

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного
Навчально-науковий інститут загальноуніверситетської підготовки

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. каф. геоекології і землеустрою

доцент _____ Максим ГАНЧУК

“_19_” січня 2026 р.

Пояснювальна записка

до дипломної роботи здобувача СВО Бакалавр

(ступінь вищої освіти)

на тему: «Аналіз екологічного стану Каховського водосховища»

13 ГЗ Д 001 000000 ПЗ

Виконав: здобувачка ВО 5 курсу, групи 51 ЕК 3

спеціальності 101 Екологія за ОПШ Екологія

(шифр і назва спеціальності та ОПШ)

Здобувач вищої освіти _____ Карина ФУНТІКОВА
(підпис) (П.І.П)

Керівник, доцент _____ Максим ГАНЧУК
(підпис) (П.І.П)

Консультант, доцент _____ Михайло ЗОРЯ
(підпис) (П.І.П)

Нормоконтроль, доцент _____ Вікторія СКИБА
(підпис) (П.І.П)

Запоріжжя - 2026 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО

Інститут або факультет ННІЗУП
Кафедра геоекології і землеустрою

Ступінь вищої освіти Бакалавр
Галузь знань 10 «Природничі науки»

Спеціальність 101 «Екологія»

Освітня програма «Екологія»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. кафедри ГЕЗ
к.с.-г.н., доцент Максим ГАНЧУК
« 10 » січня 2026 р

ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

студенту Фунтіковів Карині Ігорівні

1. Тема роботи **Аналіз екологічного стану Каховського водосховища**

керівник роботи к.с.-г.н., доцент Ганчук Максим Миколайович

затверджені наказом Ректора університету від «31» жовтня 2025 р. № 585-С

Строк подання студентом роботи «30» січня 2026 р.

Вихідні дані до роботи дані відділу статистики, аналітичні звіти роботи експедицій на Каховському водосховищі, чинне законодавство України та ЄС.

Перелік питань, які потрібно розробити: теоретичні засади дослідження стану лісових екосистем в умовах війни та кліматичних змін; екологічна оцінка пошкоджень лісових екосистем в областях із активними бойовими діями; післяконфліктне відновлення лісів та стратегії управління екологічними ризиками.

Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав (дата)	завдання прийняв
Розділ 4 Охорона праці в галузі	Михайло ЗОРЯ, к.т.н., доцент, завідувач кафедри цивільної безпеки	15.10.2025	15.10.2025

Дата видачі завдання

15.10.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи (місяць)	Відмітка керівника про виконання (засвідчується підписом)
Розділ 1. Наукові засади та методологія дослідження	вересень	Виконано
Розділ 2. Правові аспекти охорони водних ресурсів	жовтень	Виконано
Розділ 3. Аналіз екологічного стану території Каховського водосховища після осушення	листопад	Виконано
Розділ 4. Екологічна та природоохоронна оцінка	грудень	Виконано
Розділ 5. Охорона праці	січень	Виконано
Висновки	січень	Виконано

Студентка _____ . К.І. Фунтікова
 (підпис) (ініціали та прізвище)

Керівник роботи М.М. Ганчук
 (підпис) (ініціали та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Фунтікова К.І. Аналіз екологічного стану Каховського водосховища. Бакалаврська робота. Кафедра геоєкології і землеустрою. Запоріжжя, ТДАТУ ім. Д. Моторного, 2026. С.75

Текст викладений на 63 сторінках, містить 5 розділів, 3 таблиці, 8 рисунків, 68 літературних джерела, 1 додаток.

Актуальність теми дослідження

Особливу роль у водогосподарській системі України відіграють водосховища Дніпровського каскаду, які були створені з метою регулювання стоку річки Дніпро, забезпечення гідроенергетичних потреб, розвитку зрошення, водопостачання та судноплавства. Разом із позитивними економічними ефектами їх функціонування супроводжувалося суттєвими екологічними наслідками, серед яких зміна природного гідрологічного режиму, трансформація ландшафтів, порушення природних екосистем, накопичення забруднюючих речовин та деградація біоресурсів.

Каховське водосховище протягом десятиліть було одним із найбільших штучних водних об'єктів України та відіграло ключову роль у забезпеченні водними ресурсами південних регіонів країни. Його функціонування істотно впливало на формування природних, соціально-економічних і екологічних процесів у прилеглих територіях. Тривала експлуатація, поєднана з інтенсивною господарською діяльністю, призвела до поступового погіршення якості води, змін у структурі водних екосистем і зростання екологічних ризиків.

Мета роботи: оцінити сучасний екологічний стан Каховського водосховища за рахунок аналізу якісних параметрів водного середовища та визначити головні фактори впливу з метою обґрунтування природоохоронних заходів.

Ключові слова: Каховське водосховище, осушення, водно-болотні угіддя, екологічний моніторинг.

Зміст

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. НАУКОВІ ЗАСАДИ ТА МЕТОДОЛОГІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	9
1.1 Сучасний стан досліджень екологічного стану водних об'єктів	9
1.2 Історична та екологічна характеристика Каховського водосховища.....	13
1.3 Методичні підходи до оцінки стану водного середовища та території після осушення	17
РОЗДІЛ 2. ПРАВОВІ АСПЕКТИ ОХОРОНИ ВОДНИХ РЕСУРСІВ	23
2.1 Законодавча база України щодо охорони водних ресурсів та відновлення водосховищ	23
2.2 Стратегічні документи та ініціативи щодо відновлення Каховського водосховища	25
2.3 Дотримання екологічних норм та перспективи вдосконалення правового регулювання.....	28
РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ТЕРИТОРІЇ КАХОВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА ПІСЛЯ ОСУШЕННЯ	32
3.1 Екологічний стан водосховища до підриву дамби та зміни гідрологічного режиму.....	32
3.2 Стан ґрунтів та залишкові хімічні забруднювачі.....	35
3.3 Відновлення та трансформація рослинності і тваринного світу.....	42
3.4 Соціально-економічні наслідки осушення території	46
РОЗДІЛ 4. ЕКОЛОГІЧНА ТА ПРИРОДООХОРОННА ОЦІНКА.....	50
4.1 Основні екологічні проблеми, що виникли після осушення.....	50
4.2 Ризики для навколишнього середовища та здоров'я людей	52
4.3 Пропозиції щодо відновлення екосистеми та покращення екологічного стану території.....	56
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ	59
ВИСНОВКИ.....	62
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	65
ДОДАТКИ.....	74

ВСТУП

Водні ресурси є однією з найважливіших складових природного середовища та основою сталого соціально-економічного розвитку суспільства. Вони забезпечують потреби населення у питній воді, використовуються у промисловості, сільському господарстві, енергетиці, транспорті та рекреаційній сфері. Водночас водні екосистеми виконують важливі природоохоронні функції, зокрема підтримують біологічне різноманіття, регулюють кліматичні умови, сприяють самоочищенню довкілля та збереженню природної рівноваги. У сучасних умовах зростання антропогенного навантаження, урбанізації, інтенсифікації господарської діяльності та кліматичних змін проблема охорони водних об'єктів набуває особливої актуальності.

Особливу роль у водогосподарській системі України відіграють водосховища Дніпровського каскаду, які були створені з метою регулювання стоку річки Дніпро, забезпечення гідроенергетичних потреб, розвитку зрошення, водопостачання та судноплавства. Разом із позитивними економічними ефектами їх функціонування супроводжувалося суттєвими екологічними наслідками, серед яких зміна природного гідрологічного режиму, трансформація ландшафтів, порушення природних екосистем, накопичення забруднюючих речовин та деградація біоресурсів.

Каховське водосховище протягом десятиліть було одним із найбільших штучних водних об'єктів України та відіграло ключову роль у забезпеченні водними ресурсами південних регіонів країни. Його функціонування істотно впливало на формування природних, соціально-економічних і екологічних процесів у прилеглих територіях. Тривала експлуатація, поєднана з інтенсивною господарською діяльністю, призвела до поступового погіршення якості води, змін у структурі водних екосистем і зростання екологічних ризиків.

Події останніх років, пов'язані з руйнуванням гідротехнічних споруд Каховської ГЕС, спричинили масштабні зміни у природному середовищі, різке порушення гідрологічного режиму, осушення значних площ та формування нових екологічних проблем. У цих умовах особливої актуальності набувають наукові дослідження, спрямовані на комплексну оцінку стану водних об'єктів, аналіз причин деградації та розроблення ефективних заходів відновлення екосистем.

Вивчення екологічного стану Каховського водосховища є важливим не лише з точки зору природоохоронної діяльності, а й у контексті забезпечення екологічної безпеки населення, збереження природних ресурсів та формування стратегії сталого розвитку регіону. Комплексний підхід до дослідження якості водного середовища, біологічних процесів і антропогенного впливу дозволяє отримати об'єктивну картину сучасного стану водосховища та визначити перспективи його подальшої трансформації.

Мета роботи: оцінити сучасний екологічний стан Каховського водосховища за рахунок аналізу якісних параметрів водного середовища та визначити головні фактори впливу з метою обґрунтування природоохоронних заходів.

Об'єкт дослідження: Екологічна ситуація водного об'єкта – Каховського водосховища, як частини Дніпровського каскаду, який піддається значному антропогенному навантаженню в умовах зміни гідрологічного режиму та порушення природної рівноваги.

Предмет дослідження: Набір фізико-хімічних і біологічних параметрів якості води Каховського водосховища, а також чинники, що впливають на його екологічну ситуацію, включно з джерелами забруднення, динамікою змін та наслідками техногенних і природних процесів.

Завдання дослідження

1. Проаналізувати наукову літературу щодо проблеми оцінки екологічного стану водосховищ.

2. Охарактеризувати природні умови та гідрографічні особливості Каховського водосховища.
3. Провести дослідження фізико-хімічних і біологічних показників якості води.
4. Виявити основні джерела антропогенного навантаження на водосховище.
5. Оцінити динаміку змін стану водного середовища за останні роки.
6. Запропонувати шляхи поліпшення екологічного стану водного об'єкта.

РОЗДІЛ 1. НАУКОВІ ЗАСАДИ ТА МЕТОДОЛОГІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Сучасний стан досліджень екологічного стану водних об'єктів

Дослідження екологічного стану водних об'єктів у світі та в Україні є одним із пріоритетних напрямів природоохоронної науки, оскільки поверхневі води забезпечують критично важливі екосистемні послуги – водопостачання, гідроенергетику, зрошення, рекреацію, підтримання біорізноманіття, рибогосподарське використання. Втрата екологічної рівноваги у водних системах призводить до значних соціально-економічних наслідків і деградації природних ресурсів [6; 15; 49]. Базові принципи гідроекологічного аналізу викладено у працях провідних українських учених, які підкреслюють необхідність комплексного оцінювання водних об'єктів на основі гідрохімічних, гідробіологічних, гідрологічних та токсикологічних показників [7; 11; 21; 46].

Науковці наголошують, що традиційні методи контролю якості води мають поєднуватися з оцінкою стану біоценозів, які є чутливими індикаторами структурно-функціональних змін водного середовища [7; 11; 36]. Важливе місце при цьому відводиться аналізу рівня трофності водойм, процесів евтрофікації, замулення, накопичення у донних відкладах токсикантів природного та техногенного походження [24; 27; 48]. Окремі дослідження підтверджують, що саме донні відклади здатні довгостроково акумулювати небезпечні речовини, які за зміни гідрологічного режиму можуть знову потрапляти у водне середовище [48].

Поряд із цим, у сучасній науці пріоритетним став басейновий підхід до управління водними ресурсами, що передбачає врахування всього комплексу природних та антропогенних процесів у межах річкового басейну [34; 50]. У роботах, присвячених Дніпровському каскаду водосховищ, особлива увага приділяється наслідкам зарегулювання річкового стоку: порушенню природних гідродинамічних процесів, зниженню самоочисної здатності річок, деградації заплавлених територій, змінам у структурі іхтіофауни та водно-

болотних екосистем [15; 40; 49]. При цьому наголошується на необхідності переходу від експлуатаційної моделі використання водосховищ до екологічно орієнтованої, заснованої на принципах сталого розвитку.

Суттєво зросла роль методів дистанційного зондування Землі й геоінформаційного аналізу у визначенні динаміки площі акваторій, деградації берегової лінії, замулення водних об'єктів і стану прибережної рослинності. Дослідження свідчать, що супутниковий моніторинг дає можливість отримувати дані в режимі, наближеному до реального часу, що є особливо актуальним для великих річок та водосховищ і територій з ускладненим доступом [5; 10; 20; 56].

Починаючи з 2022 року, у науковій літературі формується окрема група досліджень, присвячених впливу воєнних дій та цілеспрямованого руйнування водної інфраструктури на екологічний стан водних об'єктів України. Зазначається, що такі дії мають ознаки екоциду, оскільки спричиняють довготривалу деградацію водних екосистем, втрату джерел водопостачання, погіршення стану ґрунтів, ризики для здоров'я людей і біорізноманіття [1; 16; 41; 43]. Особливу увагу приділено наслідкам руйнування гідроспоруд нижнього каскаду Дніпра, насамперед Каховської ГЕС, яке стало масштабною техногенно-екологічною катастрофою з багатовимірним впливом на регіон Півдня України [18; 29; 39; 67]. За результатами аналізу наукових та офіційних джерел, визначено низку ключових загроз – зникнення водно-болотних угідь, втрата рибопродуктивності, зміни гідрологічного режиму й деградація донних відкладів, забруднення питної води та руйнування інфраструктури зрошення [16; 18; 29].

Таким чином, сучасний стан досліджень екологічного стану водних об'єктів характеризується переходом до цілісних оцінок із використанням комплексу методів та інструментів, серед яких важливе місце займають ГІС-технології, моніторинг якості води, аналіз біоти та оцінка техногенно-екологічних ризиків. Наукова увага все більше концентрується на питаннях відновлення водних екосистем, посилення екологічної безпеки,

удосконалення водогосподарської політики та реагування на нові виклики, спричинені бойовими діями й цілеспрямованим руйнуванням гідротехнічних споруд.

В українській науці дослідження водних екосистем довгий час зосереджувалися на вивченні наслідків багаторічного антропогенного впливу, зокрема індустріалізації, інтенсивного сільського господарства, урбанізації та радіаційного забруднення. У працях українських екологів підкреслюється, що система водних ресурсів країни є вразливою, оскільки більшість водотоків мають низьку здатність до самоочищення і високу залежність від гідротехнічного регулювання [15; 24; 50]. Це створює передумови до розвитку евтрофування, замулення, погіршення прозорості води, формування «мертвих зон» на дні водосховищ із критично низьким вмістом кисню [48].

У роботах гідрологів і гідроекологів виокремлюється значний вплив зміни руслових процесів на стан водних об'єктів басейну Дніпра. Зокрема, через зарегулювання стоку відбувається сповільнення течії, що сприяє нагромадженню завислих часток і розвитку ціанобактерій [24; 49]. Порушення сезонної динаміки водообміну знижує можливості річки до відновлення природного балансу речовин [14; 40]. Деякі автори наголошують, що особливу роль відіграє зміна режиму пропуску води через гідротехнічні споруди, що часто визначається енергетичними, а не екологічними потребами [45; 59].

Сучасні дослідження демонструють, що на тлі глобального потепління, зростання екстремальних погодних явищ і зменшення обсягів поверхневого стоку дедалі частіше виникають водогосподарські конфлікти між потребами населення, промисловості, агросектору та екосистеми [49; 61]. Це вимагає реформування всієї системи управління водними ресурсами згідно із принципами сталості й екосистемного менеджменту, що активно впроваджуються в ЄС та закріплені у Водній рамковій директиві [51; 61].

Особливу увагу дослідники приділяють якості питної води, оскільки її погіршення навіть у межах нормативних значень може мати відстрочені негативні наслідки для здоров'я людини [36; 41]. У публікаціях з медичної

екології зазначається, що підвищений вміст нітратів, важких металів і органічних токсикантів пов'язаний із зростанням рівня онкологічних і серцево-судинних захворювань у басейні Дніпра [36]. Таким чином, екологічні проблеми водних об'єктів мають не лише природничий, а й соціогігієнічний характер.

