

Міністерство освіти і науки
Київський національний університет імені Тараса Шевченка
Географічний факультет
Кафедра фізичної географії та геоєкології

На правах рукопису

**ВПЛИВ ВОЄННИХ ДІЙ НА ЛАНДШАФТИ КАРАЧУНІВСЬКОГО
ВОДОСХОВИЩА**

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Галузь знань **10 – Природничі науки**

Спеціальність **106 – Географія**

Освітня програма **Транскордонне екологічне співробітництво**

Кваліфікаційна робота бакалавра
студента 4 курсу
освітнього рівня бакалавр
Дементьєва Євгенія Ігоровича

Науковий керівник:
Завідувач кафедри фізичної географії та геоєкології,
кандидат географічних наук, доцент
Людмила Федорівна Білоус

Київ-2024

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1. ЗМІНА ЛАНДШАФТІВ УКРАЇНИ ВНАСЛІДОК ЗБРОЙНОЇ АГРЕСІЇ РОСІЇ	5
1.1. Загальна характеристика впливу воєнних дій на ландшафти України	5
1.2. Водойми України як об'єкт воєнного впливу	14
РОЗДІЛ 2. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЛАНДШАФТІВ КАРАЧУНІВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА	22
2.1. Фізико–географічна характеристика Карачунівського водосховища	22
2.2. Види впливу на ландшафти Карачунівського водосховища у довоєнний період	28
РОЗДІЛ 3 ГЕОЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ЛАНДШАФТІВ КАРАЧУНІВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА ЯК НАСЛІДОК ВПЛИВУ ВОЄННИХ ДІЙ	34
3.1. Оцінка впливу воєнних дій на ландшафти водосховища	34
3.2. Порівняльна характеристика ландшафтів до та після підриву дамби	39
3.3. Шляхи збереження ландшафтів Карачунівського водосховища	44
ВИСНОВКИ	47
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	50

ВСТУП

Повномасштабне вторгнення росії до України, яке розпочалося 24 лютого 2022 року, вже завдало та продовжує завдавати величезної шкоди як мешканцям та інфраструктурі населених пунктів країни, так і довкіллю. На даний час складно оцінити наслідки впливу воєнних дій на довкілля через брак необхідної інформації. Однак невтішний висновок один: чим довше триватимуть воєнні дії, тим більше негативного впливу зазнає довкілля, а оцінити масштаб наслідків у майбутньому дуже складно.

З початком воєнних дій водні об'єкти стали одними з важливих цілей ворога, тому що вода дає життя й поєднує все в одну систему. Генеральна асамблея ООН визнає доступ до води одним із базових прав людини, а порушення таких прав, підриг об'єктів водопостачання, дамб, мінування берегів водосховищ, обстріли водогонів можуть трактуватися як водний тероризм[34].

Актуальність дослідження: полягає в необхідності вивчення стану ландшафтів водосховищ після впливу воєнних дій на них. Найчастіше під час ведення воєнних дій здійснювався підриг дамб водосховищ як на малих, так і великих річках України, що мав різного ступеня вплив на ландшафти водосховищ. Карачунівське водосховище є одним з основних джерел водопостачання Криворіжжя, тому будь-які негативні зміни ландшафтів водосховища можуть вплинути на доступ до чистої води мешканців та підприємств міста. Вивчення поточного стану ландшафтів Карачунівського водосховища дозволить виявити та проаналізувати екологічні проблеми в його межах та запропонувати шляхи їх вирішення.

Мета дослідження: вивчити поточний стан ландшафтів Карачунівського водосховища та вплив воєнних дій на нього, встановити об'єм впливу воєнних дій на ландшафти та визначити шляхи їх збереження.

Завдання: проаналізувати вплив воєнних дій на ландшафти України та на водойми зокрема;

встановити види впливу на ландшафти Карачунівського водосховища у довоєнний період та об'єм впливу воєнних дій на них;

провести порівняння стану ландшафтів до та після підризу дамби;

особливу увагу звернути на якісні показники води як основного функціоналу водосховища;

визначити шляхи збереження ландшафтів Карачунівського водосховища.

Об'єкт дослідження: ландшафти Карачунівського водосховища.

Предмет дослідження: впливи воєнних дій на ландшафти водосховища.

Методологічна основа: методами дослідження, які використані в роботі, є: аналіз досліджень світових та українських науковців з питань впливу війни на ландшафти та водойми України;

обробка звітної документації щодо стану довкілля у місті Кривий Ріг;

порівняння даних якісних показників води до та після підризу дамби та створення діаграм за основними показниками;

спостереження за змінами в реальному часі та розробка картографічних матеріалів відбувалися у ГІС-системах;

узагальнення отриманих результатів дослідження були сформовані у висновках роботи.

Структура роботи: робота складається зі вступу, 3 розділів, висновків та списку використаних джерел. Кількість сторінок друкованого тексту - 54 сторінки, рисунків – 9, таблиць - 4, карт - 4, діаграм – 5, кількість використаних джерел – 50.

РОЗДІЛ 1. ЗМІНА ЛАНДШАФТІВ УКРАЇНИ ЯК НАСЛІДОК ЗБРОЙНОЇ АГРЕСІЇ РОСІЇ

1.1. Загальна характеристика впливу воєнних дій на ландшафти України

У сучасній географічній науці ландшафт визначається як «простір, образ якого формується конфігурацією місць, які займають і змінюють належні до нього елементи» [9, с. 43]. Складовими ландшафту є верхній шар земної кори, підземні та поверхневі води, атмосферне повітря, рельєф, ґрунти, клімат і біота.

Воєнні конфлікти, що розпочалися на території України у 2014 році, спричинили істотний вплив на довкілля. З 24 лютого 2022 р. після повномасштабного вторгнення росії до України ці зміни посилюються і їх наслідки для екосистем стали відчутнішими. Згідно з оцінками різних експертів, від 20 до 30% території України зазнали воєнного впливу: вирви та пожежі, що виникають після обстрілів, мінування територій, механічне та хімічне забруднення тощо. Площа ландшафтів, яка постраждала від війни, в загальному обсязі є більшою, ніж зона активних бойових дій. Зрозуміло, що найбільші руйнування екосистем відбуваються в прифронтових зонах. Згідно фізико-географічного районування України інтенсивного військового впливу зазнала степова зона, до якої належать Північностепова та Середньостепова підзони. В межах зазначених підзон найбільш постраждали території Лівобережнодніпровсько-Приазовського краю, Донецького краю, Задонецько-Донського краю. Також військові дії відбуваються на частині територій Східноукраїнського краю, Причорноморсько-Приазовського краю та Причорноморського середньостепового краю. В перший рік повномасштабного вторгнення росії в Україну негативного впливу зазнали ландшафти зони мішаних лісів, зокрема Подільський край, а саме області Київського, Чернігівського та Новгород-Сіверського Полісся. Також під військовий вплив потрапили незначні території лісостепової зони Лівобережнодніпровського краю, зокрема Північнодніпровської терасової низовинної області та Північнополтавської височинної області.

Зокрема, відмічають безпосередній вплив воєнних дій на довкілля, наприклад, загибель живих істот чи зміна ґрунтового покриву внаслідок вибухів, вимушена міграція, тощо. До опосередкованих наслідків війни відносять: забруднення довкілля різноманітними матеріалами та речовинами, бєлігеративна трансформація оселищ, незворотна їх утрата через вирубування, вигорання, переміщення військової техніки, дислокації військових підрозділів, нищення чи блокування екологічних коридорів тощо [8] .

Основна трагедія збройного конфлікту полягає в його наслідках. Україна зазнає значних збитків у людській, інфраструктурній та економічній сферах. Проте варто відмітити, що з усіх видів людської діяльності війна має найбільший вплив на довкілля, тому наслідки екоциду можуть мати значний вплив у довгостроковій перспективі [6].

Лише за півтора місяця повномасштабної російської агресії в Україні громадська організація «Екодія» нарахувала близько 150 екологічних злочинів (рис. 1.1), що негативно впливають на стан земельних та водних ресурсів, повітря, а також завдають непоправної шкоди екосистемам.



Рис. 1.1. Екозлочини за перші 1,5 місяці російської агресії в Україні [1].

Згідно з інформацією Міністерства охорони навколишнього середовища та природних ресурсів України, приблизно 44% найцінніших територій країни потрапили під вплив війни.

Російсько-українська війна, що триває, є найпомітнішим конфліктом у Європі після Другої світової війни та має кілька геополітичних, економічних, інфраструктурних наслідків та наслідків для здоров'я. Війна має серйозні негативні наслідки для людей і планети (рис. 1.2). Пошкодження промислової та комерційної інфраструктури може призвести до забруднення джерел води, що є небезпечним для здоров'я людини та екосистем. Постійні бомбардування та пересування військ негативно впливають на якість повітря. Імовірність витоку радіації з ядерних об'єктів також залишається [20].

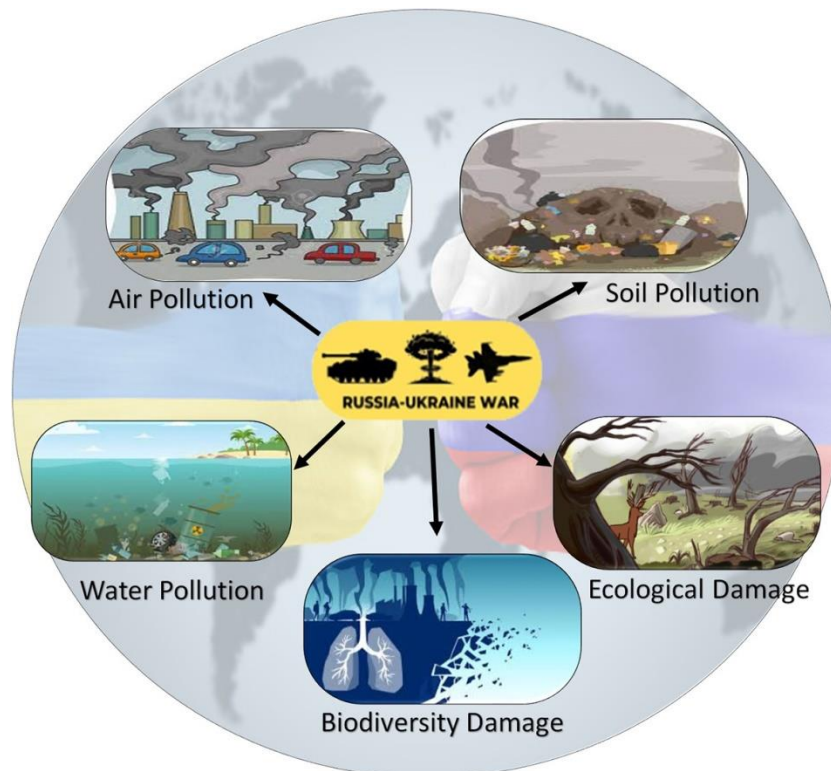


Рис. 1.2. Екологічні проблеми в наслідок війни в Україні: перспектива (за [20])

Захист і стійкість довкілля, зокрема збереження землі, є критичною проблемою щодо оборони та безпеки. Військова діяльність впливає на наземні екосистеми через фізичні або хімічні вторгнення [33]. Зокрема, військова інфраструктура включає зони будівництва військових споруд, де утворюється

велика кількість шкідливих відходів, таких як корозійні речовини, розчинники, фарби, паливо та масла. Деякі пестициди та біоциди також використовуються спеціалізованими підрозділами збройних сил для знищення організмів, які викликають захворювання та загрожують здоров'ю населення, а також для боротьби зі шкідниками, які руйнують будинки та споруди, життєво важливі для громадської безпеки. Зараз Україна також переживає екологічну кризу, пов'язану не лише з військовими спорудами, але й із забрудненими промисловими викидами та органічним забрудненням, спричиненим боєприпасами та обстрілами.

Органічні забруднювачі, що потрапляють у ґрунт у результаті військової діяльності, зазвичай групуються як потенційно токсичні сполуки (ПТС), енергетичні сполуки (ЕС), бойові хімічні речовини (СWA) і військові хімічні сполуки (МСС). Їх концентрація у ґрунті у військових районах може бути неприйнятно високою, і, поряд із високою токсичністю та стійкістю, це може призвести до ряду екологічних проблем.

