

DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2025-32-08>

УДК (UDC): 504.05:550.42

Ю. В. ВОЙТЕНКО¹, канд. техн. наук,

доцент кафедри безпеки життєдіяльності

e-mail: Juliya.voy.1983@gmail.com

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0819-3794>

К. С. СВИРИДОВА¹,

бакалавр кафедри фізіології та інтродукції рослин

e-mail: katerynasvyrydova372@gmail.com

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0002-2484-1122>

¹Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

пр-т Науки, 72, м. Дніпро, 49010, Україна

ПІДРИВ КАХОВСЬКОЇ ГЕС: ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ТА РЕМЕДІАЦІЯ ПОШКОДЖЕНИХ ТЕРИТОРІЙ

Мета. Дослідження екологічних наслідків руйнування Каховської ГЕС, аналіз впливу забруднення води для населення, флори та фауни, оцінка впливу на сільське господарство та визначення можливих шляхів відновлення території.

Методи. Системний аналіз, статистичні методи.

Результати. Визначено забруднення води сміттям, нафтопродуктами, хімічними та небезпечними, органічними та біогенними речовинами, а також бактеріями та вірусами. Негативні явища, як відтік води та затоплення завдали масштабних збитків не лише населенню, що вимушені евакуюватися через загрозу для життя, але й економіці країни, яка постраждала у результаті ураження сільськогосподарських угідь. Зокрема показано зниження площі зрошуваних земель і, як наслідок, скорочення загального виробництва сільськогосподарських культур, таких, як овочі, зернові та зернобобові, олійні культури, тощо. Трагедія також спричинила загибель великої кількості представників рослинного та тваринного світу через значне затоплення території. Розглянуті перспективні шляхи з подолання екологічних наслідків цієї катастрофи. Невідкладними завданнями є застосування методів відновлення угідь в залежності від екологічних умов та доступних ресурсів.

Висновки. Визначено значний негативний вплив як на елементи довкілля, включаючи водні об'єкти та ґрунти, так і на економічний розвиток країни за рахунок ураження сільськогосподарських угідь. Доведено важливість завдання застосування засобів щодо відновлення пошкоджених територій, включаючи методи біологічної ремедіації, геоінженерії та технології карбонатної мінералізації.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: Каховська ГЕС, екологічна катастрофа, флора, фауна, забруднення води, затоплення, ремедіація території.

Як цитувати: Войтенко Ю. В., Свиридова К. С. Підриб Каховської ГЕС: екологічні наслідки та ремедіація пошкоджених територій. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Екологія»*. 2025. Вип. 32. С. 110 - 123. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2025-32-08>

In cites: Voitenko Y. V., & Svyrydova, K. S. (2025). Undermining of Kakhovka HPP: environmental consequences and remediation of damaged territories. *Visnyk of V.N. Karazin Kharkiv National University. Series Ecology*, (32), 110 - 123. <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2025-32-08> (in Ukrainian)

Вступ

Однією з найбільших рукотворних екологічних катастроф за останні десятиліття вважається підриб греблі Каховського водосховища російськими окупантами, здійснений 6

червня 2023 року. Він створив загрозову небезпеку для українських громадян у населених пунктах по обидва береги р. Дніпра нижче Каховського водосховища, а також посилив

© Войтенко Ю. В., Свиридова К. С., 2025



[This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Урядом України вжито низку невідкладних заходів для збереження здоров'я людей в зоні катастрофи та в місцях їх проживання. Щоб не допустити спалахів інфекційних хвороб, до зони надзвичайної ситуації доставили 148 тисяч тонн питної і технічної води, роздали 237 тисяч таблеток для її знезараження [2]. Постійну загрозу для цивільного населення в постраждалих районах становили й наземні міни, змиті паводковими водами [3].

Серед природних об'єктів, які постраждали в результаті руйнування греблі Каховської ГЕС, в найбільшому ступеню, слід віднести водні об'єкти, це стосується як русла р. Дніпро, прибережної акваторії Чорного моря, так і існуючих та створених паводком водойм в степовій частині Причорномор'я.

