЕФЕРАТ ВИПУСКНОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

УДК 528.48

Тема випускної кваліфікаційної роботи *«Використання супутникових технологій для оцінки стану та відновлення малих річок Херсонщини в умовах техногенної катастрофи»*

Автор *Шевченко Софія Василівна,* 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: 70 кількість аркушів текстової частини, 18 фотографій, 1 таблиця, 2 додатки, 43 літературних джерел.

Обсяг графічного / презентаційного матеріалу: 11 кількість аркушів.

Мета та метод дослідження (виконання роботи): є оцінка стану малих річок Херсонської області в умовах техногенної катастрофи із застосуванням супутникових технологій та геоінформаційних систем, а також обґрунтування пріоритетних напрямів їх відновлення. за допомогою налізу літературних джерел, математичного моделювання та порівняльного аналізу сучасних технологій.

Отримані результати: розроблено методику комплексної делінеації русел та заплав малих річок Півдня України в умовах екстремальних гідрологічних змін шляхом одночасної інтеграції супутникових даних Sentinel-1 та Sentinel-2

Новизна випускної кваліфікаційної роботи: доведено високу ефективність комбінування радарних знімків Sentinel-1 (оцінка зволоженості) та оптичних Sentinel-2 із розрахунком індексу MNDWI (точне виділення русел) та запропоновано комплексні практичні заходи з ревіталізації басейнів малих річок на основі природоорієнтованих рішень (*Nature-Based Solutions*).

Область використання:*у виробництві та навчальному процесі.*

ВІТЗ

Зміст

Вступ 8
Анотація 12
1. Малі річки в умовах гідрологічних змін 16
1.1. Вплив техногенної катастрофи на зміну русел та режимів малих річок Херсонщини 16
1.2. Проблеми замулення, заболочення та евтрофікації (цвітіння) приток у поствоєнний період 21
1.3. Аналіз нормативної бази щодо охорони малих річок та створення прибережних захисних смуг (Водний кодекс України). 23
Висновки до розділу 27
2. Технології ГІС-моніторингу річкових систем 29
2.1. Використання радарних знімків Sentinel-1 для детекції зон підтоплення та вологості 29
2.2. Розрахунок модифікованого (MNDWI) нормалізованого різницевого водного індексу (NDWI) для точного виділення русел 33
2.3. Застосування цифрових моделей рельєфу (DEM) для моделювання стоку та ерозії берегів 38
Висновки до розділу 42
3. Оцінка екологічного стану об'єктів дослідження 44
3.1. Порівняльний аналіз водного дзеркала до та після катастрофи (2021–2026 рр.) 44
3.2. Ранжування річок за ступенем деградації завдяки методу MCDM (екологічна цінність, соціальне значення, технічна досяжність) 50
3.3. Визначення пріоритетних ділянок для розчищення та відновлення 53
4. Комплексна програма ревіталізації малих річок 58

ВІТЗ

4.1. «Три стовпи» рекультивації: технічні (очищення мулу), екологічні (біомеліорація) та соціальні заходи 58
4.2. Європейський досвід відновлення вільних течій річок (River Restoration) 62
4.3. Оцінка впливу відновлення на аграрний сектор (стабілізація вологості ґрунтів). 66
Висновки дослідження кваліфікаційної роботи 69
Список використаних джерел 71
Додаток А Результати перевірки роботи на плагіат 77
Додаток Б: Апробація досліджень випускової кваліфікаційної роботи 78

ВПЗ

Вступ

Актуальність теми

Водні ресурси є одним із ключових компонентів природного середовища та важливим чинником забезпечення екологічної безпеки територій. Особливе значення для підтримання водного балансу, функціонування природних екосистем і господарського використання земель мають малі річки. В умовах степової зони України вони відіграють важливу роль у формуванні локального мікроклімату, підтриманні рівня ґрунтових вод, забезпеченні природного зволоження територій та збереженні біорізноманіття.

Після руйнування Каховської гідроелектростанції у червні 2023 року водогосподарська система півдня України зазнала масштабних змін. Порушення гідрологічного режиму призвело до трансформації русел, скорочення площ водного дзеркала, активізації процесів замулення, заболочення та деградації окремих річкових екосистем. Особливо вразливими до цих процесів виявилися малі річки Херсонської області, для яких навіть незначні зміни водного режиму можуть мати суттєві екологічні наслідки.

У сучасних умовах ефективне дослідження стану річкових систем потребує застосування інноваційних методів моніторингу. Традиційні польові спостереження часто є обмеженими через значні площі досліджуваних територій, складність доступу до окремих ділянок та наслідки воєнних дій. У зв’язку з цим особливої актуальності набуває використання супутникових технологій та геоінформаційних систем, які дозволяють оперативно отримувати об’єктивну інформацію про зміни водних об’єктів, аналізувати їхній екологічний стан та обґрунтовувати напрями відновлення.

ВІТЗ

Застосування супутникових даних Sentinel-1, Sentinel-2, модифікованого водного індексу MNDWI та цифрових моделей рельєфу створює можливості для комплексної оцінки сучасного стану малих річок, визначення масштабів їх деградації та розроблення науково обґрунтованих рекомендацій щодо ревіталізації водних екосистем Херсонщини.

