МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет водогосподарської інженерії та екології
Кафедра екології

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Зав. кафедрою екології
доц._____Вікторія КАЦЕВИЧ
«_____» червня 2026 р.

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи освітнього ступеня «Бакалавр»

на тему: **«Вплив руйнації Каховської ГЕС на екологічний стан алювіальних ґрунтів міста Запоріжжя»**

Виконав: здобувачка вищої освіти 4 курсу,
групи Ез-1-21, спеціальності101«Екологія»

_____ Аліна ТВЕРДОХЛІБ

Керівник _____ доц. Володимир ЯКОВЕНКО

Дніпро 2026

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет: водогосподарської інженерії та екології
Кафедра: екології
Освітньо-професійна програма: «Екологія»
Спеціальність: 101 «Екологія»
Ступінь вищої освіти: бакалавр

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Зав. кафедрою екології
_____Вікторія КАЦЕВИЧ
«_____»_____2026 р.

ЗАВДАННЯ

на підготовку кваліфікаційної роботи
Твердохліб Аліні Володимирівні
(прізвище,ім'я,побатькові)

1. **Тема роботи:** Вплив руйнації Каховської ГЕС на екологічний стан алювіальних ґрунтів міста Запоріжжя

Науковий керівник: Яковенко В. М., к.б.н., доцент
Затверджена наказом по ДДАЕУ від «24» квітня 2026 р. №821

2. **Термін подання здобувачем роботи:**_____ р.

3. **Вихідні дані до роботи:** знімки у вільному доступі супутників Landsat 8, Landsat 9 територій постраждалих після руйнації Каховської ГЕС, наукова література.

4. **Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити):** 1. Вступ; 2. Теореьтчні основи дослідження алювіальних грнутів та наслідків руйнації гідротехнічних споруд; 3. Природно-географічні характеристика району досліджень; 4. Оцінка впливу руйнації Каховської ГЕС на екологічний стан алювіальних грунтів міста Запоріжжя; 5. Моніторинг та поліпшення екологічного стану алювіальних грунтів; 6. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях; 7. Висновки.

Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): Презентація в PowerPoint (актуальність, мета, об'єкт, предмет та задачі досліджень, отримані результати, висновки та рекомендації)

5. Дата видачі завдання: «_____»_____20___ р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№п.п.	Назва етапів дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	29.04.26 -1.05.26	Виконано
2	Розділ 1. Теореьтчні основи дослідження алювіальних грнутів та наслідків руйнації гідротехнічних споруд	4.05.26 -10.05.26	Виконано
3	Розділ 2. Природно-географічні характеристика району досліджень	13.05.26 -15.05.26	Виконано
4	Розділ 3. Оцінка впливу руйнації Каховської ГЕС на екологічний стан алювіальних грунтів міста Запоріжжя	16.05.26 -18.05.26	Виконано
5	Розділ 4. Моніторинг та поліпшення екологічного стану алювіальних грунтів	20.05.26 -25.05.26	Виконано
6	Розділ 5. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	26.05.26 -27.06.26	Виконано
7	Висновки	28.06.26 -31.05.26	Виконано
8	Оформлення роботи	2.06.26 -10.06.26	Виконано
9	Оформлення презентації	13.06.26 -15.06.26	Виконано

Здобувач(ка) _____ Аліна ТВЕРДОХЛІБ
(підпис) (Ім'я та прізвище)

Керівник роботи _____ Володимир ЯКОВЕНКО
(підпис) (Ім'я та прізвище)

РЕФЕРАТ

Зміст розрахунково-пояснювальної записки: Вступ; Розділ 1 Теореьтчні основи дослідження алювіальних грнутів та наслідків руйнації гідротехнічних споруд; Розділ 2 Природно-географічні характеристика району досліджень; Розділ 3 Оцінка впливу руйнації Каховської ГЕС на екологічний стан алювіальних грунтів міста Запоріжжя; Розділ 4 Моніторинг та поліпшення екологічного стану алювіальних грунтів; Розділ 5 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях; Висновки; Список використаної літератури. Повний обсяг роботи – 68 сторінок друкованого тексту, 4 рисунки, 4 таблиці. Список використаної літератури містить 60 найменувань.

Мета дослідження: оцінити вплив руйнування Каховської ГЕС на екологічний стан алювіальних ґрунтів міста Запоріжжя та визначити основні напрями їх подальшого моніторингу і відновлення.

Об’єкт дослідження: алювіальні ґрунти заплавних територій міста Запоріжжя.

Предмет дослідження: зміни екологічного стану алювіальних ґрунтів під впливом трансформації гідрологічного режиму річки Дніпро після руйнування Каховської ГЕС.

Основні завдання дослідження:

1. проаналізувати наукові джерела щодо особливостей формування та функціонування алювіальних ґрунтів;
2. дослідити екологічні наслідки руйнування Каховської ГЕС; охарактеризувати природно-географічні умови району дослідження;
3. проаналізувати зміни гідрологічного режиму Дніпра після руйнування Каховської ГЕС;
4. оцінити можливий вплив цих змін на фізичні та хімічні властивості алювіальних ґрунтів міста Запоріжжя;
5. розробити рекомендації щодо моніторингу та збереження алювіальних ґрунтів досліджуваної території.

Методи, які застосовувались: к роботі використано загальнонаукові методи аналізу та синтезу, порівняльно-географічний метод, дистанційне зондування Землі (ДЗЗ), методи статистичної обробки даних, картографічний аналіз, а також методи екологічної оцінки ґрунтів і аналізу літературних джерел.

Ключові слова: Каховська ГЕС, річка Дніпро, алювіальні ґрунти, заплава, екологічний стан, гідрологічний режим, ґрунтові води, деградація ґрунтів.

ЗМІСТ

ВСТУП 8
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ АЛЮВІАЛЬНИХ ҐРУНТІВ ТА НАСЛІДКІВ РУЙНАЦІЇ ГІДРОТЕХНІЧНИХ СПОРУД……..11
1.1. Генезис та властивості алювіальних ґрунтів..... 11
1.2. Екологічна роль алювіальних ґрунтів у екосистемах річкових долин. ..... **Ошибка! Закладка не определена.**4
1.3. Характеристика Каховської ГЕС та її значення для регулювання водного режиму Дніпра..... **Ошибка! Закладка не определена.**7
1.4 Основні екологічні наслідки руйнування Каховської ГЕС……20
Висновки до розділу 1……..23
РОЗДІЛ 2. ПРИРОДНО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕНЬ..... **Ошибка! Закладка не определена.**5
2.1. Фізико-географічна характеристика міста Запоріжжя та прилеглих територій 25
2.2. Гідрологічні особливості річки Дніпро в межах Запоріжжя..... 28
2.3. Характеристика алювіальних ґрунтів досліджуваної території..... 31
Висновки до розділу 2……..34
РОЗДІЛ 3. ОЦІНКА ВПЛИВУ РУЙНАЦІЇ КАХОВСЬКОЇ ГЕС НА ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН АЛЮВІАЛЬНИХ ҐРУНТІВ МІСТА ЗАПОРІЖЖЯ 36
3.1 Зміни гідрологічного режиму Дніпра після руйнування Каховської ГЕС 36
3.2 Вплив трансформації водного режиму на властивості алювіальних ґрунтів міста Запоріжжя..... 40
3.3 Екологічні наслідки для заплавних екосистем та алювіальних ґрунтів міста Запоріжжя……45
Висновки до розділу 3……..50
РОЗДІЛ 4. МОНІТОРИН ТА ПОЛІПШЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ АЛЮВІАЛЬНИХ ҐРУНТІВ 53
4.1. Організація системи екологічного моніторингу..... 53

4.2. Рекомендації щодо відновлення порушених екосистем 54
4.3 Перспективи відновлення заплавних екосистем Запоріжжя……..56
Висновки до розділу 4……...57
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ…….....58
5.1 Охорона праці під час роботи з Інтернет-джерелами ……58
5.2 Охорона праці в умовах загрози ракетної небезпеки ……59
ВИСНОВКИ……..…….……61
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ…….....63

ВСТУП

Актуальність теми. Внаслідок руйнування греблі Каховської гідроелектростанції 6 червня 2023 року відбулася одна з найбільших техногенно-екологічних катастроф в історії незалежної України. Знищення Каховського водосховища призвело до кардинальних змін гідрологічного режиму річки Дніпро, трансформації прибережних екосистем, порушення водозабезпечення населення та промисловості, а також до суттєвих змін ґрунтового покриву територій, пов'язаних із функціонуванням водосховища. За оцінками Програми ООН з навколишнього середовища (UNEP), екологічні наслідки цієї події матимуть довготривалий характер і відчуватимуться протягом десятиліть, зокрема через зміни гідрологічних, геоморфологічних та біогеохімічних процесів [1].

Особливої уваги потребують алювіальні ґрунти заплавних територій Дніпра, які є важливим компонентом природних екосистем та виконують низку екологічних функцій: регулювання водного режиму, акумуляцію органічної речовини, фільтрацію забруднювачів і підтримання біорізноманіття. Формування властивостей цих ґрунтів безпосередньо залежить від режиму затоплення та рівня ґрунтових вод. Тому різка зміна водного балансу після руйнації Каховської ГЕС може спричинити істотні зміни їх фізичних, хімічних і біологічних характеристик.

Місто Запоріжжя є одним із найбільших промислових центрів України та розташоване в середній течії Дніпра. Територія міста характеризується поширенням алювіальних ґрунтів у заплавних та прибережних ландшафтах, які зазнають значного антропогенного навантаження. У зв'язку з цим дослідження впливу руйнування Каховської ГЕС на екологічний стан алювіальних ґрунтів Запоріжжя є актуальним як з наукової, так і з практичної точки зору.

Питання формування, властивостей і функціонування алювіальних ґрунтів висвітлено в роботах українських та зарубіжних учених, зокрема М. І. Полупана, В. Б. Соловея, В. А. Величка, В. В. Медведєва, а також у матеріалах ФАО та інших міжнародних організацій. Проблемам екологічних наслідків руйнування Каховської ГЕС присвячені дослідження українських науковців Є. О. Яковлєва, Д. Л. Стефанишина, О. Г. Рогожина та інших, які розглядають геоекологічні, гідрологічні та соціально-економічні аспекти трансформації територій після осушення водосховища [2].

Мета роботи – оцінити вплив руйнування Каховської ГЕС на екологічний стан алювіальних ґрунтів міста Запоріжжя та визначити основні напрями їх подальшого моніторингу і відновлення.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

– проаналізувати наукові джерела щодо особливостей формування та функціонування алювіальних ґрунтів;

– дослідити екологічні наслідки руйнування Каховської ГЕС;

– охарактеризувати природно-географічні умови району дослідження;

– проаналізувати зміни гідрологічного режиму Дніпра після руйнування Каховської ГЕС;

– оцінити можливий вплив цих змін на фізичні та хімічні властивості алювіальних ґрунтів міста Запоріжжя;

– розробити рекомендації щодо моніторингу та збереження алювіальних ґрунтів досліджуваної території.

Об'єкт дослідження – алювіальні ґрунти заплавних територій міста Запоріжжя.

Предмет дослідження – зміни екологічного стану алювіальних ґрунтів під впливом трансформації гідрологічного режиму річки Дніпро після руйнування Каховської ГЕС.

Методи дослідження. У роботі використано загальнонаукові методи аналізу та синтезу, порівняльно-географічний метод, методи статистичної

обробки даних, картографічний аналіз, а також методи екологічної оцінки ґрунтів і аналізу літературних джерел.

Практичне значення роботи полягає у можливості використання отриманих результатів для організації екологічного моніторингу ґрунтового покриву заплавних територій міста Запоріжжя, прогнозування подальших змін їхнього стану та розроблення природоохоронних заходів.

Структура роботи. Кваліфікаційна робота складається зі вступу, п’яти розділів, висновків та списку використаних джерел. Загальний обсяг роботи становить 68 сторінок.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ АЛЮВІАЛЬНИХ ҐРУНТІВ ТА НАСЛІДКІВ РУЙНАЦІЇ ГІДРОТЕХНІЧНИХ СПОРУД

1.1. Генезис та властивості алювіальних ґрунтів

Ґрунтовий покрив є одним із найважливіших компонентів природного середовища, який забезпечує функціонування наземних екосистем, регулює біогеохімічні цикли речовин і виступає середовищем існування значної кількості організмів. Серед різноманіття ґрунтів особливе місце займають алювіальні ґрунти, формування яких безпосередньо пов'язане з діяльністю річкових систем та процесами акумуляції річкових наносів.

Термін «алювій» походить від латинського слова *alluvio*, що означає наноси, відкладені текучими водами. Відповідно, алювіальними називають ґрунти, сформовані на сучасних або відносно молодих річкових відкладах у межах заплав, дельт та інших акумулятивних форм рельєфу. У міжнародній класифікації ґрунтів World Reference Base for Soil Resources (WRB) алювіальні ґрунти переважно відповідають групі Fluvisols (флювісолі), які характеризуються слабкою диференціацією профілю та наявністю шаруватої будови, що відображає історію осадонакопичення [3].

Згідно з класифікацією WRB, Fluvisols є генетично молодими ґрунтами, які формуються на свіжих алювіальних, озерних або морських відкладах. Їх основною ознакою є відсутність добре сформованих генетичних горизонтів та наявність ознак періодичного надходження нових осадів під час паводків або повеней [4]. Аналогічне визначення наведено в матеріалах Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (FAO), де підкреслюється, що розвиток цих ґрунтів тісно пов'язаний із сучасними процесами седиментації та коливаннями водного режиму [5].