Ще до руйнування Каховської ГЕС низка наукових робіт акцентувала на значному накопиченні шкідливих речовин у донних відкладах Каховського водосховища [8; 27; 48]. Донні мулові маси тривалий час виступали свого роду «контейнером» для токсикантів промислового та аграрного походження. Зміна гідрологічного стану після терористичного підриву греблі призвела до їх потрапляння на поверхню осушених територій, що значно ускладнило екологічну ситуацію в регіоні [16; 29; 39].

Важливим напрямом сучасних досліджень є вплив деградації водних екосистем на біорізноманіття. За даними гідробіологічних спостережень, у Дніпровському каскаді спостерігається зменшення чисельності аборигенних видів риб, заміщення іхтіофауни малоцінними й інвазійними видами, погіршення умов нересту через замулення та заростання мілководь [24; 40; 65]. У результаті руйнування Каховської ГЕС втрачені критично важливі нерестові угіддя, зокрема біля заплавних та водно-болотних територій нижнього Дніпра [22; 29].

Надзвичайно стрімко розвивається застосування дистанційного зондування Землі, яке дозволяє проводити повторні та точні вимірювання екологічних параметрів на великих площах, у тому числі під час бойових дій [5; 10; 20; 56]. Такі методи дають змогу оперативно оцінювати масштаби забруднення, зміни площ водного дзеркала та рослинного покриву, що є критично важливим при аналізі наслідків осушення Каховського водосховища [5; 20].

Після 2023 року у науковому дискурсі України з'являється поняття воєнно-екологічного моніторингу, спрямованого на фіксацію екологічних злочинів проти довкілля [1; 43]. Доведено, що руйнування

гідроінфраструктури завдає багатокомпонентної шкоди – від порушення водопостачання до масштабної втрати біотопів, що кваліфікується як екоцид [16; 41; 43]. Оцінка воєнної шкоди довікллю вимагає нових підходів до інвентаризації збитків, розроблення механізмів компенсації та майбутньої реабілітації природних комплексів [1; 33; 41].

Таким чином, аналіз літератури свідчить, що сучасна система досліджень водних об'єктів пройшла шлях від окремих параметричних оцінок до комплексних інтегрованих методик, що поєднують дані гідроекології, токсикології, біоіндикації, геоінформатики та ризик-аналізу. Особливої актуальності ці дослідження набули в умовах війни, коли водні ресурси України стали об'єктом прямої цілеспрямованої атаки, а їх деградація несе загрозу безпеці держави, стійкості економіки та здоров'ю населення.

1.2 Історична та екологічна характеристика Каховського водосховища

Каховське водосховище є ключовим елементом Дніпровського каскаду штучних водойм, створеного з метою гідроенергетичного освоєння басейну Дніпра, забезпечення регіонального водопостачання, зрошення посушливих земель Півдня України та покращення умов судноплавства. Питання його історичного формування, еколого-гідрологічних особливостей та наслідків існування привертало значну увагу науковців протягом останніх десятиліть [9; 11; 15; 24; 40]. У літературі наголошується, що поява водосховища стала переломним етапом трансформації природного ландшафту Нижнього Дніпра, оскільки зміни торкнулися не лише гідрологічного режиму, але й структури екосистем, соціально-економічного розвитку регіону та культурної спадщини [7; 15; 27; 40].

Історичні передумови будівництва Каховської ГЕС і водосховища сягають середини ХХ століття, коли СРСР реалізував проєкт масштабної гідромеліорації для потреб промисловості та аграрного сектору. На думку дослідників, економічні пріоритети значно переважали над оцінкою впливу на довкілля, тому масштабне затоплення земель розглядалося як неминуча плата

за прогрес [15; 40; 43]. Під час створення водосховища було затоплено десятки населених пунктів і традиційні заплавні території, що призвело до втрати унікальних культурно-історичних ландшафтів Великого Лугу – колиски запорозького козацтва [3; 24].

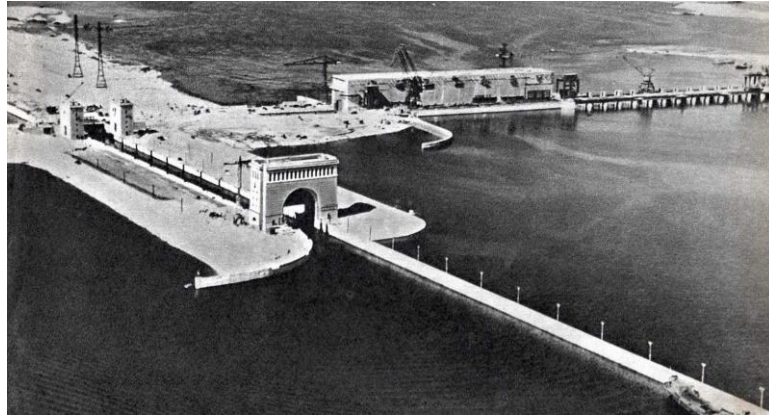


Рис. 1.1 Каховська ГЕС, 1955 рік

Гідрографічні параметри Каховського водосховища – довжина близько 200–240 км, площа водного дзеркала до 2155 км², об’єм води понад 18 км³ – дозволяли забезпечувати комплексне використання гідроресурсів у степовій та південній частині країни [7; 15; 40]. Водосховище відіграло визначальну роль у формуванні Каховської зрошувальної системи, що забезпечувала водою великі площі агроландшафтів. Це сприяло розвитку інтенсивного сільського господарства регіону, однак одночасно потребувало значного водозабору, що призводило до додаткового навантаження на гідроекосистему [18; 35].

Суттєві зміни торкнулися й природного стоку Дніпра: було порушено режим паводків, що призвело до зникнення природної динаміки заплавних екосистем Нижнього Подніпров’я, які виконували важливі регуляторні функції, зокрема самоочищення води та підтримання місць нересту риби [24; 40; 48]. Зменшення швидкості течії сприяло накопиченню завислих частинок і розвитку процесів евтрофування. Науковці підкреслюють, що біопродуктивність водойми не стала стабільним показником – відбувалися циклічні спалахи “цвітіння” води, що зумовлювало дефіцит кисню та погіршення умов існування іхтіофауни [8; 24; 48].

Донні відклади відіграють у формуванні екологічного стану водойми вирішальну роль. Дослідження свідчать, що Каховське водосховище протягом десятиліть функціонування накопичувало у придонних шарах токсикологічно небезпечні речовини: важкі метали, залишки добрив і пестицидів, нафтопродукти [8; 48]. Умови регулювання стоку сприяли тривалому фіксуванню цих забруднювачів у товщі мулу. Це створювало ризики їх вторинного винесення у водне середовище під час зміни гідрологічного режиму [48], що, як згодом підтвердили події 2023 року, стало реальністю.

Важливою компонентою екологічного аналізу водосховища є біота. За даними досліджень, попри формування штучних екосистем, водойма зберігала значення важливого рибогосподарського резервуару України [22; 24]. Однак спостерігалися негативні тенденції: деградація нерестилищ через замулення та заростання, зменшення частки аборигенних видів риб, поширення інвазійних форм, що пов'язується зі змінами умов існування та впливом забруднення [24; 29; 65].

Багаторічні спостереження підтверджують погіршення гідрохімічного стану, зростання вмісту сполук азоту та фосфору, що сприяло евтрофуванню водойми [11; 14]. Дослідники відзначають, що перевищення гранично допустимих концентрацій у воді та донних відкладах має тенденцію до повторюваних епізодів, а не до сталішого покращення стану довкілля [48; 56].

Негативний вплив на функціонування водосховища посилюється в умовах активної антропоїзації, індустріального розвитку, воєнних дій на Півдні України, зокрема після 2014 року. У науковій літературі стверджується, що діяльність підприємств Запорізької та Криворізької агломерацій, разом із транспортом забруднень з усіх вищерозташованих водосховищ каскаду, зумовлювали кумулятивне погіршення якості води саме в Каховському водосховищі як остаточному ланцюзі каскаду [11; 20; 40; 48].

Геоінформаційні методи й дані дистанційного зондування використовувалися для оцінювання трансформації берегів, ерозійних процесів і змін площ акваторії [5; 10; 20; 56]. Цей напрям став особливо актуальним

після руйнування греблі Каховської ГЕС у 2023 році, коли виникла потреба у швидкій оцінці екологічних наслідків осушення водосховища [29; 39; 67].

Підрив греблі Каховської ГЕС у червні 2023 року став наймасштабнішою еколого-техногенною катастрофою в історії незалежної України, що радикально змінила стан водосховища й прилеглих територій [29; 32; 39; 41; 43]. Різке й майже повне осушення акваторії призвело до виходу на поверхню великих площ донних відкладів, що містять значну концентрацію небезпечних речовин [8; 48]. Трансформація гідрологічного режиму спричинила руйнування інфраструктури водопостачання, деградацію рибних ресурсів, втрату зрошувальних систем, які забезпечували аграрний потенціал Півдня України [18; 35; 39].



Рис. 1.2 Зруйнована гребля Каховської ГЕС, 2023 р

За даними екологічного моніторингу та аналізу наслідків катастрофи, у подальшій перспективі існує загроза мінералізації оголених ґрунтів, поширення токсикантів вітровою ерозією, забруднення підземних вод і питних джерел [29; 33; 39; 41]. Водночас частина дослідників розглядає ситуацію як потенціал для відродження природних заплавних комплексів, що існували до створення водосховища [22; 29]. Проте реалізація такого сценарію вимагатиме довготривалих природоохоронних заходів та управління процесами сукцесій.

Слід наголосити, що знищення водосховища посилило структурні проблеми водної безпеки країни, оскільки Дніпровський каскад був основною системою забезпечення водою для значної частини України [32; 35; 41].

Відсутність регулювальної ланки каскаду створює ризики виникнення дефіциту води в умовах кліматичних змін і зростання посух [49; 61].

Узагальнюючи огляд наукових джерел, можна стверджувати, що трансформація Каховського водосховища відбувалася поступово й охоплювала кілька великих етапів розвитку. На початковій стадії створення водосховища головною метою було забезпечення економічного піднесення регіону, розширення можливостей водогосподарського використання, зрошення та гідроенергетичного виробництва. У цей період перевага надавалася господарським потребам, тоді як екологічні наслідки масштабного втручання в природні процеси практично не враховувалися. Згодом, у ході тривалого функціонування штучної водойми, почали накопичуватися негативні зміни: порушення природної динаміки річкового стоку, деградація нерестових угідь, зниження біорізноманіття та погіршення якості води. Водосховище із джерела потенційних переваг поступово перетворювалося на екосистему з проявами евтрофування, замулення та токсичного навантаження.

Руйнування греблі Каховської ГЕС у 2023 році спричинило формування принципово нових умов існування водно-болотних і прибережних екосистем, які виявилися вразливими до небезпечних трансформацій. Різка зміна гідрологічного режиму, оголення донних відкладів та руйнування водогосподарської інфраструктури створили низку ризиків для навколишнього середовища й населення. Таким чином, сучасний стан території колишнього водосховища характеризується комплексом геоекологічних, соціально-економічних і безпекових проблем, які потребують науково обґрунтованої оцінки та визначення оптимальних шляхів екологічного відновлення і подальшого використання.

1.3 Методичні підходи до оцінки стану водного середовища та території після осушення

Оцінювання екологічного стану водних об'єктів та територій після їх осушення потребує комплексного застосування природничо-наукових,

геоінформаційних, моніторингових і ризик-орієнтованих методів, що ґрунтуються на міждисциплінарному підході. У наукових дослідженнях гідроекологічного стану Дніпровського каскаду широко використовуються методи гідрохімічного, гідробіологічного, токсикологічного аналізу, а також оцінка просторової динаміки за допомогою технологій дистанційного зондування Землі та ГІС-моделювання [5; 10; 20; 56]. У випадку Каховського водосховища такі методи мають особливе значення через необхідність вивчення як якості залишкових вод, так і екологічних властивостей оголених донних відкладів після руйнування гідроспоруди у 2023 році.

Однією з ключових складових оцінки є аналіз гідрохімічних показників водного середовища. Згідно з напрацюваннями українських дослідників, моніторингу підлягають вміст завислих речовин, сполук азоту й фосфору, нафтопродуктів, пестицидів, а також важких металів, що можуть бути присутні у концентраціях, небезпечних для здоров'я людей і водних біоценозів [11; 14; 48]. У зв'язку з оголенням донних відкладів актуальним є визначення потенціалу їх вторинного забруднення водних горизонтів через інфільтрацію та поверхневий стік. Застосування токсикологічних методів дозволяє не лише виявити наявність токсикантів, але й оцінити їх біодоступність та вплив на живі організми [36; 48].

Важливу роль відіграє гідробіологічний моніторинг, який передбачає аналіз структурних змін біоценозів. Біота є чутливим індикатором порушень екологічної стабільності водних систем. В умовах осушення водосховища спостерігається різке скорочення чисельності аборигенних видів риби, втрата нерестових ділянок, переформатування водно-болотних угідь та ризик втрати цінних популяцій, що зазначається у працях провідних українських екологів [22; 24; 29]. Методики оцінки фітопланктону, зоопланктону та бентосу дозволяють виявити ступінь евтрофікації та токсичного навантаження у водоймах, що проходять трансформацію [7; 48].

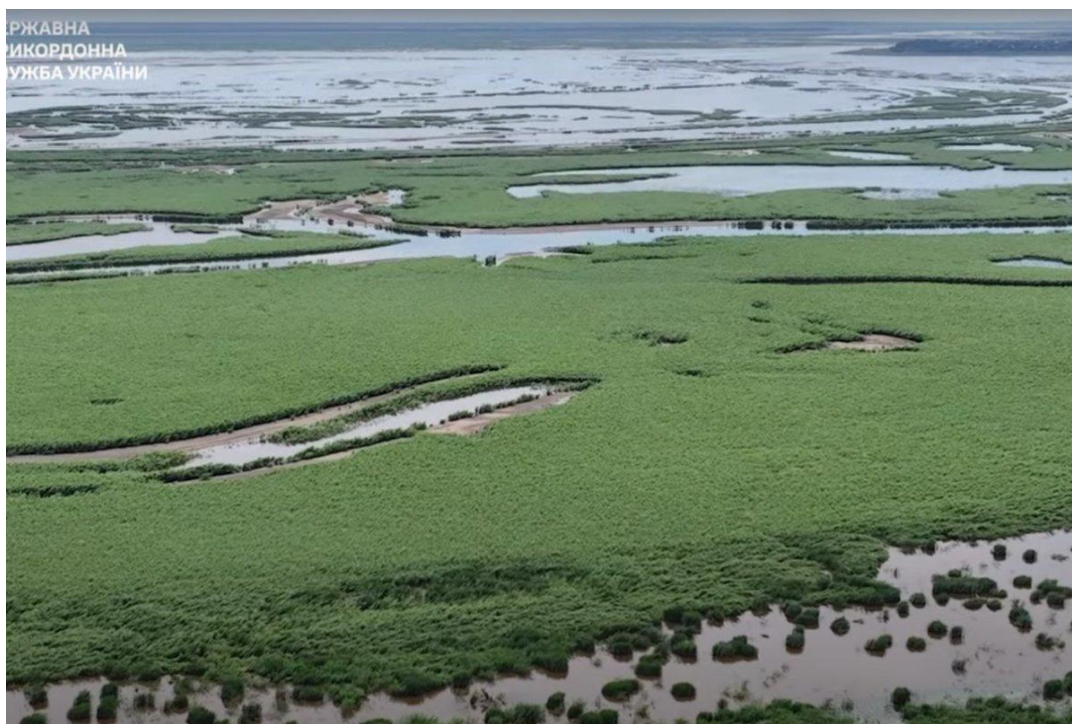


Рис. 1.3 Залишки Каховського водосховища

Геоінформаційні системи й дистанційне зондування Землі забезпечують отримання актуальних просторових даних щодо динаміки берегової лінії, структурного переформатування ландшафтів і змін площ водного дзеркала. У низці наукових робіт продемонстровано, що супутникові знімки дозволяють ідентифікувати закономірності осушення територій, темпи заростання й ознак техногенного забруднення [5; 10; 56]. Такі методи є незамінними у випадках, коли доступ до території обмежений або становить ризик, як це спостерігається на окупованих або прифронтових частинах колишнього Каховського водосховища [29; 39].