Мета дослідження

Метою дипломної роботи є оцінка стану малих річок Херсонської області в умовах техногенної катастрофи із застосуванням супутникових технологій та геоінформаційних систем, а також обґрунтування пріоритетних напрямів їх відновлення.

Завдання дослідження

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- дослідити вплив техногенної катастрофи на зміну русел та режимів малих річок Херсонщини;
- проаналізувати процеси замулення, заболочення та евтрофікації водних об’єктів у посткатастрофічний період;
- розглянути нормативно-правові засади охорони малих річок і створення прибережних захисних смуг;
- дослідити можливості використання радарних знімків Sentinel-1 для виявлення зон підтоплення та оцінки вологості територій;
- виконати аналіз можливостей застосування індексу MNDWI та NDWI для виділення русел та водних поверхонь;
- охарактеризувати використання цифрових моделей рельєфу для моделювання стоку та прогнозування ерозійних процесів;
- провести порівняльний аналіз змін водного дзеркала малих річок за період 2021–2026 років;

ВПЗ

- здійснити ранжування річок за ступенем деградації із застосуванням методу MCDM;
- визначити пріоритетні ділянки для проведення відновлювальних заходів;
- розробити комплексні рекомендації щодо ревіталізації малих річок Херсонської області.

Об’єкт і предмет дослідження

Об’єктом дослідження є малі річки Херсонської області, що зазнали трансформації внаслідок техногенної катастрофи, пов’язаної з руйнуванням Каховської ГЕС. Предметом дослідження є методи супутникового моніторингу та геоінформаційного аналізу стану малих річок, а також підходи до визначення пріоритетних напрямів їх відновлення.

Методи дослідження

У процесі виконання роботи використовувалися:

- аналіз наукових джерел та нормативно-правової документації;
- методи дистанційного зондування Землі;
- геоінформаційний аналіз просторових даних;
- аналіз радарних знімків Sentinel-1;
- розрахунок модифікованого водного індексу MNDWI;
- використання цифрових моделей рельєфу (DEM);
- порівняльний аналіз супутникових знімків різних періодів;
- метод багатокритеріального прийняття рішень MCDM;
- картографічні та аналітичні методи обробки даних.

Практичне значення роботи

Практичне значення дослідження полягає у можливості використання отриманих результатів для екологічного моніторингу малих річок, оцінки

ВШЗ

наслідків техногенних змін водного режиму, визначення пріоритетних напрямів природоохоронних заходів та планування відновлення річкових екосистем. Запропоновані підходи можуть бути використані органами місцевого самоврядування, природоохоронними установами та фахівцями у сфері землеустрою та управління водними ресурсами.

ВПГЗ

Анотація

Тема: Використання супутникових технологій для оцінки стану та відновлення малих річок Херсонщини в умовах техногенної катастрофи.

Кваліфікаційна робота присвячена дослідженню сучасного стану малих річок Херсонської області та можливостей використання супутникових технологій для оцінки наслідків техногенної катастрофи, спричиненої руйнуванням Каховської гідроелектростанції. Актуальність роботи зумовлена необхідністю оперативного моніторингу водних об’єктів, оцінки масштабів їх деградації та обґрунтування заходів із відновлення річкових екосистем у післякатастрофічний період.

Об'єкт дослідження – малі річки Херсонської області.

Предмет дослідження – методи супутникового моніторингу та геоінформаційного аналізу стану малих річок і підходи до визначення пріоритетних напрямів їх відновлення.

Мета роботи полягає в оцінці стану малих річок Херсонщини із застосуванням супутникових технологій та розробленні рекомендацій щодо їх ревіталізації.

Методи дослідження: ГІС-аналіз, дистанційне зондування Землі, аналіз радарних знімків Sentinel-1, розрахунок індексу MNDWI, використання цифрових моделей рельєфу (DEM), порівняльний аналіз супутникових даних, метод багатокритеріального оцінювання MCDM, картографічний та просторовий аналіз.

Основні результати:

1. Проаналізовано вплив руйнування Каховської ГЕС на гідрологічний режим та екологічний стан малих річок Херсонської області.

ВІЗ

2. Розглянуто основні процеси деградації річкових систем, зокрема замулення, заболочення та евтрофікацію водних об’єктів.
3. Досліджено можливості використання радарних знімків Sentinel-1 для виявлення зон підтоплення та оцінювання вологості територій.
4. Обґрунтовано застосування модифікованого водного індексу MNDWI для точного виділення русел і водних поверхонь.
5. Проаналізовано можливості використання цифрових моделей рельєфу для моделювання поверхневого стоку та оцінки ерозійних процесів.
6. Проведено порівняльний аналіз змін водного дзеркала малих річок у період 2021–2026 років.
7. Запропоновано підхід до ранжування річок за ступенем деградації на основі методу MCDM.
8. Визначено пріоритетні напрями проведення відновлювальних заходів та сформовано комплексну програму ревіталізації малих річок.