Таблиця 1.1. Органічні забруднювачі, що використовуються під час ведення воєнних дій, та пов'язані з ними військові дії. (складена на основі Таблиці Органічні забруднювачі, що представляють інтерес, військова діяльність, пов'язана з ними, та методи аналізу, за [19])

Група	Приклади		Військова діяльність
Потенційно токсичні сполуки та речовини	Небезпечні відходи	Нафта, масла та мастила, фарби, розчинники, корозійні речовини	Зони зберігання або випадкові скиди на військових базах
	Пестициди	Просторовий репелент у настінному геотекстилі або камуфляжній сітці	Боротьба зі шкідниками на військових базах і безпека військового персоналу
	Пер- та поліфторалкільні речовини (PFAS)	перфтороктансульфонова кислота (PFOS) перфторгексансульфонова кислота (PFHxS), перфтороктанова кислота (PFOA),	Вогнева підготовка та ведення бойових дій

		флуоридна кислота (PFNA), перфторгептанова кислота (PFHpA) та перфтороктансульфоновою кислота (PFBS)	
Енергетичні сполуки та речовини	Вибухові речовини	Нітроароматика: тротил	Використовувався під час Першої світової війни і зараз є звичайною військовою вибухівкою, яка використовується під час навчань
		Нітраміни: гексоген (RDX) і октоген (HMX)	RDX - звичайна військова вибухівка. HMX використовується виключно у військових цілях, у тому числі як детонатор у ядерній зброї, у формі аглютинованої порошкової вибухової речовини та як ракетне паливо
	Пропеленти	Нітрогліцерин	Використовуються як компоненти зброї та артилерії, а також для виробництва динаміту, який використовується на військових полігонах для бойової стрільби.
		Нітрогуанідин	
Нітроцелюлоза			
Динітротолуоли (ДНТ)			
Бойові хімічні сполуки та речовини	нервово-паралітичні сполуки та речовини	Табун (Джорджія)	Може бути розсіяний ракетами, бомбами,
		Зарин (Великобританія)	
		Соман (GD)	
		Циклогексилзарин (GF)	

		О-етил-d-2(діізопроіламіно)етил-метилфосфонотіолат (VX)	снарядами та боєприпасами
Військово-хімічні сполуки	Засоби, що викликають сльозотечу	2- Хлороацетофенон (CN)	Використовуються як агенти для боротьби з масовими заворушеннями, під час тренувань, у боротьбі з громадськими заворушеннями та в протипартизанських операціях.
		О-хлорбензиліден малононітрил (CS)	
		Дібенз-(b,f)-1,4-оксазепін (CR)	
	Блювотні агенти	Дифенілхлорарсин (DA)	
		Адамзит (DM)	
		Дифенілціаноарсин (DC)	

Бомбардування, копання окопів, ймовірно, негативно вплинуть на деградацію ґрунту та морфологію ландшафту. В Україні такі дії мають особливе значення, оскільки тут знаходяться одні з найродючіших ґрунтів світу (чорноземи), що впливає на виробництво продуктів харчування. Доступність і якість води, ймовірно, постраждають через руйнування інфраструктури та транспортування забруднюючих речовин до запасів води [21].

Ландшафти в результаті воєнних дій зазнають наступних впливів за типом походження:

- механічний (уламки, тверді частки);
- хімічний;
- фізичний (шуми, вібрації тощо).

Вибухи снарядів призводять до утворення вирв глибиною до 0,5-5 метрів на позиціях військових та на територіях в тилу країни. В результаті такого впливу повністю або частково знищується рослинний і ґрунтовий покрив, порушується гідрологічний режим ґрунтів. Разом з тим утворюється новий ґрунтовий профіль, не характерний для даної місцевості. Схожий вплив має й обладнання військових інженерних споруд – системи окопів для піхоти, обкопування танків, артилерії та бойових броньованих машин [3].

Спричинені обстрілами пожежі в природних ландшафтах завдають значних наслідків, так як їх складно вчасно ліквідувати через систематичні обстріли, які несуть додаткову небезпеку пожежникам. Крім того, систематичне застосування фосфорних бомб російськими військами призводить до постійних пожеж, які випалюють все живе на значних територіях.

Складна суміш хімічних речовин, що знаходиться в боєприпасах, під час вибухів наносять ландшафтам хімічні ушкодження, та осідають в товщі ґрунту. Зокрема, відзначається присутність наступних сполук: вуглекислий газ (CO_2), чадний газ (CO), бурий газ (NO), закис азоту (N_2O), діоксид азоту (NO_2), формальдегід (CH_2O), пари ціанистої кислоти (HCN), азот (N_2) та значна кількість токсичних органічних речовин. Наслідками такого впливу є пригнічення росту рослинності, скорочення популяції тварин та бактерій, що мешкають у ґрунті. Відмічається, що важкі метали, якими отруюють ґрунти після вибухів, акумулюються в рослинах. Тому сільськогосподарські культури, вирощені на повоєнних полях, є небезпечним для вживання в їжу та несуть загрозу життю і здоров'ю людей[10].

Наступною проблемою белігеративного ландшафту є замінування. На даний момент розмінування потребує приблизно 200 тисяч квадратних кілометрів. У Міністерстві захисту довкілля та природних ресурсів зазначають, що розриви мін призводять до забруднення ґрунтів важкими металами – свинцем, стронцієм, титаном, кадмієм, нікелем. Іноді це робить ґрунт непридатним для подальшого сільськогосподарського використання. [5]

Воєнні дії впливають на усі без винятку природні складники ландшафту. Зокрема, створення фортифікаційних споруд обома сторонами збройного протистояння змінює верхній шар ґрунту; на стан ґрунтів впливає рух важкої техніки, що призводить до ущільнення ґрунту. Також змінює щільність ґрунту під час обладнання окопів нанесення нижніх шарів ґрунту поверх родючого шару.

Як вже зазначалося, вибухи боєприпасів призводить до деградації рослинного покриву та верхніх шарів ґрунту, що посилює вітрову та водну ерозію.

За попередніми підрахунками, станом на 1 березня 2022 року, за інформацією Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів, бойові дії велися на території 900 об'єктів природно-заповідного фонду площею 12406,6 кв. км, що становить близько третини площі природно-заповідного фонду України (рис. 1.3). Саме на цих територіях відбувається основна робота зі збереження біорізноманіття. Ареали деяких рідкісних і ендемічних видів опинилися в зоні активних бойових дій, що загрожує їхньому існуванню, наприклад, це цілинні нерозорані степи, крейдянні схили на Донеччині, приморські оселища у південних областях, болота на півночі [2].

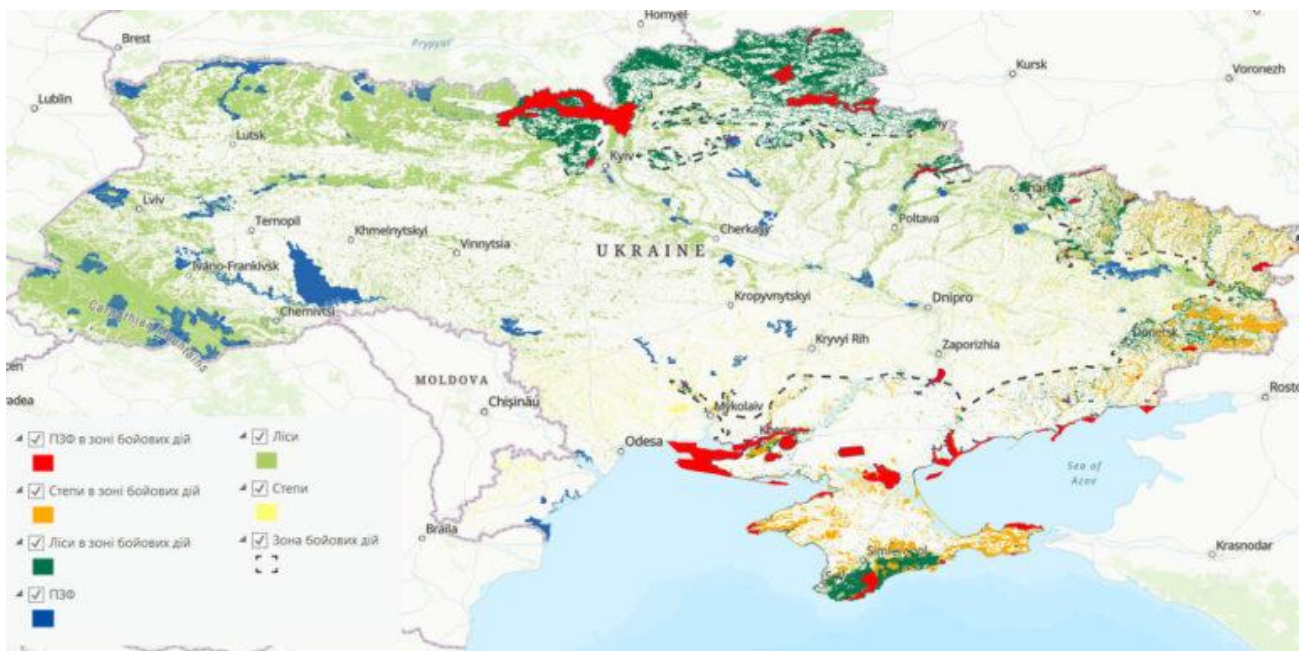


Рис. 1.3 Візуалізація постраждалих природних територій, внаслідок військового вторгнення за даними ГО “Українська природоохоронна група” (за [2])

На початку повномасштабного вторгнення вплив воєнних дій на ландшафти України був найкраще помітний в лісовій зоні. Війною було охоплено близько 3 мільйонів гектарів лісу в Україні. Приблизно 23,3 тисячі гектарів лісів випалено, частину з них втрачено [5]. У регіонах східних та південних областей України, де відбуваються бойові дії, лісові насадження виконують захисні функції, тому їхнє цілковите знищення або часткове пошкодження впливатиме на зміни клімату цих територій і може спричинити відчутні ерозійні процеси.

Проте війна завдала значних екологічних збитків ландшафт степової зони, зокрема зруйновані рідкісні степові та острівні екосистеми на півдні, що стало загрозою ендемічним рослинам і тваринам. Імовірно, частіше під загрозу зникнення в зоні активних бойових дій потрапляють ендемічні види флори та фауни. Тварини, як правило, здатні завчасно відчувати небезпеку і відповідно відреагувати на неї. Проте малорухливі тварини, а, тим паче, рослини не мають такої можливості, тому їхнє виживання матиме випадковий характер. Також необхідно врахувати наслідки воєнних дій на чисельність популяцій тварин і рослин: якщо втрати будуть компенсовані подальшим розмноженням, то загибель виду не загрожує, якщо ж ні – то втрата виду є цілком імовірною [8].

Згідно інформації Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України, за попередніми оцінками, через підвищене споживання паливно-мастильних матеріалів військовою технікою, у атмосферу лише за 150 днів повномасштабного вторгнення у повітря потрапило майже 4 млн тонн діоксиду вуглецю [3]. Викиди парникових газів та летких сполук у великих обсягах, що відбуваються в результаті пожеж промислових, інфраструктурних об'єктів, житлового сектору та природних екосистем під час воєнного конфлікту, призводять до змін клімату. Як наслідок відбувається вплив військових дій на локальний клімат, який може привести до незворотних кліматичних змін.

Унаслідок російських ударів по нафтобазах, складах паливно-мастильних матеріалів згоріло понад 680,6 тисяч тонн нафтопродуктів, які забруднили повітря небезпечними речовинами. Загалом через лісові пожежі, від горіння нафтопродуктів та займання промислових об'єктів, викиди в атмосферне повітря вже перевищили 67 млн тонн [5].

На даний час оцінити наслідки завданої шкоди природним ландшафтам України під час активних бойових дій немає змоги. А без докладної фахової оцінки стану постраждалих територій їх аж ніяк не вдасться відновити до попереднього стану. Більше того, не всі зруйновані ландшафти були саме у природному стані: більшість із них – це напівприродні або ж окультурені чи аграрні ландшафти, які мали своє цільове призначення [8].

1.2. Водойми України як об'єкт воєнного впливу

Після повномасштабного вторгнення російської федерації на територію України водойми країни зазнали негативних впливів. Діями загарбницьких військ, що впливають на водні об'єкти, є забруднення водойм різними хімічними елементами, зокрема важкими металами, підлив дамб та насосних очисних споруд, захоплення водної інфраструктури.

Найбільш постраждалими від воєнних дій є прісноводні екорегіони: Донський, що охоплює весь басейн річки Дон, включаючи систему Сіверського Дінця на заході та систему Західного Манича на сході, та всі річки, що впадають в Азовське море, та частково Дніпровсько-Південно-Бузький, зокрема басейн річки Дніпро[7].

Найсуттєвіші воєнні впливи на водні об'єкти України за час повномасштабного вторгнення російських військ наведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2. Водойми України як об'єкт воєнного впливу (складено на основі даних Тихоокеанського інституту [36])

Регіон	Пошкодження	Хто здійснив	Причина	Наслідок
2022 рік				
Херсонська область	руйнування української дамби, яка перекрила воду до Криму	російські війська	Захоплення Північно-Кримського каналу, забір води з Херсонської ГЕС до Криму	Зношення та замулення гідротехнічних споруд, збільшення дефіциту води
Харківська область	зруйновані два шлюзи та проїжджа частина над Печенізькою дамбою на річці Сіверський Донець	Збройні сили України	створення росіянам складнощів для оточення м. Харків	часткове підтоплення смт. Печеніги, пошкодження дороги.