До найбільш потужних забруднень водних об'єктів одне з перших місць займає забруднення їх сміттям, відкладенням. Розрахунки кількості забруднення, що надійшло в водні об'єкти, дало такі результати. Загальний обсяг відходів, змитих внаслідок прориву греблі, становив 1007000 м³ (відповідно до моделі ЮНЕП). За моделлю ПРООН отримане більше число – близько 2894000 м³ змитого сміття [4]. Проте обидві моделі можуть дати лише приблизні оцінки кількості утвореного сміття через неможливість безпосередньо оглянути певні райони на півдні України.

Окрім цього, за різними оцінками в води Чорного моря відразу після прориву надійшло від 150 т до 465 т трансформаторного мастила з Каховської ГЕС [5, 6]. До того ж, окрім викиду великої кількості нафти з Каховської ГЕС, іншими джерелами забруднення стали об'єкти, що розташовані нижче за течією, зокрема: хімічні заводи, нафтобази, нафтосховища, нафтопереробні заводи, склади палива, автозаправні станції, скотомогильники тощо [7]. Варто розуміти, що нафтопродукти мають негативний вплив на здоров'я не лише людей, а й тварин, рослин, біохімічний стан водойм, а також негативно впливають на репродуктивну систему організмів, стан слизових оболонок та на функціонування органів в цілому.

Проведено чисельні дослідження забруднення водних об'єктів хімічними речовинами. Наприклад, дослідження проб донних відкладень з осушеного водосховища і затоплених територій виявило надзвичайно

високу концентрацію хрому та миш'яку [4]. Також за висновками УкрНЦЕМ, 14 червня 2023 року у пробах води і донних відкладень з Дніпра, затоплених районів, Дніпровсько-Бузького лиману і Чорного моря, було зафіксовано перевищення допустимих рівнів концентрації міді (17,9 мкг/л), цинку (44,8 мкг/л) та миш'яку (1,81 мкг/л) [8]. Наступного дня спостерігалось перевищення контрольних значень концентрацій нафтопродуктів, токсичних металів (цинку, кадмію і миш'яку) і хлорорганічних сполук (ліндану і поліхлорованого дифенілу) [9]. Нові проби, взяті 4-5 липня 2023 року, показали швидке зниження концентрації нафтопродуктів, цинку і миш'яку, однак накопичення кобальту перевищувало гранично допустимі концентрації в чотири рази, а концентрація міді залишалася критично високою [10]. За такої умови, у разі тривалої взаємодії з кадмієм, він може накопичуватися в нирках, що призводить до захворювання нирок, крихкості кісток та ураження легенів [11]. А накопичення високотоксичних хлорорганічних сполук у тканинах організму, зокрема ПХБ, призводить до серйозних пошкоджень нервової системи [9].

Щодо зважених речовин у водних об'єктах, аналізуючи отримані результати, станом на 10 червня 2023 року у пробах води з річки Інгулець містилася звичайна концентрація зважених твердих частин, яка була до катастрофи. Проби морської води з Чорного моря показали, що концентрація зважених твердих частин перевищувала нормативи в 1,1-1,6 разів. Наступні проби, взяті 13 червня 2023 року в тих самих районах, показали, що концентрація завислих речовин збільшилася в 1,6-2,6 разів порівняно з допустимими рівнями. Часткова стабілізація показників з періодичними коливаннями почалася з 20 червня 2023 року. Станом на 26 червня 2023 року, концентрація зважених твердих частин перевищувала норму тільки в одній з трьох проб, взятих у Чорному морі [12].

Після катастрофи Міндовкілля повідомило, що внаслідок затоплення були пошкоджені ємності для зберігання рідких добрив (карбамідо-аміачної суміші) на суднобудівному підприємстві ТОВ «Паллада Шип'ярд» в районі міського порту Херсона, що призвело до викиду хімічних речовин у навколишнє середовище, де станом на 23 лютого 2022

року на території підприємства зберігалось 3470,68 тонн добрив [6].

ПП «Полімін-Юг» в Олешках також може бути потенційним забрудником води, адже ресурс Ecodozor класифікує його як «високоризикове» джерело забруднення води і зазначає про затоплення підприємства на максимальну глибину до 5 метрів [13].