Практичне значення полягає у можливості використання результатів дослідження для екологічного моніторингу водних об’єктів, підтримки прийняття управлінських рішень та планування природоохоронних заходів на території Херсонської області.

Ключові слова: дистанційне зондування Землі, ГІС-технології, Sentinel-1, Sentinel-2, MNDWI, DEM, малі річки, Херсонська область, Каховська ГЕС, ревіталізація річок, MCDM.

Topic: Application of Satellite Technologies for Assessing the Status and Restoration of Small Rivers in the Kherson Region Amidst a Man-Made Disaster.

Abstract This qualification thesis explores the current state of small rivers in the Kherson region and examines the capabilities of satellite technologies in assessing the impacts of the man-made disaster caused by the destruction of the

Kakhovka Hydroelectric Power Plant. The relevance of this study is driven by the urgent need for rapid monitoring of water bodies, evaluation of their degradation scale, and justification of measures for restoring river ecosystems in the post-disaster period.

- Object of Research: Small rivers of the Kherson region.
- Subject of Research: Methods of satellite monitoring and geographic information systems (GIS) analysis of the state of small rivers, along with approaches to defining priority directions for their restoration.
- Aim of the Study: To assess the state of small rivers in the Kherson region using satellite technologies and to develop comprehensive recommendations for their revitalization.
- Research Methods: GIS analysis, Earth Observation (EO) / Remote Sensing (RS), Sentinel-1 radar imagery analysis, calculation of the Modified Normalized Difference Water Index (MNDWI), utilization of Digital Elevation Models (DEM), comparative analysis of satellite data, Multi-Criteria Decision-Making (MCDM) method, as well as cartographic and spatial analysis.

  Key Results:
- The impact of the Kakhovka HPP destruction on the hydrological regime and ecological state of small rivers in the Kherson region was analyzed.
- The primary degradation processes of river systems, including siltation, waterlogging, and eutrophication of water bodies, were examined.
- The capabilities of utilizing Sentinel-1 radar imagery to detect flooded zones and evaluate soil moisture dynamics were investigated.
- The application of the Modified Normalized Difference Water Index (MNDWI) was justified for the precise delineation of river channels and water surfaces.
- The potential of using Digital Elevation Models (DEM) for surface runoff modeling and soil erosion processes assessment was analyzed.

BTS

- A comparative analysis of changes in the water surface area of small rivers during the period of 2021–2026 was conducted.
- An approach for ranking rivers based on their degree of degradation using the MCDM method was proposed.
- Priority directions for implementation of restoration measures were determined, and a comprehensive program for small river revitalization was formulated.

Practical Significance: The practical value lies in the applicability of the research findings for the environmental monitoring of water bodies, support of managerial decision-making, and planning of nature conservation activities within the Kherson region.

Keywords: Earth Observation, Remote Sensing, GIS technologies, Sentinel-1, Sentinel-2, MNDWI, DEM, small rivers, Kherson region, Kakhovka HPP, river revitalization, MCDM.

BIT3

У таких умовах виникає необхідність посилення екологічного контролю та вдосконалення механізмів відновлення водних екосистем.

Ефективна реалізація природоохоронних заходів потребує використання сучасних методів моніторингу. Супутникові технології дозволяють контролювати стан прибережних захисних смуг, виявляти факти незаконного землекористування, оцінювати масштаби деградації рослинного покриву та аналізувати зміни берегових ліній. Використання даних дистанційного зондування Землі забезпечує оперативне отримання інформації про стан водних об’єктів і сприяє підвищенню ефективності природоохоронної діяльності.

Важливим напрямом удосконалення нормативної бази є адаптація законодавства до сучасних екологічних викликів, пов’язаних із кліматичними змінами та наслідками техногенних катастроф. Необхідним є посилення відповідальності за порушення режиму використання прибережних захисних смуг, удосконалення механізмів екологічного моніторингу та впровадження цифрових технологій у систему управління водними ресурсами.

Таким чином, нормативно-правова база України створює основу для охорони малих річок та збереження їхнього екологічного стану. Важливу роль у цьому відіграють положення Водного кодексу України щодо створення водоохоронних зон і прибережних захисних смуг. Однак сучасні виклики, пов’язані з техногенними катастрофами та військовими діями, потребують подальшого вдосконалення системи екологічного управління та активного використання супутникових технологій для моніторингу й відновлення водних екосистем.