Гідрологічні методи відіграють значну роль у визначенні тенденцій зміни рівня ґрунтових вод, підтоплення або, навпаки, посушення територій. У роботах, присвячених аналізу Дніпровського басейну, встановлено, що різкі зміни водного режиму можуть сприяти деградації ґрунтів, підвищенню їхньої засоленості та формуванню пилових бур [14; 49; 61]. Тому оцінювання екосистем після осушення потребує залучення ґрунтознавчих методів.

Важливо визначити морфологічні та хімічні властивості ґрунтів, структуру їхньої поверхні, ступінь засолення й уміст токсичних елементів, який залежить від характеру забруднень, накопичених у період функціонування водосховища [25; 36].

Суттєву увагу в сучасних методиках приділяють аналізу ризиків для здоров'я людей та безпеки довкілля. У працях, присвячених техногенно-екологічній безпеці водних об'єктів, вказується на необхідність проведення ризик-орієнтованих оцінок, що враховують комбіновану дію небезпечних чинників: забруднення води та ґрунтів, ерозійних явищ, деградації біоти, а також інфекційних загроз, пов'язаних із розкладанням органічних решток [33; 36; 39]. Такі підходи вимагають стандартизованих протоколів відбору проб, моделювання розповсюдження токсикантів і прогнозування сценаріїв впливу на населення.

Ефективним у міжнародній практиці є застосування інтегральних індексів екологічного стану вод. Вони дозволяють перетворювати численні параметри у системні оцінки, доступні для порівняння та прийняття рішень. У дослідженнях українських учених пропонуються різні моделі оцінки стану водного середовища, зокрема на основі гідрохімічних показників, індексу якості води, біотичних індексів і рівня антропогенного навантаження [7; 11; 48; 56].

Невід'ємною складовою методології є басейновий підхід, що базується на інтеграції інформації про всі джерела впливу в межах річкового басейну. Він дозволяє оцінювати екологічний стан не ізольовано, а в контексті взаємодії водних, наземних і соціально-економічних систем [15; 34; 50]. В умовах змін, пов'язаних із зневодненням Каховського водосховища, басейновий аналіз є ключовим для прогнозування довгострокових наслідків для Півдня України.

Важливим складником сучасної методології є застосування офіційної Методики визначення розміру шкоди, завданої водним об'єктам унаслідок збройної агресії та бойових дій, затвердженої наказом Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України у 2022 році. Зазначена методика

передбачає комплексний розрахунок екологічних збитків на основі оцінки обсягів забруднених або втрачених водних ресурсів, площ порушених акваторій, концентрацій небезпечних речовин, порушення гідрологічного режиму та втрати екосистемних функцій. Вона базується на використанні нормативних коефіцієнтів, показників вартості природних ресурсів і параметрів екологічного ризику, що дозволяє формувати економічно та юридично обґрунтовані розрахунки шкоди. У контексті Каховського водосховища дана методика має особливе значення, оскільки забезпечує можливість системного обліку наслідків руйнування гідротехнічної споруди, забруднення донних відкладів, деградації водних біоценозів та втрати водогосподарського потенціалу регіону. Її застосування створює підґрунтя для формування доказової бази у міжнародних судових процесах, обґрунтування компенсаційних вимог та планування відновлювальних природоохоронних заходів.

Таблиця 1.1

Методи оцінки стану водного середовища та територій

Метод	Об'єкт оцінки	Призначення / що дозволяє визначити
Гідрохімічний аналіз	Вода, донні відклади	Вміст завислих речовин, сполук азоту й фосфору, нафтопродуктів, пестицидів, важких металів
Токсикологічний аналіз	Вода, донні відклади	Біодоступність токсикантів, вплив на живі організми
Гідробіологічний моніторинг	Біота: фітопланктон, зоопланктон, бентос, риба	Структурні зміни біоценозів, евтрофікація, токсичне навантаження
Геоінформаційні системи (ГІС) та дистанційне зондування	Берегова лінія, ландшафти, водне дзеркало	Просторова динаміка, зміни площ водного дзеркала, ознаки техногенного забруднення
Гідрологічні та ґрунтознавчі методи	Ґрунти, рівень ґрунтових вод	Засолення, деградація ґрунтів, зміни водного режиму
Ризик-орієнтовані оцінки	Вода, ґрунти, біота, населення	Прогнозування впливу небезпечних чинників, моделювання розповсюдження токсикантів
Інтегральні індекси екологічного стану	Вода	Системна оцінка якості води, антропогенного навантаження
Басейновий підхід	Річковий басейн	Оцінка екологічного стану в контексті взаємодії водних,

		наземних і соціально-економічних систем
Методика визначення розміру шкоди (2022)	Водні об'єкти, екосистеми	Комплексний розрахунок екологічних збитків, концентрацій небезпечних речовин, порушення гідрологічного режиму

Таким чином, методичні підходи до вивчення екологічного стану Каховського водосховища і прилеглих територій після осушення передбачають поєднання гідрохімічних, біологічних, геоінформаційних, гідрогеологічних та ризик-орієнтованих досліджень із використанням інтегрованих показників. Вони забезпечують науково обґрунтовану базу для подальшого планування природоохоронних заходів, відновлення екосистем і мінімізації загроз для довкілля та населення регіону.

РОЗДІЛ 2. ПРАВОВІ АСПЕКТИ ОХОРОНИ ВОДНИХ РЕСУРСІВ

2.1 Законодавча база України щодо охорони водних ресурсів та відновлення водосховищ

Правове забезпечення охорони та раціонального використання водних ресурсів в Україні ґрунтується на системі нормативно-правових актів, які визначають принципи державної політики у сфері водокористування, екологічної безпеки та відновлення водних екосистем. Основним законодавчим документом, що регулює водні відносини в Україні, є Водний кодекс України, який визначає правові, економічні й організаційні засади охорони вод та забезпечення їх раціонального використання [12]. Кодекс встановлює принципи сталого управління водними ресурсами, необхідність запобігання забрудненню, засміченню й виснаженню вод, а також передбачає обов'язкову охорону водних екосистем як важливої складової довкілля.

Водний кодекс визначає басейновий принцип управління водними ресурсами, що передбачає формування басейнових рад та розроблення планів управління річковими басейнами відповідно до екологічних цілей. Такий підхід відповідає міжнародним зобов'язанням України у сфері водної політики та імплементує положення Водної рамкової директиви ЄС (2000/60/ЕС), що акцентує увагу на цілісності водних екосистем і необхідності оцінки їхнього «доброго екологічного стану» [51].

У системі охорони вод значне місце займає законодавство у сфері екологічної безпеки. Правова база передбачає здійснення заходів щодо запобігання аваріям і катастрофам на гідротехнічних спорудах, а також встановлює механізми ліквідації їх наслідків. Постанова Кабінету Міністрів України від 06.06.2023 № 566 визначає виділення фінансування на усунення наслідків руйнування Каховської ГЕС, зокрема на облаштування водогонів та забезпечення населення регіону водою [37]. Цей документ підтверджує розуміння державою масштабу техногенно-екологічних збитків і важливості стабілізації водопостачання для південних територій країни.

Нормативне регулювання діяльності органів, відповідальних за управління водними ресурсами, закріплене в Указі Президента України щодо функції Державного агентства водних ресурсів України, яке виконує координаційні та контрольні повноваження у сфері водного господарства [38]. Діяльність агентства охоплює ведення водного кадастру, регулювання водокористування, впровадження моніторингових програм та участь у міжнародних проєктах із захисту водних ресурсів.

Правові норми, що стосуються екологічного моніторингу та оцінки якості води, визначені також у спеціальних нормативних документах, які регламентують методи контролю, відповідальність користувачів за порушення водоохоронного законодавства та заходи забезпечення екологічної безпеки у водогосподарській сфері. У науковій літературі підкреслюється значення застосування ризик-орієнтованого підходу під час оцінювання впливу техногенних факторів на водні ресурси [33; 36].

Особливо актуальним є правовий аспект відновлення водних екосистем, адже руйнування Каховської ГЕС у 2023 році створило унікальну ситуацію, яка потребує переосмислення правової моделі управління водосховищами. У сучасних дослідженнях наголошується на тому, що відновлення водного об'єкта не може здійснюватися виключно шляхом відтворення попереднього стану, оскільки екологічні процеси та структура ландшафту зазнали суттєвих трансформацій [29; 43]. Підтвердженням цього є позиції екологів щодо необхідності збереження й розвитку природних заплавних територій, які можуть формуватися на місці колишньої акваторії [22; 29].

Також важливим елементом є міжнародно-правовий вимір, оскільки екологічні наслідки руйнування гідроспоруд під час збройної агресії мають ознаки міжнародного екологічного злочину – екоциду. Це потребує подальшого формування нормативної бази притягнення до відповідальності за завдання невідновної шкоди водним ресурсам і довкіллю [41; 43]. Такі питання вже розглядаються в межах воєнно-екологічної експертизи та міжнародних правозахисних ініціатив.

Важливою складовою правового забезпечення є державні стратегічні документи, спрямовані на модернізацію системи водного господарства, захисту водних ресурсів та адаптацію до змін клімату, що стає дедалі важливішим чинником у посушливих регіонах України [49; 61]. Особливої уваги потребує розроблення нового комплексного плану відновлення водних ресурсів Півдня України, включно з розбудовою альтернативних систем зрошення та водозабезпечення.

Таким чином, законодавча база України у сфері охорони водних ресурсів зорієнтована на інтегроване управління водними екосистемами, попередження їх деградації, зміцнення екологічної безпеки й забезпечення сталого водокористування. Водночас руйнування Каховської ГЕС продемонструвало наявність структурних прогалин у правовому регулюванні відновлення гідроекологічних систем після катастрофічних змін. Саме тому важливими є подальше удосконалення законодавства, адаптація його до нових викликів та впровадження сучасних природоохоронних підходів, спрямованих на відновлення природних функцій водних екосистем Півдня України.

2.2 Стратегічні документи та ініціативи щодо відновлення Каховського водосховища

Питання відновлення водних ресурсів Півдня України, зокрема території Каховського водосховища та прилеглих екосистем, набуло винятково важливого державного значення після руйнування Каховської ГЕС у червні 2023 року. Ця подія спричинила наймасштабнішу в історії України техногенно-екологічну катастрофу, що стала прямим наслідком збройної агресії та призвела до порушення цілісності Дніпровського водогосподарського комплексу [29; 32; 39; 41]. У зв'язку з цим виникла необхідність розроблення та реалізації нових підходів до управління водними ресурсами, спрямованих не лише на ліквідацію наслідків катастрофи, а й на формування моделі довгострокового екологічно безпечного розвитку регіону [37; 49].

У нормативних документах зазначається, що відновлення водопостачання населення та ключових об'єктів економіки є першочерговим завданням державної політики. Постанова Кабінету Міністрів України № 566 від 06.06.2023 передбачає фінансування заходів із модернізації водогонів і створення альтернативних систем подачі води для постраждалих населених пунктів [37]. Поряд із цим, актуальною є ініціатива щодо відбудови системи зрошення Півдня України, яка раніше залежала від вод резервуара. У стратегічних документах підкреслюється, що забезпечення аграрного виробництва та продовольчої безпеки неможливе без створення стійкої системи водозабезпечення, пристосованої до сучасних кліматичних змін [35; 49].

Наукові публікації наголошують, що відновлення водосховища не може здійснюватися за застарілими схемами, характерними для радянської гідротехнічної політики, яка орієнтувалася виключно на енергетичні та меліоративні потреби, ігноруючи природні процеси та екосистемні функції річки [15; 40; 43]. Тому в сучасних концепціях ключову роль відіграє екосистемний підхід, який передбачає пріоритетні завдання щодо стабілізації природного стану Дніпра та збереження біорізноманіття [22; 29].

Один зі стратегічних напрямів, визначених у працях українських екологів та науковців гідроенергетичної галузі, – поступове відновлення природного русла Нижнього Дніпра з можливим збереженням значної частини територій у вигляді заплавних екосистем, що існували до формування водосховища [22; 29; 43]. Такі підходи відповідають міжнародній практиці відновлення річкових долин, зокрема досвіду країн ЄС щодо ліквідації екологічно шкідливих штучних водойм і реабілітації заболочених територій. Заплавні ландшафти здатні виконувати природні регуляторні функції: фільтрацію стоку, формування місць нересту, підтримання водно-болотних угідь і кліматичної рівноваги [48; 65].

Поряд із природовідновними концепціями розглядається й варіант реконструкції гідротехнічної інфраструктури з відбудовою Каховської ГЕС,

що дозволило б повернути частину функцій водосховища – зрошення, водопостачання, судноплавство та енергетичну генерацію [18; 37]. Водночас науковці застерігають, що відтворення штучної водойми у попередньому вигляді може спричинити повторення тих самих екологічних проблем: замулення, евтрофікації, втрати природних екосистем, неконтрольованих накопичень токсикантів [24; 48]. Тому рішення щодо цього на пряму має базуватися на повному аналізі ризиків і моделюванні можливих сценаріїв [33; 49].

У комплексі стратегічних рішень важливе місце посідає розроблення плану управління річковим басейном Дніпра, адаптованого до нових умов. У сучасній літературі підкреслюється, що такий план повинен враховувати відсутність частини каскаду, зміну гідрологічних процесів та необхідність відновлення самоочисної здатності річки [11; 15; 50]. Підготовка нового басейнового плану є складовою інтегрованої політики охорони вод, що відповідає принципам Водної рамкової директиви ЄС [51].

Науковці та громадські ініціативи наголошують на потребі розроблення системи воєнно-екологічного моніторингу, що охоплював би території з підвищеним рівнем техногенної та хімічної небезпеки [33; 41; 43]. Для Каховського регіону це особливо актуально через масове оголення донних відкладів, здатних стати джерелом вторинного забруднення та пилової токсичності [29; 39]. До моніторингових програм пропонується залучити дистанційні методи оцінювання стану територій, моделювання екологічних ризиків і прогнозування сукцесійних процесів [5; 10; 56].

Важливим завданням стратегічних документів є визначення потенційних природоохоронних територій, які можуть бути створені на місці колишнього водосховища, зокрема природних заказників або заповідних урочищ [22; 29]. Такі заходи сприятимуть збереженню видового складу флори й фауни, відновленню водноболотних угідь та регуляції гідрологічного балансу Дніпра.

Особливо важливим аспектом є економічно-правове забезпечення майбутніх природовідновних робіт. Система фінансування має формуватися за участю держави, міжнародних партнерів і екологічних фондів, оскільки масштаби збитків перевищують ресурси одного регіону чи одного відомства [37; 41]. Дослідження також акцентують на необхідності розроблення механізмів притягнення до відповідальності за завдання екологічної шкоди, що відповідає принципам міжнародного права у сфері охорони довкілля [43; 41].

Таким чином, нинішні стратегічні ініціативи щодо відновлення Каховського водосховища поєднують комплекс рішень: від екстреного забезпечення водою населення та інфраструктури до системного переосмислення функцій Дніпровського каскаду та перспектив екологічного відновлення річкових екосистем. Усі зазначені підходи демонструють необхідність переходу до інтегрованої моделі управління водними ресурсами Півдня України, що передбачає адаптацію правової бази, відновлення природних процесів і зміцнення екологічної безпеки в умовах тривалих наслідків техногенної катастрофи.

2.3 Дотримання екологічних норм та перспективи вдосконалення правового регулювання

Дотримання вимог екологічної безпеки та охорони водних ресурсів є ключовою умовою забезпечення сталого розвитку України, що особливо актуалізувалося внаслідок руйнування Каховської ГЕС та масштабних змін у водному балансі Півдня країни. Наукові дослідження та результати екологічного моніторингу свідчать, що протягом останніх десятиліть у функціонуванні Дніпровського каскаду існували суттєві порушення комплексного підходу до управління водними ресурсами, зокрема пов'язані з техногенним забрудненням, замуленням, низькою ефективністю контролю за водогосподарською діяльністю та недостатньою інтеграцією екологічних пріоритетів у систему державного управління [11; 14; 48].

Водний кодекс України визначає обов'язковість охорони вод від забруднення та виснаження, регламентує особливий режим використання прибережних та водоохоронних зон і передбачає відповідальність за порушення екологічних норм [12]. Однак у практиці водокористування не всі ці положення виконувалися належним чином. Зокрема, недостатньо ефективно контролювалася діяльність промислових підприємств, що є джерелами скидів забруднюючих речовин у водні об'єкти, та аграрного сектору, на частку якого припадає значний внесок у надходження азотовмісних і фосфатних сполук у водні системи [33; 49].