Вважаємо, окрім хімічного забруднення необхідне дослідження і органічного забруднення води, яке часто пов'язане саме з продуктами життєдіяльності організмів, що потрапляють на поверхню водойм з каналізаційних систем, ферм та сільськогосподарського сектору. Для визначення забруднення води поживними речовинами досліджується наявність сполук азоту та фосфору. На 7 червня 2023 року концентрація амонію і нітритів у річці Інгулець, зокрема, поблизу Новософіївки та Снігурівки в Миколаївській області, перевищила встановлені допустимі рівні для цих сполук. Проби води, взяті наступної доби, 8 червня 2023 року, з річки Інгулець у районі Снігурівки, зафіксували подальше збільшення і до того підвищених рівнів вмісту амонію і нітритів.

Як результат, високі концентрації амонію в морській і річковій воді в перші дні після прориву вказували на те, що певна кількість води потрапила в море і річки з джерел інтенсивної мінералізації органічних речовин (наприклад, із каналізаційних систем, вигрібних ям, тваринницьких ферм тощо) [14].

Також, з 8 по 17-18 червня 2023 року в УкрНЦЕМ спостерігалася підвищена концентрація біогенних сполук у північно-західній частині Чорного моря: фосфатів (PO_4), нітритів (NO_2), амонійного азоту (NH_4) і силікатів (SiO_4) [9].

Варто зазначити, що приплив значних мас прісної води з розчиненими в ній органічними та біогенними речовинами в північно-західну частину Чорного моря призвів до інтенсивного розвитку ціанобактерій і водоростей у морській воді біля узбережжя Одеської області. Через надходження прісної води з водосховища у північно-західній частині Чорного моря різко збільшилася кількість трьох токсичних ціанобактерій – *Aphanizomenon flos aquae*, *Dolichospermum flos aquae* і *Microcystis aeruginosa* [15].

Окрім перелічених видів забруднення, значну небезпеку становлять бактерії і

віруси, що опинились у водних об'єктах внаслідок катастрофи. Затоплення муніципальних об'єктів (кладовищ, звалищ, туалетів, вигрібних ям, боєнь тощо), а також населених пунктів, складів і сільськогосподарських угідь, призвело до викиду небезпечних хімічних речовин та збудників інфекцій у сусіднє водне середовище разом зі стоком води в Чорне море. Результати відбору проб, проведених після прориву греблі Центрами контролю та профілактики хвороб показали, що бактерії і віруси (лактозопозитивна кишкова паличка, кишкова паличка, холероподібні вібриони, амеби, лямблії, ентерококи, ротавірус, сальмонела, астровірус, криптоспоридії, трихоцефалез, токсокароз, стронгілоїдоз, аскариди людини і стафілококи тощо), які можуть викликати захворювання у людей, були присутні в річковому басейні та в Чорному морі [16].

Негативні наслідки цього теракту не залишають без уваги і вплив на флору та фауну. По-перше, це деградація водного та прибережного середовища Каховського водосховища та сусідніх водойм через відтік води. У результаті витоку води незворотних змін зазнає не лише комплекс мікроорганізмів, а й комплекс фауни, характерний для донного мулу. Осушення поверхонь донних відкладень на тривалий період спричинює появу своєрідних пустель, які й надалі продовжують висихати, осідати та тріскатися.

Як результат, осушення 80% земель під Каховським водосховищем спричинило одразу масову загибель моллюсків, рештки яких утворювали щільний шар, покриваючи великі ділянки дна водойми. У свою чергу, вільні від води ділянки дна виступали сприятливим субстратом для швидкого заселення і поширення агресивних інвазивних видів рослин – як трав'янистих, так і чагарникових та деревних.

Окрім самого басейну водосховища, осушення також вплинуло і на довколишні затоки, балки та річки. Найбільше постраждали водні об'єкти вздовж русла р. Дніпро вище за течією від Каховської ГЕС, зокрема, Олексіївська затока (гирлова частина річки Чортотлик, правої притоки Дніпра) та Мар'янська затока (трохи нижче за течією, недалеко від села Мар'янське).

Серед науковців й досі триває дискусія стосовно подальшого озеленення дна

Каховського водосховища. Одні стверджують про значну загрозу поширення інвазивних видів рослин, інші наголошують, що більшість інвазивних рослин в Україні не пов'язана з річковими долинами і, відповідно, осушені ділянки будуть покриті місцевими рослинами].