В Україні алювіальні ґрунти поширені переважно в долинах великих річок – Дніпра, Дністра, Південного Бугу, Сіверського Дінця та Дунаю. У

національній класифікації ґрунтів вони представлені алювіально-дерновими, лучними, лучно-болотними та болотними різновидами, які відрізняються ступенем гідроморфності, вмістом органічної речовини та особливостями профільної будови. Значний внесок у вивчення генезису та класифікації цих ґрунтів зробили українські вчені М. І. Полупан, В. Б. Соловей та В. А. Величко [6].

Генезис алювіальних ґрунтів визначається взаємодією геоморфологічних, гідрологічних і біологічних процесів. Основним фактором ґрунтоутворення є періодичне затоплення територій річковими водами, які транспортують і відкладають мінеральні та органічні частинки різного гранулометричного складу. Під час повеней або паводків відбувається акумуляція нового шару алювію, внаслідок чого ґрунтовий профіль набуває характерної шаруватої будови. Кожен шар відображає окремий етап осадонакопичення та умови його формування [5].

Важливу роль у формуванні алювіальних ґрунтів відіграє гідрологічний режим річки. Частота та тривалість затоплень визначають інтенсивність надходження нових наносів, рівень зволоження ґрунту та розвиток процесів оглеєння. У верхніх частинах заплав зазвичай формуються легші за гранулометричним складом ґрунти, оскільки тут відкладаються піщані та супіщані наноси. У центральних та притерасних частинах заплав переважають суглинкові й глинисті відклади, що сприяє утворенню більш важких за механічним складом ґрунтів [5].

Морфологічною особливістю алювіальних ґрунтів є слабка диференціація профілю. Найчастіше вони характеризуються профілем типу А–С або А–АС–С, де гумусовий горизонт безпосередньо переходить у материнську породу. Для них характерна наявність прошарків різного кольору, гранулометричного складу та вмісту органічної речовини. Така будова свідчить про неодноразову зміну умов осадонакопичення та розвитку ґрунтових процесів [3].

Фізичні властивості алювіальних ґрунтів значною мірою залежать від складу річкових наносів. Вони можуть варіювати від легких піщаних до важких глинистих різновидів. Як правило, ці ґрунти мають сприятливі водно-фізичні характеристики, достатню водопроникність та значну вологоємність. Завдяки регулярному надходженню свіжого алювію вони часто відзначаються високою природною родючістю [7].

Хімічні властивості алювіальних ґрунтів також характеризуються значною різноманітністю. Вміст гумусу коливається залежно від ступеня розвитку рослинного покриву та інтенсивності ґрунтоутворювальних процесів. У більшості випадків реакція ґрунтового розчину є нейтральною або слабколужною, що сприяє доступності поживних елементів для рослин. Для алювіальних ґрунтів характерний відносно високий вміст кальцію, магнію, калію та інших елементів живлення, що зумовлює їх цінність для сільськогосподарського використання [6].

Водночас постійний вплив ґрунтових вод може спричиняти розвиток процесів оглеєння. За умов тривалого перезволоження в профілі виникають відновні процеси, які супроводжуються зміною валентного стану заліза та марганцю, формуванням сизуватих або плямистих горизонтів. Особливо інтенсивно такі процеси проявляються у притерасних частинах заплав та на територіях із близьким заляганням ґрунтових вод [5].

Біологічні властивості алювіальних ґрунтів визначаються високою активністю ґрунтової мікрофлори та значним вмістом органічної речовини [8]. Заплавні екосистеми сприяють накопиченню рослинних решток і розвитку процесів гумусоутворення. Завдяки цьому алювіальні ґрунти виконують важливу роль у депонуванні органічного вуглецю та підтриманні біорізноманіття річкових ландшафтів [9].

У сучасних умовах значний вплив на стан алювіальних ґрунтів здійснює антропогенна діяльність. Будівництво водосховищ, гідроелектростанцій, дамб та інших гідротехнічних споруд змінює природний режим затоплення заплав, що впливає на процеси

осадонакопичення, водний баланс і напрямки ґрунтоутворення. Особливо актуальними ці питання стали після руйнування Каховської ГЕС у 2023 році, що призвело до масштабної трансформації гідрологічних умов у басейні Нижнього Дніпра та створило передумови для зміни властивостей алювіальних ґрунтів на значних територіях.

Таким чином, алювіальні ґрунти є молодими генетичними утвореннями, формування яких безпосередньо пов'язане з річковими процесами. Їхні властивості визначаються особливостями водного режиму, гранулометричним складом алювію, інтенсивністю затоплення та характером рослинного покриву. Висока природна родючість, екологічна значущість і чутливість до змін гідрологічного режиму роблять ці ґрунти важливим об'єктом екологічних досліджень.

1.2. Екологічна роль алювіальних ґрунтів у екосистемах річкових долин

Алювіальні ґрунти є важливим компонентом заплавних екосистем та виконують низку екологічних функцій, які забезпечують стійкість природних ландшафтів і підтримують функціонування річкових басейнів. Їхнє значення виходить далеко за межі сільськогосподарського використання, оскільки вони беруть участь у регулюванні водного режиму територій, підтриманні біорізноманіття, кругообігу речовин та збереженні екологічної рівноваги.

Особливість алювіальних ґрунтів полягає в тому, що вони формуються в умовах постійної взаємодії між літосферою, гідросферою та біосферою. Завдяки цьому вони виступають своєрідною буферною системою між річковими водами та наземними екосистемами. За даними Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (FAO), заплавні ґрунти належать до найбільш продуктивних природних утворень світу та відіграють ключову роль у підтриманні екосистемних послуг річкових долин [10].

Однією з найважливіших функцій алювіальних ґрунтів є регулювання водного режиму. Завдяки значній пористості та високій вологоємності вони

здатні акумулювати великі обсяги води під час повеней і поступово віддавати її в посушливі періоди. Така властивість сприяє стабілізації рівня ґрунтових вод, зменшенню ризику підтоплень та підтриманню гідрологічного балансу прилеглих територій. У природних умовах заплави виконують функцію своєрідних природних резервуарів, які знижують інтенсивність паводків і пом'якшують наслідки екстремальних гідрологічних явищ [12].

Важливе значення алювіальні ґрунти мають у процесах природного очищення вод. Під час проходження поверхневих та ґрунтових вод через ґрунтовий профіль відбуваються механічна фільтрація, сорбція забруднювальних речовин та їх біохімічне перетворення за участю мікроорганізмів. Унаслідок цього зменшується концентрація завислих речовин, сполук азоту, фосфору, важких металів та інших забруднювачів. Саме тому заплавні території часто розглядаються як природні біогеохімічні бар'єри, здатні покращувати якість поверхневих вод [13].

Значна роль алювіальних ґрунтів пов'язана з процесами кругообігу біогенних елементів. Завдяки періодичному надходженню річкових наносів відбувається постійне поповнення запасів мінеральних речовин, необхідних для розвитку рослинності. Водночас у ґрунті відбуваються складні біогеохімічні процеси трансформації органічної речовини, що забезпечують доступність елементів живлення для рослин і підтримують високу біологічну продуктивність екосистем [14].

Особливе місце серед екологічних функцій алювіальних ґрунтів займає накопичення органічного вуглецю. В умовах заплавних екосистем у ґрунті акумулюється значна кількість органічної речовини, яка формується внаслідок відмирання та розкладання рослинних залишків. За оцінками Міжурядової групи експертів зі зміни клімату (IPCC), ґрунти є найбільшим наземним резервуаром органічного вуглецю, а заплавні екосистеми відіграють важливу роль у його довготривалому депонуванні [15]. Завдяки цьому алювіальні ґрунти беруть участь у регулюванні глобального вуглецевого циклу та пом'якшенні наслідків зміни клімату.

Не менш важливою є роль алювіальних ґрунтів у підтриманні біорізноманіття. Заплавні території характеризуються високою різноманітністю рослинних угруповань і є місцем існування багатьох видів тварин, птахів, комах та мікроорганізмів. Ґрунт виступає середовищем існування численних представників ґрунтової біоти, які забезпечують процеси розкладання органічних решток, гумусоутворення та кругообіг поживних речовин. Різноманітність ґрунтових організмів безпосередньо впливає на стійкість екосистем до зовнішніх впливів та їх здатність до самовідновлення [16].

Висока природна родючість алювіальних ґрунтів зумовлює їх важливе господарське значення. Багато заплавних територій використовуються для сільськогосподарського виробництва, оскільки містять значні запаси поживних речовин і характеризуються сприятливими водно-фізичними властивостями. Проте надмірне антропогенне навантаження може призводити до деградації цих ґрунтів, зниження їх екологічних функцій та погіршення стану заплавних екосистем.

Суттєвий вплив на екологічний стан алювіальних ґрунтів здійснює будівництво гідротехнічних споруд. Створення водосховищ змінює природний режим затоплення заплав, порушує процеси надходження алювію та впливає на рівень ґрунтових вод. За даними досліджень річкових екосистем, зарегулювання стоку призводить до скорочення площ природних заплав і поступового зниження їх екологічної цінності [1].

Особливо актуальними ці проблеми стали після руйнування Каховської ГЕС у червні 2023 року. Осушення значної частини Каховського водосховища призвело до різкої зміни водного режиму прилеглих територій, трансформації ландшафтів і початку нових процесів ґрунтоутворення. За оцінками Програми ООН з навколишнього середовища (UNEP), наслідки цієї події можуть впливати на стан ґрунтів, водних ресурсів та біорізноманіття протягом багатьох років [1].

Для міста Запоріжжя проблема збереження екологічних функцій алювіальних ґрунтів має особливе значення. Розташування міста на берегах Дніпра, висока концентрація промислових підприємств та зміни гідрологічного режиму річки створюють передумови для трансформації заплавних територій. У таких умовах алювіальні ґрунти виступають важливим елементом екологічної безпеки регіону, забезпечуючи підтримання природних процесів самоочищення середовища та стабільності прибережних екосистем.

Отже, алювіальні ґрунти виконують комплекс важливих екологічних функцій, серед яких регулювання водного режиму, очищення вод, участь у кругообігу речовин, депонування органічного вуглецю та підтримання біорізноманіття. Їхній стан безпосередньо впливає на функціонування заплавних екосистем і екологічну стійкість річкових ландшафтів. Саме тому дослідження змін алювіальних ґрунтів в умовах трансформації гідрологічного режиму Дніпра після руйнування Каховської ГЕС є важливим напрямом сучасних екологічних досліджень.

1.3. Характеристика Каховської ГЕС та її значення для регулювання водного режиму Дніпра

Каховська гідроелектростанція була однією з ключових гідротехнічних споруд Дніпровського каскаду та відігравала важливу роль у забезпеченні водогосподарських, енергетичних і екологічних потреб півдня України. ГЕС розташовувалася на річці Дніпро поблизу міста Нова Каховка Херсонської області та входила до складу каскаду з шести водосховищ, створених упродовж XX століття для комплексного використання водних ресурсів річки.

Будівництво Каховського гідровузла розпочалося у 1950 році в межах масштабної програми освоєння водних ресурсів Дніпра. Уже в 1956 році було завершено спорудження греблі та введено в експлуатацію перші гідроагрегати. Проєктна потужність станції становила близько 351 МВт, а

середньорічне виробництво електроенергії досягало понад 1,4 млрд кВт·год [17]. Основним призначенням станції було виробництво електроенергії, регулювання стоку Дніпра, забезпечення роботи зрошувальних систем півдня України та підтримання судноплавства.

Створення Каховського водосховища стало завершальним етапом формування Дніпровського каскаду. Водосховище мало площу близько 2155 км², повний об'єм понад 18 км³ та простягалося більш ніж на 230 км угору за течією Дніпра [18]. За площею воно було одним із найбільших штучних водосховищ Європи та мало стратегічне значення для економіки України.

Однією з головних функцій Каховської ГЕС було регулювання водного режиму Дніпра. До створення каскаду водосховищ річка характеризувалася значними сезонними коливаннями рівня води, що були пов'язані з весняним водопіллям і літньою меженню. Після зарегулювання стоку значна частина природних коливань була згладжена. Це дозволило забезпечити більш стабільні умови для судноплавства, водопостачання населених пунктів і функціонування промислових підприємств [18].

Особливе значення Каховське водосховище мало для водозабезпечення південних регіонів України. Саме з нього здійснювалося живлення Північно-Кримського каналу, Каховського магістрального каналу та низки інших меліоративних систем. Завдяки цьому забезпечувалося зрошення сотень тисяч гектарів сільськогосподарських угідь у Херсонській, Запорізькій та Дніпропетровській областях [19].

Крім господарських функцій, Каховське водосховище суттєво впливало на природні процеси в долині Дніпра. Його існування призвело до підвищення рівня ґрунтових вод на прилеглих територіях, зміни структури заплавних екосистем та трансформації ґрунтового покриву. Формування великої водної поверхні сприяло зміні локальних кліматичних умов, підвищенню вологості повітря та зменшенню амплітуди температурних коливань у прибережних районах [20].

Разом із позитивними наслідками створення водосховища виникли й певні екологічні проблеми. Зарегулювання стоку призвело до порушення природного режиму паводків, скорочення площ природних заплав та зменшення інтенсивності надходження алювіальних наносів. Унаслідок цього змінилися умови формування алювіальних ґрунтів і функціонування заплавних екосистем. Відсутність регулярного затоплення сприяла поступовому зниженню біорізноманіття окремих природних комплексів та активізації процесів евтрофікації у водосховищі [21].