Висновки до розділу

ВДТУ

У першому розділі роботи виконано комплексний аналіз теоретичних засад, екологічних проблем та нормативно-правового забезпечення моніторингу й управління станом малих річок в умовах сучасних гідрологічних і техногенних викликів. За результатами проведеного дослідження сформульовано такі висновки:

1. Обґрунтовано катастрофічний вплив руйнування Каховської ГЕС на гідрологічний режим та морфологічну структуру річкових систем Херсонської області. Різке зниження рівня води в нижній течії Дніпра спричинило порушення природних гідрологічних зв'язків, падіння водності приток (Конка, Кошова, Інгулець, Каланчак, Вірьовчина), фрагментацію русел та посилення сезонної аридизації прибережних територій.
2. Визначено ключові деградаційні процеси у поствоєнний період, серед яких найкритичнішими є замулення русел дрібнодисперсними наносами й продуктами руйнування інфраструктури, вторинне заболочення через зниження швидкості течії та інтенсивна евтрофікація («цвітіння» води), зумовлена надмірним надходженням сполук азоту й фосфору на тлі порушеної роботи очисних споруд.
3. Проаналізовано діючу нормативно-правову базу (зокрема Водний та Земельний кодекси України) й доведено, що хоча законодавство чітко регламентує створення водоохоронних зон та прибережних захисних смуг (шириною не менше 25 м для малих річок), сучасні воєнні та техногенні руйнування вимагають адаптації цих норм до умов екологічної катастрофи, посилення контролю за допомогою діджиталізації та впровадження басейнового принципу управління ЄС.
4. Досліджено теоретико-методологічний потенціал супутникового моніторингу, на основі чого визначено три ключові технологічні інструменти для ГІС-аналізу річкових систем:

ВТЗ

- Радарні дані Sentinel-1 (SAR): є незамінними для оперативного виявлення зон підтоплення та динаміки вологості ґрунтів незалежно від хмарності та умов освітлення.
- Модифікований нормалізований водний індекс (MNDWI): розрахований на основі каналів Green та SWIR супутників Sentinel-2, він дозволяє з високою точністю відокремлювати відкрите водне дзеркало від забудови й рослинності, що критично важливо для моніторингу звужених і заростаючих русел.
- Цифрові моделі рельєфу (DEM): забезпечують можливість автоматизованого моделювання напрямків поверхневого стоку, акумуляції вологи та виявлення ділянок, схильних до активної берегової ерозії.

Отримані теоретичні та методичні узагальнення є підґрунтям для проведення практичного просторового аналізу, оцінки динаміки водного дзеркала за період 2021–2026 років та розроблення програми ревіталізації досліджуваних об'єктів у наступних розділах роботи.

ВІТЗ

Незважаючи на окремі обмеження, цифрові моделі рельєфу є важливим інструментом просторового аналізу річкових систем. Їх використання дозволяє оцінювати напрями поверхневого стоку, моделювати процеси підтоплення та визначати ділянки розвитку берегової ерозії. Для Херсонської області застосування DEM є особливо актуальним у контексті дослідження наслідків техногенної катастрофи та планування заходів із відновлення малих річок.

Таким чином, цифрові моделі рельєфу забезпечують ефективну основу для гідрологічного та геоморфологічного аналізу річкових систем у середовищі ГІС. Поєднання DEM із супутниковими даними дистанційного зондування дозволяє комплексно оцінювати стан русел, прогнозувати розвиток ерозійних процесів та визначати пріоритетні напрями природоохоронних заходів у посткатастрофічний період.

Висновки до розділу

У другому розділі роботи сформовано комплексну методичну базу дослідження, обґрунтовано вибір геоінформаційних інструментів та детально описано фізико-географічні й гідрологічні особливості басейнів малих річок Херсонської області, що зазнали трансформацій. За результатами методично-підготовчого етапу сформульовано такі висновки:

1. Дано детальну гідрографічну характеристику об'єктів дослідження, яка підтверджує їхню високу вразливість до антропогенного та воєнного пресингу. Малі річки регіону (зокрема Конка, Вірьовчина, Каланчак та ін.) характеризуються переважно снігово-дощовим живленням, низьким похилом русел та уповільненим стоком, що в умовах кліматичних змін та після руйнування Каховського водосховища критично знизило їхню здатність до самоочищення.

2. Сформовано та систематизовано базу вихідних даних, яка охоплює часовий зріз з 2021 по 2026 роки. Основним джерелом просторової інформації обрано мультиспектральні знімки супутників Sentinel-2 (з просторовою розрізненістю 10 м) та радіолокаційні дані Sentinel-1, які пройшли попередню геометричну та атмосферну корекцію (рівні обробки L1C та L2A) для забезпечення порівнянності результатів різних років.
3. Обґрунтовано та покроково описано алгоритм розрахунку вегетаційних та водних індексів у середовищі ГІС. Для автоматизованого виділення контурів водного дзеркала та аналізу заростання русел вищою водною рослинністю обрано комбінацію індексів $MNDWI$ (Modified Normalized Difference Water Index) та $NDVI$ (Normalized Difference Vegetation Index). Визначено граничні значення (тайлінг-пороги) для коректного відокремлення відкритих плес від зон вторинного заболочення.
4. Розроблено методику геоморфометричного аналізу на основі цифрової моделі рельєфу SRTM / Copernicus DEM. За допомогою інструментів гідрологічного моделювання (Hydrology toolset) налаштовано процес побудови лінійної мережі водотоків, розрахунку напрямків стоку (Flow Direction) та зон акумуляції (Flow Accumulation), що дозволяє з точністю до пікселя виявити потенційні ділянки замулення та блокування русел.

Розроблена та апробована методична схема забезпечує високу точність обробки космічних знімків і створює надійну основу для проведення практичного картографування, просторово-часового аналізу та моделювання екологічного стану річок у наступному (третьому) розділі роботи.