Каховське водосховище, як і нижні заплави Дніпра, вважалося одним з найбільших місць комерційного розведення і природного поширення прісноводної риби в Україні [17].

Після спаду води майже вся риба пішла вниз за течією (була знесена в Чорне море, де вона загинула через непристосованість до

солоній води) або залишилася на висохлому дні (почала масово гинути через брак води). У результаті осушення водосховища загинуло близько 11 400 тонн риби. Знищені 85 рибних господарств, які займалися видобутком водних біоресурсів і були розташовані нижче за течією: 49 — у Каховському водосховищі, і 36 — в Дніпровсько-Бузькому лимані» [18]. До того ж, скидання води з водосховища призвело до повного вимирання найбільш вразливих і рідкісних видів риб в пониззі р. Дніпро [19].

Приклад звалища мертвої риби в Херсонській області наведено на рисунку 2.



Рис. 2 – Звалище мертвої риби після руйнування Каховської ГЕС в Херсонській області, 22 липня 2023 р. Дані <https://zaborona.com/chy-varto-vidbudovuvaty-кахovsku-ges-ta-yak-vidnovlyuyetsya-ekosystema-pislya-potopu/>

Fig. 2 – Dump of dead fish after the destruction of the Kakhovka hydroelectric station in the Kherson region, July 22, 2023. Data from <https://zaborona.com/chy-varto-vidbudovuvaty-кахovsku-ges-ta-yak-vidnovlyuyetsya-ekosystema-pislya-potopu/>

Але, збираючи та утилізуючи рибу, українська влада і волонтери відіграли ключову роль у зменшенні збитків жителів прибережних населених пунктів.

Зазнали значного руйнування нерестовища та постійні середовища існування риби внаслідок відтоку води. Отже, через швидке осушення водосховища майже вся молода риба на мілководді опинилася на березі й неминуче загинула, що значно погіршило довгострокові результати нересту.

Постраждали також птахи та пташині гніздові колонії. Важливе значення для популяції птахів мають так звані «кучугури» (острівки посеред водосховища), де птахи активно живуть і розмножуються. Раніше ці місця були ізольовані від суходолу водою, але наразі є незахищеними від хижаків та людей.

За висновками ЮНЕП, Каховське водосховище було важливою складовою Дніпровського меридіонального екокоридору, що є одним з трьох основних міграційних шляхів

птахів, які з'єднують північні райони Полісся, деякі райони Білорусі та Росії з узбережжям Чорного моря. Відповідно, раптова зміна структури та внутрішнього ландшафту над колишнім водосховищем, яке було стабільним та чітким орієнтиром для птахів, може призвести до дезорієнтації під час перельотів [4].

Через відток води постраждали і природоохоронні території, що розташовані на ділянці нижче за течією Дніпра від греблі Дніпровської ГЕС до греблі Каховської ГЕС [20].

Для всіх заповідників, розташованих частково або повністю вздовж узбережжя водосховища (Май-Гора, Лісовий масив на Лисій горі та ін.), витік води і значне раптове скорочення базису ерозії створили додаткову загрозу посилення ерозійних процесів і нових зсувів. Для заповідників, більш віддалених від берегів водосховища, таких як Богданівський, Кам'янський прибережно-річковий комплекс і урочище Білозерське, наслідки в

перший рік після руйнування греблі були незначними, але в довгостроковій перспективі існує низка загроз для їхньої біоти, пов'язаних із радикальною перебудовою гідрологічного режиму. Взагалі, природні комплекси національних парків та інших заповідних територій зазнали масштабних і незворотних втрат первинного біорізноманіття через осушення Каховського водосховища.

Значні ризики та екологічні наслідки спостерігаються не тільки через відтік води, а пов'язані із затопленням величезної території. За висновками Української природоохоронної групи, деякі ендемічні види рослинного світу перебувають під загрозою зникнення внаслідок штучної повені. Остаточне і незворотне знищення залишків реліктових лісів, відомих під назвою Гілея також можна розглядати як один із потенційних наслідків трагедії [17]. Наразі вищеперелічені території перебувають під контролем російських окупаційних військ, тому повністю оцінити негативний вплив неможливо.