Київська область	підрив дамби та насосної станції в гирлі р. Ірпінь поблизу села Казаровичі	Збройні сили України	зупинення штурму бронетехнікою столиці України	затоплення заплави річки Ірпінь водою з Київського водосховища, забруднення ґрунтів, води в результаті підтоплення
Запорізька область	руйнування очисних споруд м. Василівка	російські війська	обстріл	забруднення стічними водами Каховського водосховища
Харківська область	зруйновані затвори на дамбі Оскільського водосховища	російські війська	обстріл	піднявся рівень річки Сіверський Донець та затопило м. Святогірськ
Донецька область.	пошкоджені затвори на дамбі Миронівського водосховища	Збройні сили України	уповільнення просування росіян через річку Лугань	повінь на річці Лугань
Харківська область	руйнування Оскільської дамби на річці Сіверський Донець	російські війська	сповільнення руху ЗСУ	повне обміління водойми, руйнування екосистеми водосховища, знищення цінних видів риб та іншої водної біоти, спричинення підтоплення с. Оскіл
Дніпропетровська область	часткове руйнування дамби Карачунівського водосховища на річці Інгулець	російські війська	зупинення наступу українських військ	спричинення повені й припинення водопостачання сотні житлових будинків
Харківська область	руйнування Печенізької дамби	російські війська	обстріл	значного впливу на довкілля не виявлено
Кіровоградська область	дамба Кременчуцької ГЕС	російські війська	обстріл	дамба пошкоджень не зазнала
Донецька область	руйнування дамби в Донецьку	російські війська	під час відступу	затоплення селища Райгородок
Херсонська область	частково зруйновані три	російські війська	перешкоджання	зниження рівня води в Каховському

	водоскиди та проїжджа частина на Каховській дамбі		просуванню українських військ через річку	водосховищі, загроза водопостачанню в обласних містах, зменшення обсягів води для Запорізької АЕС
2023 рік				
Запоріжжя	Дніпровська ГЕС	російські війська	знищення енергетичного потенціалу України	дамба пошкоджень не зазнала
Херсонська область	маніпуляції випусками води з Каховської дамби	російські війська	перешкодження українським військовим операціям	ставлення під загрозу водопостачання міст Енергодар, Мелітополь і Бердянськ; також під загрозою постачання води для поливу та охолодження електростанції на Запорізькій АЕС.
Донецька область	руйнування дамби Карлівського водосховища	російські війська	обстріл	неконтрольоване скидання води в річку Вовча у напрямку Галицинівки. В річці піднявся рівень води та підтопило кілька приватних будинків
Херсонська область	Руйнування Каховської дамби	російські війська	зменшення наступальних можливостей ЗСУ	масштабна повінь та екологічна руйнація вниз за течією, а також припинення водопостачання для міст, електростанцій та зрошувальних систем; загибель видів рослин та тварин
Запорізька область	дамба на річці Мокрі Яли	російські війська	уповільнення контрнаступу	спричинення повені на обох берегах

			українських військ	
--	--	--	-----------------------	--

Можна виділити три ключові наслідки бойових дій, які негативно впливають на екологічний стан водних ресурсів України,:

1. порушення роботи очисних споруд, що очищають міські стічні води;
2. порушення водозабезпечення населення та підприємств у великих містах;
3. безпосереднє механічне та хімічне забруднення водойм та ґрунтових вод внаслідок бойових дій [4].

Розглянемо кожен тип наслідків більш конкретно.

Від початку повномасштабного вторгнення і до сьогодні російські війська систематично атакують інфраструктуру для забору, очищення та постачання води, а також каналізаційні очисні споруди. Без води та каналізації наразі міста Луганської та Донецької областей, значно пошкоджені об'єкти водопостачання та водовідведення у Запорізькій, Харківській та Миколаївській областях [1].

Очисні споруди Василівського експлуатаційного цеху водопостачання та водовідведення у Запорізькій області у березні 2022 року зазнали обстрілу російськими військами. Результатом стало зруйнування будівлі каналізаційної насосної станції №1, що подає стічні води м. Василівка на очисні споруди, продуктивність яких складає 10 тис. м³/добу. Станом на жовтень 2022 року робота очисних споруд відновлена не була, тобто, протягом більш ніж 200 діб у річку Дніпро скидалося до 10 тис. м³/добу неочищених міських стічних вод.

З початку березня 2022 року активні бойові дії призвели до збою в роботі очисних споруд комунального підприємства «Маріупольське виробниче управління водопровідно-каналізаційного господарства» м. Маріуполь, і як наслідок відбувався скид неочищених стічних вод в Азовське море. У цей же час зазнали пошкодження очисні споруди каналізації міста Миколаєва, зокрема, система механічної очистки стічних вод була частково виведена з ладу - зруйновані резервні пісковловлювачі, які очищали воду від дрібного сміття та піску; та система біологічної очистки - пошкоджена система аерації аеротенк [4].

Під постійними обстрілами перебуває і система водозабезпечення населення великих міст, зокрема відбувається пошкодження трубопроводів, водогонів, енергетичних об'єктів, що забезпечують системи водопостачання. З початку воєнних дій у лютому 2022 року зазнали пошкоджень системи водо забезпечення Херсона; Харкова; Миколаєва; Чернігова; Одеси; Марганця; п'яти міст Луганської області, зокрема Рубіжного, Попасної, Гірського, Сєверодонецька та частини Лисичанська; міста Гуляйполе та Степногірськ, частково Пологи Запорізької області; 37 міст Донецької області відключені від водопостачання; 40 міст Миколаївської області.

Механічні та хімічні забруднення водойм є постійними супутниками бойових дій. Серед них найчастіше трапляються масові затоплення військової техніки та боєприпасів у водоймах, витіки нафтопродуктів та інших хімічних сполук внаслідок руйнування великих промислових підприємств, біологічні забруднення через велику концентрацію трупів людей і тварин [4].

Під час просування армії територією країни військова техніка, що потрапляє до водойм на територіях бойових зіткнень, є джерелом хімічного забруднення пролонгованої дії через процеси її окислення. Важкі метали, нафтопродукти, токсичні та небезпечні сполуки забруднюють воду внаслідок вибухів, ракетних ударів та аварій на нафтопереробних заводах.

Прикладом безпосереднього механічного забруднення є розбита українськими військами російська понтонна переправа поблизу Білогорівки Луганській області через річку Сіверський Донець. Значна кількість спаленої та затопленої російської техніки залишилася на узбережжі та у самій річці, також тут затонуло орієнтовно 400 тіл російських військових. Відомо, що у вересні 2022 року загарбницькі війська втопили багато своєї військової техніки у річках Сіверський Донець та Оскіл під час звільнення Збройними силами України території Харківської області.

Хімічне забруднення відбувається шляхом корозії тонн сталі, які перенасичують водойми іонами металів, отруюючи водні екосистеми. Метали, особливо в іонній формі, швидко зв'язуються з пограничними епітеліальними

структурами гідробіонтів, стають біодоступними і легко проходять через клітинні мембрани, порушуючи їх функціонування. До того ж, кожна одиниця затопленої техніки – це десятки й сотні літрів нафтопродуктів, які використовуються для її роботи: дизельне паливо, бензин, олива, мастило та ін. Нафта та нафтопродукти являють собою суміш надзвичайно токсичних вуглеводнів, які можуть перебувати в різних міграційних формах [4].

Наймасштабнішою за своїми наслідками для екосистем та територій України стала Каховська катастрофа. Знищення греблі Каховської гідроелектростанції - це військовий злочин та акт геноциду, здійснений окупаційними силами російської федерації 6 червня 2023 року. У зоні лиха опинилися близько 16000 людей та близько 80 населених пунктів були затоплені внаслідок теракту [1].

Багаторічні дослідження та аналіз трансформації ландшафтних комплексів водосховища дає підставу стверджувати, що відбулося формування специфічного типу ландшафту — водосховищного, який на сьогодні є невід’ємною складовою природних комплексів України. Загалом, в межах водосховища на період катастрофи було сформовано 25 типів оселищ, в межах яких мешкало і розмножувалося понад 1 500 видів рослин і тварин, 94 із них внесені до списків Червоної книги України! 12 рослинних угруповань, що сформувалися тут, входять до списків Зеленої книги України. Підрив греблі Каховської ГЕС спричинив осушення величезних територій та загибель усього біотичного різноманіття Каховського водосховища та водно-болотних угідь, сформованих тут. Прогнозувати хід подальших сукцесійних процесів вкрай складно через хід військових дій в регіоні та відсутність актуальних даних натурних досліджень. За умови відновлення Каховського водосховища ми вже за 10-15 років матимемо багаті в плані біотичного і ландшафтного різноманіття, високопродуктивні водно-болотні угіддя [6].

Не стала винятком і р. Інгулець. У понизов’ї річки відбувалися інтенсивні військові дії, наслідком яких може стати фізичне та хімічне забруднення. Зокрема, під час підготовки до наступу ЗСУ, російські війська замінували береги річки Інгулець у районах, що межують зі Снігурівкою та Зеленодольськом, по рубежу Давидів

Брід – Калинівське. Також спецпідрозділи російської армії підірвали мости через річку Інгулець в районі Давидова Броду та Великої Олександрівки (рис. 1.4). В свою чергу українські війська вразили ракетним ударом міст у Херсонській області, біля села Дар'ївка, через річку Інгулець, на північний схід від обласного центру.



Рис. 1.4 Розбита російська понтонна переправа через р. Інгулець (за [33])



Рис. 1. 5. Наслідки воєнних дій на берегах р. Інгулець. 1 – с. Дар'ївка, 2 – смт Калинівське, 3 – с. Давидів Брід, 4 – смт Велика Олександрівка, 5 – дамба Карачунівського водосховища, м. Кривий Ріг, 🔥 - підірвані мости, — лінія мінування.

Мешканці Кривого Рогу 16 вересня помітили, що вода в річці Інгулець, рівень якої піднявся після російських ракетних ударів по дамбі Карачунівського

водосховища, стала червоною (рис. 1.6). Начальник військової адміністрації Кривого Рогу пояснив, що причина такого кольору води у матеріалах, які використали для швидкого відновлення пошкоджених гідротехнічних споруд. За його словами, місцеві підприємства надали матеріали для відновлення дамби, що містили гематит - складову залізної руди. Чиновник підкреслив, що гематит не є небезпечним, але водозабір питної води для міста здійснюють в іншому місці, де вода не червона. За три дні колір води в річці відновився.



Рис. 1.6 Вода в р. Інгулець в межах м. Кривий Ріг 16 вересня 2022 року (за [33])

Проаналізувавши вплив воєнних дій на водойми України можна дійти висновку, що військові дії завдають непоправної шкоди водним об'єктам України та ландшафтам в цілому, що зумовлює необхідність проведення систематичних й аналітичних наукових досліджень, оскільки ми маємо розуміти основні майбутні ризики для компонентів довкілля, щоб своєчасно попередити наслідки забруднення [1].

РОЗДІЛ 2. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЛАНДШАФТІВ КАРАЧУНІВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА

2.1. Фізико–географічна характеристика Карачунівського водосховища

Географічне положення та історія створення. Карачунівське водосховище розташоване на річці Інгулець у житловому масиві Карачуни м. Кривий Ріг і є найбільшим на Криворіжжі та останнім в каскаді Інгулецьких водосховищ. Воно створене в долині річки Інгулець, під затоплення потрапили також гирло і нижня течія річок Бокової і Боковеньки (рис.2.1).

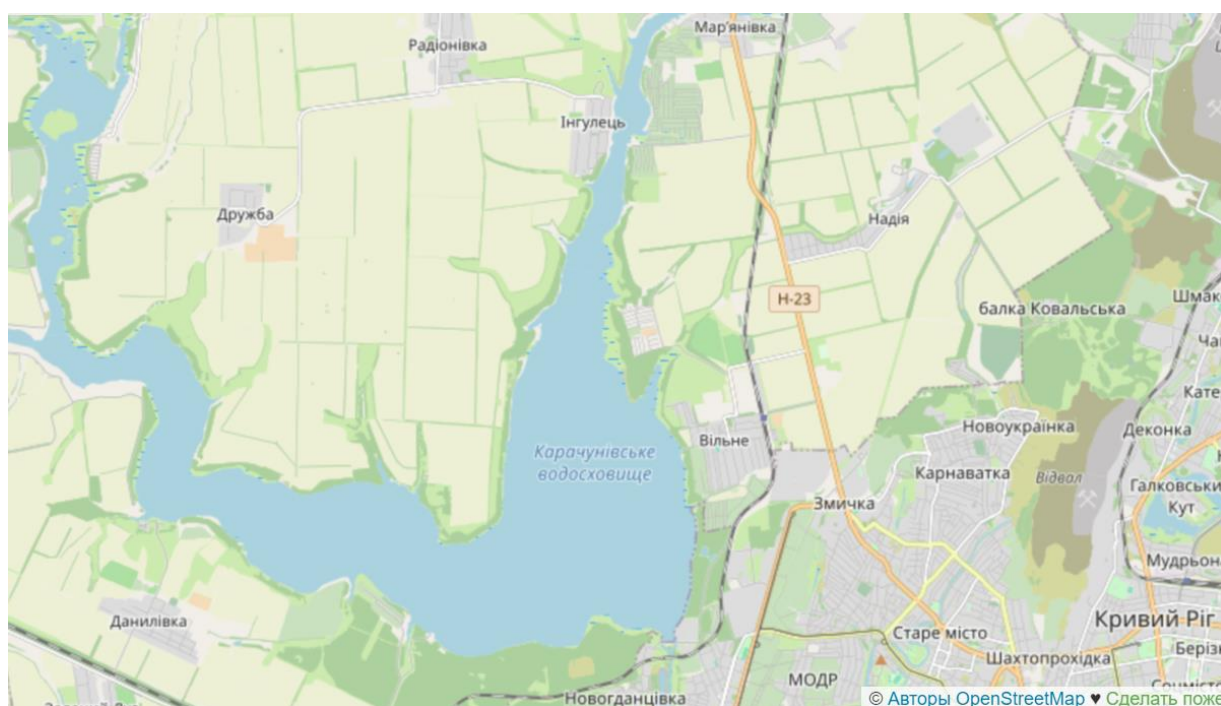


Рис. 2.1. Географічне положення Карачунівського водосховища [10].