ВІТЗ

Водночас на ділянках із високим потенціалом самовідновлення ефективним може бути мінімальне втручання з акцентом на підтримання природних процесів.

Важливу роль у визначенні пріоритетних ділянок відіграє регулярний супутниковий моніторинг, який дозволяє відстежувати зміни стану річкових систем у часі, оцінювати ефективність реалізованих заходів та своєчасно виявляти нові осередки деградації. Особливої актуальності такий підхід набуває в умовах обмеженого доступу до окремих територій та необхідності оперативного отримання актуальної просторової інформації.

Таким чином, визначення пріоритетних ділянок для розчищення та відновлення малих річок має базуватися на комплексному врахуванні гідрологічних, екологічних, технічних і соціально-господарських чинників. Поєднання даних дистанційного зондування Землі, ГІС-технологій та багатокритеріального аналізу створює науково обґрунтовану основу для планування відновлювальних заходів і підвищення ефективності управління водними ресурсами Херсонської області.

Висновки до розділу

У третьому розділі роботи на основі розробленої методичної схеми проведено практичний просторово-часовий аналіз стану малих річок Херсонської області за період 2021–2026 років, оцінено масштаби деградації русел після руйнування Каховської ГЕС та запропоновано комплекс заходів із їхньої екологічної ревіталізації. За результатами практичних досліджень сформульено такі висновки:

1. Шляхом порівняльного ГІС-аналізу космічних знімків за 2021 та 2026 роки зафіксовано скорочення площі водного дзеркала досліджуваних малих річок.

2. Картографовано осередки вторинного заболочення та евтрофікації русел. Аналіз динаміки індексу $NDVI$ дозволив чітко розмежувати процеси природного відновлення прибережної рослинності та деградаційного заростання водотоків очеретом і вищою водною рослинністю. Виявлено, що понад 60% довжини русел малих річок у зоні впливу осушення Каховського водосховища наразі перебувають у стані гідрологічного застійного режиму, що призводить до втрати їхньої транзитної здатності.
3. За результатами геоморфометричного моделювання визначено зони найбільшого ерозійного ризику та замулення. Побудовані карти акумуляції стоку (Flow Accumulation) вказали на ділянки, де через руйнування елементів інфраструктури та гідротехнічних споруд утворюються штучні запруди. Саме в цих локаціях спостерігається максимальне відкладення дрібнодисперсних наносів, які блокують природні джерела живлення малих річок.
4. Розроблено науково обґрунтовані рекомендації щодо екологічного відновлення (ревіталізації) досліджуваних басейнів. Програма відновлення екосистем у поствоєнний період має базуватися на принципах природних рішень (Nature-based Solutions) та включати:
    - Гідроморфологічне відновлення: розчищення ключових замулених ділянок русел та ліквідацію аварійних завалів для відновлення природної течії.
    - Фіторемедіацію: створення буферних смуг із вищої водної рослинності вздовж прибережних захисних смуг для перехоплення біогенного стоку (азоту й фосфору) з сільськогосподарських угідь.
    - ГІС-моніторинг: впровадження системи постійного супутникового контролю за відновленням гідрологічного режиму Каховського водосховища та пов'язаних із ним малих річок для оперативного реагування на нові екологічні загрози.

ВТЕ

Практичні результати та картографічні матеріали третього розділу мають безпосереднє прикладне значення і можуть бути використані органами басейнового управління та місцевого самоврядування під час розробки стратегій екологічної безпеки та відбудови регіону.

ВПГЗ

Оцінювання таких змін доцільно здійснювати із застосуванням геоінформаційних систем та даних дистанційного зондування Землі. Аналіз багаторічних супутникових спостережень дає можливість відстежувати просторові зміни рослинного покриву, оцінювати динаміку вологості територій та визначати ділянки, де природоохоронні заходи забезпечують найбільший ефект. Це дозволяє обґрунтовувати подальші рішення щодо управління водними та земельними ресурсами на басейновому рівні.

Особливо важливим такий підхід є для післявоєнного відновлення Херсонської області. Умови обмежених фінансових ресурсів вимагають спрямування зусиль насамперед на ті території, де екологічний ефект безпосередньо поєднується з господарською вигодою. Саме тому оцінка впливу ревіталізації водотоків на продуктивність земель повинна розглядатися як один із критеріїв визначення пріоритетності природоохоронних проєктів.

Таким чином, покращення стану малих річок має важливе значення не лише для збереження природних екосистем, а й для підвищення стійкості аграрного сектору. Поліпшення умов природного зволоження, зменшення ерозійних процесів, підтримання родючості ґрунтів та зниження залежності від штучного водопостачання створюють передумови для більш ефективного використання земельних ресурсів. Для Херсонської області такі зміни можуть стати одним із важливих чинників довгострокового відновлення сільського господарства та адаптації регіону до сучасних кліматичних і техногенних викликів.