Проблемним напрямом у сфері екологічного регулювання тривалий час залишалася оцінка впливу проєктів, пов'язаних із гідротехнічними спорудами, на стан довкілля. Починаючи з 2017 року, в Україні замість екологічної експертизи було запроваджено процедуру оцінки впливу на довкілля (ОВД), яка передбачає комплексне вивчення, прогнозування та попередження можливих негативних наслідків планованої діяльності ще на етапі її проєктування. Відповідно до чинного законодавства, ОВД здійснюється до прийняття остаточного рішення щодо реалізації проєкту та включає підготовку спеціального звіту, проведення громадського обговорення, аналіз уповноваженим органом і надання обґрунтованого висновку. Однак на практиці реалізація цієї процедури не завжди забезпечує повноцінне врахування довгострокових екологічних ризиків, оскільки в процесі планування та експлуатації водосховищ Дніпровського каскаду пріоритет часто надавався економічним і технічним чинникам. Це призвело до накопичення системних екологічних проблем, які стали особливо очевидними після знищення нижньої ланки каскаду – Каховської гідроелектростанції.

Особливу увагу дослідники звертають на низький рівень контролю за станом донних відкладів, які протягом десятиліть накопичували токсичні речовини різного походження [8; 48]. Відсутність правових норм, що регулювали б обов'язкове регулярне вивчення потенційно небезпечних накопичень у мулі, сприяла формуванню латентної екологічної загрози, що

проявилася у момент осушення території [29; 39]. Така ситуація вимагає створення нових стандартів моніторингу, адаптованих до умов трансформації водосховищ унаслідок надзвичайних подій.

Воєнні дії та спричинені ними екологічні злочини відкрили ще один масштабний блок проблем – правове регулювання притягнення до відповідальності за завдання нищівної екологічної шкоди. Руйнування Каховської ГЕС у 2023 році стало прикладом потенційного екоциду, що потребує міжнародного правового реагування [41; 43]. Відсутність чітких процедур розрахунку збитків довкіллю в умовах воєнної агресії ускладнює процес компенсації, а також планування відновлення територій [1; 33]. Науковці пропонують удосконалити нормативну базу шляхом запровадження стандартизованих методик оцінки воєнних екологічних збитків, що дозволить формувати юридично верифіковані докази міжнародних злочинів проти довкілля [43].

Після руйнування водосховища актуальним стало питання вдосконалення системи державного моніторингу водних ресурсів. Дослідники вказують на необхідність поєднання класичних гідрохімічних та біологічних методів із сучасними технологіями дистанційного зондування Землі, що забезпечують повноцінний контроль за великими й важкодоступними територіями [5; 10; 56]. Такий підхід має бути нормативно закріплений у державних стандартах моніторингу, щоб забезпечити оперативність і достовірність отриманих даних.

Удосконалення законодавства повинно також включати імплементацію засад сталого управління водними ресурсами, що впроваджуються країнами Європейського Союзу. Зокрема, подальший розвиток басейнового принципу управління дозволить інтегрувати екологічні цілі у систему водокористування та забезпечити координацію між усіма зацікавленими сторонами, у тому числі громадами та екологічними організаціями [50; 51]. У наукових публікаціях наголошується на важливості переходу від відомчо-орієнтованого до

екосистемно орієнтованого управління, яке враховує природні процеси й екологічну цінність водних екосистем [29; 43].

Дотримання екологічних норм також тісно пов'язане з економічним механізмом регулювання природокористування. Підвищення ефективності екологічного контролю потребує удосконалення системи платежів за спеціальне водокористування, штрафних санкцій за забруднення вод та запровадження економічних стимулів для природоохоронних заходів – включно з інвестиціями у відновлення екосистем Каховського регіону [37; 49].

Таким чином, ефективне правове забезпечення охорони водних ресурсів України потребує зміцнення екологічного контролю, удосконалення моніторингових систем, розробки механізмів воєнно-екологічної відповідальності та інтеграції європейських природоохоронних стандартів. Перспективи вдосконалення регуляторної політики мають формуватися відповідно до нової гідроекологічної реальності, яка виникла після руйнування Каховського водосховища і вимагає довгострокових рішень, спрямованих на екологічно безпечне управління водними ресурсами та відновлення природних екосистем Півдня України.

РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ТЕРИТОРІЇ КАХОВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА ПІСЛЯ ОСУШЕННЯ

3.1 Екологічний стан водосховища до підриву дамби та зміни гідрологічного режиму

Аж до 2023 року, коли було зруйновано греблю Каховської ГЕС, Каховське водосховище слугувало однією з ключових ланок Дніпровського каскаду, відіграючи значну функцію у балансі гідрології, екології та господарської діяльності на Півдні України. Воно гарантувало стабільний водний режим у нижній течії Дніпра, активно використовувалося для зрошення сільськогосподарських угідь, водозабезпечення населення та промислових об'єктів, а також функціонувало як рибогосподарський та рекреаційний об'єкт [1].

Конкретний вигляд акваторії Каховського водосховища до 2023 року ілюструє рис. 3.1. Як можна побачити з наведених даних, водосховище відзначалося значною площею водної поверхні, розгалуженою береговою лінією та наявністю неглибоких заток, що створювало сприятливі умови для розвитку водних екосистем.



Рис. 3.1 Каховське водосховище до 2023 року

Гідрологічна система резервуару до підриву греблі диктувалася регульованим стоком Дніпра й підтримуванім рівнем води, який забезпечувався роботою гідротехнічних споруд [10]. Сезонні коливання рівня води були порівняно невеликими, що сприяло формуванню стабільних біоценозів та знижувало ризики затоплення прибережних територій. Водночас, тривале регулювання стоку спричинило порушення природної динаміки річкової системи, уповільнення течії та посилення процесів замулення [14].

Стан якості води у Каховському водосховищі до 2023 року кваліфікувався як помірно забруднений, з тенденцією до погіршення на певних ділянках [48]. Головними джерелами забруднення були стоки від промислових підприємств, комунальних очисних споруд, а також поверхневий стік із сільськогосподарських полів, насичений залишками мінеральних добрив та пестицидів. У воді фіксувалися підвищені концентрації сполук азоту, фосфору, органічних речовин та важких металів, що створювало сприятливі умови для розвитку евтрофікації.

Прояви евтрофікації були характерною рисою екологічного стану водосховища протягом останніх десятиліть його функціонування. Масовий розвиток фітопланктону, «цвітіння» води у літню пору, зменшення прозорості та нестача розчиненого кисню негативно позначалися на функціонуванні водних екосистем [24]. Найбільш вразливими виявилися мілководні ділянки, де спостерігалось інтенсивне накопичення органічних матеріалів на дні та формування зон гіпоксії.

Берегові ландшафти включали поєднання природної рослинності, штучних насаджень та територій, задіяних у господарській діяльності. У прибережній смузі формувалися водно-болотні угіддя, які виконували важливі фільтраційні та біоценотичні функції, підтримуючи самоочищення води та біорізноманіття [15].

При цьому антропогенний тиск на прибережні екосистеми поступово наростає. Інтенсивне використання земель у сільському господарстві,

забудова берегів, рекреаційна активність та несанкціоноване скидання відходів вели до деградації природних біотопів та зниження екологічної стійкості ландшафтів [33].

Іхтіофауна Каховського водосховища до 2023 року вирізнялася значним видовим багатством та промисловою цінністю. У водоймі мешкали представники коропових, судак, щука, лящ, товстолобик, білий амур та інші види [8]. Водосховище слугувало нерестилищем та кормовою базою для багатьох риб, що підтримувало розвиток рибного господарства у цьому регіоні.

Проте, регулювання стоку, замулення та погіршення якості води негативно позначалися на умовах розмноження рибних запасів. Зменшення площ нерестовищ, деградація донних субстратів та дефіцит кисню призводили до скорочення чисельності деяких популяцій [24; 29].

Процеси замулення та формування неглибоких зон у межах водосховища проілюстровано на рис. 3.2. Їхньою причиною було зменшення швидкості течії, накопичення завислих частинок та органічних решток. У донних осадах поступово концентрувалися токсичні елементи, що створювало потенційну загрозу повторного забруднення води [36; 48].



Рис. 3.2 Замулення Каховського Водосховище

Особливу роль у формуванні екологічного стану водосховища відіграла його взаємодія з меліоративними системами Півдня України. Каховське водосховище забезпечувало водопостачання Північно-Кримського, Каховського та інших каналів, які застосовувалися для зрошення великих територій сільськогосподарських угідь [4; 6; 13]. Це сприяло розвитку аграрного сектору, але водночас спричиняло зростання антропогенного навантаження на водні ресурси.

Загалом, екологічний стан Каховського водосховища до руйнування греблі можна оцінити як відносно стабільний, проте вразливий до зовнішніх впливів. Сукупність природних процесів та тривалого антропогенного тиску призвела до накопичення екологічних проблем, серед яких домінуючими були евтрофікація, замулення, деградація біоценозів та погіршення якості води. Ці чинники створили основу для масштабних негативних наслідків після різкого порушення гідрологічного режиму у 2023 році.

3.2 Стан ґрунтів та залишкові хімічні забруднювачі

Зі спустошенням дамби Каховської ГЕС та фактичним висиханням Каховського ставу, завдання визначення стану ґрунтів та накопичених у них хімічних отруйних речовин постало як центральна екологічна потреба. Спадання рівня води оголило значні площі дна та території поблизу берегів, які протягом багатьох років були під водою і куди потрапляли різноманітні хімічні з'єднання та токсичні речовини. Такі зміни створили сприятливі умови для повернення забруднень у активний обіг та суттєвих змін ґрунтового покриву даного краю.

До того, як водойма осушили, упродовж років роботи Каховського водосховища, його донні породи акумулювали не лише природні річкові наноси, а й значну кількість отруйних речовин, зокрема важкі метали, залишки агрохімікатів, пестицидів, промислових домішок та продуктів розпаду органіки, що надходили із водотоків та поверхневого змиву. Ці елементи вбудовувалися у систему «вода – зважені частинки – донні відкладення», де з

часом утворювали стійкі зв'язки з ґрунтовою масою та мулом, формуючи тривалі сховища токсикантів.

Ґрунти, які почали формуватися після осушення, були мішаниною природних ґрунтів цього ареалу (чорноземів та заплавних чорноземних систем), які раніше були під водою, та осадових матеріалів самого водосховища. Склад цих ґрунтів відрізнявся від типового для степової зони: вони мали вищий відсоток дрібних фракцій, органічних речовин та компонентів, здатних до адсорбції, що дозволяло їм надійно утримувати токсичні елементи у своїй товщі.

Згідно з попередніми масштабними наземними та дистанційними вимірюваннями, проведеними українськими дослідниками та агрономічними установами після осушення водосховища, ґрунти на колишньому дні містили високі концентрації важких металів, таких як залізо, марганець, мідь, цинк та кадмій. Ці елементи часто пов'язані із впливом людини – стоками із сільськогосподарських угідь, промисловими викидами та міським стоком – і можуть мати тривалий отруйний вплив на рослинність і живі організми, коли вода звільнила ці землі.



Рис. 3.3 Такири

Після тривалого перебування у воді, органічні речовини та рештки флори пройшли анаеробну деградацію, внаслідок чого ґрунтові прошарки, що

утворилися, містили багато органічної маси та речовин зі слабкою розчинністю. Це спричинило накопичення сполук із потенційною небезпекою та помітним ризиком для подальшого використання таких земель у землеробстві без попереднього знешкодження або відновлення.

У кількох експедиційних виїздах та відборі проб ґрунту ключові показники, що визначали ступінь техногенного забруднення, варіювалися залежно від типу материнської породи, близькості до джерел антропогенного тиску та рельєфу осушеної акваторії. Наприклад, у місцях із високим вмістом зважених частинок, віддаленість від природних течій сприяла утворенню більш однорідних, проте сильніше забруднених ґрунтових шарів, тоді як на рівнинних ділянках концентрація отрут була менш вираженою.

Під час польових робіт також було помітно, що характер забруднення ґрунтів мав певну просторову нерівномірність. У прибережних зонах, де донний шар був тоншим, рівень важких металів виявився нижчим, тоді як у центральній частині колишнього басейну спостерігалось скупчення важких елементів у більших концентраціях. Це відповідає даним дистанційного зондування та аналізу спектральних даних супутникових зображень, які свідчать про різномірну структуру відкладів і подальше формування ґрунтової поверхні після осушення.

Значна увага під час спостережень була приділена оцінці загрози повторного вивільнення токсичних речовин при зміні водного режиму та кліматичних умов. Хоча донні відклади можуть слугувати резервуаром важких металів за умови функціонування водойми, після осушення ці речовини здатні переходити у форму розчинених іонів у ґрунтовому розчині та іноді мігрувати у ґрунтові води, що створює істотну екологічну небезпеку для водних та наземних екосистем. Особливо це стосується ділянок із підвищеною кислотністю або слабкою здатністю ґрунтів до утримання, де важкі метали є більш рухливими.

Ба більше, сам процес осушення стимулював біогеохімічні зміни органічних і неорганічних складових. Органічна речовина, яка тривалий час

перебувала в умовах без кисню, за наявності аерації після осушення могла змінювати свою хімічну структуру, що впливало на розчинність елементів, їхнє переміщення та здатність взаємодіяти з іншими ґрунтовими складниками. Це додавало складнощів до оцінки екологічної небезпеки та визначення методів відновлення постраждалих територій.

У контексті визначення залишків хімічних забруднювачів необхідно також брати до уваги локальні джерела шкідливих домішок – зокрема побутове та господарське сміття, що скапувалося вздовж берегів та прибережної смуги, особливо у зонах з інтенсивною діяльністю людини. Ці матеріали, хоча й не завжди значні за обсягом, могли локально підвищувати концентрацію отруйних сполук та сприяти утворенню локальних «гарячих точок» забруднення після осушення.

Таким чином, стан ґрунтів колишнього дна Каховського водосховища та оточуючих територій після осушення є багатограним наслідком природних та антропогенних процесів, що відбувалися протягом десятиліть існування ставу. Нагромадження залишкових хімічних забруднювачів у ґрунтовому профілі формує серйозні екологічні ризики для майбутнього природоохоронного управління, рекультивації та потенційного використання цих ділянок, вимагаючи подальшого вивчення, тривалого спостереження та застосування комплексних підходів до очищення й відновлення.

У 2023 році чеськими (Індржих Петрлік, Нікола Єлінек, Марсела Чернохова, Мартін Скальський, Мартін Полак) та українськими (Олексій Ангурець, Максим Куш) вченими були проведені відпори проб з дна колишнього Каховського водосховища (рис. 3.4) [68].

Результати досліджень були жахливі (табл. 3.1) [68]:

Найвищі концентрації вуглеводнів C10–C40, миш'яку, хрому, ртуті, поліциклічних ароматичних вуглеводнів (ПАВ), поліхлорованих біфенілів (ПХБ) (як семи індикаторних конгенерів, так і діоксиноподібних ПХБ), а також сумарного вмісту ДДТ були зафіксовані у зразку донних відкладів, відібраному на міському пляжі м. Запоріжжя (позначення L1).