Важливе значення Каховське водосховище мало і для території міста Запоріжжя. Хоча місто розташоване вище за течією від греблі, функціонування всього Дніпровського каскаду забезпечувало відносно стабільний гідрологічний режим річки. Це впливало на рівень води, швидкість течії, процеси акумуляції наносів і формування заплавних ландшафтів. Стабільність рівнів води сприяла підтриманню певного водного балансу алювіальних ґрунтів та прибережних екосистем.

6 червня 2023 року внаслідок руйнування греблі Каховської ГЕС відбулася масштабна техногенна катастрофа, яка суттєво змінила умови функціонування нижньої частини басейну Дніпра. За даними Державного агентства водних ресурсів України та міжнародних екологічних організацій, протягом перших тижнів після руйнування відбулося стрімке спрацювання водосховища та зниження рівня води на десятки метрів [22]. У результаті було втрачено значну частину запасів прісної води, порушено роботу систем водопостачання та зрошення, а також створено нові умови для розвитку екологічних процесів на території колишнього водосховища.

Осушення дна Каховського водосховища спричинило масштабні геоморфологічні зміни. На значних площах почали формуватися нові алювіальні та лучні екосистеми, активізувалися процеси дефляції, змінилися умови міграції забруднювальних речовин і трансформації ґрунтів. Водночас відбулося різке зниження рівня ґрунтових вод на прилеглих територіях, що

може впливати на фізичні та хімічні властивості алювіальних ґрунтів у середньостроковій і довгостроковій перспективі [23].

За оцінками українських учених, руйнування Каховської ГЕС фактично стало початком нового етапу розвитку природних процесів у долині Нижнього Дніпра. Територія колишнього водосховища поступово повертається до стану, близького до історичної Великої Луки, яка існувала до створення водосховища у 1950-х роках. Однак характер і швидкість цих змін значною мірою залежатимуть від майбутніх рішень щодо відновлення або невідновлення Каховського гідровузла [22].

Таким чином, Каховська ГЕС протягом понад шістдесяти років була важливим елементом водогосподарської системи України та забезпечувала регулювання стоку Дніпра, водопостачання, зрошення, судноплавство й виробництво електроенергії. Її руйнування призвело до масштабної трансформації природних і антропогенних систем басейну Дніпра, наслідки якої безпосередньо впливають на гідрологічний режим, стан заплавних екосистем та процеси формування алювіальних ґрунтів.

1.4. Основні екологічні наслідки руйнування Каховської ГЕС

Руйнування греблі Каховської гідроелектростанції 6 червня 2023 року стало однією з найбільших техногенних екологічних катастроф у Європі за останні десятиліття. Подія спричинила масштабні зміни у функціонуванні природних і антропогенних систем басейну Дніпра та призвела до значних соціально-економічних і екологічних втрат. Наслідки аварії охопили водні екосистеми, ґрунтовий покрив, рослинність, тваринний світ, систему водопостачання та сільське господарство.

Одним із перших наслідків руйнування Каховської ГЕС стало масштабне затоплення територій нижче за течією Дніпра. Внаслідок неконтрольованого скидання води було затоплено значні площі населених пунктів, сільськогосподарських угідь, природоохоронних територій та промислових об'єктів. За оцінками Організації Об'єднаних Націй та

Програми ООН з навколишнього середовища (UNEP), повінь вплинула на сотні тисяч людей та спричинила значні екологічні збитки для регіону [24].

Після проходження хвилі затоплення розпочався процес швидкого осушення Каховського водосховища [25]. Протягом кількох тижнів рівень води знизився до критичних значень, що призвело до втрати більшої частини водних ресурсів водосховища. За даними Державного агентства водних ресурсів України, рівень води в окремих районах знизився більш ніж на 10 метрів порівняно з нормальними експлуатаційними показниками [22]. У результаті було порушено функціонування водозабірних споруд, систем централізованого водопостачання та зрошувальних мереж.

Особливо значними виявилися зміни гідрологічного режиму Дніпра. Втрата великого водного об'єкта призвела до зміни швидкості течії, напрямків перенесення наносів і характеру взаємодії поверхневих та підземних вод. Такі процеси безпосередньо впливають на формування алювіальних ґрунтів, оскільки саме режим затоплення та рівень ґрунтових вод є визначальними чинниками їхнього розвитку. Науковці відзначають, що осушення водосховища спричинило формування нових умов ґрунтоутворення на значних площах колишнього дна водойми [26].

Суттєвих змін зазнали водні екосистеми. Внаслідок руйнування греблі відбулося масове знищення рибних ресурсів, безхребетних організмів і водної рослинності. Порушення умов існування призвело до загибелі багатьох видів гідробіонтів, які були адаптовані до умов водосховища. Крім того, різке зниження рівня води негативно вплинуло на нерестові ділянки риб та місця існування водоплавних птахів [24].

Однією з найбільш серйозних екологічних проблем стало забруднення навколишнього середовища. Під час затоплення відбулося вимивання забруднювальних речовин із промислових майданчиків, складів паливно-мастильних матеріалів, сміттєзвалищ і сільськогосподарських угідь. У водне середовище потрапили нафтопродукти, важкі метали, пестициди та інші

токсичні речовини. Після осушення водосховища частина цих забруднювачів почала накопичуватися у донних відкладах та ґрунтах [27].

Особливе значення для даного дослідження мають наслідки для ґрунтового покриву. Осушення великих площ колишнього дна водосховища спричинило активізацію процесів деградації ґрунтів. Зміна рівня ґрунтових вод призводить до пересихання верхніх горизонтів, порушення структури ґрунту та зміни фізико-хімічних властивостей. За даними досліджень українських учених, у таких умовах можуть посилюватися процеси мінералізації органічної речовини, засолення та дефляції [28].

Зниження рівня ґрунтових вод особливо небезпечне для алювіальних ґрунтів, які формувалися в умовах постійного або періодичного зволоження. Порушення водного режиму може спричинити зміну напрямків ґрунтоутворювальних процесів, скорочення запасів гумусу та зниження біологічної активності ґрунту. У перспективі це може негативно вплинути на родючість земель і стійкість заплавних екосистем [29].

Суттєві зміни відбулися і в рослинному покриві території колишнього водосховища. Уже протягом перших місяців після осушення значні площі почали активно заростати трав'янистою рослинністю. Дослідження Національної академії наук України свідчать про швидке відновлення природних сукцесійних процесів та появу рослинних угруповань, характерних для історичної Великої Луки, яка існувала на цих територіях до створення водосховища [29]. Водночас на окремих ділянках можливе поширення інвазійних видів рослин, що може змінювати структуру нових екосистем. Важливим наслідком стало порушення функціонування природоохоронних територій. Значна частина цінних водно-болотних угідь міжнародного значення зазнала трансформації внаслідок різких змін гідрологічного режиму. За оцінками міжнародних природоохоронних організацій, це створює загрозу для багатьох видів рослин і тварин, занесених до Червоної книги України та міжнародних природоохоронних списків [30].

Значні екологічні ризики пов'язані також із процесами вітрової ерозії. Після осушення дна водосховища відкрилися великі площі дрібнодисперсних донних відкладів, які за посушливих умов можуть ставати джерелом пилових бур. Такі явища вже спостерігалися на окремих ділянках колишнього дна водосховища у літній період 2023 року. Разом із пилом у повітря можуть потрапляти важкі метали та інші забруднювальні речовини, накопичені в донних відкладах [27].

Для території міста Запоріжжя особливе значення мають зміни гідрологічного режиму Дніпра та пов'язані з ними процеси трансформації алювіальних ґрунтів. Зниження рівня води може впливати на рівень ґрунтових вод у заплавних ландшафтах, змінювати інтенсивність ґрунтоутворювальних процесів та сприяти деградації окремих природних комплексів. Водночас тривалість і масштаби цих змін залежать від подальшого розвитку природних процесів та управлінських рішень щодо майбутнього Каховського гідровузла. Загалом руйнування Каховської ГЕС спричинило комплекс взаємопов'язаних екологічних наслідків, які охоплюють водні ресурси, ґрунтовий покрив, біорізноманіття та природні екосистеми басейну Дніпра. Особливого значення набувають процеси трансформації алювіальних ґрунтів, оскільки саме вони можуть визначати подальший розвиток заплавних територій та їхню екологічну стійкість у майбутньому.

Висновки до розділу 1

У результаті аналізу наукової літератури та сучасних досліджень встановлено, що алювіальні ґрунти є специфічною групою молодих ґрунтів, формування яких безпосередньо пов'язане з процесами акумуляції річкових наносів та особливостями гідрологічного режиму водних об'єктів. Їхній генезис визначається взаємодією геоморфологічних, гідрологічних, кліматичних і біологічних факторів, а основними характерними ознаками є

шарувата будова профілю, висока природна родючість, значна вологоємність і підвищена чутливість до змін водного режиму.

Встановлено, що алювіальні ґрунти виконують важливі екологічні функції в межах річкових екосистем. Вони забезпечують регулювання водного балансу територій, сприяють природному очищенню поверхневих і підземних вод, беруть участь у кругообігу біогенних елементів, накопичені органічного вуглецю та підтриманні біорізноманіття. Завдяки цим властивостям алювіальні ґрунти виступають важливим елементом екологічної стабільності заплавних ландшафтів.

Проведений аналіз показав, що Каховська гідроелектростанція протягом понад шести десятиліть була одним із ключових об'єктів Дніпровського каскаду та виконувала важливі функції регулювання стоку річки Дніпро, забезпечення водопостачання, зрошення, судноплавства й виробництва електроенергії. Створення Каховського водосховища суттєво змінило природний режим функціонування річкових і заплавних екосистем, вплинуло на умови формування алювіальних ґрунтів та рівень ґрунтових вод на прилеглих територіях. Водночас встановлено, що руйнування Каховської ГЕС у червні 2023 року спричинило масштабну екологічну катастрофу, наслідки якої охопили водні ресурси, ґрунтовий покрив, рослинний і тваринний світ басейну Дніпра. Серед основних екологічних наслідків визначено різку зміну гідрологічного режиму річки, осушення Каховського водосховища, порушення функціонування заплавних екосистем, трансформацію ґрунтового покриву, погіршення умов існування багатьох видів флори і фауни та підвищення ризиків забруднення навколишнього середовища.

Особливу увагу привертає вплив зазначених процесів на алювіальні ґрунти, оскільки зміна рівня поверхневих і ґрунтових вод безпосередньо впливає на їх фізичні, хімічні та біологічні властивості. Осушення територій та порушення природного режиму затоплення можуть спричиняти

деградаційні процеси, зниження вмісту органічної речовини, зміну напрямків ґрунтоутворення та погіршення екологічного стану заплавних ландшафтів.

Отже, проведений теоретичний аналіз підтверджує актуальність дослідження впливу руйнування Каховської ГЕС на екологічний стан алювіальних ґрунтів міста Запоріжжя.

РОЗДІЛ 2. ПРИРОДНО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Фізико-географічна характеристика міста Запоріжжя та прилеглих територій

Місто Запоріжжя є одним із найбільших промислових і адміністративних центрів південного сходу України та розташоване в центральній частині Запорізької області на обох берегах річки Дніпро (Рисунок 1.1). Географічне положення міста визначає його важливе значення як промислового, транспортного та енергетичного вузла держави. Територія Запоріжжя знаходиться приблизно між 47°45′ північної широти та 35°10′ східної довготи і займає площу понад 330 км² [32].

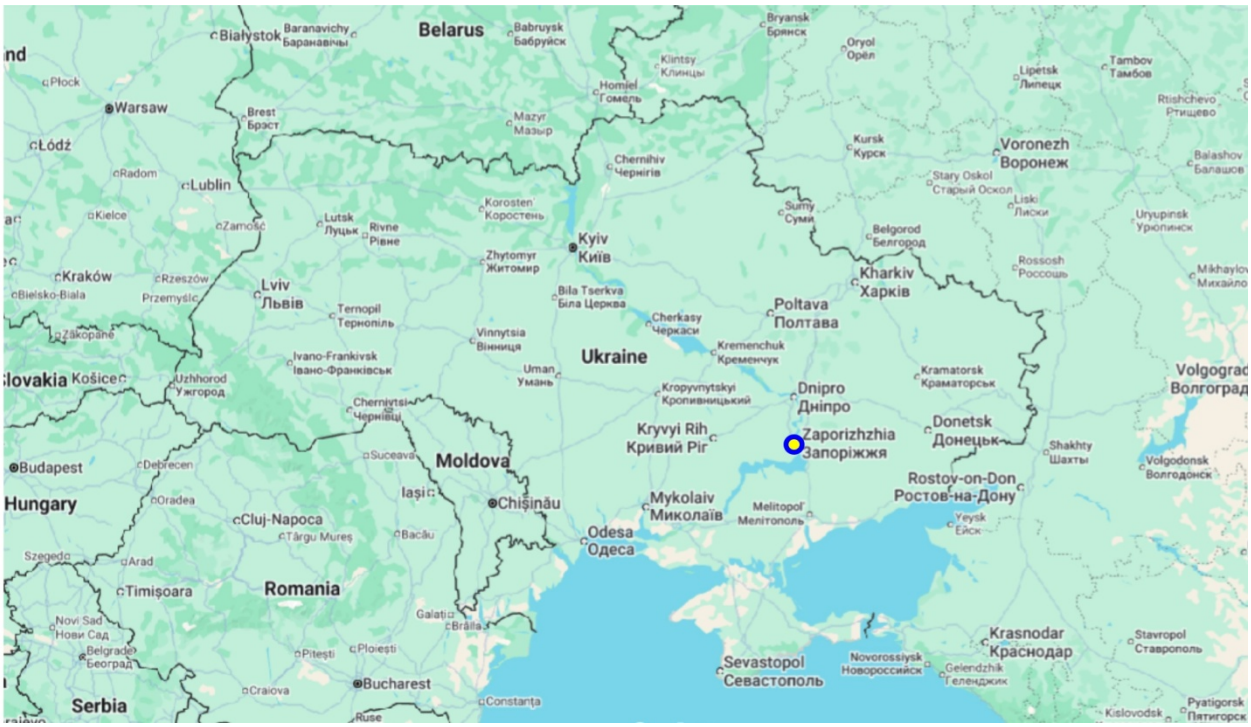


Рисунок 1.1 Географічне положення району досліджень міста Запоріжжя

Згідно з фізико-географічним районуванням України, досліджувана територія належить до Степової зони Східноєвропейської рівнини та розташована в межах Причорноморсько-Приазовського степового краю. Сучасний природний вигляд території сформувався під впливом тривалих геологічних, кліматичних та антропогенних процесів. Особливістю регіону є поєднання степових ландшафтів із долинно-річковими комплексами Дніпра, що створює різноманітні умови для формування ґрунтового покриву [32].