Висновки дослідження кваліфікаційної роботи

У кваліфікаційній роботі вирішено важливе науково-практичне завдання, що полягає в обґрунтуванні методології ГІС-моніторингу та розробці комплексних заходів із ревіталізації й відновлення екологічного

стану малих річок Херсонської області (зокрема річок Інгулець, Конка та Кошова), які зазнали катастрофічного впливу внаслідок руйнування Каховської ГЕС.

За результатами проведеного дослідження сформульовано такі основні висновки:

1. Обґрунтовано ефективність застосування методів дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) та геоінформаційних систем (ГІС) як найбільш оперативних та економічно доцільних інструментів для проведення моніторингу територій, що зазнали масштабних техногенних та екологічних катастроф, в умовах обмеженого фізичного доступу до об’єктів.
2. Доведено високу точність інтеграції мультиспектральних супутникових даних Sentinel-2 та радарних знімків Sentinel-1 для ідентифікації змін гідрографічної мережі. Модифікований нормалізований різницевий водний індекс (MNDWI) дозволив чітко делінеювати контури водних поверхонь малих річок, відокремити їх від зон надмірного зволоження та проаналізувати динаміку обміління й замулення русел у пост-катастрофічний період.
3. На основі багатокритеріального аналізу прийняття рішень (MCDM) здійснено районування басейнів досліджуваних малих річок за ступенем екологічної деградації. Визначено критичні ділянки русел річок Конка та Кошова, які потребують першочергового залучення технічних та фінансових ресурсів для очищення, поглиблення та стабілізації берегової лінії.
4. Розроблено науково обґрунтовані рекомендації щодо ревіталізації екосистем малих річок Херсонщини. Встановлено, що відновлення гідрологічного режиму має базуватися на принципах концепції Nature-Based Solutions (природоорієнтованих рішень), що включає відновлення заплавних територій, фіторемедіацію забруднених ділянок та створення

ВГЗ

штучних біоплато, замість масштабного та агресивного гідротехнічного втручання.

5. Запропоновано архітектурні рішення для створення спеціалізованої регіональної геоінформаційної системи моніторингу водних ресурсів. Інтеграція розроблених ГІС-моделей у загальну систему землевпорядкування та екологічного менеджменту дозволить органам місцевого самоврядування та державної влади ухвалювати ефективні управлінські рішення щодо відновлення та сталого розвитку Південного регіону України.

ВПГЗ

Список використаних джерел

1. Опанасенко О. Підрив Каховської ГЕС: нові супутникові знімки (фото) // Главком. 2023. URL: https://glavcom.ua/country/incidents/pidriv-kakhovskoji-hes-zjavilisja-novi-suputnikovi-znimki-foto-932751.html#google_vignette

2. Скок С. В., Скрипчук П. М. Оцінка якості поверхневих вод річок Кошова та Веревчина у зоні урбогенного впливу міста Херсон // Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Серія: Сільськогосподарські науки. 2022. Вип. 2(98). С. 122–134. DOI: https://doi.org/10.31713/vs220229.

3. Mapy.com : вебкарта. URL: https://mapy.com/uk/turisticka?source=osm&id=1017109828&x=32.8920988&y=47.7263952&z=7

4. Дупляк В., Величко С., Дупляк О. Наслідки руйнування Каховського водосховища для зрошення та водопостачання півдня України // Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки. 2023. № 44. С. 19–28. DOI:https://doi.org/10.32347/2524-0021.2023.44.19-28

5. Пічура В. І. Гідроекологічні наслідки руйнування Каховської ГЕС і осушення Каховського водосховища: від водорегулюючої стабільності до постірригаційної аридизації // Водні біоресурси та аквакультура. 2026. № 1(19). С. 134–164. DOI: https://doi.org/10.32782/wba.2026.1.9.

6. Planet Labs: Satellite Imagery & Earth Data Analytics. Planet satellite imaging. URL: https://www.planet.com/

7. Оцінка стану водних ресурсів Херсонської області // DSpace Home. URL: https://dspace.ksaeu.kherson.ua/handle/123456789/4281

8. Коваленко Р. Ю. Інноваційний підхід до моніторингу якості води в річці Інгулець для ефективного управління її екологічним станом // Гідротехнічне будівництво: минуле, сьогодення, майбутнє : зб. наук. пр. 2024. Вип. 7. Херсон : ХДАЕУ, 2024. С. 52–54.

9. Центило Л. В., Стецюк І. М. Цвітіння води ціанобактеріями як екологічна небезпека водойм // Агроекологічний журнал. 2023. № 3. С. 154–163.DOI: https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2023.288933

10. Гнатушенко В. В., Міщенко М. С. Аналіз методів виділення водних об'єктів на супутникових зображеннях // Системні технології. 2025. Т. 4, № 159. С. 108–113. DOI: https://doi.org/10.34185/1562-9945-4-159-2025-11 .

11. Легеза Є. О., Легеза Ю. О. Адміністративно-правові засади охорони водних ресурсів // Дніпровський науковий часопис публічного управління, психології, права. 2023. Вип. 2. С. 116–120. URL: http://biblio.umsf.dp.ua/xmlui/handle/123456789/6245

12. Водний кодекс України : Закон України від 06.06.1995 № 213/95-ВР // Відомості Верховної Ради України. 1995. № 24. Ст. 189.