Рис. 3.4 Карта відбору проб ґрунту

Табл. 3.1

Результати лабораторних аналізів

Chemicals	L1	L2	L3	L4	CH	K1	K2	Units	Indicative levels for decontam.
NEC	16 330	718	272	490	354	-	-	mg/kg dm	
Hydrocarbons C10-C40	20 705	2 350	<100	<100	<100	-	-	mg/kg dm	500
Cyanides	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	-	-		22
Acenaphthene	200	0.337	<0.05	<0.05	<0.05	-	-	mg/kg dm	3400
Acenaphthylene	8.13	0.213	<0.05	<0.05	<0.05	-	-	mg/kg dm	
Anthracene	22.4	0.583	<0.05	<0.05	<0.05	-	-	mg/kg dm	17000
Benzo(a)anthracene	78.7	0.816	<0.05	<0.05	<0.05	-	-	mg/kg dm	0.15
Benzo(a)pyrene	35.6	0.456	<0.05	<0.05	<0.05	-	-	mg/kg dm	0.015
Benzo(b)fluoranthene	47.3	1.06	<0.05	<0.05	<0.05	-	-	mg/kg dm	0.15
Benzo(k)fluoranthene	36.8	1.33	<0.05	<0.05	<0.05	-	-	mg/kg dm	1.50
Dibenzo(a,h)anthracene	1.73	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	-	-	mg/kg dm	0.015
Fluorene	1.2	0.312	<0.05	<0.05	<0.05	-	-	mg/kg dm	2300
Fluoranthene	196	2.46	<0.05	<0.05	<0.05	-	-	mg/kg dm	2300
Chrysene	75.8	1.34	<0.05	<0.05	<0.05	-	-	mg/kg dm	210
Indeno(1.2.3cd)pyrene	5.98	0.162	<0.05	<0.05	<0.05	-	-	mg/kg dm	0.15
Naphthalene	5.65	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	-	-	mg/kg dm	3.60
Phenanthrene	45.5	0.746	<0.05	<0.05	<0.05	-	-	mg/kg dm	-
Pyrene	130	2.2	<0.05	<0.05	<0.05	-	-	mg/kg dm	1700
Benzo(g,h,i)perylene	4.45	0.151	<0.05	<0.05	<0.05				-
16 PAHs	895.24	12.166	0	0	0	-	-	mg/kg dm	-
Antimony	1.44	5.83	<0.611	1.92	3.82	-	-	mg/kg dm	31
Arsenic	7.41	24.5	<0.611	2.83	4.24	-	-	mg/kg dm	0.61
Baryum	101	90.9	17.7	74.5	144	-	-	mg/kg dm	15000
Beryllium	0.744	<0.804	<0.611	<0.889	<0.515	-	-	mg/kg dm	160
Cadmium	0.299	10.5	0.484	1.31	0.113	-	-	mg/kg dm	70
Cobalt	6.15	6.75	0.793	3.8	3.48	-	-	mg/kg dm	23
Chromium	26.5	256	14.2	40.4	20.9	-	-	mg/kg dm	0.29
Copper	28.6	55.1	3.56	10	11.1	-	-	mg/kg dm	3100
Lead	23	171	8.73	14.4	12.8	-	-	mg/kg dm	400
Manganese	402	1 820	126	805	222	-	-	mg/kg dm	1800
Mercury	9.99	0.379	<0.050	0.082	<0.050	-	-	mg/kg dm	10
Nickel	11.5	81.9	4.58	9.08	10.8	-	-	mg/kg dm	1500
Selenium	0.521	2.55	<0.611	<0.889	<0.515	-	-	mg/kg dm	390
Silver	<1.33	<1.60	<1.22	<1.77	<1.03	-	-	mg/kg dm	390
Tin	5.4	10.5	2.16	5.64	2.79	-	-	mg/kg dm	47000
DDD	2 467	6.4	0.18	0.45	1.2	0.16	14.2	ng/g dm	2000

DDE	404	8.0	0.24	0.56	2.9	0.058	17.9	ng/g dm	1400
DDT	<0.02	1.4	<0.02	<0.02	0.15	<0.02	32.6	ng/g dm	1700
alfa-HCH	2.3	0.063	0.035	0.067	0.042	0.45	0.40	ng/g dm	77
beta-HCH	8.2	0.19	0.038	0.088	0.074	<0.02	0.98	ng/g dm	270
gama-HCH	9.1	0.041	0.031	0.039	<0.02	0.032	0.13	ng/g dm	520
PCB 28	<0.02	4.35	0.054	0.168	0.183	<0.02	0.036	ng/g dm	110
PCB 52	5.95	3.48	0.054	1.459	0.230	<0.02	0.092	ng/g dm	110
PCB 101	15.1	6.83	0.178	2.730	0.619	<0.02	0.213	ng/g dm	110
PCB 118	17.6	6.99	0.244	3.211	0.821	<0.02	0.269	ng/g dm	110
PCB 138	10.8	4.93	0.228	1.501	0.685	<0.02	0.339	ng/g dm	110
PCB 153	6.08	3.68	0.189	0.944	0.486	<0.02	0.217	ng/g dm	110
PCB 180	1.69	1.12	0.044	0.159	0.113	<0.02	0.122	ng/g dm	110
7 PCB congeners	57.2	31.4	1.0	10.2	3.1	<0.02	1.3	ng/g dm	220
Hexachlorobenzene (HCB)	2.29	10.8	0.172	0.188	0.059	<0.02	0.075	ng/g dm	300
Pentachlorobenzene (PeCB)	1.03	3.31	0.047	0.066	<0.02	<0.02	0.061	ng/g dm	49000
Hexachlorobutadiene (HCBd)	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	ng/g dm	6200
PCDD/Fs – DR CALUX	6	10	3.6	1.4	1.1	<0.2	2.8	pg BEQ/g dm	4.5
Sum of PFASs	<LOQ	0.025	0.100	0.168	0.028	0.104	0.098	ng/g dm	-
Sum of PBDEs	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	ng/g dm	-
Sum of HBCDs	<0.05	2.718	0.094	<0.05	4.339	0.000	51.98	ng/g dm	-
BTBPE	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	ng/g dm	-
DBDPE	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	ng/g dm	-
HBBz	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.662	ng/g dm	-
OBIND	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	ng/g dm	-
PBEB	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	ng/g dm	-
PBT	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	ng/g dm	-
DP	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	ng/g dm	-
Sum of PCNs	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	ng/g dm	-
SCCP C10-C13	<5	<5	<5	<5	<5	57.0	12.2	ng/g dm	-
MCCP C14-C17	<10	191	<10	<10	<10	<10	290	ng/g dm	-

Найвищий рівень трьох ізомерів гексабромциклододекану (HBCD) було визначено у зразку, відібраному з одного з кратерів (K2). Цей бромований антипірен переважно застосовувався у пінополістирольних матеріалах для теплоізоляції будівель. На місці відбору проб також було виявлено залишки пінополістиролу, які вважаються основним джерелом цього забруднювача. Водночас зафіксовані концентрації не є настільки високими, щоб викликати суттєве занепокоєння. У цьому ж зразку (K2) встановлено найвищу концентрацію HBBz; це був єдиний зразок, у якому рівень цього нового

бромованого антипірену (nBFR) перевищував межу кількісного визначення (LOQ). Рівні всіх конгенерів PBDE, DP, а також шести nBFR, поліхлорованих нафталінів (PCNs) і гексахлорбутадієну (HCBD) у всіх зразках донних відкладів були нижчими за межу кількісного визначення.

У зразку донних відкладів L1 серед досліджених зразків зафіксовано найвищі рівні стійких органічних забруднювачів (CO₃) і ртуті, тоді як у зразку L2 виявлено найвищі концентрації важких металів (зокрема кадмію, хрому, свинцю, миш'яку, нікелю, міді та олова), а також гексахлорбензолу (HCB) і пентахлорбензолу (PeCB).

Концентрації пер- та поліфторалкільних речовин (PFAS) у п'яти проаналізованих зразках донних відкладів у межах цього дослідження загалом були низькими; лише в окремих випадках вони перевищували межу кількісного визначення (LOQ).

3.3 Відновлення та трансформація рослинності і тваринного світу

Після осушення Каховського водосховища внаслідок руйнування греблі Каховської ГЕС відбулися масштабні зміни у структурі та функціонуванні природних екосистем на звільнених територіях. Багаторічне перебування земель під водою спричинило формування специфічних донних відкладів, які після висихання стали основою для нового етапу розвитку рослинного і тваринного світу. Відновлення біоти на цих ділянках відбувається в умовах різкої зміни гідрологічного режиму, мікроклімату та ґрунтових характеристик, що істотно впливає на характер сукцесійних процесів.

До підриву дамби Каховське водосховище функціонувало як складна гідроекосистема з розвиненими угрупованнями водної та прибережно-водної рослинності, що виконували важливі екологічні функції. Водна рослинність представлена зануреними, плаваючими та надводними видами, серед яких переважали рдести, елодея, очерет, рогоз, латаття та інші макрофіти. Вони забезпечували природну фільтрацію води, створювали середовище існування для риб і безхребетних, а також стабілізували донні відклади [48].

Прибережні території водосховища були зайняті лучно-болотними та заплавними фітоценозами, які формували перехідні екосистеми між водним і суходільним середовищем. Ці ділянки вирізнялися високою біологічною різноманітністю та слугували місцями гніздування водоплавних птахів, нересту риб і розвитку земноводних [45; 48]. Таким чином, до катастрофи Каховське водосховище виконувало роль важливого біоцентру Південного регіону України.

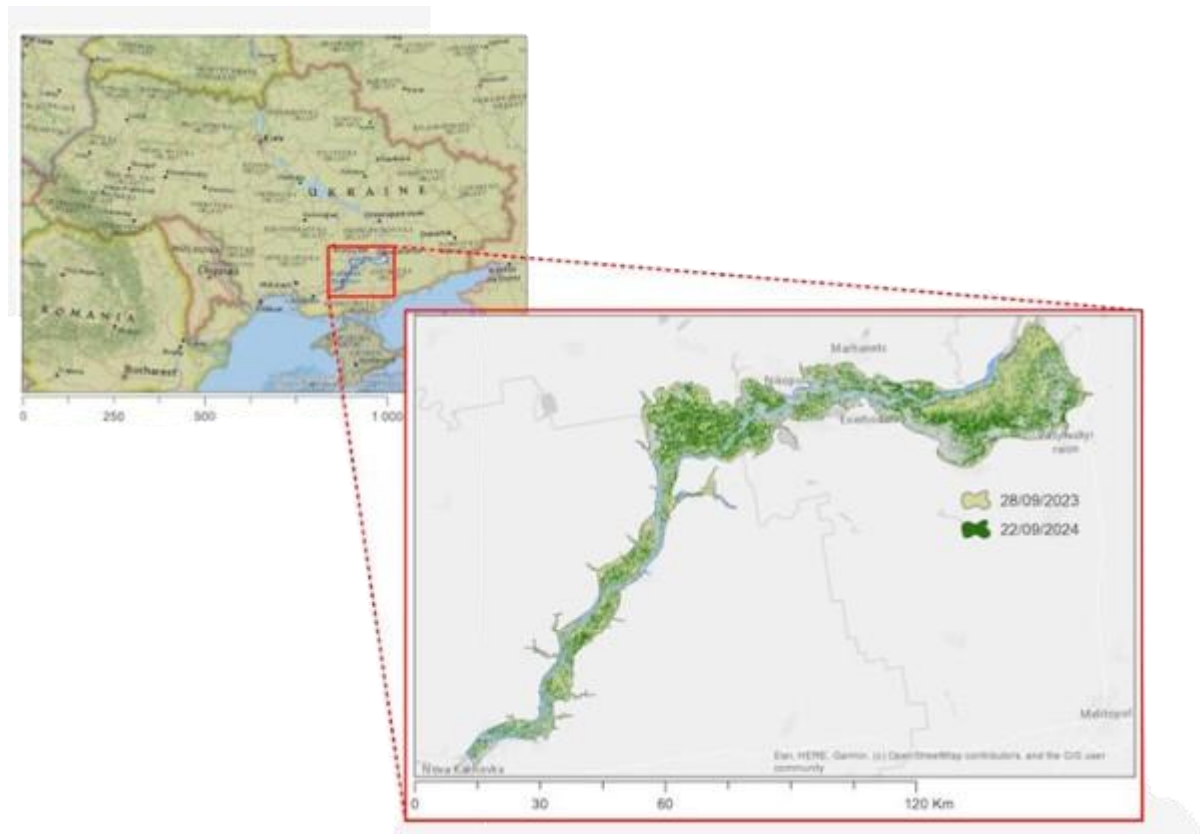
Після осушення акваторії відбулися різкі порушення сформованих біоценозів. Водні екосистеми практично припинили існування, а більшість гідрофільних видів втратили сприятливі умови для розвитку. Занурена і плаваюча рослинність загинула внаслідок зневоднення, тоді як прибережно-болотні угруповання зазнали часткової деградації або трансформації в сухостійні формації [16; 29].

Першими етапами відновлення рослинного покриву на осушених територіях стали процеси первинної та вторинної сукцесії. На відкритих донних відкладах почали формуватися піонерні угруповання, представлені невибагливими трав'янистими видами, здатними швидко колонізувати порушені ділянки. Серед них переважали однорічні бур'яни, злакові та рудеральні рослини, які характеризуються високою екологічною пластичністю та здатністю до інтенсивного насінневого розмноження [27; 48].

У подальшому, зі стабілізацією ґрунтових умов та накопиченням органічної речовини, почали формуватися більш стійкі рослинні угруповання. На окремих ділянках відзначається поява лучних та степових формацій, характерних для південних регіонів України. Водночас у знижених і зволжених місцях зберігаються осередки болотної та напівводної

рослинності, що свідчить про нерівномірність процесів відновлення [16; 32; 49].

Рисунок 3.5. Формування рослинного покриву в ложі водосховища в



період вересень 2023-2024рр.

Важливою особливістю сучасного етапу трансформації флори є поширення інвазійних та синантропних видів, які активно займають порушені території. Такі рослини мають високу конкурентоспроможність і здатні пригнічувати розвиток аборигенних видів, що може негативно впливати на відновлення природної рослинності у довгостроковій перспективі [40; 48].

Зміни у рослинному покриві безпосередньо вплинули на стан тваринного світу регіону. До руйнування греблі водосховище характеризувалося багатим іхтіофауністичним комплексом, представленим коропами, хижими та напівпрохідними видами риб. Водойма виконувала

функції нерестовища, нагульної зони та міграційного коридору для багатьох популяцій [45].

Після осушення значна частина рибних ресурсів була втрачена. Масова загибель іхтіофауни відбулася в перші місяці після катастрофи внаслідок різкого зниження рівня води, підвищення температури та дефіциту кисню. Втрата нерестових і кормових угідь унеможливила природне відновлення багатьох видів без спеціальних природоохоронних заходів [41].

Суттєвих змін зазнали також угруповання безхребетних, земноводних і плазунів. Більшість водних і напівводних видів втратили середовище існування, тоді як наземні та напівпустельні види поступово почали заселяти нові території. Це призвело до перебудови трофічних ланцюгів і зміни структури біоценозів [64].

Орнітофауна регіону також зазнала значних втрат. Осушення водосховища призвело до зникнення багатьох місць гніздування та сезонних зупинок перелітних птахів. Зменшилася чисельність водоплавних і навколоводних видів, тоді як деякі степові та синантропні птахи почали активніше освоювати звільнені простори [29].

Наземні ссавці, зокрема дрібні гризуни, зайцеподібні та хижі види, демонструють поступове відновлення чисельності завдяки формуванню нових кормових угідь. Водночас руйнування прибережних екосистем негативно позначилося на популяціях напівводних ссавців, зокрема ондатри та видри, які втратили звичні місця проживання [29; 64].

У сучасних умовах відновлення біорізноманіття території Каховського водосховища відбувається стихійно, без системної екологічної підтримки. Науковці наголошують, що без впровадження комплексних програм рекультивациі, біомеліорації та охорони природних комплексів існує ризик формування деградованих екосистем зі зниженою стійкістю та обмеженим біорізноманіттям [32].

Перспективним напрямом є створення природоохоронних зон і відновлення елементів заплавних ландшафтів, що сприятиме поверненню

типових для регіону рослинних і тваринних угруповань. Важливу роль відіграє також моніторинг сукцесійних процесів та контроль за поширенням інвазійних видів [55].

Таким чином, відновлення та трансформація рослинності і тваринного світу на території колишнього Каховського водосховища є складним і тривалим процесом, що відбувається під впливом природних та антропогенних чинників. Сучасний стан біоти характеризується високою динамічністю, нестабільністю та значною просторовою неоднорідністю. Подальший розвиток екосистем залежить від ефективності природоохоронної політики, наукового супроводу та реалізації програм екологічної реабілітації регіону.

3.4 Соціально-економічні наслідки осушення території

Осушення Каховського водосховища внаслідок руйнування греблі у 2023 році стало одним із наймасштабніших техногенно-екологічних потрясінь в історії незалежної України, що спричинило комплексні соціально-економічні трансформації на території Півдня держави. Втрата стабільного водного ресурсу суттєво вплинула на функціонування аграрного сектору, промисловості, систем життєзабезпечення населення, транспортної інфраструктури та соціальної сфери.