Рельєф території переважно рівнинний із незначним хвилястим характером поверхні. Абсолютні висоти коливаються від 15–20 м у заплаві Дніпра до 120–140 м на вододільних ділянках. Долина річки Дніпро є однією з найважливіших геоморфологічних структур регіону та має складну будову, яка включає русло, заплаву, надзаплавні тераси та схили долини. Саме в межах заплавних територій сформувалися алювіальні ґрунти, які є об'єктом даного дослідження [33].

Геологічна будова району характеризується значною складністю. У межах міста на поверхню виходять кристалічні породи Українського щита,

представлені переважно гранітами, гнейсами та мігматитами архейського і протерозойського віку. Осадові відклади представлені лесами, лесоподібними суглинками, алювіальними відкладами та сучасними техногенними утвореннями. Особливе значення для формування алювіальних ґрунтів мають четвертинні алювіальні відклади заплави Дніпра, які складаються з пісків, супісків, суглинків та мулуватих осадів [34].

Клімат території є помірно континентальним із недостатнім зволоженням. За даними Українського гідрометеорологічного центру, середньорічна температура повітря становить близько +10,0 °C. Найхолоднішим місяцем є січень із середньою температурою близько –3,5 °C, а найтеплішим – липень із середньою температурою +23–24 °C. Річна кількість атмосферних опадів коливається в межах 400–500 мм, причому більша їх частина випадає у теплий період року [35].

Для регіону характерне переважання посушливих умов, що обумовлює важливу роль поверхневих і підземних вод у підтриманні природних екосистем. Високі літні температури та значна випаровуваність створюють передумови для розвитку процесів висушування ґрунтів, особливо в умовах зниження рівня ґрунтових вод. У зв'язку з цим гідрологічний режим Дніпра має вирішальне значення для формування екологічного стану заплавних територій.

Основною водною артерією регіону є річка Дніпро, яка поділяє місто на правобережну та лівобережну частини. У межах Запоріжжя розташований унікальний природний об'єкт – острів Хортиця, який є найбільшим річковим островом України та важливим осередком збереження природних екосистем. Територія острова характеризується значною різноманітністю ландшафтів, рослинності та ґрунтового покриву [36].

Ґрунтовий покрив міста та прилеглих територій представлений переважно чорноземами звичайними малогумусними, чорноземами південними, лучно-чорноземними, лучними та алювіальними ґрунтами. Найбільший інтерес для даного дослідження становлять алювіальні ґрунти

заплави Дніпра, які сформувалися на сучасних і давніх річкових відкладах. Їхні властивості значною мірою залежать від рівня ґрунтових вод, характеру затоплення та гранулометричного складу алювію [37].

Рослинність регіону належить до степового типу, однак значна частина природних екосистем зазнала трансформації внаслідок господарської діяльності людини. У заплаві Дніпра поширені лучні, лучно-болотні та деревно-чагарникові угруповання, які формуються в умовах підвищеного зволоження. Такі екосистеми відіграють важливу роль у стабілізації берегів, очищенні вод та підтриманні біорізноманіття [38].

Суттєвим фактором впливу на природне середовище є висока концентрація промислових підприємств. Запоріжжя належить до найбільших індустріальних центрів України, де функціонують підприємства металургійної, енергетичної, машинобудівної та хімічної галузей. Антропогенне навантаження може впливати на стан атмосферного повітря, водних ресурсів та ґрунтового покриву, зокрема через накопичення важких металів та інших забруднювачів [39].

Після руйнування Каховської ГЕС у 2023 році природні умови регіону зазнали додаткових змін. Зниження рівня води в басейні Дніпра та трансформація гідрологічного режиму можуть впливати на стан заплавних екосистем і алювіальних ґрунтів. Для оцінки масштабів цих змін необхідне детальне вивчення гідрологічних особливостей річки Дніпро в межах Запоріжжя та аналіз сучасного стану ґрунтового покриву.

Таким чином, місто Запоріжжя характеризується складним поєднанням природних та антропогенних факторів, які визначають особливості формування алювіальних ґрунтів. Географічне положення, кліматичні умови, гідрологічний режим Дніпра та значне техногенне навантаження створюють специфічні умови функціонування заплавних екосистем, що необхідно враховувати під час оцінки наслідків руйнування Каховської ГЕС.

2.2. Гідрологічні особливості річки Дніпро в межах Запоріжжя

Річка Дніпро є найбільшою водною артерією України та однією з найбільших річок Європи. Її загальна довжина становить 2201 км, з яких близько 981 км припадає на територію України. Басейн Дніпра охоплює значну частину території країни та має важливе значення для забезпечення населення водними ресурсами, функціонування промисловості, сільського господарства, енергетики та підтримання природних екосистем [18].

У межах міста Запоріжжя Дніпро має особливе природне та господарське значення. Саме тут річка перетинає південну частину Українського щита, формуючи характерний долинний комплекс із розвиненою системою заплав, островів і терас. До спорудження Дніпровської ГЕС ця ділянка була відома численними порогами, які значною мірою визначали гідрологічний режим річки. Після створення Дніпровського водосховища природний характер течії був істотно змінений [32].

Сучасний гідрологічний режим Дніпра в межах Запоріжжя значною мірою визначається функціонуванням каскаду водосховищ. Зарегулювання стоку сприяло зменшенню сезонних коливань рівня води, зміні швидкості течії та трансформації процесів перенесення наносів. Внаслідок цього природні паводкові процеси були значною мірою замінені режимом штучного регулювання, що здійснюється через роботу гідротехнічних споруд [17].

Основним регулятором рівня води в межах Запоріжжя є Дніпровська гідроелектростанція. Її функціонування забезпечує підтримання необхідних рівнів води для виробництва електроенергії, судноплавства та водопостачання. Водночас режим роботи гідровузла безпосередньо впливає на швидкість течії, інтенсивність акумуляції наносів та умови функціонування заплавних екосистем [40].

Важливою особливістю Дніпра в межах Запоріжжя є наявність острова Хортиця та численних малих островів і проток. Ці природні об'єкти створюють складну систему локальних гідрологічних процесів, які впливають на формування алювіальних відкладів та ґрунтів. У прибережних

ділянках спостерігається накопичення дрібнозернистих наносів, тоді як у районах із більшою швидкістю течії переважають піщані відклади [37].

Середньорічна витрата води Дніпра в районі Запоріжжя до початку повномасштабної війни становила близько 1500–1700 м³/с, однак цей показник міг істотно змінюватися залежно від водності року та режиму роботи водосховищ. У періоди весняного водопілля спостерігалося збільшення витрат води, тоді як у літньо-осінню межень вони зменшувалися. Проте після зарегулювання стоку сезонна амплітуда коливань стала значно меншою порівняно з природними умовами [41].

Важливим чинником формування екологічного стану заплавних територій є рівень ґрунтових вод. У природних умовах між поверхневими водами Дніпра та ґрунтовими водами існує тісний гідравлічний зв'язок. Коливання рівня річки впливають на глибину залягання ґрунтових вод і ступінь зволоження алювіальних ґрунтів. Саме тому будь-які зміни гідрологічного режиму можуть безпосередньо впливати на процеси ґрунтоутворення та функціонування заплавних екосистем [40].

Значну роль у формуванні сучасного стану річкової системи відіграють антропогенні фактори. Водозабір для промислових і комунальних потреб, функціонування гідроелектростанцій, забудова прибережних територій та забруднення водного середовища суттєво впливають на природні процеси в басейні Дніпра. У межах Запоріжжя додатковим фактором є висока концентрація промислових підприємств, діяльність яких може впливати на якість води та стан донних відкладів [39].

Особливого значення для даного дослідження набули зміни, що відбулися після руйнування Каховської ГЕС у червні 2023 року. Незважаючи на те, що місто Запоріжжя розташоване вище за течією від зруйнованого гідровузла, наслідки аварії відчутні для всієї системи Дніпра. Зокрема, змінилися умови функціонування нижньої частини басейну, процеси міграції наносів та взаємодія поверхневих і підземних вод [1].

За даними досліджень Національної академії наук України та Державного агентства водних ресурсів, осушення Каховського водосховища призвело до перебудови гідрологічних процесів у басейні Нижнього Дніпра. Відбулося зниження рівня ґрунтових вод на значних площах, активізувалися процеси формування нових руслових і заплавних комплексів, а також змінилися умови акумуляції алювіальних відкладів [29].

Для території Запоріжжя особливу важливість мають зміни, пов'язані з перерозподілом водних ресурсів та трансформацією заплавних екосистем. Зниження рівня води у водних об'єктах нижче за течією може впливати на загальний водний баланс регіону та стан алювіальних ґрунтів, які є чутливими до коливань рівня зволоження. Крім того, зміна режиму перенесення наносів може відображатися на процесах формування нових алювіальних відкладів у прибережних зонах.

Отже, гідрологічний режим Дніпра в межах Запоріжжя є результатом взаємодії природних і антропогенних факторів. Функціонування каскаду водосховищ протягом тривалого часу визначало стабільність рівнів води та особливості формування заплавних ландшафтів. Руйнування Каховської ГЕС стало важливим чинником трансформації водогосподарської системи Дніпра та створило передумови для змін екологічного стану алювіальних ґрунтів, що потребує подальшого детального дослідження.

2.3. Характеристика алювіальних ґрунтів досліджуваної території

Алювіальні ґрунти є характерним компонентом заплавних ландшафтів річки Дніпро в межах міста Запоріжжя та прилеглих територій. Їх формування безпосередньо пов'язане з багатовіковими процесами акумуляції річкових наносів, коливаннями рівня води та взаємодією поверхневих і підземних вод. Особливості генезису цих ґрунтів визначають їхні морфологічні, фізичні, хімічні та біологічні властивості, а також високу чутливість до змін гідрологічного режиму.

Територія Запоріжжя розташована в середній частині басейну Дніпра, де в межах заплави сформувалися різноманітні алювіальні комплекси. До спорудження каскаду водосховищ природний режим річки характеризувався регулярними весняними повенями та періодичним затопленням заплавних територій. Саме ці процеси забезпечували надходження нових алювіальних відкладів та підтримували динамічну рівновагу ґрунтових екосистем [37].

Після створення Дніпровського каскаду значна частина природних процесів була трансформована. Зарегулювання стоку спричинило скорочення площ активних заплав, зміну режиму затоплення та зниження інтенсивності надходження свіжих алювіальних наносів. Незважаючи на це, алювіальні ґрунти залишаються важливою складовою прибережних екосистем Дніпра та островів у межах міста Запоріжжя, зокрема на території острова Хортиця та прилеглих заплавних ділянок [42].

Відповідно до класифікації ґрунтів України, у межах досліджуваної території поширені алювіально-дернові, алювіально-лучні, лучні та лучно-болотні ґрунти. Їх просторове поширення визначається рельєфом заплави, глибиною залягання ґрунтових вод і гранулометричним складом алювіальних відкладів [38].

Алювіально-дернові ґрунти переважно формуються на підвищених елементах заплави, які рідко зазнають затоплення. Для них характерний відносно добре розвинений гумусовий горизонт потужністю 20–40 см, легкий або середній гранулометричний склад та достатня аерація. Вміст гумусу в таких ґрунтах зазвичай становить від 2 до 4 %, а реакція ґрунтового розчину є близькою до нейтральної [38].

Алювіально-лучні ґрунти займають більш знижені частини заплави, де умови зволоження є сприятливішими. Ці ґрунти характеризуються вищим вмістом органічної речовини, добре вираженими ознаками дернового процесу та підвищеною біологічною активністю. Потужність гумусового горизонту може перевищувати 50 см, а вміст гумусу нерідко досягає 5–6 % [28].

У найбільш зволожених частинах заплави поширені лучно-болотні та болотні ґрунти. Їх формування відбувається в умовах близького залягання ґрунтових вод і тривалого перезволоження. Для цих ґрунтів характерні процеси оглеєння, накопичення органічної речовини та формування специфічних відновних умов у профілі. Наявність оглеєних горизонтів свідчить про значний вплив гідрологічного режиму на процеси ґрунтоутворення [42].