У відповідності до фізико-географічного районування Карачунівське водосховище розташоване у зоні степу. Територія біля водосховища заселена і забудована, а вільні ділянки розорані, внаслідок цього природні ландшафти змінилися.

Перша черга Карачунівського водосховища вступила до ладу в 1932-1938 рр., розширене до сучасних меж у 1954-1958 рр. Площа водосховища 26,9 км², повний об'єм 308,5 млн. м³, у тому числі корисний об'єм 288,5 млн. м³. Довжина

водосховища 35 км, протяжність берегової лінії 43 км, середня глибина 6,88 м, максимальна глибина - 19,1 м, середня ширина 1,28 км, максимальна ширина - 3 км. У 80-х рр. ХХ ст. водами водосховища зрошувалися землі на площі 6 тис. га [1].

Горизонтальна дрена була побудована в 2004 році. Вона не дає попадати засоленим водам в Карачунівське водосховище. Це важливо, оскільки водосховище забезпечує водою місто. З 2010 по 2014 роки проводилась масштабна реконструкція водосховища [2].

Карачунівське водосховище (рис. 2.2) було створене з метою забезпечення водою Криворізького металургійного заводу (тепер — “АрселорМіттал Кривий Ріг”). Під затоплення потрапили наступні населені пункти: Мойсеївка, Карачунівка, Андріївка, Хрущовка, Богоблагодатне, Володимирівка, Данилівка, Аннівка [2].



Рис. 2.2. Карачунівське водосховище [2].

Існує кілька версій походження назви водосховища. Основна – від назви села Карачунівка. Цікаву версію походження назви “Карачуни” розповів Петро Подруль в історичній групі “Криворізька старовина”. Дана версія знайшла підтвердження серед геологів ХІХ-ХХ століття, які досліджували Кривий Ріг.

За легендою, на річці Інгулець, що протікала територією Карачунів, був переказ з бродом з чорних скель, які омивалися крижаною водою. Люди, які користувалися бродом, набирали собі тут чисту воду. Проте з часом племена кочових татар почали помічати, що тварини та люди, які пили воду з річки, хворіли та швидко вмирали. Так з'явилася татарська назва “карачун” – “чорна смерть”.

Підтвердженням цієї легенди стала інформація про знаходження в цих краях невеликої шахти, де видобували чорну, як смола, руду. Даний мінерал вчені називали уранітом, з нього виготовляли чорну художню олійну фарбу. У 20-х роках ХХ ст. шахта була покинута, а десятиліттям пізніше на цій території з'явилася дамба та водосховище. Тому стара шахта назавжди поринула у води Карачунівського водосховища. Збереглася лише назва “Карачуни” та позначення цієї місцевості на старих картах [3].

Геологічна та тектонічна будова. Карачунівське водосховище розташоване в межах Українського кристалічного щита Кіровоградського мегаблоку та Західноінгульського підніття. У нижньому б'єфі водосховища розміщується Криворізько-Кременчуцький тектонічний розлом [8]. Згідно існуючих геологічних карт у районі досліджень найбільш розповсюджені породи міоцену сарматського регіоярису нижнього підрегіоярису (глини, піски, вапняки, пісковики, мегрелі) та породи еоцену київського та обухівського регіоярису (мегрелі, глини, піски глауконітові, алеврити, пісковики в тому числі опоко видні) [9].

Унаслідок активних ерозійних процесів проявляються сліди порід докембрійської, палеогенової, неогенової і четвертинної систем. Палеогенові відклади представлені київськими мергелястими глинами потужністю до 10 м.

Рельєф. Карачунівське водосховище розташоване у межах території Причорноморської низовини. Утворене на місці виходу гранітних оголень і порогів Інгульця. Береги водойми пологі: правий – слабо покатий, біля води обривистий, лівий – низький. Дно Карачунівського водосховища мулисте, біля берегів піщане й замулене. На правому березі дно піщане, біля берегів відмічається слабке заростання. Лівий берег місцями зарослий очеретом.

Відмітка дзеркала води коливається в межах 1,5 м. Весною з водосховища здійснюється найбільший скид води. У зв'язку з коливаннями рівня води у водосховищі, спостерігається підмив берега та незначні обвали. Середньорічна переробка берега не перевищує 0,3 м. Має місце заростання берега очеретом на ширину до 3,0 м – 5,0 м [4].

Ландшафти. Досліджуваний об'єкт – Крачунівське водосховище – знаходиться в межах степової зони, Північностепової підзони, Дністровсько-Дніпровського краю. Території водосховища притаманні ландшафти Правобережно-степового району Південнопридніпровської схилово-височинної області, які характеризуються пагорбами і підвищеними рівнинами з антропогеновим покривом на малопотужній товщі палеоген-неогенових піщано-глинистих відкладів, що перекривають кристалічний фундамент, зокрема лесовими сильно розчленованими схилами височин і підвищеними рівнинами з чорноземами звичайними малогумусними, з ярами і балками, врізаними до кристалічних порід. Відсоток площі природних елементів в загальній площі ландшафту в межах Карачунівського водосховища становить 10-20%, що визначається як низький.

Клімат. Згідно кліматичного районування, територія, на якій розташоване Карачунівське водосховище, знаходиться у Південній кліматичній області, яка покриває всю південну Україну та значну частину центральної, територіально співпадаючи зі степовою зоною.

Клімат водойми можна охарактеризувати як помірно-континентальний, якому притаманне помірно м'яка з частими відлигами зима та спекотне посушливе літо. Середньорічна температура повітря становить $+8,5^{\circ}\text{C}$ (у липні $+22,2^{\circ}\text{C}$, у січні $-5,1^{\circ}\text{C}$).

Зимовий період характеризується частими відлигами, які зумовлено впливом циклонів з Атлантики, Середземного та Чорного морів. У переважній більшості випадків у цей час майже повністю сходить сніговий покрив. Температура повітря підвищується. За умовами циркуляції початок теплого періоду пов'язано з послабленням північно-східного та східного впливу. Навесні він обумовлює ще повернення холоду, при якому спостерігається різке похолодання та заморозки.

Влітку безпосередній вплив арктичного повітря майже повністю припиняється [33].

На даній території опади здебільше відносяться до діяльності циклонів. За рік випадає близько 450 мм опадів. Найбільша кількість опадів випадає в теплу пору року, найменша – на початку весни та осені. За час теплої частини року неодноразово простежуються тривалі періоди бездощів'я (до 30 днів та більше).

Швидкість вітру в середньому за рік складає 5 м/с. Найменша швидкість вітру відмічається влітку та на початку осені, а у зимові місяці та навесні - найбільша. За добу швидкість вітру змінюється з найбільшої вдень до найменшої вночі [33].

Рослинний та тваринний світ. Після створення водосховища по берегах висадили лісові насадження загальною площею 300 гектарів, які отримали назву Карачунівський лісовий масив. Поширеними видами дерев є дуб звичайний, клен ясенolistий і татарський, в'яз корковий, робінія, гледичія, берест, верба, тополя срібляста; з чагарників присутні шипшина, бирючина, бузина, скумпія звичайна, жовта акація, жимолость татарська, лох вузьколистий. Через антропологічний вплив серед трав'янистих рослин стали поширеними стали бур'яни: амброзія полинолиста, повитиця європейська, лобода.

Різноманітним є тваринний світ водосховища. Звичайними представниками є риби, молюски, ракоподібні, комахи, черви, кишковопорожнинні, найпростіші.

На поверхні води зустрічаються численні клопи-водомірки, павук доломедес. На ділянках дна з мулистим ґрунтом численні личинки комарів-довгунців (мотиль). Є червоногі молюски – ставковики та катушки. Із земноводних зустрічаються тритон звичайний, ропухи звичайна та зелена, жаби озерна та їстівна. Клас плазунів представлений водяним вужем, болотною черепахою.

Риби Карачунівського водосховища представлені такими видами: лящ, судак, плітка, головень, червоноперка, жерех, лин, укля, густера, в'юн, сом, щука, окунь і сазан. Також представлені інтродуковані види: білий амур, сріблястий карась, білий товстолобик.

На відкритій поверхні води зустрічаються крижні, лиски, великі норці, білоокі нирки, чирки-тріскунки, річкові крачки, мартини реготуни, лебеді білі та ін.

У березні 2020 року поблизу Карачунівського водосховища було знайдено наслідки завзятої роботи бобрів. Бобер – це вид тварин, що знаходиться у стані, близькому до загрозливого. Житло вони будують з твердих порід дерев, таких як дуб, проте привабливими для тварин є береза, тополя, верба та осика. Незважаючи на шкоду, яку завдають господарства поблизу, екологи вважають тварин рятівниками природного середовища. Житло бобрів позитивно впливає на зволоження території навколо, як наслідок з'являються нові види дерев та трав'яних рослин. Також бобри своєю діяльністю приносять користь – запобігають пожежам. Каскад загат, створений бобрами на річці за тривалий час, сприяє затримці талих й зливових вод. Це призводить до зниження кількості повеней, зменшення берегової ерозії та відновлення зруйнованої людьми системи струмків і джерел [7].

Використання. Води Карачунівського водосховища придатні для зрошення, промислового та побутового споживання, ведення рибного господарства. Саме в таких цілях вода цього водоймища і використовується [1].

Введене в експлуатацію в 1958 році Карачунське водосховище є основним джерелом водопостачання Кривого Рогу; більше 250000 жителів забезпечуються водою з водосховища. Очисна станція може очищати до 200 тисяч м³/добу. Поповнення водосховища відбувається з каналу Дніпро-Інгулець через Олександрійське водосховище та річку Інгулець. Гребінь дамби має довжину 205 м і ширину 7,5 м, а максимальна висота 24 м. Вся конструкція гідровузла Карачунського водосховища відноситься до 1 класу капітальності, тобто повинна була витримати експлуатацію до 120 років [5].

Крім постачання води мешканцям та підприємствам Кривого Рогу, Карачунівське водосховище є природним надбанням та окрасою міста, де часто відпочивають криворіжці. Вздовж водосховища побудовані дитячі табори профілакторії, бази відпочинку тощо.

Також на правому березі знаходиться історично-археологічне надбання – курган Ляхова Могила. Ймовірно, це був зимівник козака Андрія Ляха. Археологи тут знайшли язичницький храм з дерев'яними ідолами слов'янських богів [6].

2.2. Види впливу на ландшафти Карачунівського водосховища у довоєнний період

Територія Карачунівського водосховища має декілька видів ландшафтів:

1. Степ: ця зона розташована у північній та західній частині водосховища, характеризується 100 % розорюваністю, тобто ведення сільськогосподарської діяльності на даній території мало вплив на ландшафт території. Відповідно природного степового ландшафту в межах водосховища не залишилося.

2. Водна екосистема: також зазнала антропогенного впливу через регулювання річки Інгулець шляхом створення водосховища. Водосховище є джерелом водозабору, використовується як зона відпочинку, тут ведеться рибне господарство, його воду застосовують для зрошення, а також водойму експлуатують для регулювання рівня паводкових вод[4].

3. Ліси: на березі Карачунівського водосховища були висаджені лісонасадження, які виконують водозахисну та рекреаційну функції. Тут були збудовані туристичні бази, дитячі табори і профілакторії. Лісонасадження, що оточують Карачунівське водосховище, відомі як Карачунівський лісовий масив, займають площу 300 гектарів[5].

4. Культурний ландшафт: у межах Карачунівського водосховища розташовані історико-ландшафтна заповідна територія, яка включає «Ляхову могилу», святилище «Гірка», урочище «Білі камені» та три поселення.

5. Антропогенний ландшафт: на території водосховища знаходяться межі Цетрально-міського району міста Кривий Ріг та житлова забудова с.Вільне.

Як зазначалося вище, Карачунівське водосховище розташоване на річці Інгулець у м. Кривий Ріг. Це місто вважається одним з найбільш екологічно небезпечних міст України, що зумовлене наявністю великої кількості підприємств

гірничодобувної та переробної промисловості. Тому крім природних факторів, на екологічний стан ландшафтів Карачунівського водосховища значний вплив здійснює антропогенний чинник, який є домінуючим.

Згідно гідроекологічного районування басейну р. Інгулець Карачунівське водосховище відноситься до I району - Верхньоінгулецького, який знаходиться у верхній частині басейну р. Інгулець і простягається від витoku до Карачунівського водосховища; гідрологічний режим формується під впливом дніпровської води, що подається по каналу Дніпро - Інгулець; вода водосховища має відносно добрі якісні показники [3].

Антропогенний вплив на ландшафти водосховища можна поділити на промисловий, сільськогосподарський та життєдіяльність населення. Як видно з рисунку 2.1 промисловість має опосередкований вплив на водойму, а прямим і не менш згубним є вплив сільського господарства та життєдіяльності населення.



1- шахта; 2- підприємство; 3- кар'єр; 4- водойма; 5- місця скидів виробничих стічних вод

Рис. 2.1 Водогосподарська ситуація в середній течії р. Інгулець(територія Криворізького територіально-виробничого комплексу) (за [3])

Вздовж берегової лінії водосховища розташовані населені пункти та бази відпочинку, мешканці яких активно використовують водні ресурси для культурно-побутових та комунальних цілей [6]. Зараз спостерігається будівництво приватних будинків поблизу водойми без належної документації та з порушенням законодавства. Це створює загрозу забруднення поверхневих вод господарсько-побутовими твердими і рідкими відходами.