До катастрофи Каховське водосховище виконувало важливу роль у формуванні господарського потенціалу регіону. Воно забезпечувало зрошення значних площ сільськогосподарських угідь, функціонування промислових підприємств, роботу гідроенергетичного комплексу та стабільне водопостачання населених пунктів Херсонської, Запорізької та Дніпропетровської областей [30]. Наявність розгалуженої меліоративної системи сприяла розвитку інтенсивного землеробства, зокрема вирощуванню овочевих, зернових і технічних культур.

Після осушення водосховища зрошувальні системи втратили основне джерело водопостачання. Це призвело до різкого скорочення площ

зрошуваних земель, зниження врожайності та зростання ризиків деградації ґрунтів. За оцінками фахівців, припинення подачі води через Північно-Кримський та Каховський магістральний канали негативно позначилося на аграрному виробництві не лише Херсонської області, а й суміжних регіонів [41].

Значних втрат зазнала тваринницька галузь, оскільки дефіцит води обмежив можливості утримання худоби, зменшив кормову базу та ускладнив санітарно-гігієнічні умови на фермах. В окремих районах спостерігалось скорочення поголів'я великої рогатої худоби та птиці, що негативно вплинуло на продовольчу безпеку регіону [30].

Втрата гідроенергетичного потенціалу Каховської ГЕС також мала суттєві економічні наслідки. Підприємство забезпечувало частину енергетичних потреб південних регіонів та виконувало функцію регулювання водного режиму. Його знищення спричинило зростання навантаження на інші джерела енергопостачання та потребу в додаткових інвестиціях у відновлення енергетичної інфраструктури [32].

Промислові підприємства, діяльність яких залежала від стабільного водозабезпечення, зазнали істотних ускладнень у виробничому процесі. Дефіцит технічної води вплинув на металургійні, хімічні та харчові підприємства, що спричинило скорочення обсягів виробництва та зниження економічної активності в регіоні [30].

Водопостачання населення стало однією з найбільш гострих соціальних проблем після катастрофи. Осушення водосховища призвело до порушення роботи централізованих систем водозабору, що спричинило перебої з подачею питної води у низці населених пунктів. Особливо складна ситуація склалася у сільській місцевості, де альтернативні джерела водопостачання були обмеженими або відсутніми [41].

Для забезпечення населення водою держава була змушена реалізувати масштабні інфраструктурні проекти з будівництва нових водогонів і насосних станцій, що потребувало значних фінансових ресурсів з державного бюджету

[37]. Ці заходи мали тимчасовий характер і не завжди забезпечували повноцінне покриття потреб усіх громад.

Осушення водосховища негативно позначилося і на зайнятості населення. Скорочення обсягів сільськогосподарського виробництва, зупинка окремих підприємств і деградація рибного господарства призвели до втрати робочих місць. У деяких громадах зросла трудова міграція та соціальна напруга [35].

Суттєвих втрат зазнав і рекреаційно-туристичний потенціал регіону. До катастрофи узбережжя Каховського водосховища використовувалося для відпочинку, рибальства та розвитку місцевого туризму. Після осушення більшість рекреаційних об'єктів втратили привабливість або були зруйновані, що призвело до скорочення доходів місцевих бюджетів [41].

Погіршення екологічної ситуації та соціально-економічних умов життя населення відобразилося на показниках громадського здоров'я. Дефіцит якісної води, запиленість територій, поширення інфекційних ризиків і психологічний стрес негативно вплинули на самопочуття мешканців постраждалих районів [43].

Водночас осушення водосховища створило і певні довгострокові виклики та можливості для трансформації економічної моделі регіону. Науковці зазначають, що відновлення території може базуватися на принципах сталого розвитку, впровадженні водоощадних технологій, розвитку альтернативних джерел енергії та екологічно орієнтованого землекористування [62].

Перспективними напрямками є створення природоохоронних територій, розвиток екологічного туризму, відновлення заплавних ландшафтів та інтеграція регіону у міжнародні програми екологічної реабілітації. Реалізація таких заходів потребує системного державного управління, наукового супроводу та залучення міжнародної фінансової допомоги [58].

Таким чином, соціально-економічні наслідки осушення Каховського водосховища мають комплексний і багаторівневий характер. Вони охоплюють

аграрний сектор, промисловість, енергетику, систему водопостачання, ринок праці та соціальну сферу. Подолання негативних наслідків можливе лише за умови реалізації довгострокової стратегії відновлення регіону з урахуванням екологічних, економічних і соціальних пріоритетів.

РОЗДІЛ 4. ЕКОЛОГІЧНА ТА ПРИРОДООХОРОННА ОЦІНКА

4.1 Основні екологічні проблеми, що виникли після осушення

Спуск води з Каховського резервуару, спричинений руйнацією гідротехнічної конструкції у 2023 році, спричинив значне порушення функціонування природних екосистем на Півдні України. Зміни у гідрологічному режимі, деградація ландшафтів, втрата біорізноманіття, а також посилення техногенних та природних процесів призвели до виникнення ряду екологічних викликів, які мають тривалий та системний характер.

Однією з найкритичніших проблем стало різке зневоднення території й знищення водно-болотних угідь. До цієї катастрофи Каховське водосховище виступало ключовим регулятором водного балансу в регіоні, забезпечуючи зволоження заплавної екосистем та підтримання локального мікроклімату [50]. Після осушення значні площі колишнього водного дзеркала перетворилися на сухі, нестабільні поверхні, які легко піддаються ерозії та дефляції.

Серйозною екологічною проблемою є деградація донних відкладів і ґрунтового покриву. Через тривале накопичення в резервуарі мулу, збагаченого органікою, важкими металами та залишками агрохімікатів, їхнє оголення створило ризик вторинного забруднення повітря, ґрунтів і поверхневих вод [48]. Пил, піднятий вітром, та вітрова ерозія сприяють рознесенню токсичних частинок на великі відстані.

Порушення гідрологічного режиму спричинило зниження рівня ґрунтових вод та активізацію процесів опустелювання. Зменшення вологості ґрунтів, зростання температури поверхні та покриву рослинністю створюють умови для формування аридних ландшафтів у межах регіону, де землеробство й раніше вважалось ризикованим [61].

Суттєвих трансформацій зазнала структура різноманіття живих організмів. Масова загибель рибних запасів, знищення місць для нересту та скорочення кормової бази призвели до різкого падіння біологічної

продуктивності водних екосистем [48]. Значних втрат зазнали популяції рідкісних і зникаючих видів, зокрема птахів, що мешкають на болотах, земноводних та безхребетних, що негативно вплинуло на загальну екологічну рівновагу в регіоні.

Осушення водосховища призвело до фрагментації природних середовищ. Колишні водні й прибережні екосистеми тепер розділені на ізольовані ділянки, що обмежує шляхи міграції тварин та ускладнює відновлення їхніх популяцій [62]. Така ізоляція робить біоту більш чутливою до коливань клімату й впливу людини.

Погіршення якості повітря є ще одним важливим екологічним викликом. Висихання донних відкладів спричиняє утворення пилових аерозолів, що містять солі, важкі метали та органічні домішки. Розповсюдження цих частинок негативно впливає як на здоров'я людей, так і на стан рослинності [43].

Актуальною залишається проблема повторного забруднення водою. Під час дощів і паводків токсичні речовини з оголених донних накопичень потрапляють у річкову мережу, що веде до погіршення якості води у нижній течії Дніпра та в прибережній зоні Чорного моря [48; 58].

Спуск води з резервуару негативно позначився на кліматичних умовах регіону. Скорочення площі водного дзеркала зменшило випаровування, посилило континентальність клімату, збільшило розмах температур та частоту посушливих періодів [61]. Такі зміни загострюють екологічну нестійкість і ускладнюють пристосування природних систем.

Важливою проблемою вважається експансія інвазійних видів рослин і тварин, які швидко колонізують порушені території. Вони витісняють місцеві види, змінюють харчові ланцюги та знижують здатність екосистем протистояти зовнішнім впливам [62].

Серйозну екологічну небезпеку становить накопичення побутових та промислових відходів на осушених ділянках. Недостатній контроль сприяє

утворенню стихійних сміттєзвалищ, що веде до додаткового забруднення ґрунтів та підземних вод [39; 41].

Науковці окремо акцентують увагу на загрозах радіаційного та хімічного забруднення, пов'язаних із можливим переміщенням небезпечних речовин із донних відкладів та техногенних об'єктів у навколишнє середовище [33]. В умовах воєнних дій ці ризики посилюються через обмежені можливості для моніторингу й контролю.

З метою систематизації виявлених екологічних проблем, узагальнення їх причин, проявів та можливих наслідків доцільно подати їх у вигляді узагальнювальної таблиці, що відображає основні напрями екологічної деградації території Каховського водосховища після осушення (Див. Додаток А).

Отже, після осушення Каховського водосховища виник комплекс взаємопов'язаних екологічних проблем, що охоплюють гідрологічний, ґрунтовий, біологічний, атмосферний та ландшафтний аспекти. Їхня значущість та тривалість вимагають впровадження системного природоохоронного менеджменту, науково обґрунтованого нагляду, а також реалізації довготермінових планів екологічної реставрації цієї території.

4.2 Ризики для навколишнього середовища та здоров'я людей

Знищення Каховської ГЕС та подальше висихання водосховища спричинило виникнення багатогранної системи екологічних та соціально-гігієнічних загроз, які зачіпають як стан природного довкілля, так і рівень безпеки проживання мешканців Півдня України. В умовах бойових дій ці потенційні небезпеки мають тенденцію до загострення через обмежені можливості екологічного нагляду, пошкодження інфраструктурних об'єктів та дефіцит доступу до якісних водних ресурсів.

Одним із найкритичніших факторів є погіршення якості як питної, так і побутової води. Після спустошення водосховища значна частина населених пунктів позбулася стабільних джерел централізованого водопостачання, що

змусило людей користуватися альтернативними, нерідко недостатньо знезараженими водними запасами [37]. Вторинне забруднення водних об'єктів (як поверхневих, так і підземних) важкими металами, нітратами, нафтопродуктами та залишками агрохімікатів створює ризик кумуляції токсичних речовин в організмі людини [48].

Серйозну загрозу несе і поширення інфекційних та паразитарних хвороб. Залишкові стоячі водні дзеркала, заболочені території та місця скупчення органічних відходів формують ідеальні умови для розмноження патогенних мікроорганізмів та переносників інфекцій [43]. Відомості з наукових та медійних джерел свідчать про зростання загрози епідемії кишкових інфекцій, лептоспірозу, гепатитів та інших захворювань, пов'язаних із забрудненням води.

Зниження якості атмосферного повітря також є важливим чинником ризику для здоров'я населення. Висихання мулу призводить до утворення пилових хмар, насичених солями, мікроелементами та токсичними сполуками. Під час сильних вітрів ці зважені частинки переміщуються на значні відстані, потрапляючи у дихальні шляхи та спричиняючи загострення респіраторних та серцево-судинних недуг [43].

Не меншу небезпеку являє собою потенційне хімічне забруднення ґрунтів та сільськогосподарських угідь. Донні відкладення водосховища протягом багатьох років накопичували важкі метали, феноли, залишки мінеральних добрив та пестицидів, які після осушення включаються у природні цикли міграції [48]. Включення цих речовин у харчові ланцюги (сільськогосподарська продукція) підвищує ризик виникнення хронічних інтоксикацій та онкологічних захворювань.

Ключовим фактором є також деградація екосистемних послуг, які раніше надавало водосховище. До них належали регуляція мікроклімату, природне очищення води, підтримка біорізноманіття, рекреаційний потенціал та формування сприятливого життєвого середовища [49]. Втрата цих функцій

спричиняє збільшення психологічного та фізіологічного навантаження на громади, знижуючи якість життя та спричиняючи соціальну нестабільність.

Особливої уваги потребують техногенні загрози, пов'язані з руйнуванням чи пошкодженням промислових об'єктів, систем водовідведення, очисних споруд та сховищ небезпечних матеріалів. Внаслідок руйнування відповідної інфраструктури можливе неконтрольоване потрапляння шкідливих речовин у довкілля [43]. В умовах воєнного стану оперативне усунення таких наслідків ускладнюється через обмеженість ресурсів та фахівців.

Загрози для здоров'я людей загострюються під впливом соціально-економічних чинників. Втрата працевлаштування, скорочення рівня доходів, вимушене переміщення та психоемоційне напруження негативно впливають на загальний стан населення, знижуючи його здатність до адаптації [37]. Це робить людей більш уразливими до впливу несприятливих екологічних умов.

Наукові дослідження підтверджують, що тривале перебування в екологічно погіршеному середовищі сприяє зростанню захворюваності на недуги органів дихання, серця, судин, травного тракту та опорно-рухової системи [36; 49]. Найбільш вразливими групами є діти, літні люди та особи із вже наявними хронічними патологіями.

Належний напрямок у сфері мінімізації цих ризиків — це розвиток системи екологічного та медико-санітарного нагляду. Регулярне відстеження показників якості води, повітря, ґрунтів та харчових продуктів дозволяє вчасно ідентифікувати небезпечні зміни та запобігти розвитку масштабних негативних наслідків [33].

Таблиця 4.1

Ризики для навколишнього середовища та здоров'я людей

Тип ризику	Джерело / причина	Потенційні наслідки для довкілля	Потенційні наслідки для здоров'я людей
Погіршення якості води	Осушення водосховища, відсутність стабільного	Вторинне забруднення води важкими металами, нітратами,	Кумуляція токсичних речовин, інтоксикації, ризик епідемій кишкових

	централізованого водопостачання	нафтопродуктами, агрохімікатами	інфекцій, лептоспірозу, гепатитів
Розмноження патогенних мікроорганізмів	Залишкові водні дзеркала, заболочені території, органічні відходи	Погіршення якості водних та наземних екосистем	Поширення інфекційних та паразитарних хвороб
Погіршення якості повітря	Висихання мулу, утворення пилових хмар	Забруднення атмосферного повітря мікроелементами та токсичними сполуками	Загострення респіраторних та серцево-судинних захворювань
Хімічне забруднення ґрунтів та сільськогосподарських угідь	Донні відкладення водосховища, накопичені токсини	Включення шкідливих речовин у природні цикли, деградація ґрунтів	Хронічні інтоксикації, ризик онкологічних захворювань через продукти харчування
Втрата екосистемних послуг	Осушення водосховища	Зменшення біорізноманіття, погіршення мікроклімату, втрата рекреаційного потенціалу	Психологічне та фізіологічне навантаження на населення, соціальна нестабільність
Техногенні загрози	Руйнування промислових об'єктів, систем водовідведення, очисних споруд	Потрапляння шкідливих речовин у довкілля	Загроза отруєнь, аварійних ситуацій, погіршення санітарної безпеки
Соціально-економічні чинники	Втрата працевлаштування, зниження доходів, переміщення, стрес	-	Підвищена вразливість до негативного впливу екологічних факторів, погіршення адаптації, зростання захворюваності

Осушення Каховського водосховища спричинило мультифакторну загрозу для екологічного та соціального середовища регіону. Ризики охоплюють гідросферу, атмосферу, ґрунти, біологічні системи та соціально-економічну сферу. Для їх мінімізації необхідно запровадити інтегрований екологічний та медико-санітарний контроль, включаючи моніторинг води, повітря, ґрунтів та харчових продуктів, а також комплексні заходи з охорони здоров'я населення.

Отже, осушення Каховського водосховища сформувало комплексний набір загроз для довкілля та людського здоров'я, що охоплює гідросферу, атмосферу, педосферу, біологічні системи, а також соціально-економічний простір. Системний характер цих загроз вимагає запровадження інтегрованого підходу до управління екологічною безпекою, поєднання наукових пошуків, правового регулювання та конкретних заходів із захисту природи та населення регіону.

4.3 Пропозиції щодо відновлення екосистеми та покращення екологічного стану території

Ревіталізація екологічної системи Каховського гідросховища та територій, що його оточують, являє собою багатогранне завдання, яке вимагає синтезу екологічних, інженерних, соціально-економічних та юридичних кроків. Враховуючи масштаб змін, що відбулися у природному оточенні, першочерговим завданням постає формування науково обґрунтованого плану реабілітації цього регіону, базуючись на засадах сталого розвитку та забезпечення екологічної безпеки.

Одним із пріоритетних напрямків є відновлення гідрологічного режиму цієї місцевості. Фахівці наголошують на потребі поступового поновлення водного балансу через ремонт гідротехнічних споруд, створення системи локальних водойм, мережі каналів та об'єктів для регулювання водного стоку [18; 41]. Такі дії допоможуть стабілізувати рівень ґрунтових вод, приборкати процеси, що ведуть до опустелювання, та покращити мікрокліматичні умови.