Також за даними Міністерства охорони навколишнього середовища та природних ресурсів України, після руйнування греблі внаслідок затоплення могло загинути близько 20 000 хребетних тварин [21].

Відразу після підриву греблі чисельними дослідженнями вчених показані негативні наслідки для унікальних для цього регіону видів наземних тварин [22], деяких рептилій [23], гризунів [24, 25], мурах [26], адже майже всі місця, де раніше мешкали представники тваринного світу, опинилися під водою.

Затоплення також призвело до загибелі близько 300 тварин у зоопарку «Казкова

Діброва», який розташований на окупованій території [27]. Найбільше від затоплення постраждав Нижньодніпровський національний природний парк, понад 95% загальної площі в заплаві Дніпра від якого було затоплено. Потужні потоки води розмили родючий шар ґрунту на затопленій території, знищили живі організми, які формували заплавні екосистеми, порушили або зруйнували біоценотичні зв'язки на затоплених територіях [28].

Отже, різні групи тварин в тій чи іншій мірі постраждали через втрату або значне виснаження джерел харчування, зміни хімічного складу води, а також викиду токсичних речовин із напівзатоплених складів пестицидів, побутових і промислових відходів, які потрапляли в р. Дніпро і Чорне море у великих кількостях після затоплення населених пунктів і промислових зон уздовж берегів р. Дніпро [29].

Підриг Каховської гідроелектростанції, окрім вищепереліченого, завдав величезного удару по зрошувальній системі південних регіонів України. Найбільше постраждала Каховська магістральна зрошувальна система, завдяки якій зрошувалось тисячі гектарів сільськогосподарських земель.

Після руйнування дамби Каховського водосховища площа зрошуваних земель Херсонської області скоротилася на 95% (рис. 3). Крім того, 78% зрошуваних площ країни залежали від Каховської системи, що підкреслює масштаби проблеми.

Через втрату зрошення на пошкодженій території загальне виробництво с/г культур на зрошувальних землях скоротилося на 89%: виробництво овочів зменшилося на



Рис. 3 — Динаміка змін площі зрошуваних земель за період 2014-2023 рр. в Херсонській області [30]
Fig. 3 — Dynamics of changes in the area of irrigated land for the period 2014-2023 in Kherson region [30]

85%; виробництво зернових та зернобобових скоротилося на 93%; олійні культури зазнали падіння на 98%; для картоплі характерним стало зниження на 30% (рис. 4).

У результаті, загальні втрати через скорочення виробництва зернових, олійних та овочевих культур сягнули високих показників (рис. 5). Зокрема, в овочівництві \$109,3 млн втрат припадає лише на самі томати та огірки. Отже, кількість сухих земель зросла на 45%, що значно ускладнило можливість швидкого відновлення аграрного виробництва.

Як результат, для відновлення та стабілізації зрошувальної системи необхідні значні інвестиції та модернізація існуючої інфраструктури. У порівнянні з 2021 роком через війну втрати площі зрошення склали 78% [30].

Внаслідок підризу Каховської греблі постраждали ґрунти як вище, так і нижче за течією. У результаті катастрофи території, зайняті Каховським водосховищем, а також русло і ділянки Нижнього Дніпра зазнали осушення на 80% [17]. ЮНЕП стверджує, що одним з можливих наслідків висихання буде поява піщаних бурь та інтенсивність змін клімату, яке створить додаткове навантаження на рослинність і збільшить ризик появи своєрідних пустель в сусідніх регіонах [4]. За даними РАХ, зневоднення ґрунтів призведе до засолення ґрунтів, зниження їхньої продуктивності і деградації орних земель, що спричинить труднощі у веденні сільського господарства в регіоні [31]. Водночас, опади можуть не забезпечити обсягів зрошування, достатніх для сільськогосподарського виробництва [32].