В окремих випадках відбувається прямий скид господарсько-побутових стічних вод в поверхневі джерела, що часто зумовлює зниження якості води річок. На забруднення Карачунівського водосховища впливають господарсько-побутові стічні води великих міст регіону (м. Олександрія, м. Жовті Води, м. Знам'янка) та невеликих населених пунктів, які знаходяться вище за течією [3].

Комунальні скиди зворотних вод з очисних споруд м. Знам'янка та м. Олександрія є джерелами появи органічних речовин та азоту амонійного у воді річки Інгулець. Забрудненню поверхневих вод фосфором сприяє надходження побутових стічних вод, що містять фосфати як компоненти синтетичних миючих засобів та пом'якшувачів води. Наслідком даного впливу стало накопичення на дні Карачунівського водосховища шкідливих речовин, зокрема зафіксоване перевищення ГДК по цинку, свинцю, барію, марганцю, фосфору [5]. Поясненням процесу накопичення в донних відкладах шкідливих речовин є різке зменшення швидкості течії води у водосховищі.

Додатковий вплив на гідроекологічний стан поверхневих вод здійснює активне сільськогосподарське використання території. Використання мінеральних і органічних добрив при освоєнні сільськогосподарських угідь призводить до погіршення якості води. У відкриті водойми під час дощів та танення снігу надходить велика кількість механічних забруднень у вигляді зважених речовин та нафтопродуктів. Основною причиною забруднення води поверхневих водойм є неочищені поверхневі зливові стоки, несанкціоновані аварійні скиди та безконтрольна культивування та використання для сільського господарства прибережних смуг річок [12].

Умовно ділянку р. Інгулець, де знаходиться Карачунівське водосховище, можна поділити на дві частини: перша (верхня) – територія ЦГЗК, вище водосховища; друга (нижня) – територія ПівдГЗК та ІнГЗК. Такий поділ відповідає гідрохімічному типу води, а саме: у першій частині переважаючим є тип NaS_2 або MgS_2 , у другій – NaCl_2 . Це може бути пов'язано з тим, що у Карачунівське водосховище надходить вода з р. Дніпро через Олександрійське та Іскрівське водосховища (по каналу Дніпро – Інгулець) [1].

Зокрема, стан якості води р. Інгулець та її басейну у своїх працях описував Кравчинський Р.Л. У межах Карачунівського водосховища середня мінералізація води у водосховищі в період літньої межени становить 1100 мг/дм^3 , вміст хлоридів коливається в межах $120\text{-}140 \text{ мг/дм}^3$, сульфатів – в діапазоні $420\text{-}520 \text{ мг/дм}^3$. У таблиці 2.1 наведено основні показники забруднення Карачунівського водосховища у довоєнний період.

Таблиця 2.1 Основні показники забруднення Карачунівського водосховища у 2020 – 2021 роках (за [76])

Показники вимірювання	Одиниці вимірювання	Гранично допустимі показники	2020 р	2021 р
Сухий залишок	мг/дм^3	1000,0	984	895
Сульфат-іони	мг/дм^3	250,0	361,6	331,69
Хлорид-іони	мг/дм^3	250,0	109,6	102,96
Амоній-іони	мг/дм^3	1,3	0,28	0,24
Залізо загальне	мг/дм^3	0,2	0,12	0,11
ХСК	мгО/дм^3	50,0	30,8	29,9
БСК5	мгО/дм^3	3,0	2,5	2,7
Жорсткість	ммоль/дм^3	7, 0	8,3	-

Для покращення якості води та екологічного стану річки, починаючи з 2011 року, Держводагентством здійснюються заходи щодо подачі прісної води по каналу Дніпро-Інгулець у Карачунівське водосховище для здійснення подальшої санітарної промивки русла р. Інгулець. Такий меліоративний захід спрямований на

поліпшення екологічної та водогосподарської ситуації на території Кривбасу, а також Миколаївської та Херсонської областей [35].

Негативний вплив металургійних підприємств Кривого Рогу відмічається і на повітря в регіоні. Під час роботи підприємств велика кількість забруднюючих речовин, таких як діоксид вуглецю, оксиди азоту та сульфуру, потрапляє в атмосферу [2]. Також у повітря потрапляють пил та інші шкідливі речовини: сірководень, аміак, фенол, формальдегід та інші. Аерозолі з повітря осаджуються на поверхню водосховища, що призводить до додаткового забруднення води.

За даними Дніпропетровської обласної ради викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря підприємствами міста становлять понад 260 тис т, а за неофіційними даними, вони щорічно складають понад 1,5 млн т або майже 32% від загальних викидів в країні [4].

Також простежується негативний вплив на ґрунт. Забруднюючі речовини, потрапляючи в повітря, осідають на ґрунті. Найнебезпечнішими є важкі метали, які не підлягають розкладу ні хімічними речовинами ні мікроорганізмами, тому їхня концентрація у ґрунті під впливом промислових викидів постійно зростає. Під час дощів та танення снігу у водосховище змиваються з поверхні ґрунту важкі метали та велика кількість механічних забруднень у вигляді зважених речовин.

Після створення водосховища по берегах висадили лісові насадження, що зумовило помітний природний ресурс Карачунівського водосховища вздовж східного берега для рекреаційної діяльності. Враховуючи лісові насадження, відносно добрі показники якості води, прибережну територію водосховища включено в межі міста як потенційні території, що придатні для рекреаційного освоєння [5].

Отже, не зважаючи на кілька факторів негативного впливу на ландшафти Карачунівського водосховища, зокрема водну екосистему як основний пункт його використання, у довоєнний період, стан води згідно показників вважається задовільним і є основним джерелом водопостачання м. Кривий Ріг. Прибережні зони водосховища розглядалися як зелені та рекреаційні зони з мальовничим природним ландшафтом та навколишніми лісовими масивами.

РОЗДІЛ 3 ГЕОЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ЛАНДШАФТІВ КАРАЧУНІВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА ВНАСЛІДОК ВПЛИВУ ВОЄННИХ ДІЙ

3.1. Оцінка впливу воєнних дій на ландшафти водосховища

Згідно зі схемою фізико-географічного районування території України територія Карачунівського водосховища знаходиться в Інгулецько-Саксаганському долинно-балковому районі, розташованому в басейні середнього Інгульця і Саксагані. Близько 70% території району займають долинно-балковий тип місцевостей зі слабо і середньо-еродованими звичайними мало-гумусними чорноземами та яружно-балковий із сильно-еродованими звичайними мало-гумусними чорноземами. Долинно-балковий тип місцевостей приурочений до міжрічкових просторів Інгула - Інгульця - Саксагані - Базавлука. Балки, що розчленовують плато, переважно давні й великих розмірів. За обрисами вони нагадують річкові долини. У слабозмитих звичайних мало-гумусних чорноземах гумусовий горизонт має потужність 70-75 см. Вміст гумусу 4,5-5,5%. Забезпеченість ґрунтів фосфорною кислотою та калієм - середня, азотом - недостатня. Найбільш піднесені ділянки плато являють собою вододільно-хвилястий тип місцевостей зі звичайними мало-гумусними чорноземами. Ці місцевості характеризуються слабководнистою поверхнею, яка поступово знижується з півночі на південь від 150 до 100 м. Ґрунти вирізняються високою природною родючістю і придатні під всі сільськогосподарські культури.

Яружно-балковий тип місцевостей із сильно еродованими звичайними малогумусними чорноземами поширений по берегах Інгульця і Саксагані. Поширені донні та бічні яри, а також різні за величиною і походженням балки. Яри і балки часто глибоко врізані до кристалічних порід. На межиріччі Інгульця і Кам'янки невеликі площі займає рівнинно-подовий тип місцевостей зі звичайними малогумусними чорноземами в комплексі з лучно-чорноземними осолоділими ґрунтами степових подів Долинами Інгульця, Саксагані та Базавлука добре

виражені доменні лучно-солончакові та заплавно-лучні місцевості на кристалічній основі. Надзаплавні тераси зустрічаються окремими ділянками.

14 вересня 2022 року дамба Карачунівського водосховища зазнала ракетного обстрілу, що призвело до її руйнування та підтоплення Центрально-Міського та Інгулецького районів Кривого Рогу.

Обласна адміністрація повідомила, що рівень води в річці Інгулець нижче за течією від Карачунівського водосховища спочатку піднявся на два-три метри з максимальною витратою води 100 кубометрів на секунду. Щоб знизити рівень води, частину дамби нижче за течією на Чорногорці було підірвано, а на пошкодженій дамбі встановили тимчасовий шлюзовий затвор. Це дозволило знизити рівень води в річці на 40 см. У кількох мікрорайонах міста було оголошено евакуацію, місцева влада повідомила про підтоплення понад 100 будинків[1], згодом з'ясувалося, що їх було близько 280 (рис. 3.1).



Рис. 3.1. Російський ракетний удар по дамбі спричинив повінь у промисловому місті Кривий Ріг, Україна. Джим Хьюлбрук для The New York Times[3].

Ігор Коломієць, Hydro Energy Engineering, Ukraine, повідомив, що удар завдав серйозних пошкоджень затворам, гідромеханічному обладнанню, крану та адміністративним будівлям на дамбі, і спричинив стік води з водосховища в річку Інгулець. Перші екстрені заходи реалізовані оперативно, пошкодження було усунене протягом 48 годин[2].

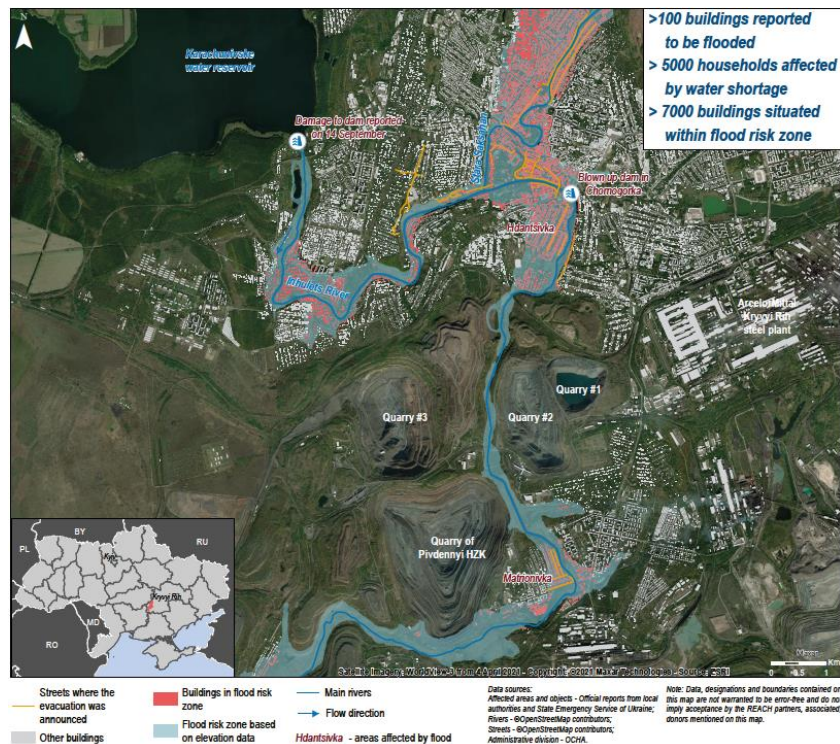


Рис. 3.2. Картосхема потенційної зони підтоплення [1].

Щоб нанести на карту (рис. 3.2.) потенційну зону підтоплення, ІМРАСТ застосував просторовий аналіз цифрової моделі рельєфу. Карта показує зону ризику підтоплення при підйомі рівня води на +2 м, яка охоплює площею 13,7 кв. км і потенційно може вплинути на понад 7 000 будівель, у тому числі 16 шкіл та дитячих садків, а також 3 лікарні (за даними ОСМ) [1].

У наслідок ракетного удару по дамбі Карачунівського водосховища найбільшого механічного впливу зазнала водна екосистема водойми. Степова зона, лісові насадження та антропогенний ландшафт водосховища руйнувань та негативного впливу від ракетного удару не зазнали. Тобто безпосереднього фізичного та механічного впливу ґрунти, рослинний покрив, будівлі не зазнали, проте відмічалися опосередковані тимчасові зміни стану ґрунтів прибережної зони та дна внаслідок інтенсивного потоку води та зменшення кількості води у водосховищі.

Так як ландшафти водосховища належать до долинно-балкового типу місцевості зі середньо-еродованими мало-гумусними чорноземами та до яружно-балкового типу із сильно-еродованими мало-гумусними чорноземами, інтенсивний

потік води викликав ерозію берегів та часткову втрату ґрунту на них, що призвело до виникнення поглиблень та рухомості берегової лінії, наслідком чого стали цілі острови з вимитої рослинності, що росла в прибережній зоні, зокрема очерету, та сміття, яке потрапило у воду. Також інтенсивний потік води під час прориву дамби міг змінити форму та характер річкового дна, що може мати вплив на видовий склад іхтіофауни та екосистему річкового басейну.