Критично важливим кроком є рекультивація деградованих земель. Осушені донні відкладення та ґрунти, що втратили свої властивості, потребують всебічного відновлення із застосуванням агротехнічних, хімічних та біологічних методів [48]. Буде доцільним використання фітомеліорації, зокрема висадка рослин, що здатні акумулювати надлишок солей і важких металів, що сприятиме природному очищенню ґрунтів та поверненню їхньої родючості.

Повернення рослинного покриву є необхідною умовою для стабілізації утвореної екосистеми. Формування природних та напівприродних спільнот з використанням флори, притаманної цій місцевості, дозволить зменшити ерозію, врегулювати водний баланс і створити умови для повернення фауни [49]. Особливої уваги заслуговує розбудова прибережних захисних лісосмуг, полезахисних смуг і екологічних коридорів.

Не менш вагомим аспектом є відновлення біорізноманіття. Для цього необхідно створити умови, що сприяють природному переміщенню видів, заснувати природоохоронні зони, біосферні резервати та екологічні мережі [49]. У певних ситуаціях доцільним може бути впровадження програм штучного розведення рідкісних та зникаючих видів під наглядом наукових інституцій.

Значний внесок у поліпшення екологічного стану території робить модернізація систем, що забезпечують водопостачання та водовідведення. Впровадження сучасних рішень для очищення стічних вод, оновлення каналізаційних мереж та контроль за промисловими викидами сприятимуть зниженню антропогенного тиску на водні ресурси [37].

Повноцінне відновлення є неможливим без розвитку системи екологічного нагляду. Регулярне відстеження стану води, атмосферного повітря, ґрунтів та живої природи дає змогу оперативно реагувати на негативні зрушення та коригувати природоохоронні заходи [21; 33]. Варто створити уніфіковану регіональну платформу для збору інформації з відкритим доступом до екологічних даних.

Вагомим елементом є покращення правового та управлінського забезпечення процесів ревіталізації. Потрібно розробити цільові регіональні програми реабілітації, забезпечити стабільне фінансування та чітко визначити відповідальність між різними рівнями влади [41; 43]. Слід зосередити увагу на узгодженні національного законодавства з міжнародними екологічними стандартами.

Соціальний вимір відновлення також має велике значення. Залучення місцевих мешканців до природоохоронних ініціатив, стимулювання екологічного підприємництва, створення нових робочих місць у сферах рекультивації та відновлюваної енергетики допоможе підвищити рівень життя та сформуванню свідомого ставлення до довкілля [18; 40].

Перспективним напрямком є впровадження принципів "зеленої" економіки та рішень, орієнтованих на природу. Використання підходів, що базуються на функціях екосистем, відновлення водно-болотних угідь, створення штучних рифів та біоплато дозволяє поєднати економічну рентабельність зі збереженням природного капіталу [21; 49].

Міжнародна взаємодія відіграє ключову роль. Залучення міжнародних експертів, фінансової підтримки та сучасних технологій від закордонних організацій сприятиме підвищенню якості відновлювальних проєктів та їхньому швидшому втіленню [33; 43]. Участь України у світових екологічних ініціативах забезпечує інтеграцію регіону у глобальну систему сталого розвитку.

Отже, відновлення екосистеми Каховського водосховища має реалізовуватися на засадах всеохоплюючого підходу, який об'єднує гідрологічне поновлення, рекультивацію земель, відновлення біорізноманіття, модернізацію інфраструктури, розвиток системи моніторингу та активну участь громади. Реалізація запропонованих кроків створить основу для стабілізації екологічної ситуації на цій території, посилення екологічної безпеки та формування раціонального природокористування в регіоні.

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці та безпека життєдіяльності становлять невіддільну частину професійної діяльності фахівців, задіяних у процесах вивчення, контролю та відновлення екосистеми Каховського водосховища та територій навколо нього. Роботи у зоні екологічної катастрофи вирізняються підвищеною загрозою, що зумовлено поєднанням ризиків природного, техногенного та суспільного характеру. З огляду на це, забезпечення безпечних умов праці й збереження здоров'я залучених осіб набуває першочергового значення.

Головна мета охорони праці полягає у формуванні безпечного та нешкідливого робочого середовища, унеможливленні виробничих травм, професійних хвороб та аварій. Діяльність у межах акваторії колишнього Каховського водосховища включає проведення експедиційних досліджень, збір зразків ґрунтів та води, геодезичні вимірювання й екологічний нагляд, які неминуче супроводжуються впливом шкідливих та небезпечних чинників.

До головних загроз належать: підвищена концентрація пилу у повітрі, присутність отруйних речовин у ґрунтах та донних наносах, потенційне радіаційне й хімічне забруднення, нестійкість ґрунтового покриву, загроза зсувів і просідань, а також небезпека вибухонебезпечних предметів у районах близько до лінії зіткнення. Додатково, робітники можуть відчувати несприятливий вплив погодних умов, зокрема сильної спеки влітку та переохолодження взимку.

Під час виконання дослідницьких та реставраційних завдань вирішальну роль відіграє неухильне дотримання санітарно-гігієнічних нормативів. Робочі зони мають бути забезпечені належним рівнем освітлення, вентиляції, доступом до питної води та місцями для відпочинку. Особлива увага має приділятися заходам профілактики інфекційних захворювань, які можуть поширюватися через контакт із забрудненими водними ресурсами та ґрунтами.

Для мінімізації впливу небезпечних елементів, персонал повинен бути оснащений засобами індивідуального захисту (ЗІЗ), включаючи захисний одяг, рукавиці, респіратори, захисні окуляри та спеціалізоване взуття. Регулярне використання цих засобів сприяє скороченню ризику ураження токсичними речовинами, механічними травмами та негативними впливами довкілля.

Важливою складовою системи охорони праці є організація інструктажів та навчання кадрів щодо правил безпеки. Перед початком будь-яких робіт співробітники зобов'язані пройти вступний, первинний та періодичні інструктажі, а також тренінги з надання першої невідкладної допомоги. Це сприяє підвищенню усвідомлення відповідальності та бойової готовності у кризових ситуаціях.

Особливої уваги заслуговує психоемоційний стан персоналу, адже праця в умовах екологічної катастрофи та військових загроз може спричинити емоційне виснаження, стрес та професійне вигорання. З метою протидії цьому, варто впроваджувати програми психологічної підтримки, встановлювати раціональний графік роботи та відпочинку, а також застосовувати ротацію кадрів.

Безпека життєдіяльності місцевого населення, яке проживає у прилеглих районах, також є значущим питанням. Зменшення рівня води у водосховищі спричинило трансформацію природних умов, збільшення запиленості, розповсюдження алергенів, та зростання ризику забруднення питної води. Відповідно, необхідно інформувати громаду про потенційні ризики та методи їх уникнення, гарантувати доступ до якісної питної води та медичного обслуговування.

У процесі виконання завдань у зоні колишнього водосховища мусять бути розроблені чіткі плани реагування на надзвичайні події, як-от аварії, випадки травматизму, виявлення ВМП чи різке погіршення екологічної ситуації. Наявність таких алгоритмів дій дозволяє швидко реагувати на загрози та мінімізувати потенційні збитки.

Таким чином, забезпечення охорони праці та безпеки життєдіяльності під час оцінки та відбудови території Каховського водосховища має комплексний підхід, що охоплює організаційні, технічні, санітарно-гігієнічні та соціально-психологічні заходи. Локалізація цих заходів є наріжним каменем для збереження життя та здоров'я працівників, підвищення результативності наукової і практичної роботи, а також забезпечення стійкого розвитку всього регіону.

ВИСНОВКИ

У процесі виконання дослідження було здійснено ґрунтовний аналіз сучасних наукових публікацій, монографій, аналітичних звітів і нормативних документів, присвячених проблемам функціонування та деградації водосховищ Дніпровського каскаду. Встановлено, що більшість досліджень зосереджені на питаннях зарегулювання стоку Дніпра, накопичення забруднювальних речовин у воді та донних відкладах, процесах евтрофікації, зменшенні біорізноманіття та порушенні природних механізмів самоочищення водних екосистем. Узагальнення наукових підходів дозволило визначити основні закономірності формування екологічного стану Каховського водосховища та окреслити ключові напрями його трансформації.

У ході роботи детально охарактеризовано природні умови та гідрографічні особливості Каховського водосховища, зокрема його просторові параметри, водний режим, сезонні коливання рівнів води, взаємодію з підземними водами та роль у формуванні мікроклімату прилеглих територій. Встановлено, що створення водосховища призвело до істотної перебудови природних ландшафтів, підтоплення значних площ заплавних земель, зміни структури ґрунтового покриву та формування штучних водно-болотних угідь. Тривала експлуатація гідротехнічної споруди зумовила поступове накопичення екологічних проблем, пов'язаних із замуленням, деградацією берегів і змінами біогеохімічних процесів.

Аналіз фізико-хімічних показників якості води засвідчив, що протягом багатьох років у водосховищі фіксувалися підвищені концентрації сполук азоту та фосфору, органічних речовин, нафтопродуктів і важких металів. Це сприяло розвитку процесів евтрофікації, масового «цвітіння» води, зниження прозорості та погіршення кисневого режиму. Дослідження біологічних показників підтвердили скорочення чисельності окремих видів риби, зміну видового складу планктону й бентосу, зменшення природної здатності екосистеми до саморегуляції та відновлення.

У ході дослідження встановлено, що основними джерелами антропогенного навантаження на Каховське водосховище були промислові підприємства, об'єкти енергетики, аграрний сектор, комунальні системи водовідведення та транспортна інфраструктура. Значну роль у забрудненні відігравали змиви мінеральних добрив і пестицидів із сільськогосподарських угідь, недостатньо очищені стічні води населених пунктів, а також накопичені за десятиліття донні відклади, насичені токсичними речовинами. Сукупна дія цих чинників призводила до хронічного перевантаження водної екосистеми.

Оцінка динаміки змін стану водного середовища за останні роки свідчить про поступове зростання екологічної нестабільності, яке посилилося в умовах кліматичних змін, зменшення водності Дніпра та зростання температури повітря. Особливо негативний вплив на екосистему мав підрив дамби Каховської ГЕС у 2023 році, що призвів до різкого порушення гідрологічного режиму, осушення значних площ, деградації водно-болотних угідь, загибелі водних організмів та формування нових осередків пилового та хімічного забруднення.

На основі результатів дослідження обґрунтовано необхідність реалізації комплексної системи заходів із відновлення та поліпшення екологічного стану території. До пріоритетних напрямів належать створення ефективної системи державного та регіонального моніторингу, модернізація очисних споруд, зменшення скидів забруднюючих речовин, рекультивація деградованих земель, відновлення природних водно-болотних угідь і прибережних екосистем. Важливим є також застосування басейнового принципу управління водними ресурсами та узгодження природоохоронних заходів на міжрегіональному рівні.

Особливого значення набуває розроблення науково обґрунтованих програм екологічної реабілітації з урахуванням воєнних пошкоджень, техногенних ризиків і соціально-економічних потреб населення. Доцільним є залучення міжнародного досвіду, інвестиційних ресурсів і громадських організацій до процесів відновлення території колишнього водосховища.

Практичне значення проведеного дослідження полягає у можливості використання отриманих результатів для планування природоохоронних заходів, підготовки екологічних програм розвитку регіону, вдосконалення системи управління водними ресурсами та підвищення рівня екологічної безпеки. Матеріали роботи можуть бути використані у навчальному процесі, наукових дослідженнях і практичній діяльності екологічних служб.

Отже, результати дослідження підтверджують, що екологічний стан Каховського водосховища та прилеглих територій є наслідком тривалої взаємодії природних і антропогенних чинників, посилених воєнними подіями. Відновлення екосистеми потребує системного, науково обґрунтованого та довгострокового підходу, спрямованого на забезпечення екологічної рівноваги, збереження природних ресурсів і сталого розвитку Півдня України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. А. В. Мартюхін, Н. О. Волошина. Екологічні наслідки руйнування каховського водосховища, протидія терористичним актам у міському середовищі: збірник матеріалів Наукового форуму. Навчально-науковий інститут права та політології УДУ імені Михайла Драгоманова (м. Київ, 21 червня 2023 р.). – Київ : Вид-во УДУ імені Михайла Драгоманова, 2023. С. 271-272
2. Антропогенний вплив війни на водні ресурси: аналіз та потенційні шляхи відновлення / І. Циганенко-Дзюбенко та ін. Проблеми хімії та сталого розвитку. 2024. № 3. С. 51–59. URL: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-3-7> (дата звернення: 28.11.2025).
3. Бажан О. Каховське водосховище: історія створення та наслідки. – 2023. – URL: <https://nasplib.isoftware.kiev.ua/server/api/core/bitstreams/52d3f40a-59b2-44a3-87f3-6c8d51eb397c/content> (дата звернення: 28.11.2025).
4. Барановський, Б. О., Дем'янов, В. В., & Кармизова, Л. О. ПРОБЛЕМИ КАХОВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА. Матеріали регіональної науково-практичної конференції (22 березня 2024 р.) [Текст]: [До Всесвітнього дня води]. – Дніпро: ДДАЕУ, 2024. – 112 с. Матеріали збірника наукових праць друкуються за результатами проведення регіональної науково-практичної конференції 22 березня 2024 р., 10.
5. Беленок В. Ю., Деркач Д. І., Руль Н. В. Використання аерокосмічних методів та методів обробки даних дистанційного зондування Землі для екологічного моніторингу Каховського водосховища. Вісник Астрономічної школи. 2017. Т.13, № 1. С. 54-63.
6. Боголюбов В. М., Клименко М. О. Моніторинг довкілля : підручник / за ред. В.М. Боголюбова, Т.А. Сафранова. Херсон, 2016. 530 с.
7. Боярин М. В., Нетробчук І. М. Основи гідроекології: теорія й практика : навч. посіб. Луцьк : Вежа-Друк, 2016. 365 с. URL: <https://evnuir.vnu.edu.ua/bitstream/123456789/11832/1/Гидроekolohiia.pdf> (дата звернення: 01.11.2025)

8. Бреус Д. С. Дослідження екологічного стану акваторії Каховського водосховища. Водні біоресурси та аквакультура. Херсон, 2020. № 2. С. 9–19
9. Вишневський В. І. Експлуатація Дніпровських водосховищ: проблеми сьогодення. Регіональні проблеми України: географічний аналіз та пошук шляхів вирішення : матеріали всеукр. наук.-практ. конф., (23-25 вересня 2009 р.). Херсон : ПП Вишемирський, 2009. С. 77-83.
10. Вишневський В. І., Шевчук С. А. Використання даних дистанційного зондування Землі у дослідженнях водних об'єктів України. Київ: Інтерпрес ЛТД, 2018. 116 с.
11. Вишневський В. І., Шевчук С. А., Кравцова О. Й. Закономірності змін якості води за течією Дніпра. Меліорація і водне господарство. Київ : НААНУ, 2017. Вип. 106. С. 33-42.
12. Водний кодекс України. 1995 (зі змінами і доповненнями протягом 2000-2017 рр.). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80#Text> (дата звернення: 08.11.2025)
13. Водосховища Дніпра. URL: http://uanature.ulcraft.com/reservoir_dnepr (дата звернення: 28.11.2025).
14. Горбачова Л. О. Багаторічні тенденції річного стоку річок України та його кліматичних чинників. Гідрологія, водні ресурси. Київ, 2016. Вип. 269. С. 94-106.
15. Гребінь В. В., Хільчевський В. К., Сташук В. А., Чунар'юв О. В., Ярошевич О. С. Водний фонд України: Штучні водойми – водосховища і ставки: Довідник. Київ : Інтерпрес ЛТД, 2014. 164 с.
16. Гринчук Ю. С. Екологічні наслідки знищення Каховського водосховища для Півдня України. – 2024. – URL: <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/18176/1/42-44.pdf> (дата звернення: 28.11.2025).