13. Богданов В.В. Особливості праворозуміння прибережних захисних смуг. Актуальні проблеми юридичної науки та практики. Матеріали науково-практичної конференції (м. Полтава, 14-15 лютого 2025 р.). Одеса: Видавництво «Молодий вчений». 2025. С. 19–22.

14. Про охорону навколишнього природного середовища : Закон України від 25.06.1991 № 1264-XII // Відомості Верховної Ради України. 1991. № 41. Ст. 546.

15. Земельний кодекс України : Закон України від 25.10.2001 № 2768-III // Відомості Верховної Ради України. 2002. № 3–4. Ст. 27.

16. Про оцінку впливу на довкілля : Закон України від 23.05.2017 № 2059-VIII // Відомості Верховної Ради України. 2017. № 29. Ст. 315.

17. Директива 2000/60/ЄС Європейського Парламенту і Ради від 23 жовтня 2000 року про встановлення рамок заходів Співтовариства в галузі водної політики // Законодавство України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_962#Text

18. Sentinel-1 User Guide / Alaska Satellite Facility, Earthdata. URL: https://webdocs.asf.alaska.edu/Sentinel-1/Sentinel-1-User-Guide.pdf

19. Sentinel-1 Team. Sentinel-1 User Handbook. ESA, 2013. 80 p. URL: https://ftp.itc.nl/pub/Dragon4_Lecturer_2018/ESA%20EEs%20and%20Sentinels%20Brochures%20pdf/Copernicus%20Sentinels%201,2,3/Sentinel-1%20User%20Handbook.pdf

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

21. Рижок З. (2024). МЕТОДОЛОГІЯ ОБРОБКИ СУПУТНИКОВИХ ДАНИХ. Вісник Львівського національного екологічного університету. Серія «Архітектура та будівництво» , (25), 178–183.DOI: https://doi.org/10.31734/architecture2024.25.178

22. Normalized Difference Moisture Index (NDMI) Applications // Space4Water Portal. URL: https://www.space4water.org/taxonomy/term/1248

23. Modified Normalized Difference Water Index (MNDWI) // Space4Water Portal. URL: https://www.space4water.org/taxonomy/term/1246

24. NDMI (Normalized Difference Moisture Index) // EOS Data Analytics. URL: https://eos.com/uk/make-an-analysis/ndmi/

25. EOSDA LandViewer: онлайн-платформа для візуалізації та аналізу супутникових знімків // EOS Data Analytics. URL: https://eos.com/uk/products/landviewer/

26. Кравець Т. Географічний аналіз рельєфу місцевості на основі цифрових моделей рельєфу та тривимірної візуалізації // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Географія. 2026. Т. 62, № 2. С. 35–47. DOI: https://doi.org/10.25128/2519-4577.26.2.4.

27. Постельняк А.А. Оцінювання точності висот цифрових моделей рельєфу SRTM та ASTER GDEM. Вісник геодезії та картографії. 2013. №4. С. 17-21

28. Accuracy Assessment of Digital Terrain Model Dataset Sources for Hydrogeomorphological Modelling in Small Mediterranean Catchments. MDPI. URL: https://www.mdpi.com/2072-4292/10/12/2014

29. Наюк А. О., Крижановський Є. М., Штельмах І. М., Войцеховська О. О. Метод визначення площі дзеркал водних об’єктів водогосподарської ділянки з використанням супутникових зображень // Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2026. Вип. 2. С. 71–78.

30. Візіком карти: електронна картографічна система України [Електронний ресурс] // Візіком. URL: https://maps.visicom.ua/c/35.187835,47.823213,12?lang=uk

31. Вишневський В.І. Гідрологічні характеристики річок України /В.І. Вишневський, В.О. Косовець. – К. : Ніка-Центр. – 2003. –324 с.

32. Перевозчиков І.М. Гідрохімічний режим та якість води річки Інгулець /І.М. Перевозчиков, В.М. Савицький //Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2013. – Т. 1(28). – С. 76–82.

ВІТІ

33. Середа К. А. Інженерно-технічні заходи щодо поліпшення екологічного стану малих річок. С. 86–97. URL: http://tes.igns.gov.ua/materials/3n/Sereda.pdf

34. Кочубей М. М. Класифікація та особливості дослідження малих річок // Наукові записки екологічної лабораторії УДПУ. Вип. 26 науково-дослідної лабораторії «Екологія і освіта». Умань : Візаві, 2023. С. 38–41.

35. Методичні рекомендації щодо відновлення водно-болотних угідь / Державне агентство водних ресурсів України. URL: https://www.davr.gov.ua/fls18/r561q.pdf

36. Мальсев В. О., Безпальченко В. М. Водопостачання та водовідведення Херсонської області: стан, проблеми, першочергові заходи // Екологічні науки. 2020. № 2(29). С. 66–71.

37. Васенко О. Г., Ігнатенко М. Я., Божко Т. В. Наслідки антропогенного навантаження на водні екосистеми у період військових дій та роль біологічної меліорації у відновленні водних об'єктів України // Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення : зб. наук. статей XX Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Харків, 19–20 верес. 2024 р.). Харків : УКРНДІЕП, 2024. С. 87–90.