Отже, ерозія берегової лінії може призвести до втрати природних місць існування для різних видів рослин і тварин, і як наслідок до зменшення біорізноманіття регіону.

Для ліквідації наслідків руйнування дамби за словами міського голови застосовувалися залізисті кварцити, з відвалів, що розташовувалися найближче. Застосування цих матеріалів призвело до зміни кольору річки нижче за течією від водосховища, що в свою чергу викликало занепокоєння мешканців міста[4].

Про причини цього явища органи місцевого самоврядування не повідомили населенню вчасно. Тому з метою отримання достовірної інформації про стан водних ресурсів та зниження напруги в мешканців міста, громадська спілка «Досить труїти Кривий Ріг» відібрала проби води та проаналізувала їх за допомогою тест-систем (рис. 3.3).

Показник скринінгу		О. В.	Точка громадського скринінгу якості вод			
			1	2	3	4
Загальний солевміст	TDS	мг/дм ³	877	893	978	750
Водневий показник	pH	од. рН	7,6	7,6	8,0	7,4
Карбонатна твердість	КН	мг-екв./дм ³	7,9	7,8	7,2	6,4
Загальна твердість	ГН	мг-екв./дм ³	17,2	17,5	15,1	14,0
Насичення кисню	O ₂	% макс. O ₂	96	92	94	8..10*
Вміст амоній-іону	NH ₄ ⁺	мг/дм ³	<0,05	0,05..0,1	0,05..0,1	0,05..0,1
Вміст нітритів	NO ₂ ⁻	мг/дм ³	0,1..0,2	0,1..0,2	0,01..0,025	0,1..0,2
Вміст нітратів	NO ₃ ⁻	мг/дм ³	1,0..3,0	1,0..3,0	0,5..1,0	0,5..1,0
Вміст фосфатів	PO ₄ ³⁻	мг/дм ³	0,2..0,4	0,2..0,4	0,1..0,2	0,2..0,4
Вміст заліза розчинного	Fe ²⁺	мг/дм ³	0,02..0,05	0,02..0,05	0,05..0,1	0,02..0,05
Вміст металів (II)	Cu ²⁺	мг/дм ³	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Загальна екологічна оцінка			II-III	III	II	II
			Добра, перехідна до посередньої	Посередня	Добра	Добра

Згідно категорій екологічної якості води: Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / А.В. Гриценко, О.Г. Васенко, Г.А. Верніченко та ін. – Х.: УкрНДІЕП. – 2012. – 37 с.

Рис. 3.3. Показники якості води проб, відібраних 16 вересня 2022 року екологічними активістами ГС «Досить труїти Кривий Ріг» біля греблі Карачунівського водосховища та нижче за течією [4].

Відповідно до класифікації екологічної якості води, всі проби показали добру або посередню якість. Підвищені концентрації нітритів та фосфатів можна пов'язати з тим, що були затоплені городи та вигрібні ями приватного сектору. Вміст розчиненого заліза та важких металів у воді виявився в межах норми, а от зважених речовин було досить багато. Враховуючи колір води та згодом оприлюднену інформацію, що саме використали для укріплення тіла греблі, активісти ГС «ДТКР» припустили, що концентрація заліза загального перевищує допустимі норми [4].

Проаналізувавши дані, можна зробити висновок, що якість води в Карачунівському водосховищі відразу після ракетного удару була відносно безпечною.

Зокрема, деяке підвищення вмісту фосфатів та нітритів у воді – вони були виявлені в пробах, які належать до III категорії, - може бути спричинене через zalивання інженерних мереж та вигрібних ям на подвір'ях. Фосфати, наприклад, можуть призводити до надмірного розмноження синьо-зелених водоростей або, як кажуть у народі, цвітіння води. А це в перспективі зменшує кількість розчиненого кисню у воді та негативно впливає на річкових мешканців. Проте цього разу аналізи показали: сатурація в усіх пробах була вище, ніж 90%. Це означає, що кисневого голоду серед риби та річкової рослинності не буде [5].

Проте екологи після прориву дамби виявили ряд інших екологічних проблем. Зокрема, значні запаси води – цінного ресурсу – були втрачені внаслідок руйнування шлюзів.

Потік води, який інтенсивно виливався через пошкодження в дамбі, містив представників іхтіофауни та річкової рослинності водосховища. Вони бились у вирвах, забивались об опори мостів, а згодом, коли вода зійшла, залишились на берегах і загинули. Така ситуація негативно впливає на видовий склад флори та фауни як водосховища, так і річки нижче за течією [4].

Ще одна проблема, яку відкрили ракетні удари і подальший розлив річки, - це недотримання вимог природоохоронного законодавства, зокрема недотримання меж прибережних захисних смуг, та відсутність контролю з боку відповідних

органів. У Кривому Розі підтопленими виявилися помешкання та споруди, що розташовувалися щільно до річки нижче за течією від Карачунівського водосховища. Течією переміщувалися очерет, який сильно розрісся в межах водойми, сміття, та інші відходи побутово-господарської діяльності людини(рис.3.4). Сформувалися цілі острови, які зупинялися опорами мостів, а разом з інтенсивною течією знесли один з них. Дані штучні острови створили запруды, які залишилися гнити, коли вода спала [4].



Рис.3.4. Запруды з очерету та сміття [5].

3.2. Порівняльна характеристика ландшафтів до та після підриву дамби

Як зазначалося вище, домінуючим чинником впливу на екологічний стан ландшафтів Карачунівського водосховища є антропогенний. Ракетний удар у гідротехнічні споруди Карачунівського водосховища спричинив додатковий негативний вплив на водну екосистему водосховища. А так як воно є одним з важливих джерел питного водопостачання 600-тисячного міста, виникла необхідність проаналізувати стан якості води водосховища (табл. 3.1)

Відбір проб з Карачунівського водосховища, враховуючи військову ситуацію у Дніпропетровській області, з березня 2022 року не проводився [1]. Тому для порівняння були використані оприлюднені дані громадського моніторингу впливу

ракетного нападу на греблю Карачунівського водосховища[2, 3], проведені фахівцями та залученими експертами громадської спілки «Досить труїти Кривий Ріг» у вересні та жовтні 2022 року.

Починаючи з жовтня 2023 року було відновлено роботу поста спостереження: р. Інгулець, 335 км, м. Кривий ріг, Карачунівське водосховище, питний водозабір міста [4].

Таблиця 3.1. Порівняння якості води в районі Карачунівського водосховища (сформована на основі даних 2, 3, 4)

Контрольований показник	Одиниці виміру	Дати проведення моніторингу якості води					
		ДСанПі Н 2.2.4-171	2021 рік(усереднені за рік)	16 вересня 2022 року	20 жовтня 2022 року	25 жовтня 2023 року	15 березня 2024 року
Амоній	Мг/літр	≤ 1.2	0,24	0,1	0,05	0,26	0,26
БСК5	МгО ₂ /літр	≤ 3	2,7			2,61	2,79
Нітрати	Мг/літр	≤ 50	1,01	1,0	0,5	1,93	2,29
Нітрити	Мг/літр	≤ 0.1	0,04	0,2	0,1	0,03	0,03
Сульфати	Мг/літр	≤ 250	331,69			480,22	289,34
Хлориди	Мг/літр	≤ 250	102,96			124,09	99,26
Фосфати	Мг/літр	≤ 21	0,28	0,4	0,05	0,22	0,11

Як видно з таблиці, контрольовані показники якості води Карачунівського водосховища повністю відповідають нормам та стандартам ДСанПіН України, крім сульфатів. Висока мінералізація водних ресурсів є характерною проблемою для України, зокрема для її східного та центрального регіонів. До Карачунівського водосховища вони потрапляють зі стічних вод з шахт та гірничозбагачувальних підприємств м. Кривого Рогу через підземні води та аерозолі з повітря, що осаджуються на поверхню водосховища.

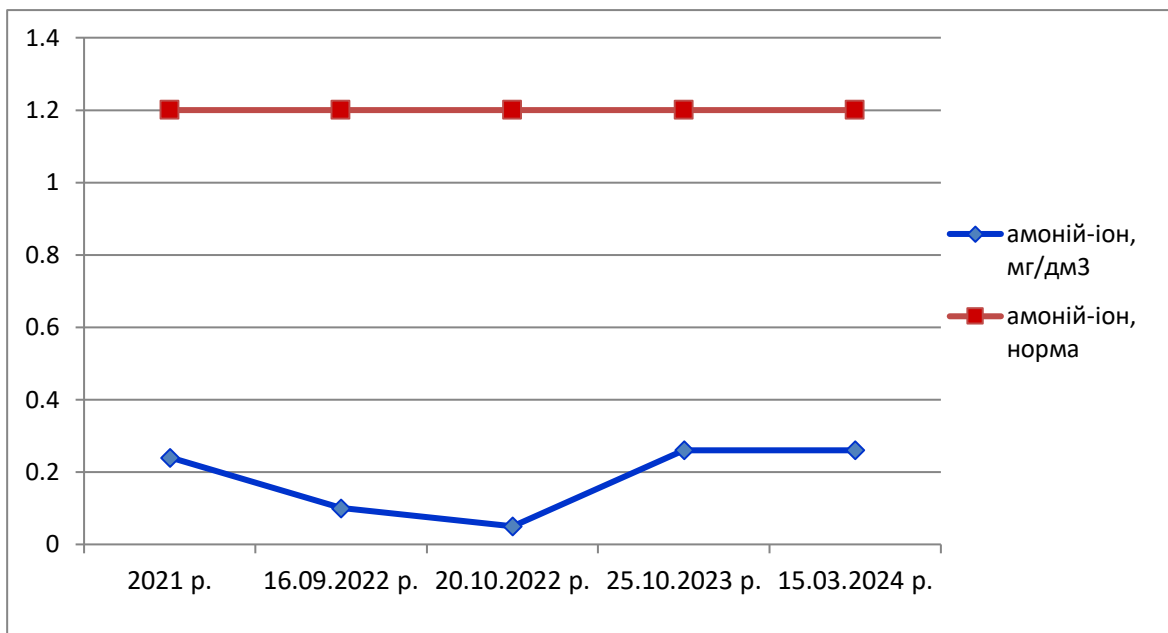


Рис.3.5 Показники амоній-іону Карачунівське водосховище до та після підриву дамби.

Амоній-іони погіршують органолептичні властивості води і свідчать про можливість бактеріального зараження середовища. Як видно з рис.3.5, показники амоній-іонів знаходяться значно нижче нормованих показників. Відразу після прориву дамби відмічається різке зниження показників амоній-іону, що пояснюється збільшенням швидкості стоку води із відносно стоячої водойми.

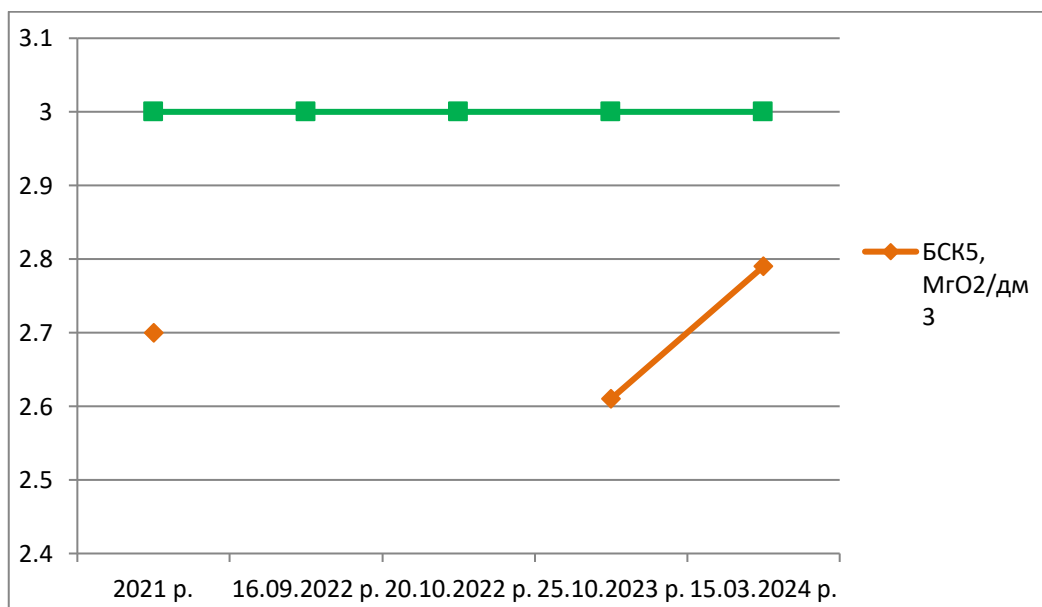


Рис.3.6 Показники БСК₅ Карачунівське водосховище до та після підриву дамби.

Проаналізувавши дані за біохімічним споживання кисню, прийшли до висновку, що БСК₅ протягом досліджуваного періоду знаходилося в межах норми. Проте відсутні оприлюднені дані щодо БСК₅ відразу після влучання ракет у дамбу водосховища, тому зробити висновок про показники в цей період неможливо.