17. Домбровський К. О. Гідробіологічні особливості водойм верхів'я Каховського водосховища в умовах антропогенного забруднення. Запоріжжя : Вісн. Запорізьк. нац. ун-ту. 2006. С. 64–70.
18. Дупляк, В., Величко, С., & Дупляк, О. (2023). Наслідки руйнування каховського водосховища для зрошення та водопостачання півдня України. Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки, (44), 19–28.
19. Екологічний паспорт Запорізької області, 2020 р. <https://www.zoda.gov.ua/article/2557/ekologichniy-pasport-zaporizkoji-oblasti-za2020-rik.html> (дата звернення: 09.11.2025)
20. Зуб Л. М., Томільцева А. І., Томченко О. В. Оцінка стану водоохоронних територій із використанням методів дистанційного зондування Землі (на прикладі Дністровського комплексу ГЕС та ГАЕС). Гідроенергетика України. Київ, 2016. № 3–4. С. 51–56.
21. Ісаєнко В. М., Лисиченко Г. В. Моніторинг і методи вимірювання параметрів навколишнього середовища : навчальний посібник. Київ : НАУ-друк, 2016. 312 с
22. Карамушка В. І., Адаменко О. М. До питання про рибопродуктивну екосистемну послугу Каховського водосховища // Природничі науки: проекти, дослідження, перспективи. – 2023. – С. 70. – URL: file:///C:/Users/emachines/Desktop/декабрь%202025/05.12.2025/Матеріали_к_конференції_2023_грудень_ЛНУ_ШЕВЧЕНКО.pdf (дата звернення: 28.11.2025).
23. Кобилецька, Т. В., Гуменюк, Г. Б., Чень, І. Б., & Прокоп'як, М. З. (2024). ВОДА ПОВЕРТАЄТЬСЯ В КАХОВСЬКЕ ВОДОСХОВИЩЕ. Редакційна колегія, 379.
24. Колісник, А. В., Кузьміна, В. А., Лепіх, Т. Д. Оцінка сучасного екологічного стану Каховського водосховища. Збалансоване природокористування, Київ, 2021 №1, С. 92-101.

- 25.Корягіна О. С. Визначення приходних складових водного балансу Каховського водосховища. Український гідрометеорологічний журнал. Одеса :ОДЕУ, 2015. №16. С. 209-214.
- 26.Кравчук А. М., Капленко Г. Г., Беліков А. С., Дмитрюк С. П. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях в дипломних роботах студентів: методичні рекомендації. Дніпро, 2015. 17 с.
- 27.Лянзберг О. В. Комплексна екологічна оцінка якості води наприкладі Каховського водосховища. Чисте місто. Чиста ріка. Чиста планета :збірка тез та наук. статей за мат. IV між. еколог. фор. Херсон : ХТПП, 2012. С.153–157.
- 28.Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України <https://mepr.gov.ua/> (дата звернення: 06.12.2025)
- 29.Мойсієнко І. І., Ходосовцев О. Є., Василюк О. В., Пархоменко В. В., Русін М. Ю., Вітер С. Г. ... Філюта К. О. Наслідки російського теракту на Каховській ГЕС для дикої природи – 2023. – С. 151–158.
- 30.Обухов Є. В. Оцінка комплексного використання водних ресурсів каховського водосховища за 60 років експлуатації. Економіка України. 2017. №1(662). С. 31–40.
- 31.Опара Н. М. Каховська ГЕС: історія та наслідки російського екоциду // Редакційна колегія. – 2024. – С. 61. – URL: <http://elcat.pnpu.edu.ua/docs/%D0%91%D0%96%D0%942024.pdf#page=62> (дата звернення: 28.11.2025).
- 32.Осадчий В. І. Каховське водосховище після катастрофи: сучасний стан, виклики та стратегія відновлення. *Visnik Nacional noi akademii nauk Ukraini*. 2025. № 7. С. 62–68. URL: <https://doi.org/10.15407/visn2025.07.062> (дата звернення: 28.11.2025).
- 33.Оцінка техногенно-екологічної безпеки водотоку за показниками ризику в умовах воєнної небезпеки / В. Л. Безсонний та ін. *Technogenic and ecological safety*. 2022. Т. 12(2/2022). С. 72–79.

- URL: <https://doi.org/10.52363/2522-1892.2022.2.9> (дата звернення: 28.11.2025).
34. Паламарчук М. М., Закорчевна Н. Б. Водний фонд України: Довідковий посібник. 2-е вид., доп. Київ : Ніка-Центр, 2006. 320 с.
35. Підрив Каховської ГЕС: наслідки для агросектору та екології Півдня України. URL: <https://latifundist.com/cards/73-pidriv-кахovskoyi-ges-naslidki-dlyaagrosektoru-taekologiyi-pivdnya-ukrayini> (дата звернення 09.11.2025).
36. Пічура В. І. Аналіз захворюваності населення та екологодемографічні аспекти землекористування на території басейну Дніпра. Вісник Житомирського національного агроекологічного університету. 2017. № 2 (61).Т.1. С. 95–104.
37. Про виділення коштів з фонду ліквідації наслідків збройної агресії для реалізації експериментального проекту з будівництва магістральних водогонів Карачунівське водосховище - Кривий Ріг - Південне водосховище, Марганець - Нікополь, Хортиця (ДВС2) - Томаківка у зв'язку з необхідністю ліквідації негативних наслідків, пов'язаних із знищенням Каховської гідроелектростанції : Постанова Каб. Міністрів України від 06.06.2023 № 566 : станом на 11 лют. 2025 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/566-2023-п#Text> (дата звернення: 28.11.2025).
38. Про Положення про Державне агентство водних ресурсів України : Указ Президента України від 13.04.2011 № 453/2011 : станом на 22 черв. 2019 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/453/2011#Text> (дата звернення: 28.11.2025).
39. Проблеми з водозабезпеченням, екологією, інфекції, втрати рідкісних тварин: еколог про наслідки підриву Каховської ГЕС. URL: <https://suspihne.media/498772-problemi-zvodozabezpecennam-ekologiyeu-infekciivtrati-ridkisnih-tvarin-ekolog-pro-naslidki-pidrivukahovskoi-ges/> (дата звернення 09.11.2025).

40. Романенко В. Д. Дніпровські водосховища, їхнє значення та проблеми. Гідробіологічний журнал. 2018. № 54 (1). С. 3–12
41. Руйнування Каховської ГЕС – техногенна, екологічна та соціальна катастрофа. URL: <https://nubip.edu.ua/node/129255> (дата звернення 09.11.2025).
42. Станкевич, С. А., Пестова І. О. Геоінформаційний сервіс оброблення даних для оцінювання стану рослинності урбанізованих територій. Вісник геодезії та картографії, Київ, 2014. №3, С. 23-26.
43. Стахів Є., Демиденко А. Визначення, оцінка та розрахунок воєнної шкоди довкіллю України // Світогляд. – 2023. – №4 (102). – С. 17–21.
44. Стефанишин Д., Бенатов Д. Катастрофа на Каховському водосховищі: причини та наслідки, які не обговорюють. – 2023. – URL: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/8468e8ce-b763-494c-bb4d-5d3b007d3909/content> (дата звернення: 28.11.2025).
45. Тімченко, В. М., Карпова Г. О., Гуляєва О. О., Коржов Є. І., Дубняк С. С., Дараган С. В., and Іванова Н. О. Прогноз впливу можливої реконструкції Каховської ГЕС на екосистеми пониззя Дніпра та Каховського водосховища // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Біологія Тернопіль : ТНПУ, 2015, 3/4 (64), С.665–668
46. Томільцева А. І., Яцик А. В., Мокін В. Б. та ін. Екологічні основи управління водними ресурсами : навч. посіб. Київ : Інститут екологічного управління та збалансованого природокористування, 2017. 200 с.
47. Третяк К., Ломпас О., Сідоров І. та ін. Визначення об'ємів замулення Київського водосховища. Геодезія та геодинаміка. Львів, 2012. Вип. 1 (23). С. 47-52.
48. Федоненко О. В. Гідроекологічний стан Каховського водосховища. Питання біоіндикації та екології. Запоріжжя : ЗНУ, 2010. Вип. 15, №2. С. 214–222.

49. Хільчевський В. К. Глобальні водні ресурси: виклики XXI століття. Київ : вісник Київського національного університету ім. Тараса Шевченка, 2020. Вип. 1/2(76/77). С. 6-16.
50. Хільчевський В. К. Сучасна характеристика поверхневих водних об'єктів України: водотоки та водойми. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. Київ, 2021. №. 1 (59). С. 17–27.
51. Хільчевський В. К., Гребінь В. В. Гідрографічне та водогосподарське районування території України, затверджене у 2016 р. – реалізація положень ВРД ЄС. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. Київ, 2017. Т. 1 (44). С. 8-20
52. Хільчевський В. К., Гребінь В. В. Сучасна гідрографічна характеристика ставків в Україні – регіональні і басейнові аспекти. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. Київ, 2020. № 3(58). С. 20-30
53. Хільчевський В. К., Ромась І. М., Ромась М. І. Гідролого-гідрохімічна характеристика мінімального стоку річок басейну Дніпра. Київ : Ніка-Центр, 2007. 184 с.
54. Хільчевський В. К., Характеристика водних ресурсів України на основі бази даних глобальної інформаційної системи FAO Aquastat. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. Київ, 2021. №. 1 (59). С. 6-16.
55. Шапар А. Г., Скрипник О. О., Чілій Д. В. Можливі технічні рішення для повернення техноекосистеми р. Дніпро до природного стану. Екологія і природокористування. Київ, 2013. Вип. 16. С. 83-91.
56. Шевчук С. А., Шевченко І. А. Визначення екологічного стану водосховищ за допомогою методів дистанційного моніторингу. Меліорація і водне господарство. Київ : ІВПіМ НААН України, 2013. № 100 (2). С. 42-53
57. Яцик А. В., Яцик В. А. Каховське водосховище. Енциклопедія сучасної України. Київ : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2012
URL : <https://esu.com.ua/article-11146> (дата звернення: 01.10.2025)

58. Analysis of the effects of the Dniester reservoirs on the state of the Dniester river. Report of the Moldovan-Ukrainian expert group. 2019. Vienna, Geneva, Kyiv, Chisinau. 53 p.
59. Dubnyak S., Timchenko V. Ecological role of hydrodynamic processes in the Dnieper reservoirs. *Ecological Engineering*. 2000. Vol. 16. Is. 1. P. 181-188.
60. Khilchevskiy V. K., Grebin V. V., Zabokrytska M. R. Abiotic Typology of the Rivers and Lakes of the Ukrainian Section of the Vistula River Basin and its Comparison with Results of Polish Investigations. *Hydrobiological Journal*. 2019. Vol. 55. Iss. 3. P. 95-102.
61. Khilchevskiy V. K., Oliinyk Ya. B., Zatserkovnyi V. I. Global problems of water resources scarcity // European Association of Geoscientists & Engineers. Conference Proceedings, XIV International Scientific Conference “Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment”, Nov. 2020, Vol. 2020. P. 1-5. DOI: 10.3997/2214-4609.202056001
62. Khilchevskiy V., Grebin V., Dubnyak S., Zabokrytska M., Bolbot H. Large and small reservoirs of Ukraine. *Journal of Water and Land Development*. 2021. No. 49 (IV–VI).
63. Khilchevskiy V., Grebin V., Zabokrytska M., Zhovnir V., Bolbot H., Plichko L. Hydrographic characteristic of ponds distribution in Ukraine - basin and regional features. *Journal of Water and Land Development*, 2020. No. 46 (VII–IX) P. 140–145.
64. Manatunge J., Priyadarshana T., Nakayama M. Environmental and social impacts of reservoirs: issues and mitigation. *Oceans and aquatic ecosystems*. 2008. Vol. I. P. 212-255.
65. Romanenko V. D. The Dnieper Reservoirs, Their Significance and Problems. *Hydrobiological Journal*. 2018. Vol. 30. Iss. 1. P. 3-9.
66. Sojka M., Jaskuła J., Wicher-Dysarz J., Dysarz T. Assessment of dam construction impact on hydrological regime changes in lowland river – A case of study: the Stare Miasto Reservoir located on the Powa River. *Journal of Water and Land Development*. 2016. No. 30. P. 119–125.

67.Ukraine. Flood waters from the breach of the Kakhovka Dam receded, but concerns remain for future agricultural production // GIEWS Update. – 26 July 2023. – 7 p. – (ISSN 2707-1723)

68.First research of the contamination of the sediments from Kakhovka reservoir. Brief evaluation of chemical analyses of sediments from Dnipro river and soil samples from Zaporizhzhia region, Ukraine. Dnipro-Prague. December 2023. P.

63

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

Таблиця А.1

Основні екологічні проблеми території Каховського водосховища після осушення

Екологічна проблема	Основні причини виникнення	Прояви на території	Потенційні екологічні наслідки	Вплив на населення та господарство
Зневоднення території та зникнення водно-болотних угідь	Руйнування дамби, різкий спуск води, порушення водного балансу	Висихання заплав, зникнення водойм, деградація прибережних екосистем	Порушення природного кругообігу води, скорочення біорізноманіття, деградація ландшафтів	Зменшення водозабезпечення, проблеми з водопостачанням, зниження продуктивності сільського господарства
Деградація донних відкладів і ґрунтів	Оголення мулових відкладів, накопичення токсичних речовин, ерозійні процеси	Пилові бурі, руйнування ґрунтового покриву, зниження родючості	Вторинне забруднення повітря, води та ґрунтів, зниження екологічної стійкості території	Погіршення якості сільськогосподарських угідь, зростання витрат на рекультивацію
Забруднення ґрунтів важкими металами та агрохімікатами	Акумуляція забруднювачів у донних відкладах, сільськогосподарська діяльність	Підвищення концентрації токсичних елементів у ґрунтах	Накопичення токсинів у харчових ланцюгах, деградація біоти	Ризики для здоров'я населення, зниження якості продукції
Зниження рівня ґрунтових вод	Порушення гідрологічного режиму, зменшення інфільтрації води	Осушення колодязів, зменшення вологості ґрунтів	Опустелювання, деградація рослинного покриву	Проблеми з водопостачанням, обмеження землекористування
Масова загибель водних організмів	Різне зниження рівня води, порушення температурного режиму	Загибель риби, зникнення водних безхребетних	Порушення трофічних ланцюгів, зменшення біологічної продуктивності	Втрата рибних ресурсів, економічні збитки
Руйнування місць існування тварин	Осушення, фрагментація ландшафтів, господарська діяльність	Зникнення гніздувань птахів, скорочення популяцій	Вимирання локальних видів, порушення	Зменшення рекреаційної цінності території

			екологічної рівноваги	
Фрагментація екосистем	Зміна гідрологічної структури, антропогенний тиск	Поділ природних територій на ізольовані ділянки	Обмеження міграції видів, зниження генетичного різноманіття	Ускладнення відновлення природних ресурсів
Погіршення якості повітря	Пил із донних відкладів, вітрова ерозія	Часті пилові бурі, підвищена запиленість	Зростання респіраторних захворювань, пошкодження рослин	Погіршення умов проживання, зниження працездатності населення
Повторне забруднення водних об'єктів	Змивання токсичних речовин під час опадів	Потрапляння забруднень у річки та канали	Погіршення якості поверхневих вод, евтрофікація	Ускладнення водопідготовки, обмеження використання води
Кліматичні зміни на локальному рівні	Скорочення водної поверхні, зменшення випаровування	Підвищення температури, посушливі періоди	Зростання кліматичної нестабільності	Зниження врожайності, ризику для аграрного сектору
Поширення інвазійних видів	Порушення природної рівноваги, вільні екологічні ніші	Активне розростання агресивних рослин і тварин	Витіснення аборигенних видів	Зміни у структурі агроекосистем
Накопичення відходів	Недостатній контроль, стихійні звалища	Забруднення берегів і осушених площ	Погіршення санітарного стану території	Загроза здоров'ю населення, зниження привабливості регіону
Ризик хімічного та радіаційного забруднення	Порушення техногенних об'єктів, переміщення забруднень	Локальні осередки небезпечних речовин	Довготривала деградація середовища	Соціальна напруга, необхідність спеціального контролю
Зменшення рекреаційного потенціалу	Деградація ландшафтів, забруднення	Занепад зон відпочинку	Втрата туристичної привабливості	Скорочення доходів місцевих громад
Загальна екологічна нестійкість регіону	Сукупна дія природних і техногенних факторів	Підвищена вразливість до криз	Довготривала деградація екосистем	Соціально-економічна нестабільність