Морфологічною особливістю алювіальних ґрунтів заплави Дніпра є шарувата будова профілю. У процесі формування нові шари алювію послідовно накладаються на попередні, утворюючи чергування піщаних, супіщаних і суглинкових прошарків. Така будова є характерною ознакою алювіального ґрунтоутворення та дозволяє відстежувати історію розвитку заплавних територій [42].

Гранулометричний склад алювіальних ґрунтів Запоріжжя характеризується значною різноманітністю. У прибережних частинах річки та на молодих алювіальних відкладах переважають піщані та супіщані різновиди, тоді як у центральних і притерасних частинах заплави поширені суглинкові ґрунти. Від гранулометричного складу значною мірою залежать водно-фізичні властивості ґрунтів, їх водоутримувальна здатність та інтенсивність міграції забруднювальних речовин [38].

Важливою характеристикою алювіальних ґрунтів є високий рівень родючості. Регулярне надходження річкових наносів історично забезпечувало поповнення запасів поживних речовин та сприяло підтриманню активних процесів гумусоутворення. Саме тому заплавні землі традиційно використовувалися для сільськогосподарського виробництва та сінокосіння [28].

Водночас алювіальні ґрунти характеризуються підвищеною чутливістю до змін водного режиму. Коливання рівня ґрунтових вод можуть призводити до зміни інтенсивності біохімічних процесів, трансформації органічної речовини та перебудови структури ґрунтових мікробних угруповань. За умов

тривалого осушення можливе зменшення вмісту гумусу, посилення процесів мінералізації органічної речовини та зниження екологічної стійкості ґрунтів [2].

Для території Запоріжжя особливого значення набули процеси, пов'язані з руйнуванням Каховської ГЕС у 2023 році. Осушення Каховського водосховища та зміни водного балансу басейну Дніпра створили передумови для трансформації заплавних ландшафтів і зміни умов формування алювіальних ґрунтів. Насамперед це стосується зміни рівня ґрунтових вод, перерозподілу поверхневого стоку та перебудови природних екосистем [26].

Науковці відзначають, що в умовах зміни гідрологічного режиму найбільш уразливими є саме алювіально-лучні та лучно-болотні ґрунти, функціонування яких безпосередньо залежить від рівня зволоження. За тривалого зниження рівня ґрунтових вод можливе посилення процесів деградації органічної речовини, зміна кислотно-лужного режиму та порушення структури ґрунтового профілю [26].

Крім природних чинників, значний вплив на стан алювіальних ґрунтів Запоріжжя здійснює антропогенне навантаження. Розташування великого промислового центру поблизу заплавних територій сприяє накопиченню в ґрунтах важких металів, нафтопродуктів та інших забруднювачів. У зв'язку з цим алювіальні ґрунти виконують важливу бар'єрну функцію, затримуючи та частково нейтралізуючи шкідливі речовини [27].

Таким чином, алювіальні ґрунти досліджуваної території є складними природними утвореннями, формування яких визначається взаємодією гідрологічних, геоморфологічних та біологічних процесів. Їх екологічний стан значною мірою залежить від рівня ґрунтових вод і режиму функціонування річкової системи. Саме тому зміни, спричинені руйнуванням Каховської ГЕС, можуть мати суттєвий вплив на подальший розвиток цих ґрунтів та виконання ними екологічних функцій.

Висновки до розділу 2

У результаті проведеного аналізу природно-географічних особливостей району дослідження встановлено, що місто Запоріжжя розташоване в межах степової зони України та характеризується складним поєднанням природних і антропогенних чинників, які визначають особливості функціонування заплавних екосистем річки Дніпро. Географічне положення міста, кліматичні умови, геологічна будова та рельєф створюють передумови для формування різноманітного ґрунтового покриву, важливе місце в якому займають алювіальні ґрунти.

Встановлено, що сучасний гідрологічний режим Дніпра в межах Запоріжжя значною мірою визначається функціонуванням каскаду водосховищ. Упродовж тривалого часу зарегулювання стоку забезпечувало відносну стабільність рівня води, сприяло підтриманню сталого режиму ґрунтових вод та впливало на процеси формування заплавних ландшафтів. Руйнування Каховської ГЕС у 2023 році стало важливим чинником трансформації водогосподарської системи Дніпра та створило передумови для змін природних процесів у басейні річки.

Досліджено особливості алювіальних ґрунтів досліджуваної території та встановлено, що вони характеризуються високою природною родючістю, шаруватою будовою профілю, значною вологоємністю та тісною залежністю від рівня поверхневих і ґрунтових вод. Найбільш поширеними в межах заплави Дніпра є алювіально-дернові, алювіально-лучні та лучно-болотні ґрунти, екологічний стан яких значною мірою залежить від особливостей гідрологічного режиму.

Отже, результати проведеного аналізу свідчать про високу залежність алювіальних ґрунтів Запоріжжя від гідрологічного режиму Дніпра. Це дає підстави припускати, що руйнування Каховської ГЕС може спричиняти зміни водного режиму, фізико-хімічних властивостей та екологічного стану заплавних ґрунтів. Для підтвердження зазначених припущень необхідно провести детальний аналіз сучасних наукових даних та оцінити можливі

наслідки цих процесів для алювіальних ґрунтів міста Запоріжжя, що буде розглянуто в наступному розділі роботи.

РОЗДІЛ 3. ОЦІНКА ВПЛИВУ РУЙНАЦІЇ КАХОВСЬКОЇ ГЕС НА ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН АЛЮВІАЛЬНИХ ҐРУНТІВ МІСТА ЗАПОРІЖЖЯ

3.1. Зміни гідрологічного режиму Дніпра після руйнування Каховської ГЕС

Руйнування греблі Каховської гідроелектростанції 6 червня 2023 року стало безпрецедентною подією для водогосподарської системи України та призвело до масштабної трансформації гідрологічного режиму басейну Дніпра. Внаслідок руйнування гідровузла відбулося неконтрольоване скидання води з Каховського водосховища, що спричинило різкі зміни рівнів

води, режиму стоку, умов функціонування заплавних територій та взаємодії поверхневих і підземних вод. За оцінками Програми ООН з навколишнього середовища (UNEP), наслідки цієї події матимуть довготривалий характер і впливатимуть на природні процеси протягом багатьох десятиліть [31].

До руйнування греблі Каховське водосховище було найбільшим за площею водосховищем Дніпровського каскаду та виконувало функцію регулювання стоку Нижнього Дніпра. Його повний об'єм перевищував 18 км³ води, що дозволяло підтримувати відносно стабільний гідрологічний режим у нижній течії річки. Після руйнування гідротехнічної споруди значна частина запасів води була втрачена протягом короткого часу, що призвело до кардинальної перебудови водного режиму регіону [31].

У перші дні після аварії через прорив греблі проходили надзвичайно великі об'єми води. За результатами гідродинамічних оцінок, витрати води через зруйновану греблю досягали 40–50 тис. м³/с, що в десятки разів перевищувало середньорічні витрати Дніпра. Упродовж першого тижня після руйнування у нижню течію річки було скинуто близько 14,4 км³ води [43].

Потужна хвиля прориву спричинила масштабне затоплення територій нижче за течією. За оцінками уряду України та ООН, було затоплено близько 620 км² території в Херсонській, Миколаївській, Дніпропетровській та Запорізькій областях. Безпосереднього впливу зазнали десятки населених пунктів та природних екосистем заплави Нижнього Дніпра [44].

Після проходження хвилі затоплення розпочався протилежний процес — стрімке осушення Каховського водосховища. Уже через декілька днів рівень води опустився нижче так званої «мертвої точки» (12,7 м), за якої нормальна робота більшості водозабірних споруд стає неможливою. У подальшому рівень продовжив знижуватися, що призвело до практично повного осушення значної частини водосховища [25].

Для басейну Дніпра це означало докорінну зміну гідрологічних процесів. Насамперед змінилися умови взаємодії між поверхневими та

підземними водами. До аварії водосховище виконувало роль потужного регулятора рівня ґрунтових вод на прилеглих територіях. Після його осушення спостерігається поступове зниження рівнів ґрунтових вод, особливо в межах колишньої прибережної смуги (Рисунок 3.1). Це має важливе значення для алювіальних ґрунтів, формування яких безпосередньо пов'язане з режимом зволоження [31].

Одним із найбільш помітних наслідків стало відновлення природних руслових процесів на території колишнього водосховища. Після зниження рівня води почало формуватися нове русло Дніпра, близьке до історичного положення річки до створення водосховища у 1950-х роках. Одночасно активізувалися процеси ерозії, акумуляції наносів і формування нових заплавних ділянок. Такі зміни мають безпосередній вплив на розвиток алювіальних ґрунтів, оскільки визначають характер відкладання нових наносів та умови зволоження території [42].

Суттєвих змін зазнав і наносний режим Дніпра. Унаслідок осушення водосховища значні обсяги донних відкладів опинилися на поверхні. Частина цих матеріалів піддається дефляції та водній ерозії, що сприяє вторинному перенесенню осадів у руслову систему. За оцінками міжнародних досліджень, донні відклади можуть містити значні концентрації важких металів та інших забруднювачів, накопичених за десятиліття експлуатації водосховища [45].



А Б

Рисунок 3.1 Формування зони осушення в місті Запоріжжя після руйнації греблі Каховської ГЕС: А) русло Дніпра до руйнації Кахоської ГЕС, знімок 29 червня 2022 року; Б) русло Дніпра після руйнації Кахоської ГЕС, знімок 28 червня 2025 року (зона осушення має біле забарвлення). Зображення з Sentinel-2 за 2022–2025 роки були отримані з офіційного ресурсу European Space Agency (ESA). (n.d.). Copernicus Browser (Sentinel Data Access). Retrieved September 1, 2025, from https://browser.dataspace.copernicus.eu/

Для території міста Запоріжжя особливе значення мають зміни водного балансу басейну Дніпра (Таблиця 3.1). Хоча місто розташоване вище за течією від Каховської ГЕС, функціонування всієї дніпровської водогосподарської системи є взаємопов'язаним. Руйнування нижнього гідровузла вплинуло на загальну структуру регулювання стоку, функціонування водосховищ каскаду та режим використання водних ресурсів. Це створює передумови для поступових змін у функціонуванні заплавних екосистем і пов'язаних із ними ґрунтових комплексів.

Таблиця 3.1 Основні гідрологічні зміни після руйнування Каховської ГЕС

Показник	До червня 2023 р.	Після руйнування ГЕС
Стан Каховського водосховища	Стабільне функціонування	Практично повне осушення значної частини
Рівень води	Регульований	Різке падіння
Режим стоку	Зарегульований	Перебудова гідрологічної системи
Рівень ґрунтових вод	Відносно стабільний	Тенденція до зниження
Заплавні процеси	Обмежені зарегулюванням	Активізація природних процесів
Акумуляція алювію	Незначна	Формування нових алювіальних ділянок
Ерозійні процеси	Помірні	Посилення ерозії та дефляції

Особливе значення мають зміни рівня ґрунтових вод у заплавних ландшафтах. Для алювіально-лучних і лучно-болотних ґрунтів навіть незначне зниження рівня ґрунтових вод може призводити до зміни окисно-відновних умов, прискорення мінералізації органічної речовини та зменшення запасів гумусу. У перспективі це може сприяти поступовій трансформації ґрунтового профілю та зміні екологічних функцій заплавних ґрунтів [46].

Таким чином, руйнування Каховської ГЕС спричинило масштабну перебудову гідрологічного режиму басейну Дніпра. Найважливішими наслідками стали осушення Каховського водосховища, зміна режиму поверхневих і підземних вод, активізація руслових процесів та трансформація заплавних територій. Ці зміни створюють нові умови функціонування алювіальних ґрунтів і можуть суттєво впливати на їхній екологічний стан, що потребує подальшого аналізу.

3.2. Вплив трансформації водного режиму на властивості алювіальних ґрунтів міста Запоріжжя

Трансформація гідрологічного режиму басейну Дніпра після руйнування Каховської ГЕС є одним із найважливіших чинників, що

впливають на сучасний стан алювіальних ґрунтів. Оскільки процеси ґрунтоутворення в заплавах річок безпосередньо пов'язані з режимом поверхневих і ґрунтових вод, будь-які зміни водного балансу можуть спричиняти суттєві зміни фізичних, хімічних та біологічних властивостей ґрунтів.

Алювіальні ґрунти заплави Дніпра формувалися протягом тривалого часу в умовах періодичного затоплення, високого рівня ґрунтових вод та постійного надходження річкових наносів. Такі умови забезпечували стабільне зволоження ґрунтового профілю, сприяли накопиченню органічної речовини та підтримували активне функціонування ґрунтової біоти. Після руйнування Каховської ГЕС відбулися зміни у водному режимі територій Нижнього Дніпра, що спричинило перебудову екологічних процесів у заплавних ландшафтах та створило передумови для трансформації ґрунтового покриву (Рисунок 3.2).



Рисунок 3.2 Морфологія алювіальних грунтів зони осушення в межах міста Запоріжжя [42]: A – біотопи на східному узбережжі острова Хортиця; B, C, D

– профілі алювіальних ґрунтів на східному узбережжі острова Хортиця; E – біотопи на лівобережжі Дніпра; F, G, H – профілі алювіальних ґрунтів на лівобережжі Дніпра.

Вплив на водний режим ґрунтів. Одним із перших наслідків зміни гідрологічних умов стало порушення усталеного режиму зволоження алювіальних ґрунтів. Зниження рівня поверхневих вод сприяє поступовому зменшенню рівня ґрунтових вод, що особливо небезпечно для алювіально-лучних та лучно-болотних ґрунтів.