Рис. 4 — Зміни у виробництві с/г культур на зрошуваних землях у 2018–2023 рр. [30]

Fig. 4 — Changes in agricultural production on irrigated lands in 2018-2023 [30]



Рис. 5 — Дані моніторингу втрат через припинення іригації станом на 2023 р. [30]

Fig. 5 — Irrigation cessation loss monitoring data as of 2023 [30]

Отже, висихання дна Каховського водосховища, що сталося в результаті руйнування греблі Каховської ГЕС, призвело до утворення нестійких осушених піщано-глинистих ґрунтів, які більш схильні до вітрової і сонячної ерозії. Різке висихання ґрунту сприяє швидкому поширенню інвазивних видів рослин, виснаженню родючого ґрунтового покриву, утворенню піщаних мілин і засоленню ґрунтів. До того ж, підвищений вміст солей у ґрунтових водах і застій води внаслідок затоплення стали факторами накопичення солей у ґрунтах.

Дослідження, проведені міжнародними експертами, показали наявність марганцю і кадмію, а також свинцю і миш'яку в концентраціях, що перевищують допустимі норми, у пробах ґрунту, взятих у прибережних районах гирла водосховища і нижче за течією зруйнованої греблі вздовж русла Дніпра [17]. Дослідження Інституту геохімії навколишнього середовища встановили, що порівняно з ґрунтами прибережних районів, де фонові геохімічні концентрації важких металів відповідають встановленим нормам, донні відкладення в руслах річок піднімаються на поверхню внаслідок обміління Каховського водосховища і характеризуються підвищеним вмістом таких хімічних елементів, як Ti, Mn, Ni, Cd, Be, La, Yb, Ge, Sn, W, Li та Sc [33].

Отже, основну небезпеку становлять донні відкладення Каховського водосховища, що піднялися на поверхню, представлені багатолітніми муловими відкладеннями, які перенесені водами з Дніпра, скупченнями колоїдних розчинів важких металів та інших небезпечних сполук у численних місцях скидання промислових підприємств, розташованих уздовж берегів р. Дніпро та її притоків. Через здатність цих елементів мігрувати у геологічному середовищі, існує ризик їхнього потрапляння в місцеві водоносні пласти та, як наслідок, у харчові продукти та організм людини.

Важливим питанням є обговорення шляхів подолання екологічних наслідків та впровадження заходів щодо відновлення та ремедіації пошкоджених територій. 18 липня 2023 року Уряд затвердив постанову про експериментальний проєкт, розрахований на два роки, з початку відбудови Каховської ГЕС, яку підірвали росіяни. На першому етапі

планується проєктування всіх інженерних конструкцій, підготовка необхідної бази для відновлення. Другий етап розпочнеться після деокупації територій, де розташована ГЕС. Він передбачає власне будівельні роботи. Координуватиме проєкт Міністерство економіки, а замовником робіт буде державне підприємство «Укргідроенерго» [34].

Важливим етапом відбудови ГЕС буде попередня підготовка дна майбутнього водосховища перед його заповненням. Як вказувалось вище, дно існувавшого раніше басейну водосховища сьогодні вкрито густою рослинністю. Тому, в першу чергу, необхідно вирішити питання з його очищення від рослин. Тут важливо врахувати попередній позитивний досвід підготовки басейнів каскаду Дніпровських водосховищ, так і допущені тоді недоліки в цьому напрямку. Важливо врахувати світовий досвід підготовки майбутніх басейнів водосховищ. Наступним етапом має бути моніторинг складу донних відкладень. Виявлені накопичення важких металів, шкідливих речовин, нафтопродуктів необхідно видалити з дна басейну.

Така підготовка відбудованого басейну дасть змогу в короткий термін відновити використання води басейну для потреб життєдіяльності людей, зрошення сільськогосподарських угідь, виключити забруднення води в Чорному морі, відновити рибогосподарське значення басейну.

Необхідно вже сьогодні виконати комплекс робіт по створенню необхідної техніки та розробці технологій її використання.

Використання геоінженерії слугуватиме чудовим інструментом для усунення наслідків екологічної катастрофи, зокрема забруднення повітря, води та ґрунту. Наприклад, відновленню довкілля сприятиме реабілітація ґрунту через внесення в нього біохару або використання фітостабілізації з допомогою рослин для боротьби із забрудненням земель.