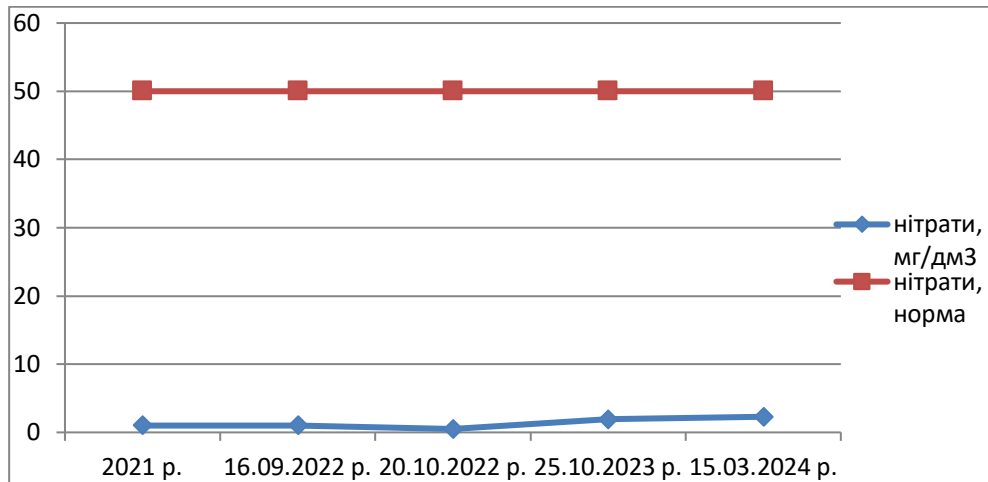


Рис.3.7 Показники нітратів Карачунівське водосховище до та після підриву дамби.

Нітрати – це солі азотної кислоти. Вони потрапляють у воду із побутовими та сільськогосподарськими стоками. Підвищений рівень нітратів у воді впливає на дихальну та серцево-судинну системи людей, які цю воду споживають. Вміст нітратів за проаналізований період досить низький. Через 6 днів після підриву дамби спостерігається зниження показників на 50%, а через рік показники знову зросли.

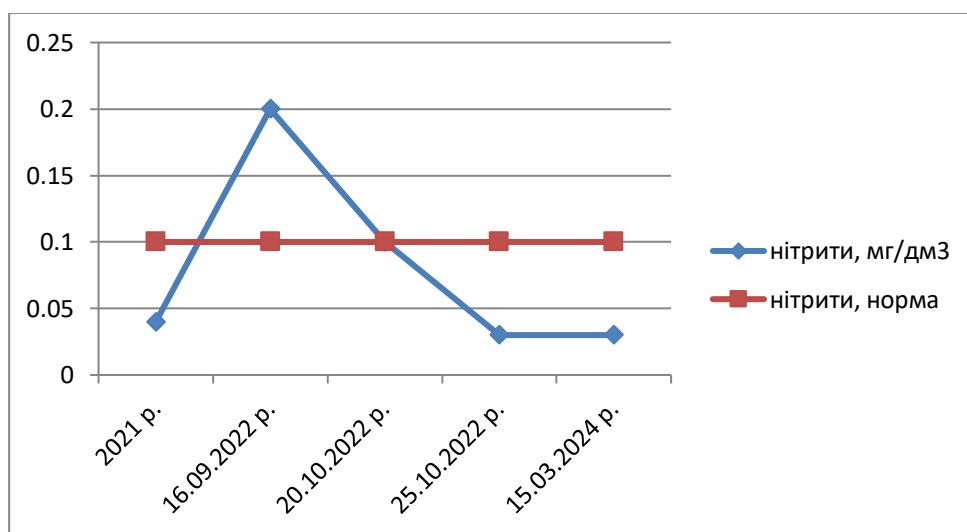


Рис.3.8 Показники нітритів Карачунівське водосховище до та після підриву дамби.

Солі азотної кислоти (нітрити) – результат розкладання органічних сполук, що містять азот. Їх кількість у воді залежить від того, наскільки ефективно корисні бактерії справляються з переробкою забруднюючих речовин. Нітрити більшою мірою, ніж нітрати, в разі потрапляння в організм з їжею мають не лише токсичну, а й канцерогенну дію та можуть стати причиною цілого ряду захворювань. Відразу після пошкодження дамби відмічається різке підвищення кількості нітритів у водосховищі, що у 2 рази перевищує норму. Це можна пояснити тим, що, по-перше, від час вибуху у воду потрапили сполуки азоту з ракетного палива (нітрогліцерин $C_3H_5(ONO_2)_3$, нітрометан CH_3-NO_2) [5], по-друге, швидкою течією, що утворилася, піднялися донні відклади з мілководдя, де саме і відбувається інтенсивний процес розкладання органічних речовин.

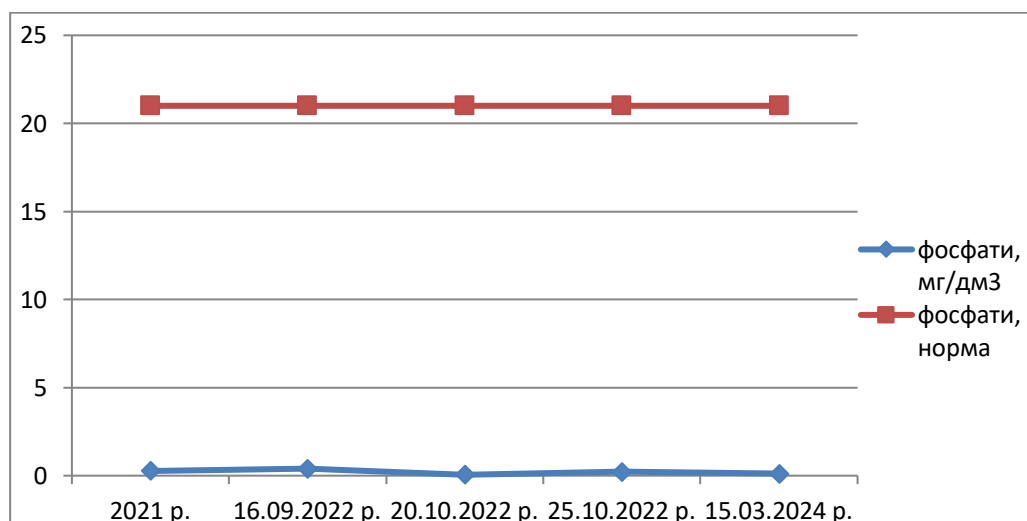


Рис.3.9 Показники фосфатів Карачунівське водосховище до та після підриву дамби.

Надлишок сполук фосфору призводить до розвитку евтрофікації у водоймах. Синьо-зелені водорості, які розростаються надміру, перешкоджають потраплянню в воду сонячного світла і кисню. З наведених даних протягом аналізованого періоду показники фосфатів не перевищували нормативні показники. Середній показник становив $0,21 \text{ мг/дм}^3$, що в 10 разів менше граничної норми. Найнижчий показник відмічений на шостий день після підриву дамби, що може пояснюватися збільшенням швидкості стоку води із відносно стоячої водойми.

Отже, виходячи з аналізу показників якості води Карачунівського водосховища, можна зробити висновок, що ракетний удар по дамбі мав вплив на водну екосистему. Негативним виявився вплив ракетного палива, що призвело до різкого підвищення рівня нітритів у воді, які знизилися до норми протягом шести днів. Всі інші показники у перший день після підриву дамби навіть покращилися, що пояснюється збільшенням швидкості стоку води із відносно стоячої водойми. Проте, слід відмітити, що якість води у р. Інгулець нижче Карачунівського водосховища значно погіршилася [3].

3.3 Шляхи збереження ландшафтів Карачунівського водосховища

Екологічна оцінка ландшафтів Карачунівського водосховища, зокрема його водної екосистеми, показала, що, не зважаючи на помітні техногенно-соціальні наслідки, ракетний удар та роботи з відбудови дамби мали обмежений та некатастрофічний ефект на ландшафти Карачунівського водосховища [1]. Проте наслідки ракетного удару відкрили всі проблеми антропогенного впливу, які були у довоєнний час і продовжують існувати.

Проблема зарегульованості водосховища вимагає постійних заходів щодо забезпечення проточності та чистоти плеса. Після руйнування дамби на Карачунівському водосховищі внаслідок ракетного удару, виконавчий комітет Криворізької міської ради ініціював звернення до центральних та місцевих органів виконавчої влади з проханням сприяти відновленню водного стоку Карачунівського водосховища та покращенню екологічного стану річки Інгулець. Тим паче, що після руйнування Каховського водосховища, зросло навантаження на Карачунівське водосховище через припинення подачі води каналом з річки Дніпро до Південного водосховища та перекачування води новим водогоном із річки Інгулець.

Чергова проблема, що візуалізувалася, - це захаращення берегів водойми. Течія, що утворилася внаслідок прориву дамби, підмивала прибережні ґрунти, вириваючи очерет, та створювала з нього й сміття штучні острівці, додатково забруднюючи водосховище. З метою утримання водойми в належному стані

необхідно періодично частково видаляти очерет в річках, які зазнають антропогенного впливу. Тому серед природо-охоронних заходів, передбачених міською та обласною екологічними програмами, обов'язково мають бути розчищення берегів від сміття та зайвої, тим більше відмерлої, рослинності. Фінансування цих заходів має відбуватися з обласного екологічного фонду[2].

Ще одна проблема антропогенного впливу – це порушення меж прибережної захисної смуги та необдуману побутово-господарську діяльність окремих мешканців міста. Тому міська влада має припинити практику надання ділянок під забудову, влаштування гаражів, мийок транспортних засобів та ін. в межах водоохоронних зон та прибережних захисних смуг Карачунівського водосховища[2].

Як зазначалося вище, результатом підриву дамби стала часткова втрата іхтіофауни в Карачунівському водосховищі. Відновлення видового складу має вирішуватися через збереження біорізноманіття, питання якого включені до “Дніпропетровської обласної комплексної програми (стратегії) екологічної безпеки та запобігання змінам клімату на 2016 – 2025 роки” (рішення Дніпропетровської обласної ради від 21.10.2015 № 680-34/VI). [4].

Зелена зона Карачунівського водосховища потенційно могла би стати об'єктом створення нових місць рекреації, так як ландшафтнорекреаційні зони мають формуватися на основі існуючих зелених насаджень загального користування. Враховуючи лісові насадження, відносно добрі показники якості води, прибережну територію водосховища включено в межі міста як потенційні території, що придатні для рекреаційного освоєння [5].

Враховуючи усі вище перераховані проблеми, є необхідність посилення роботи контролюючих органів та екологічних громадських організацій щодо недопущення посилення антропогенного впливу на ландшафти Карачунівського водосховища, зокрема за влаштування стихійних сміттєзвалищ на берегах водойми.

Міжвідомчою робочою групою при Мінприроди у 2017 році підготовлений проект Плану заходів щодо поетапного зменшення обсягів скидання надлишків

зворотних вод у р. Інгулець, поліпшення якості води у басейні зазначеної річки, а також у Карачунівському водосховищі, водозаборі Інгулецької зрошувальної системи, до 2025 року. План заходів містить 5 розділів, що передбачають нормативно-правове регулювання питання поводження з високомінералізованими шахтними водами гірничорудних підприємств Криворізького залізорудного басейну; моніторинг та контроль за станом водних ресурсів басейну р. Інгулець; наукові дослідження, спрямовані на пошук альтернативних рішень з управління високомінералізованими шахтними водами Кривбасу; заходи з оздоровлення басейну р. Інгулець, поліпшення якості води у басейні зазначеної річки, Карачунівському водосховищі, водозаборі Інгулецької зрошувальної системи та першочергові технічні заходи у сфері поводження з високомінералізованими шахтними водами гірничорудних підприємств Криворізького залізорудного басейну. [23]

З огляду на опрацьовані матеріали, до заходів, що мають забезпечити збереження ландшафтів Карачунівського водосховища, зокрема водної екосистеми, можна зарахувати такі:

- удосконалення нормативно-правової та еколого-економічної бази з метою збереження ландшафтів;
- зменшення обсягів технологічного водоспоживання із впровадженням сучасних водозберігаючих технологій;
- удосконалення системи обліку, моніторингу та контролю забруднення поверхневих вод та прибережних зон;
- створення водоохоронних зон, розчищення прибережної смуги водосховища;
- забезпечення належного технічного стану гідротехнічних споруд;
- повне припинення скидання у водні об'єкти неочищених та недостатньо очищених стічних вод комунального господарства.

ВИСНОВКИ

Проаналізувавши вплив воєнних дій на ландшафти України та на водойми зокрема, вивчивши поточний стан ландшафтів Карачунівського водосховища та вплив воєнних дій на нього, провівши порівняння стану ландшафтів водосховища до та після підризу дамби, звернувши особливу увагу на якісні показники води як основного функціоналу водосховища, були сформовані наступні висновки.

Воєнні конфлікти, що розпочалися на території України у 2014 році, спричинили істотний вплив на довкілля, а після повномасштабного вторгнення ці зміни посилилися і їх наслідки для екосистем стали відчутнішими. Згідно з оцінками різних експертів, від 20 до 30% території України зазнали воєнного впливу. Площа ландшафтів, яка постраждала від війни, в загальному обсязі є більшою, ніж зона активних бойових дій. Природні ландшафти в результаті військової агресії зазнають механічних, хімічних та фізичних впливів. Доведено, що воєнні дії впливають на усі без винятку природні складники ландшафту.