За даними досліджень, проведених після руйнування Каховського водосховища, на окремих ділянках заплави спостерігається зниження рівня ґрунтових вод на 0,5–2,0 м залежно від віддаленості від річкового русла та геоморфологічних умов території [26]. Зменшення зволоження призводить до зміни водно-повітряного режиму ґрунту. У результаті збільшується надходження кисню до ґрунтового профілю, активізуються процеси аеробного розкладу органічної речовини та посилюється мінералізація гумусу (Таблиця 3.2).

Таблиця 3.2 Основні зміни властивостей алювіальних ґрунтів під впливом трансформації водного режиму

Показник	**Можливі зміни**
Вологість ґрунту	Зменшення
Рівень ґрунтових вод	Зниження
Вміст гумусу	Поступове зменшення
Окисно-відновні процеси	Переважання окисних умов
Структура ґрунту	Погіршення
Біологічна активність	Зниження в довгостроковій перспективі
Рухомість забруднювачів	Можливе зростання
Екологічна стійкість	Зниження

Зміни гумусового стану ґрунтів. Гумус є одним із головних показників родючості та екологічного стану ґрунтів. В умовах достатнього зволоження органічна речовина накопичується швидше, ніж розкладається. Проте в разі осушення територій співвідношення між процесами гуміфікації та мінералізації змінюється.

Після зниження рівня ґрунтових вод відбувається прискорення біохімічного розкладу органічних залишків. Це призводить до поступового зменшення запасів гумусу в поверхневих горизонтах ґрунту. Найбільш уразливими є лучно-болотні та торфуваті різновиди алювіальних ґрунтів, де органічна речовина накопичувалася протягом десятиліть в умовах надлишкового зволоження [47]. За оцінками науковців, тривале осушення може призвести до втрати 10–20 % запасів органічного вуглецю протягом кількох років, особливо на територіях із неглибоким заляганням ґрунтових вод [48].

Трансформація окисно-відновних процесів. Гідрологічний режим є одним із головних чинників формування окисно-відновних умов у ґрунтах. Для перезволожених алювіальних ґрунтів характерними є відновні процеси, що супроводжуються накопиченням сполук двовалентного заліза, марганцю та інших елементів.

Унаслідок осушення ґрунтів відбувається посилення окисних процесів. Це спричиняє перебудову ґрунтового профілю, зміну кольору окремих горизонтів та руйнування характерних ознак оглеєння. Для алювіально-лучних і лучно-болотних ґрунтів така трансформація означає поступову втрату властивостей, які сформувалися під впливом тривалого надлишкового зволоження [28].

Вплив на фізичні властивості ґрунтів. Зміна водного режиму безпосередньо впливає на фізичний стан алювіальних ґрунтів. При зменшенні вологості спостерігаються:

- ущільнення ґрунтової маси;
- погіршення структури;

- зменшення водоутримувальної здатності;
- підвищення ризику розвитку дефляційних процесів.

Особливо небезпечними ці процеси є для легких піщаних та супіщаних алювіальних ґрунтів, поширених на окремих ділянках заплави Дніпра. У посушливі періоди такі ґрунти можуть втрачати дрібнодисперсні частинки під впливом вітрової ерозії [28].

Міграція хімічних елементів та забруднювачів. Зміни рівня ґрунтових вод можуть суттєво впливати на міграцію хімічних елементів у ґрунтовому профілі. За умов осушення відбувається перебудова потоків вологи, що змінює інтенсивність вертикального переміщення розчинених речовин.

Особливу увагу привертають важкі метали, які накопичувалися в алювіальних відкладах упродовж десятиліть функціонування промислових підприємств басейну Дніпра. Осушення донних і заплавних відкладів може сприяти підвищенню рухомості окремих токсичних елементів та збільшенню ризику їх потрапляння до харчових ланцюгів [49]. За результатами міжнародних досліджень, у донних відкладах колишнього Каховського водосховища зафіксовано підвищені концентрації свинцю, кадмію, нікелю, цинку та інших металів, які потенційно можуть мігрувати в навколишнє середовище після осушення територій [48].

Біологічна активність алювіальних ґрунтів. Важливим показником екологічного стану ґрунтів є активність ґрунтових мікроорганізмів. Саме мікробіота забезпечує розкладання органічних залишків, трансформацію поживних елементів та підтримання біогеохімічних циклів.

На початкових етапах осушення спостерігається короткочасне підвищення мікробіологічної активності завдяки кращій аерації ґрунту. Однак за тривалого дефіциту вологи чисельність мікроорганізмів поступово зменшується, що негативно впливає на родючість ґрунтів та їх здатність до самовідновлення [50].

Можливі наслідки для алювіальних ґрунтів Запоріжжя. Для території міста Запоріжжя найбільш імовірними наслідками зміни водного режиму можуть бути:

- поступове зниження рівня ґрунтових вод у заплавних ландшафтах;
- зменшення вологості ґрунтового профілю;
- активізація процесів мінералізації гумусу;
- трансформація лучно-болотних ґрунтів у більш сухі різновиди;
- погіршення фізичних властивостей ґрунтів;
- зміна міграції забруднювачів;
- зниження екологічної стійкості заплавних екосистем.

Отже, трансформація гідрологічного режиму після руйнування Каховської ГЕС створює передумови для суттєвих змін властивостей алювіальних ґрунтів. Найбільш значущими наслідками можуть стати зниження рівня зволоження, активізація процесів мінералізації органічної речовини, перебудова окисно-відновного режиму та зміна екологічних функцій ґрунтів. У перспективі це може призвести до трансформації заплавних екосистем і потребуватиме організації довготривалого моніторингу ґрунтового покриву.

3.3. Екологічні наслідки для заплавних екосистем та алювіальних ґрунтів міста Запоріжжя

Руйнування Каховської ГЕС стало однією з найбільших техногенних катастроф в історії незалежної України, наслідки якої виходять далеко за межі безпосередньої зони затоплення та осушення. Зміни гідрологічного режиму басейну Дніпра впливають на функціонування природних екосистем, процеси ґрунтоутворення, стан біорізноманіття та екологічну стійкість заплавних ландшафтів. Для міста Запоріжжя особливе значення мають наслідки, пов'язані зі зміною умов існування алювіальних ґрунтів та заплавних екосистем, які історично формувалися під впливом стабільного водного режиму річки (Рисунок 3.3).



Рисунок 3.3 Заплапвні екосистеми в межах міста Запоріжжя [8].

Вплив на заплавні екосистеми Дніпра. Заплавні екосистеми належать до найбільш продуктивних природних комплексів. Вони виконують важливі екологічні функції, серед яких регулювання водного балансу, підтримання біорізноманіття, накопичення органічної речовини та очищення вод від забруднювальних речовин.

Функціонування таких екосистем безпосередньо залежить від режиму поверхневих і ґрунтових вод. Будь-які зміни рівня води можуть спричиняти трансформацію рослинних угруповань, перебудову трофічних зв'язків та зміну екологічних умов існування живих організмів [1].

Після руйнування Каховської ГЕС спостерігаються суттєві зміни водного режиму в басейні Нижнього Дніпра. Осушення значних площ колишнього водосховища сприяє формуванню нових екосистемних комплексів, однак водночас створює ризики деградації територій, що

тривалий час перебували під впливом водного середовища [46]. Для заплавних територій Запоріжжя найбільш небезпечним наслідком може стати поступове зниження рівня ґрунтових вод, яке впливає на рослинність, ґрунтові процеси та загальний екологічний стан природних комплексів (Таблиця 3.3).

Таблиця 3.3 Основні екологічні наслідки зміни гідрологічного режиму для алювіальних ґрунтів та заплавних екосистем

Компонент довкілля	**Основні наслідки**
Рослинність	Скорочення гігрофітних видів, зміна видового складу
Біорізноманіття	Зменшення площ природних оселищ
Ґрунтові води	Зниження рівня залягання
Алювіальні ґрунти	Осушення, дегуміфікація, структурні зміни
Мікробіота ґрунту	Зниження біологічної активності
Ерозійні процеси	Посилення дефляції та ерозії
Забруднювачі	Підвищення ризику міграції токсичних речовин
Екосистемні послуги	Зменшення екологічної ефективності

Трансформація рослинного покриву. Рослинність є одним із найбільш чутливих індикаторів змін навколишнього середовища. У заплаві Дніпра переважають лучні, лучно-болотні та деревно-чагарникові угруповання, які формувалися в умовах достатнього або надмірного зволоження.

Зменшення рівня ґрунтових вод може призводити до поступового скорочення площ гігрофітної рослинності та поширення більш посухостійких видів. Насамперед це стосується очерету звичайного, рогозу вузьколистого, осокових угруповань та інших видів, життєдіяльність яких пов'язана з високим рівнем зволоження [36].

У довгостроковій перспективі можливе формування нових рослинних угруповань, адаптованих до більш сухих умов існування. Такі зміни можуть

супроводжуватися скороченням біорізноманіття та втратою окремих типів природних оселищ.

Особливої уваги потребують природні комплекси острова Хортиця, де збереглися унікальні фрагменти степової, лучної та заплавної рослинності. Зміна гідрологічного режиму може вплинути на видовий склад цих екосистем та умови їх функціонування [36].

Вплив на біорізноманіття. Заплавні екосистеми є місцем існування значної кількості видів рослин і тварин. Вони виконують функцію екологічних коридорів та забезпечують підтримання популяцій багатьох рідкісних і зникаючих видів. Зміна режиму зволоження призводить до трансформації умов існування водних та навколоводних організмів. Особливо чутливими до таких змін є земноводні, безхребетні, риби та птахи, життєвий цикл яких пов'язаний із заплавними водоймами [51].

За оцінками міжнародних природоохоронних організацій, руйнування Каховської ГЕС призвело до порушення умов існування сотень видів флори та фауни басейну Нижнього Дніпра. Частина природних оселищ була втрачена або зазнала суттєвої трансформації [6]. Для території Запоріжжя це означає можливе скорочення чисельності окремих видів водно-болотних птахів, зміни структури популяцій безхребетних та перебудову екосистемних зв'язків у заплавних біоценозах.

Екологічні наслідки для алювіальних ґрунтів. Алювіальні ґрунти виконують важливі екологічні функції, серед яких:

- накопичення органічної речовини;
- регулювання водного режиму;
- фільтрація забруднювальних речовин;
- підтримання біологічного різноманіття ґрунтових організмів;
- забезпечення продуктивності природних екосистем.

Порушення водного режиму може негативно впливати на всі зазначені функції. Зокрема, зниження рівня ґрунтових вод сприяє прискоренню

процесів мінералізації гумусу, погіршенню структури ґрунту та зменшенню його водоутримувальної здатності [28].

Особливо вразливими є лучно-болотні та алювіально-лучні ґрунти, формування яких відбувалося за умов постійного або сезонного перезволоження. У разі тривалого осушення вони можуть поступово втрачати свої характерні властивості та трансформуватися в інші типи ґрунтів.

Ризики деградації ґрунтового покриву. Зміна гідрологічних умов створює передумови для розвитку низки деградаційних процесів.

До найбільш імовірних належать:

- дегуміфікація;
- ущільнення ґрунту;
- дефляція;
- вторинне засолення окремих ділянок;
- зниження біологічної активності;
- порушення структури ґрунтового профілю.

Дегуміфікація проявляється у зменшенні вмісту органічної речовини внаслідок активізації процесів її розкладу. Цей процес може призводити до поступового зниження родючості ґрунтів та погіршення їх екологічних функцій [28].

На відкритих ділянках із легким гранулометричним складом існує ризик розвитку вітрової ерозії. Після осушення поверхневих шарів ґрунту дрібнодисперсні частинки можуть переноситися вітром на значні відстані, що сприяє деградації земельних ресурсів.

Потенційний вплив забруднювальних речовин. Окрему екологічну проблему становить можливе вивільнення забруднювальних речовин із донних відкладів колишнього Каховського водосховища. Протягом десятиліть у відкладах накопичувалися важкі метали, нафтопродукти та інші токсичні сполуки, які надходили з промислових центрів басейну Дніпра.

У процесі осушення донних відкладів частина цих речовин може потрапляти до атмосфери у вигляді пилу або мігрувати у ґрунтові та поверхневі води. Це створює додаткові ризики для стану алювіальних ґрунтів і природних екосистем [31].

Для Запоріжжя дана проблема є особливо актуальною через наявність значного промислового навантаження та історичне накопичення техногенних забруднювачів у басейні Дніпра.

Екосистемні послуги та їх зміна. Заплавні екосистеми та алювіальні ґрунти забезпечують широкий спектр екосистемних послуг:

- регулювання стоку води;
- акумуляцію вуглецю;
- очищення природних вод;
- підтримання біорізноманіття;
- рекреаційні функції.

Погіршення стану цих екосистем може призвести до зниження ефективності виконання зазначених функцій. Зокрема, скорочення запасів органічної речовини в ґрунтах зменшує їх здатність акумулювати вуглець та стримувати розвиток кліматичних змін [52].

Таким чином, руйнування Каховської ГЕС стало потужним фактором трансформації природних екосистем басейну Дніпра. Для міста Запоріжжя найбільш вагомими наслідками можуть стати зміни водного режиму заплавних територій, трансформація рослинного покриву, погіршення екологічного стану алювіальних ґрунтів та зниження стійкості природних екосистем. Враховуючи довготривалий характер цих процесів, особливого значення набувають заходи моніторингу та охорони заплавних ландшафтів.