Можливе також застосування біореємедіації, що полягає в процесі залучення мікроорганізмів для розкладання шкідливих речовин і перетворення їх на нейтральні або менш токсичні продукти. Це, зокрема, біологічне розкладання, стабілізація органічних забруднювачів, зв'язування неорганічних забруднювачів. Біореємедіація може відбуватися на місці забруднення або за його межами, коли

забруднений матеріал переміщується в контрольоване середовище для здійснення процесів очищення. Бактерії часто використовують для біоремедіації забруднених нафтопродуктами ґрунтів, оскільки вони мають здатність розщеплювати нафту на безпечні компоненти. Рослини, в свою чергу, можуть витягати токсичні елементи з ґрунту або води та накопичувати їх у своїх тканинах, або віддавати токсини в атмосферу.

Технологія карбонатної мінералізації для зниження рівня CO₂ в атмосфері та використання наночастинок для зниження рівня забруднювачів у воді також стануть корисними при вирішенні проблемних питань [35, 36].

Реставрація природних угідь є важливим процесом, який включає відновлення та

відтворення деградованих або знищених угідь до їхнього природного стану. Вона може охоплювати різноманітні стратегії, зокрема: відновлення рідкісних рослин, відновлення водних ресурсів, зменшення забруднення або впровадження управління місцем проживання для забезпечення сталого розвитку біорізноманіття [37].

Зокрема, методи відновлення угідь залежать від конкретних цілей, екологічних умов та доступних ресурсів. Вони можуть охоплювати активне впровадження рослин або висівання рідких видів, контроль над небажаними видами, зміну водного режиму для відновлення водяних угідь, або використання контролю для стимулювання росту рідких видів.

Висновки

Встановлено, що підлив греблі Каховської ГЕС спричинив появу низки негативних наслідків для місцевого населення. Загибель людей, підтоплення помешкань, руйнування критично важливих об'єктів інфраструктури, забруднення вод органічними та хімічними речовинами посприяли обмеженню доступу до базових потреб суспільства та становленню загрози для здоров'я великої кількості людей. При цьому військовий стан в країні значно ускладнював заходи з евакуації населення та ліквідації наслідків екологічної катастрофи.

Доведено, що через руйнування Каховської ГЕС відбулося масштабне забруднення водних об'єктів сміттям різної природи, нафтопродуктами, токсичними металами, біогенними та хлорорганічними сполуками, рідкими добривами, продуктами життєдіяльності організмів. Затоплення муніципальних об'єктів призвело до інтенсивного розвитку збудників інфекцій, які можуть викликати вірусні та бактеріальні захворювання людей різного рівня тяжкості.

Скидання води з Каховського водосховища значно вплинуло на систему водопостачання сусідніх районів, навіть за умови, що вони розташовані не безпосередньо на березі, але отримують воду з водосховища.

Аналіз показав, що відтік води з осушенням території вище греблі та затоплення територій нижче греблі є основними факторами, які завдали небажаного впливу на флору та фауну в межах екологічної катастрофи. Водночас, надати остаточну оцінку впливу від руйнування Каховської греблі неможливо, адже для отримання достовірної інформації знадобляться постійні довгострокові спостереження. Оскільки значна площа території й досі залишається недоступною через активні бойові дії, то проведення первинної оцінки в повній мірі та подальше повномасштабне дослідження наслідків катастрофи наразі неможливе.

Запропоновано можливі шляхи подолання екологічних наслідків та впровадження заходів щодо відновлення та ремедіації пошкоджених територій, а саме розглянуто важливі етапи відбудови ГЕС, включаючи попередню підготовку дна майбутнього водосховища, моніторинг складу донних відкладень, очистку від важких металів, шкідливих речовин, нафтопродуктів з подальшими технологіями відновлення та відтворення деградованих або знищених угідь до їхнього природного стану за допомогою методів біоремедіації та карбонатної мінералізації.

Конфлікт інтересів

Автори заявляють, що конфлікту інтересів щодо публікації цього рукопису немає. Крім того, автори повністю дотримувались етичних норм, включаючи плагіат, фальсифікацію даних та подвійну публікацію.