Найбільш постраждалими від воєнних дій є прісноводні екорегіони: Донський та частково Дніпровсько-Південно-Бузький, зокрема басейн річки Дніпро. Серед першорядних наслідків воєнного впливу, що породжують екологічну катастрофу для водних ресурсів України, виокремлюють: порушення роботи очисних споруд, порушення водозабезпечення населення та підприємств, безпосереднє механічне та хімічне забруднення водойм та ґрунтових вод внаслідок бойових дій.

Карачунівське водосховище, що розташоване на річці Інгулець у межах м. Кривий Ріг і є найбільшим на Криворіжжі, використовується для зрошення, промислового та побутового споживання, ведення рибного господарства. У довоєнний період водосховище зазнавало антропогенного впливу на ландшафти, а саме опосередковано від промислового комплексу Криворіжжя, та безпосередньо від сільськогосподарської діяльності та життєдіяльності населення. Не зважаючи на кілька факторів негативного впливу на ландшафти Карачунівського

водосховища, водну екосистему, як основну функцію його використання, у довоєнний період можна вважати задовільною.

14 вересня 2022 року дамба Карачунівського водосховища зазнала ракетного обстрілу, що призвело до її руйнування та підтоплення Центрально-Міського та Інгулецького районів Кривого Рогу. Для ліквідації прориву дамби були використані залізисті кварцити, які забарвили воду в червоний колір чим викликали занепокоєння у місцевих жителів. Відразу активістами ГС «Досить труїти Кривий Ріг» були відібрані та проаналізовані проби води, які показали, що якість води в Карачунівському водосховищі відразу після ракетного удару можна назвати відносно безпечною.

У ході дослідження було проведено аналіз показників якості води Карачунівського водосховища до воєнних дій, відразу після підриву дамби, через місяць, через рік та півтора року після ракетного удару. Проаналізувавши дані, прийшли до висновку, що контрольовані показники якості води Карачунівського водосховища повністю відповідають нормам та стандартам ДСанПіН України, крім сульфатів. Висока мінералізація водних ресурсів є характерною проблемою для України, зокрема для її східного та центрального регіонів.

Ракетний удар по дамбі мав вплив на водну екосистему водосховища. Негативним виявився вплив ракетного палива, що призвело до різкого підвищення рівня нітритів у воді, які знизилися до норми протягом шести днів. Всі інші показники у перший день після підриву дамби навіть покращилися, що пояснюється збільшенням швидкості стоку води із відносно стоячої водойми. Проте, слід відмітити, що якість води у р. Інгулець нижче Карачунівського водосховища у перші дні після підриву дамби значно погіршилася.

Також негативним наслідком ракетного удару стала часткова втрата іхтіофауни в Карачунівському водосховищі, що призвело до втрати біорізноманіття водної екосистеми водойми. Відновлення видового складу має вирішуватися шляхом збереження біорізноманіття, питання якого включені до “Дніпропетровської обласної комплексної програми (стратегії) екологічної безпеки та запобігання змінам клімату на 2016 – 2025 роки”

Не зважаючи на відчутні техногенно-соціальні наслідки, ракетний удар та роботи з відбудови дамби мали обмежений та некатастрофічний ефект на ландшафти Карачунівського водосховища. Проте наслідки ракетного удару відкрили всі проблеми антропогенного впливу, які були у довоєнний час і продовжують існувати, зокрема недостатня кількість заходів щодо забезпечення проточності та чистоти плеса; захаращеність берегів водосховища; недотримання меж прибережної захисної смуги під час ведення господарства.

Основними заходами щодо збереження ландшафтів Карачунівського водосховища мають стати удосконалення нормативно-правової та еколого-економічної бази, удосконалення системи обліку, моніторингу та контролю забруднення поверхневих вод та прибережних зон, створення природоохоронних зон, розчищення прибережної смуги водосховища та забезпечення належного технічного стану гідротехнічних споруд.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ангурець О., Хазан П., Колесникова К., Куш М., Чернохова М., Гавранек М. Україна, шкода довкіллю, екологічні наслідки війни. Електронне науково-популярне видання. 2022. – 84 с.
2. Байлюк Ю.В., Сорока М.Л., Амбросова А.М., Амбросова Д.М. Аналіз якості води з різних джерел у м. Кривий Ріг за результатами громадського моніторингу. Електронне науково-популярне видання. Інформаційна брошура. Кривий Ріг: ГС “ДТКР”, 2022, 16 с.
3. Гідрохімічний режим та якість води Інгульця в умовах техногенезу/В.К. Хільчевський, Р.Л. Кравчинський, О.В. Чунарьов. - К.: Ніка-Центр. 2012.-180 с.
4. Гродзинський М.Д. Пізнання ландшафту: місце і простір. У 2-х томах. – Київ: Видавничо-поліграфічний центр “Київський університет”, 2005а. – Т. 1. – 431 с.
5. Геттлман Дж. Побоюючись повеней, українські чиновники закликають до евакуації після того, як Росія пошкодила дамбу. *The New York Times*. 14 вересня 2022 р. URL: <https://www.nytimes.com/2022/09/15/world/europe/russia-ukraine-dam-strike.html>
6. Екологічна і біологічна безпека в умовах війни: реалії України. Збірник матеріалів науково-практичної конференції (Україна, Київ, 19-20 липня 2023 р.). Київ. 2023. 114 с.
7. Екологічний вісник. Науково-популярний екологічний журнал. Січень-лютий 2022. № 1(131). С. 2-6.
8. Екотехногенні наслідки руйнування гідротехнічних споруд. Прогнози та перспективи відновлення. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. Київ, 20 червня 2023. С. 28-30.
9. Збірник матеріалів доповідей ІХ Міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Екологія – філософія існування людства» 19-20 квітня 2023 р. Київ, 2023.
10. Збірник матеріалів ХХІІ Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю, присвяченій 25-річчю Всеукраїнської екологічної ліги, за редакцією проф. Вадзюка С. Н. – Тернопіль: Укрмедкнига, 2022. – 67 с.

11. Зелінський С. Е. Аналітичний звіт «Водопостачання та водна безпека у контексті російської агресії». Кропивницький, 2022.
12. Індивідуальний регламент періодичного скидання надлишків зворотних вод гірничорудних підприємств Кривбасу у міжвегетаційний період 2018-2019 рр. / (ПрАТ «Укрводпроект») м.Київ, 2018.
13. Казаков В.Л., Сметана М.Г., Шипунова В.О. Паранько І.С., Коцюрuba В.В., Калініченко О.О. Природнича географія Кривбасу: Монографія. - Кривий Ріг: Оксан-Принт, 2005.- 151с.
14. Кравчинський Р.Л. Екологічний стан поверхневих вод басейну р. Інгулець як головний чинник визначення рекреаційного потенціалу території. *Географія та туризм*. Київ 2010. №4. С.141-146
15. Кривий Ріг. Генеральний план населеного пункту. Пояснювальна записка. 2319/11365-МД.ПЗ. 2011
16. Матеріали слухань у Комітеті Верховної Ради України з питань екологічної політики на тему: «Вплив воєнних дій на довкілля в Україні та його відновлення до природного стану» (10 листопада 2022 року) / Ред.: Ю. Ю. Овчинникова – Київ: Комітет Верховної Ради України з питань екологічної політики та природокористування, 2023. — 184 с.
17. Моніторинг та екологічна оцінка водних ресурсів України. URL: <http://monitoring.davr.gov.ua/EcoWaterMon/GDKMap/Index>
18. Назарук Микола, Остроушко Максим. Розвиток промислового комплексу Криворіжжя: економічні переваги, техногенні наслідки та екологічні проблеми. *Економічна та соціальна географія*. – Київ, 2021. – Вип. 86
19. Національна доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні у 2020 році. Міністерство розвитку громад та територій України. Київ, 2021. – 385 с.
20. Перший Криворізький. URL: <https://1kr.ua/news-74357.html>
21. Регіональна доповідь «Про стан навколишнього природного середовища в Дніпропетровській області за 2021 рік», м. Дніпро, 2022 рік. 304 с.

22. Регіональна доповідь «Про стан навколишнього природного середовища в Дніпропетровській області за 2022 рік», м. Дніпро, 2023 рік. 309 с.
23. Рівень води в українській річці Інгулець піднявся після удару Росії по гідротехнічних спорудах Кривого Рогу. *Нова газета Європа*. URL: <https://novayagazeta.eu/articles/2022/09/14/water-level-of-ukraines-river-inhulets-rises-after-russia-strikes-hydraulic-structures-of-kryvyi-rih-news>
24. Строкаль В.П., Ковпак А.В. Военні конфлікти та вода: наслідки й ризики. *Екологічні науки*. 2022. № 5(44). С.92-104.
25. Урядовий портал. URL: <https://www.kmu.gov.ua/news/249987121>
26. Хільчевський В.К. Водні та збройні конфлікти – класифікаційні ознаки: у світі та в Україні. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2022. № 1 (63). С.6-19.
27. Шерстюк Н.П., Хільчевський В.К. Особливості гідрохімічних процесів у техногенних та природних водних об'єктах Кривбасу: Монографія. – Дніпропетровськ: ТОВ «Акцент ПП», 2012. – 263 с.
28. Як війна впливає на довкілля і як можна допомогти його відновлювати – розповідає екологиня. *Суспільне. Новини*. 23 квітня 2022 URL: <https://suspilne.media/231917-ak-vijna-vplivae-na-dovkilla-i-ak-mozna-dopomogti-jogo-vidnovluvati-rozpovidae-ekologina/>
29. Якість води у річці Інгулець. Громадський моніторинг впливу ракетного нападу на греблю Карачунівського водосховища: інформаційна брошура / Сорока, М. Л., Амбросова Г. М., Байлюк Ю. В., Кривий Ріг: ГС «ДТРК», 2023, 20 с.
30. Deepak Rawtani, Gunjan Gupta, Nitasha Khatri, Piyush K. Rao, Chaudhery Mustansar Hussain (2022). Environmental damages due to war in Ukraine: A perspective. *Science of The Total Environment*, 850, 157932 URL: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157932>
31. Deepak Rawtani, Gunjan Gupta, Nitasha Khatri, Piyush K. Rao, Chaudhery Mustansar Hussain (2022). Environmental damages due to war in Ukraine: A perspective. *Science of The Total Environment*, 850, 157932 URL: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157932>

32. Paulo Pereira, Ferdo Bašić, Igor Bogunovic, Damia Barcelo (2022). Russian-Ukrainian war impacts the total environment. *Science of The Total Environment*, 837, 155865. URL: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155865>
33. Bilous L. (2017) Ecoregion as an object of cross-border and regional planning of biodiversity protection systems. *Visnyk Kyivskogo nacionalnogo universytetu imeni Tarasa Shevchenka GEOGRAFIYA [Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv, Geography]*, 3-4 (68-69), 30-34 (in Ukrainian, abstr. in English).
34. Екодія. URL: <https://ecoaction.org.ua/pryroda-ta-vijna.html>
35. Всесвітній фонд природи. URL: <https://wwf.ua/en/?7828466/war-and-nature-wwf-shotam>
36. Тихоокеанський інститут. URL: <https://www.worldwater.org/conflict/list/>
37. Тихоокеанський інститут. URL: <https://www.worldwater.org/conflict/map/>
38. Кривий Ріг. URL: <https://kryvyi-rih.name/uk/articles/2229-osoblivosti-karachunivskogo-vodoskhovischa>
39. Кривий Ріг. URL: <https://kryvyi-rih.name/uk/eternal-3203-istoriya-pohodzhennya-karachuniv>
40. Кривий Ріг. URL: <https://kryvyi-rih.name/uk/eternal-3623-kryvorizki-bobry-i-pozhezhi>
41. Кривий Ріг. URL: <https://kryvyi-rih.name/uk/eternal-3503-shho-vplyvaye-na-stan-richok-u-kryvomu-rozi>
42. Ракетний удар по Карачунівській дамбі, Україна. *Міжнародний журнал про гідроенергетику та греблі*. 16 вересня 2022 р. URL: <https://www.hydropower-dams.com/news/missile-attack-on-the-karachun-dam-ukraine/>
43. OpenStreetMap. URL: <https://www.openstreetmap.org/#map=12/47.9529/33.2838>
44. Географічні карти України. URL: <https://geomap.land.kiev.ua/index.html>
45. Управління ООН з координації гуманітарних питань. URL: <https://reliefweb.int/map/ukraine/ukraine-kryvyi-rih-ad-hoc-flood-risk-assessment-after-incident-14-sep-2022>
46. ТОВ "ІА" Рубрика ". URL: <https://rubryka.com/article/red-water-kryvyi-rih/>

47. TEXTY.ORG.UA. URL:<https://texty.org.ua/articles/107751/kryvava-richka-na-sho-vplyne-poskodzhennya-damby-v-kryvomu-rozi/>
48. Łukasz Golowanow. 204-й день війни. Росіяни націлилися на Кривий Ріг. 15 вересня 2022р.
URL:<https://www.konflikty.pl/aktualnosci/wiadomosci/204-dzien-wojny/>
49. ГО «Досить труїти Кривий Ріг». URL: <https://dtkr.com.ua/ingulecz/>
50. Дописувачі Вікіпедії. Ракетне паливо [Інтернет]. Українська Вікіпедія; 8 травня 2024, 20:49 UTC [цитовано 10 травня 2024]. Доступно із: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%BA%D0%B5%D1%82%D0%BD%D0%B5_%D0%BF%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B2%D0%BE