Висновки до розділу 3

У результаті аналізу сучасних наукових джерел, міжнародних звітів та даних екологічного моніторингу встановлено, що руйнування Каховської ГЕС стало визначальним фактором масштабної трансформації гідрологічного

режиму басейну Дніпра. Ці зміни мають системний характер і охоплюють як поверхневі води, так і ґрунтові горизонти, що безпосередньо впливає на стан заплавних екосистем та алювіальних ґрунтів міста Запоріжжя.

Доведено, що після осушення Каховського водосховища відбувається перебудова режиму ґрунтових вод, що проявляється у їх поступовому зниженні на заплавних територіях. Це є ключовим чинником, який визначає подальші фізико-хімічні та біологічні зміни алювіальних ґрунтів, зокрема зменшення вологості, активізацію аеробних процесів та зміну окисно-відновних умов.

Встановлено, що трансформація водного режиму призводить до деградаційних процесів у ґрунтовому покриві, серед яких найбільш характерними є дегуміфікація, ущільнення структури, зниження біологічної активності та підвищення ризику ерозійних процесів. Найбільш уразливими є лучно-болотні та алювіально-лучні ґрунти, які історично формувалися в умовах стабільного перезволоження.

Аналіз екологічних наслідків показав, що зміни гідрологічного режиму впливають не лише на ґрунтові процеси, але й на функціонування заплавних екосистем загалом. Спостерігається трансформація рослинного покриву, скорочення площ гігрофітних угруповань, зміна біорізноманіття та порушення екологічних зв’язків у природних комплексах. Це, у свою чергу, знижує екологічну стійкість територій заплави Дніпра.

Особливу увагу приділено потенційним ризикам міграції забруднювальних речовин із донних відкладів та ґрунтового профілю, що може призвести до додаткового навантаження на природні екосистеми. Враховуючи промисловий характер басейну Дніпра, дана проблема має довготривалий характер і потребує системного контролю.

Обґрунтовано необхідність впровадження комплексної системи моніторингу алювіальних ґрунтів, яка повинна включати контроль рівня ґрунтових вод, фізико-хімічних показників ґрунту, вмісту забруднювальних речовин та біологічної активності. Важливим компонентом є використання

сучасних геоінформаційних технологій та дистанційного зондування для оперативного відстеження змін екологічного стану територій.

Запропоновано комплекс природоохоронних заходів, спрямованих на мінімізацію деградаційних процесів, серед яких збереження природного рослинного покриву, обмеження господарського навантаження на заплавні території, протидія ерозії та контроль забруднення ґрунтів. Реалізація цих заходів є необхідною умовою підтримання екологічної стабільності заплавних екосистем.

Таким чином, результати дослідження підтверджують, що руйнування Каховської ГЕС є потужним чинником довготривалих змін природного середовища басейну Дніпра. Для міста Запоріжжя це означає необхідність постійного екологічного моніторингу та адаптації природоохоронної політики до нових гідрологічних умов, що формуються в регіоні.

РОЗДІЛ 4. МОНІТОРИН ТА ПОЛІПШЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ АЛЮВІАЛЬНИХ ҐРУНТІВ

4.1. Організація системи екологічного моніторингу

Руйнування Каховської ГЕС спричинило суттєві зміни гідрологічного режиму басейну Дніпра та створило нові екологічні виклики для заплавних територій. Враховуючи високу чутливість алювіальних ґрунтів до змін рівня поверхневих і ґрунтових вод, особливого значення набуває організація системи довготривалого моніторингу та впровадження природоохоронних заходів, спрямованих на збереження екологічної стійкості заплавних екосистем.

Моніторинг ґрунтів є одним із ключових інструментів оцінки стану навколишнього природного середовища та прогнозування можливих змін. Його основною метою є своєчасне виявлення негативних процесів, оцінка їх масштабів та розроблення заходів щодо запобігання деградації ґрунтового покриву.

Після руйнування Каховської ГЕС виникла необхідність посиленого спостереження за станом алювіальних ґрунтів у заплаві Дніпра, оскільки саме вони найбільш чутливо реагують на зміни гідрологічного режиму. Моніторингові дослідження повинні забезпечувати отримання достовірної інформації про динаміку фізичних, хімічних та біологічних показників ґрунтів [52]. Особливо актуальним є створення системи спостережень у межах заплавних територій міста Запоріжжя, де поєднується вплив природних факторів та значне антропогенне навантаження.

Основні напрями ґрунтового моніторингу. Для комплексної оцінки стану алювіальних ґрунтів доцільно здійснювати регулярний контроль таких показників:

- рівень ґрунтових вод;
- вологість ґрунту;
- вміст гумусу;

- кислотність (pH);
- гранулометричний склад;
- вміст рухомих форм важких металів;
- вміст органічних забруднювачів;
- біологічна активність ґрунтів.

Контроль зазначених параметрів дозволить своєчасно виявляти ознаки деградації ґрунтів та оцінювати ефективність природоохоронних заходів. Важливою складовою моніторингу має стати спостереження за сезонними та багаторічними коливаннями рівня ґрунтових вод, оскільки саме цей показник значною мірою визначає напрям розвитку ґрунтових процесів у заплавних ландшафтах.

Використання геоінформаційних технологій. Сучасні системи моніторингу ґрунтів активно використовують геоінформаційні технології та методи дистанційного зондування Землі. Використання супутникових даних дозволяє оперативно оцінювати зміни рослинного покриву, вологості територій та динаміку природних екосистем.

Для території Запоріжжя доцільним є використання матеріалів супутникових програм Copernicus та Landsat, які дають можливість відстежувати зміни стану заплавних територій у довгостроковій перспективі [25]. Поєднання польових досліджень із даними дистанційного зондування дозволить підвищити точність оцінки екологічного стану алювіальних ґрунтів та зменшити витрати на проведення моніторингових робіт.

4.2. Рекомендації щодо відновлення порушених екосистем

Заходи щодо збереження алювіальних ґрунтів. З метою запобігання деградації алювіальних ґрунтів необхідно впроваджувати комплекс природоохоронних заходів. До основних заходів належать:

- збереження природного рослинного покриву заплав;
- обмеження господарської діяльності на найбільш уразливих ділянках;
- запобігання розорюванню заплавних земель;

- створення прибережних захисних смуг;
- рекультивація порушених територій;
- контроль за надходженням забруднювальних речовин.

Рослинність виконує важливу ґрунтозахисну функцію, сприяє збереженню структури ґрунту та зменшує ризик розвитку ерозійних процесів. Саме тому збереження природних рослинних угруповань є одним із пріоритетних напрямів охорони заплавних екосистем [54].

Запобігання ерозійним процесам. У зв'язку зі зниженням рівня зволоження на окремих ділянках можуть активізуватися процеси вітрової та водної ерозії. Для їх мінімізації рекомендується:

- підтримання рослинного покриву;
- висадження захисних лісосмуг;
- обмеження руху техніки в межах заплавних територій;
- використання ґрунтозахисних технологій землекористування.

Особливу увагу слід приділяти легким алювіальним ґрунтам, які є найбільш уразливими до дефляції та механічного руйнування [28].

Контроль забруднення ґрунтів. Одним із важливих напрямів природоохоронної діяльності є контроль за накопиченням токсичних речовин у ґрунтах. У межах промислового регіону особливу небезпеку становлять важкі метали, нафтопродукти та інші техногенні забруднювачі.

Рекомендується:

- проводити регулярний екологічний контроль якості ґрунтів;
- здійснювати моніторинг вмісту важких металів;
- контролювати стан поверхневих та ґрунтових вод;
- запобігати несанкціонованому складуванню відходів у заплаві Дніпра.

Своєчасне виявлення забруднення дозволить мінімізувати ризики для природних екосистем та населення [27].

Удосконалення системи екологічного управління. Важливим напрямом забезпечення екологічної безпеки є вдосконалення системи управління природними ресурсами. Для цього доцільно:

- розробити регіональну програму моніторингу алювіальних ґрунтів;
- створити єдину базу даних результатів спостережень;
- залучати наукові установи до оцінки екологічного стану територій;
- розширювати співпрацю з міжнародними природоохоронними організаціями.

Ефективне управління природними ресурсами дозволить своєчасно реагувати на екологічні виклики та забезпечувати сталий розвиток регіону [55].

4.3 Перспективи відновлення заплавних екосистем Запоріжжя

Незважаючи на значні масштаби порушень, природні екосистеми мають певний потенціал до самовідновлення. На території колишнього Каховського водосховища вже спостерігаються процеси природного заростання осушених ділянок, формування нових рослинних угруповань та відновлення руслових процесів.

Однак для забезпечення стабільності цих процесів необхідно здійснювати постійний екологічний контроль та підтримувати природні механізми відновлення (Таблиця 4.1). Особливого значення набуває збереження природних заплавних комплексів Дніпра в межах Запоріжжя як важливих осередків біорізноманіття та природної стабільності регіону [46].

Таблиця 4.1 Рекомендовані заходи щодо охорони алювіальних ґрунтів

Напрям діяльності	**Основні заходи**
Моніторинг	Контроль рівня ґрунтових вод, вологості, гумусу та забруднювачів
Ґрунтозахист	Збереження рослинного покриву, створення захисних смуг
Боротьба з ерозією	Лісомеліоративні заходи, обмеження механічного впливу
Контроль забруднення	Регулярний аналіз ґрунтів і вод
Екологічне управління	Створення програм моніторингу та баз даних
Відновлення екосистем	Підтримка природного відновлення заплав

Висновки до розділу 4

Отже, в умовах трансформації гідрологічного режиму басейну Дніпра після руйнування Каховської ГЕС особливого значення набувають систематичний моніторинг алювіальних ґрунтів та впровадження природоохоронних заходів. Комплексний підхід до оцінки стану ґрунтового покриву, контроль за рівнем ґрунтових вод і забрудненням, а також збереження природних екосистем дозволять мінімізувати негативні наслідки екологічних змін та забезпечити збереження природного потенціалу заплавних територій міста Запоріжжя.

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Охорона праці під час роботи з Інтернет-джерелами

Зважаючи на високі ризики для життя та здоров'я, на сьогодні фізична присутність на досліджуваних територіях та їх безпосереднє вивчення є неможливими. У зв'язку з цим основний масив аналітичних даних було сформовано завдяки використанню веб-ресурсів, відкритих наукових джерел, картографічних матеріалів та супутникових знімків.

За таких умов особливої актуальності набувають питання охорони праці під час дистанційної роботи з інформаційними мережами в умовах постійної загрози ракетних обстрілів. Базові вимоги щодо безпеки та збереження здоров’я працівників на робочому місці регулюються Законом України «Про охорону праці» від 14 жовтня 1992 року № 2694-XII [56].

Відповідно до нормативів ДСТУ та рекомендацій Міністерства охорони здоров'я України, організація робочого простору в режимі віддаленої роботи має відповідати таким критеріям:

Ергономічність меблів: наявність можливості регулювання висоти робочого столу та стільця під індивідуальні параметри;

Оптимальне зонування екрана: розташування монітора на рівні очей користувача (на відстані 50–70 см від обличчя);

Зручність периферійних пристроїв: розміщення клавіатури та миші у спосіб, що забезпечує природне й анатомічно правильне положення рук.

Крім фізичного комфорту, важливим аспектом є дотримання правил кібербезпеки під час взаємодії з Інтернет-ресурсами:

Обов'язкове встановлення та регулярне використання ліцензійного антивірусного програмного забезпечення;

Систематичне оновлення операційної системи та встановлених прикладних програм;

Застосування складних і унікальних паролів для захисту облікових записів.

Висновок: Раціональна організація робочого місця, його ергономічність, а також суворе дотримання правил безпеки під час збору та збереження даних є фундаментальною основою для ефективної роботи з електронними матеріалами в мережі Інтернет [57].

5.2 Охорона праці в умовах загрози ракетної небезпеки

В умовах правового режиму воєнного стану та перманентної ракетної загрози критично важливими елементами організації праці є належне облаштування безпечних зон (укриттів), забезпечення працівників засобами індивідуального захисту та надання їм психологічної підтримки [58].

Під час сигналу «Повітряна тривога» персонал зобов'язаний негайно перейти до укриття, маючи при собі засоби зв'язку для безперервної комунікації між керівництвом підприємства та трудовим колективом [59].

Чинне законодавство зобов'язує роботодавців впроваджувати комплекс заходів, спрямованих на зниження виробничих ризиків та мінімізацію наслідків військових дій. До таких заходів належать:

- Проведення обов'язкових інструктажів щодо порядку дій персоналу під час оголошення повітряної тривоги;
- Здійснення оперативного та ефективного контролю за чітким виконанням безпекових протоколів під час загрози обстрілу;
- Організація регулярних навчань та практичних тренінгів із надання першої домедичної допомоги.

Методичні рекомендації державних органів, зокрема Державної служби України з питань праці (Держпраці), слугують дієвим інструментом для зниження ризиків в умовах воєнного часу. Своєчасне впровадження цих настанов дає змогу повністю задовольнити вимоги законодавства щодо безпеки праці.

Сучасні управлінські рішення та інноваційні підходи мають гарантувати ефективне керівництво процесами в умовах російської агресії та постійної ракетної загрози. У регіонах із найвищим рівнем небезпеки, що розташовані близько до зони ведення активних бойових дій, функціонування підприємств та установ тимчасово призупиняється. У таких ситуаціях здійснюється вимушена релокація — переміщення виробничих потужностей та структурних підрозділів у безпечніші регіони країни, що дає змогу зберегти життєздатність та забезпечити подальшу діяльність установ у воєнний період [60].