38. Циганенко-Дзюбенко, І., Кірейцева, Г., Герасимчук, О., Скиба, Г., & Хоменко, С. (2024). Антропогенний вплив війни на водні ресурси: аналіз та потенційні шляхи відновлення. Проблеми хімії та сталого розвитку, 3, 51–59, URL: http://eztuir.ztu.edu.ua/123456789/8731

39. Олійник О., Акопян Д. Дослідження проблем ревалоризації малих річок України // Українська академія мистецтва : зб. наук. праць. 2025. Вип. 38. С. 31–32. DOI: https://doi.org/10.32782/2411-3034-2025-38-3

40. European Centre for River Restoration (ECRR) : офіційний вебсайт. URL: https://www.ecrr.org

ВТЗ

41. Європейський досвід управління річками на прикладі Рейну // Офіс сталих рішень. 2023. 25 верес. URL: https://ukraine-oss.com/yevropejskyj-dosvid-upravlinnya-richkamy-na-prykladi-rejnu/

42. Дельта Дунаю стала зразком для наслідування у відновленні природи в Європі – ООН // Екополітика. 2022. 16 груд. URL: https://ecopolitic.com.ua/ua/news/delta-dunaju-stala-zrazkom-dlya-nasliduvannya-u-vidnovlenni-prirodi-v-ievropi-oon/

43. Наслідки підриву Каховської ГЕС: як змінився клімат та врожай на Херсонщині // Суспільне Херсон. 2025. 25 жовт. URL: https://suspilne.media/amp/kherson/1145818-naslidki-pidrivu-kahovskoi-ges-ak-zminivsa-klimat-ta-vrozai-na-hersonsini/

ВПЗ

Додаток А Результати перевірки роботи на плагіат



StrikePlagiarism.com

Звіт не був оцінений

Метадані

ДОКУМЕНТ

Заголовок
Перевірка на плагіат Коншин

Автор	Науковий керівник / Експерт	ІД документу
Коншин	**Шевченко**	**334346268**

ОРГАНІЗАЦІЯ

Назва організації	підрозділ
Ukrainian State University of Railway Transport	**Кафедра "Вишукувань та проектування шляхів сполучення, геодезії та землеустрою"**

ЗВІТ

Дата звіту	Дата редагування
6/17/2026	---

Обсяг знайдених подібностей

Коефіцієнт подібності визначає, який відсоток тексту по відношенню до загального обсягу тексту було знайдено в різних джерелах. Зверніть увагу, що високі значення коефіцієнта не автоматично означають плагіат. Звіт має аналізувати компетентна / уповноважена особа.

2.19%
2.19%
КП 1

1781	14225
Кількість слів	Кількість символів

Тривога

У цьому розділі ви знайдете інформацію щодо текстових спотворень. Ці спотворення в тексті можуть говорити про МОЖЛИВІ маніпуляції в тексті. Спотворення в тексті можуть мати навмисний характер, але частіше характер технічних помилок при конвертації документа та його збереженні, тому ми рекомендуємо вам підходити до аналізу цього модуля відповідально. У разі виникнення запитань, просимо звертатися до нашої служби підтримки.

Заміна букв	ß	1
Інтервали	A→	0
Мікропробіли	·	15
Білі знаки	¶	0
Парафрази (SmartMarks)	a	2

Додаток Б: Апробація досліджень випускової кваліфікаційної роботи.

1. С. Шевченко, С. Салій та В. Ткачова (103-ГЗ-Д22) Керівник – доц. Є.М. Коростельов ЗЕМЕЛЬНІ РЕФОРМИ ТА ЗЕМЕЛЬНА ПОЛІТИКА: ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ Тези 83-ї студентської науково-технічної конференції (12-14 грудня 2023 р.) – Х., УкрДУЗТ, 2023 р. – С. 198-199

2. Софія ШЕВЧЕНКО (103-ГЗ-Д22), Євгеній СКЛЯРОВ (103-ГЗ-Д21), Олексій ТКАЧЕНКО (103-ГЗ-Д21) Керівник – доц. Наталія БЄЛІКОВА ЗАСТОСУВАННЯ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ ДЛЯ ОЦІНКИ ЗЕМЕЛЬНИХ РЕСУРСІВ Тези 84-ї студентської науково-технічної конференції (11-12 грудня 2024 р.) – Х., УкрДУЗТ, 2024 р. – С. 223

3. Софія ШЕВЧЕНКО (103-ГЗ-Д22) Софія НЕЧАЄВА (103-ГЗ-Д23) Анастасія ТАРАНУХА (216-ГЗ-Д25) Керівники – проф. Євгенія УГНЕНКО доц. Анна ШЕВЧЕНКО ВИКОРИСТАННЯ СУПУТНИКОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ВІДНОВЛЕННІ ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ Тези 85-ї студентської науково-технічної конференції (10-11 грудня 2025 р.) – Х., УкрДУЗТ, 2025 р. – С. 294-295

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.

ВІТЗ