ВИСНОВКИ

У результаті виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи на тему «Вплив руйнації Каховської ГЕС на екологічний стан алювіальних ґрунтів міста Запоріжжя» було комплексно досліджено теоретичні, природно-географічні та екологічні аспекти трансформації гідрологічного режиму басейну Дніпра та його наслідки для ґрунтового покриву заплавних територій.

1. Встановлено, що алювіальні ґрунти є високочутливою компонентною системою, стан якої безпосередньо залежить від рівня поверхневих і ґрунтових вод, інтенсивності алювіальних процесів та стабільності гідрологічного режиму річки. Їх формування в умовах Дніпровської заплави відбувалося під впливом тривалого періодичного затоплення, що забезпечувало високу природну родючість, стабільний гумусовий стан та активну біологічну діяльність.

2. Доведено, що функціонування Каховської ГЕС і всього каскаду Дніпра протягом десятиліть забезпечувало штучно стабілізований гідрологічний режим, який суттєво впливав на рівень ґрунтових вод, швидкість алювіальних процесів та екологічну рівновагу заплавних екосистем. Руйнування Каховської гідроелектростанції у 2023 році стало критичним фактором, що спричинив різку перебудову водного режиму та запуск нових природних процесів у басейні Нижнього Дніпра.

3. У роботі встановлено, що найбільш суттєвими наслідками цієї події є зниження рівня поверхневих і ґрунтових вод, активізація руслових процесів, перебудова заплавних ландшафтів та зміна умов ґрунтоутворення. Ці зміни безпосередньо впливають на фізико-хімічні властивості алювіальних ґрунтів, зокрема призводять до зменшення вологості, прискорення мінералізації органічної речовини, дегуміфікації та трансформації окисно-відновного режиму.

4. Аналіз екологічних наслідків показав, що трансформація гідрологічних умов має системний характер і охоплює не лише ґрунтовий

покрив, але й усі компоненти заплавних екосистем. Спостерігаються зміни рослинного покриву, скорочення площ вологолюбних угруповань, порушення біорізноманіття та зниження стійкості природних комплексів. Це створює передумови для довготривалої екологічної перебудови регіону.

5. Окремо встановлено потенційні ризики, пов’язані з міграцією забруднювальних речовин із донних відкладів та ґрунтів, що може призвести до додаткового антропогенного навантаження на екосистеми та погіршення екологічного стану територій.

6. На основі проведеного аналізу обґрунтовано необхідність впровадження системного екологічного моніторингу алювіальних ґрунтів, який має включати контроль гідрологічних показників, фізико-хімічних властивостей ґрунтів, рівня забруднення та біологічної активності. Особливе значення має застосування сучасних методів дистанційного зондування та геоінформаційних технологій.

7. Також визначено комплекс природоохоронних заходів, спрямованих на мінімізацію деградаційних процесів, серед яких збереження природної рослинності, обмеження господарського навантаження на заплавні території, протидія ерозії та контроль техногенного забруднення.

Отже, результати дослідження підтверджують, що руйнування Каховської ГЕС є фактором довготривалих і масштабних змін екологічного стану басейну Дніпра. Для міста Запоріжжя це означає необхідність постійного моніторингу стану алювіальних ґрунтів та адаптації природоохоронної політики до нових гідроекологічних умов з метою збереження екологічної стабільності регіону.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. United Nations Environment Programme. Rapid Environmental Assessment of Kakhovka Dam Breach Ukraine, (2023). Nairobi: UNEP, 2023. https://www.unep.org/resources/report/rapid-environmental-assessment-kakhovka-dam-breach-ukraine-2023
2. Yakovlev Y. O., Rogozhin O. H., Stefanyshyn D. V., Kreta D. L. Geoecological and economic consequences of creation, drainage and possible variants of restoration the Kakhovsky reservoir. Environmental Safety and Natural Resources. (2023). Vol. 48(4). P. 91–116.
3. FAO. Lecture Notes on the Major Soils of the World. Fluvisols. Rome: FAO. https://www.fao.org/4/y1899e/y1899e00.htm
4. IUSS Working Group WRB (2022). World Reference Base for Soil Resources. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. 4th edition. International Union of Soil Sciences, Vienna, Austria. https://www.isric.org/sites/default/files/WRB_fourth_edition_2022-12-18.
5. Hailemariam Meaza, Eduardo Couto, J. Deckers, C. Kabala, and Xiangbin Kong, F. Nachtergaele (2024): WRB Documentation Centre, Fluvisols - Lecture Notes. IUSS WRB Working Group webpage and KU-Leuven soil monolith webpage.
6. Полупан М. І., Соловей В. Б., Величко В. А. Класифікація ґрунтів України. Київ: Аграрна наука, 2005.
7. Boettinger J. L. Alluvium and Alluvial Soils. Encyclopedia of Soils in the Environment. Elsevier, 2005.
8. Melnychuk, V., Yevstafieva, V., Bilan , M., Zazharskyi, V., Zazharska , N., Davydenko , P., Plys, V., Shapran , I., Yakovenko , V., & Zamaziy, A. (2025). Current state of soil microbiota in the Zaporizhzhia region of Ukraine. Regulatory Mechanisms in Biosystems, 16(4), e25215. https://doi.org/10.15421/0225215

9. Yakovenko, V., Gorban, V., Kotovych, O., Didur, O., & Lisovets, O. (2024). Visual evaluation of soil structure in low- intensity land use systems of steppe zone of Ukraine. Soil Use and Management, 40, e12972. DOI: https://doi.org/10.1111/sum.12972
10. FAO. The Importance of Soil and Water Resources. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2022.
11. Junk W. J., Bayley P. B., Sparks R. E. The Flood Pulse Concept in River-Floodplain Systems. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 1989.
12. Mitsch W. J., Gosselink J. G. Wetlands. 5th Edition. John Wiley & Sons, 2015.
13. Reddy K. R., DeLaune R. D. Biogeochemistry of Wetlands: Science and Applications. CRC Press, 2008.
14. IPCC. Climate Change and Land. Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change, 2019.
15. European Environment Agency. Floodplain Ecosystems and Biodiversity. Copenhagen, 2021.
16. Nilsson C., Reidy C. A., Dynesius M., Revenga C. Fragmentation and Flow Regulation of the World's Large River Systems. Science. (2005). Vol. 308. P. 405–408.
17. Вишневський В. І. Річки і водойми України. Стан і використання. Київ: Віпол, 2000.
18. Хільчевський В. К., Гребінь В. В. Гідрографія та водні ресурси України. Київ: ВПЦ «Київський університет», 2022.
19. Romashchenko, M., Faybishenko, B., Onopriienko, D., Hapich, H., Novitskyi, R., Dent, D., Saidak, R., Usatyi, S. and Roubik, H. (2025). Prospects for restoration of Ukraine's irrigation system. Water International, 50(2), 104–120. https://doi.org/10.1080/02508060.2025.2472718
20. Денисик Г. І. Антропогенні ландшафти Правобережної України. Вінниця, 1998.

21. Zhiltsov Y., Khilchevskyi V. The Dnieper River Basin. Springer, 2021.
22. Державне агентство водних ресурсів України https://www.davr.gov.ua/
23. FAO Ukraine – Assessment of environmental impacts after Kakhovka dam destruction
24. United Nations Development Programme (UNDP). Environmental impacts of the Kakhovka Dam destruction. 2023.
25. Dovhanenko, D. O., Yakovenko, V. M., Brygadyrenko, V. V., & Boyko, O. O. (2024). Complex characteristics of landscape components affected by the disaster at the Kahovka Hydropower Plant. Biosystems Diversity, 32(1), 174–182. https://doi.org/10.15421/012418
26. Dovhanenko, D. O., Yakovenko, V. M., Brygadyrenko, V. V., & Boyko, O. O. (2024). Characteristic of the dried-up zone formed as a result of the breach of the Kahovka dam. Biosystems Diversity, 32(2), 285–295. https://doi.org/10.15421/012431
27. Palchykov, V., Yakovenko, V., Boyko, O. et al. Distribution of organic pollutants in Alluvial soils as a result of the destruction of the Kahovka Dam (Ukraine). Environ Monit Assess 198, 676 (2026). https://doi.org/10.1007/s10661-026-15517-5
28. Медведєв В. В. Ґрунтові ресурси України. Харків: Апостроф, 2010.
29. Національна академія наук України. Екологічні наслідки руйнування Каховської ГЕС: перші результати досліджень. Київ, 2024.
30. https://wwf.ua/
31. UNEP. Environmental consequences of the Kakhovka dam breach. Nairobi, 2024.
32. Маринич О. М., Шищенко П. Г. Фізична географія України. Київ: Знання, 2005.
33. Палієнко В. П. Геоморфологія України. Київ: Наукова думка, 2005.
34. Цись П. М. Геологія України. Львів: ЛНУ ім. І. Франка, 2010.
35. Karamushka, V., Boychenko, S., Kuchma, T., & Zabarna, O. (2022). Trends in the environmental conditions, climate change and human health in the

southern region of Ukraine. Sustainability, 14(9), 5664. https://doi.org/10.3390/su14095664

36. Барбарич А. І. Геоботанічне районування Української РСР. Київ: Наукова думка.
37. Datsenko, L. M. (Ed.). (2014). Fizychna heohrafia Zaporizkoii oblasti [Physical geography of Zaporizhia Oblast]. Bohdan Khmelnytskyi Melitopol State Pedagogical University, Melitopol (in Ukrainian).
38. Yakovenko V., Kunakh O., Tutova H.. Zhukov O. Diversity of soils in the Dnipro River valley (based on the example of the Dnipro-Orilsky Nature Reserve) (2023). Folia Oecologica, vol.50, no.2, 3923, pp.119-133. DOI: https://doi.org/10.2478/foecol-2023-0011
39. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Запорізькій області. https://youcontrol.com.ua/catalog/company_details/43847544/
40. Ромась М. І. Гідрогеологія України. Київ: ВПЦ «Київський університет», 2013.
41. Хільчевський В. К. Водні ресурси України. Київ: Київський університет, 2011.
42. Yakovenko, V., M. Maksymenko, O. Kotovych, V. Gorban, V. Brygadyrenko, and O. Boyko. (2026). "Morphology, Chemical Properties, and Classification of the Alluvial Soils of the Dried-Up Zone Formed as a Result of the Breach of the Kahovka Dam, Ukraine." Land Degradation & Development1–15. https://doi.org/10.1002/ldr.70706.
43. Tuchkovenko Yu. S. et al. Characteristics of Black Sea dispersion of freshened and polluted transitional waters after destruction of the Kakhovka Reservoir dam. Ukrainian Hydrometeorological Journal. 2023.
44. Government of Ukraine & United Nations. Post Disaster Needs Assessment after Kakhovka Dam Destruction. 2023.
45. Shumilova, O., Sukhodolov, A., Osadcha, N., Oreshchenko, A., Constantinescu, G., Afanasyev, S., Koken, M., Osadchyi, V., Rhoads, B.,

Tockner, K., Monaghan, M. T., Schröder, B., Nabyvanets, J., Wolter, C., Lietytska, O., van de Koppel, J., Magas, N., Jähnig, S. C., Lakisova, V., … Grossart, H.-P. (2025). Environmental effects of the Kakhovka Dam destruction by warfare in Ukraine. Science, 387(6739), 1181–1186. https://doi.org/10.1126/science.adn8655

46. WWF-Ukraine. Наслідки руйнування Каховської ГЕС для екосистем Нижнього Дніпра. Київ, 2023.
47. Reddy K.R., DeLaune R.D. Biogeochemistry of Wetlands: Science and Applications. CRC Press, 2008.
48. Lal R. Soil Carbon Sequestration. Springer, 2004.
49. Kabata-Pendias A. Trace Elements in Soils and Plants. CRC Press, 2011.
50. Paul E.A. Soil Microbiology, Ecology and Biochemistry. Academic Press, 2015.
51. IUCN. Environmental consequences of the Kakhovka Dam destruction. 2023.
52. Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-being. Washington DC, 2005.
53. Медведєв В. В. Моніторинг ґрунтів України. Харків: ПП «13 типографія», 2012.
54. Lisovets, O., Podorozhniy, S., Tutova, H., Molozhon, K., Kunakh, O., & Zhukov, O. (2025). Hemeroby reveals the dynamics of vegetation cover following the destruction of the Kakhovka Reservoir. PeerJ, 13, e19607. https://doi.org/10.7717/peerj.19607
55. Hapich, H., Novitskyi, R., Onopriienko, D., Dent, D., & Roubik, H. (2024). Water security consequences of the Russia-Ukraine war and the post-war outlook. Water Security, 21, 100167. https://doi.org/10.1016/j.wasec.2024.100167
56. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text
57. Охорона праці при роботі з комп'ютером: веб-сайт. URL: https://www.victorija.ua/ (дата звернення 4.06.2024)

58. Кондель В. (2023). Формування базових компетентностей з цивільного захисту під час підготовки здобувачів вищої освіти в умовах воєнного стану. Витоки педагогічної майстерності, (31), 98-103.
59. Ракетні удари. Як убезпечитись в умовах війни: веб-сайт. URL:https://sprotyv.mod.gov.ua/ (дата звернення 4.06.2024)
60. Бужанська, М. В. (2023). Актуальні проблеми безпеки праці під час воєнного стану в Україні. Вестник Херсонского национального технического университета, (4 (87)), 414-418.