Список використаної літератури

1. ACAPS Briefing note - Ukraine: Flooding due to destruction of Kakhovka Dam. ACAPS: data-driven humanitarian analysis | ACAPS. 2023. URL: https://www.acaps.org/fileadmin/Data_Product/Main_media/20230609_acaps_briefing_note_ukraine_flooding_due_to_the_destruction_of_the_kakhovka_dam.pdf (дата звернення: 03.03.2025).
2. Булавін, Д. Ліквідація наслідків підриву Каховської ГЕС завершена — МОЗ. Hromadske 2023. . URL: <https://hromadske.ua/posts/likvidaciya-naslidkiv-pidrivu-kahovskoyi-ges-zavershena-moz> (дата звернення: 05.03.2025).
3. Tétrault-Farber, G., Faulconbridge, G Mines uprooted in Ukraine dam disaster could pose danger for years, Red Cross says. 2023. URL: <https://www.reuters.com/world/europe/mines-uprooted-ukraine-dam-disaster-could-pose-danger-years-come-red-cross-2023-06-08/> (дата звернення: 04.03.2025).
4. Rapid environmental assessment of Kakhovka Dam Breach Ukraine. UN Environment Document Repository Home. 2023. URL: <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/43696> (дата звернення: 04.03.2025).
5. Президент України провів екстрене засідання Ради національної безпеки і оборони щодо ситуації на Каховській ГЕС. Офіс Президента України. 2023. URL: <https://president.gov.ua/news/prezident-ukrayini-proviv-ekstrene-zasidannya-radi-nacionaln-83417> (дата звернення: 05.03.2025).
6. Оперативна інформація за наслідками підриву Каховської ГЕС станом на 06:00 13.06.2023. ЕкоЗагроза. Офіційний ресурс Міндовкілля. 2023. URL: <https://ecozagroza.gov.ua/news/119> (дата звернення: 26.02.2025).
7. Ukraine Situational Overview Kakhovka Dam breach. 2023. URL: https://repository.impact-initiatives.org/document/reach/4671cd41/REACH_UKR_Situational-Overview_Kakhovka-Dam-Breach_16-June-2023_EN.pdf (дата звернення: 26.02.2025).
8. Vyshnevskiy, V., Shevchuk, S., Komorin, V., Olynyk, Y., & Gleick, P. The destruction of the Kakhovka dam and its consequences. *Water International*, 2023. Vol. 48. No 5. 631-647. DOI: <https://doi.org/10.1080/02508060.2023.2247679>
9. Забруднення Чорного моря як наслідок аварійної ситуації, яка склалася після підриву греблі Каховської ГЕС. УкрНЦЕМ. 2023. URL: https://sea.gov.ua/index.php/2023/06/27/ges_explosion_conseq/ (дата звернення: 27.03.2025).
10. Вплив аварії на Каховській ГЕС на морську екосистему: Оновлені дані від УкрНЦЕМ. 2023. URL: https://sea.gov.ua/index.php/2023/07/17/new_data_ges_statsu ukrscses/ (дата звернення: 10.03.2025).
11. Kolatková, M. First research of the contamination of the sediments from Kakhovka reservoir. *Chráníme naše životní prostředí*. 2024. URL: <https://arnika.org/en/publications/first-research-of-the-contamination-of-the-sediments-from-kakhovka-reservoir> (дата звернення: 10.03.2025).
12. Тучковенко, Ю. Особливості розповсюдження в Чорному морі розпріснених забруднених перехідних вод з Дніпровсько-Бузького лиману після руйнування греблі Каховського водосховища. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2023 №.32). С.110.
13. Екологічні наслідки та ризики бойових дій в Україні. Екодозор. URL: [Ecodozor. https://ecodozor.org/](https://ecodozor.org/) (дата звернення: 10.03.2025).
14. Наукова оцінка екологічної шкоди, заподіяної проривом Каховської греблі. Інститут морської біології НАН України. URL: <https://imb.odessa.ua/?id=20904106> (дата звернення: 23.03.2025).
15. Цвітіння фітопланктону в Одеській затоці після підриву Каховської дамби. УкрНЦЕМ. 2023. URL: https://sea.gov.ua/index.php/2023/06/15/phytoplankton_blossoms_odesa_black_sea/ (дата звернення: 23.03.2025).
16. Кузін, І. Гігієнічним нормам не відповідають щонайменше 30% проб води, відібраних з поверхневих водойм. Міністерство охорони здоров'я України. 2023. URL: <https://moz.gov.ua/uk/gigienichnim-normam-ne-vidpovidajut-schonajmenshe-30-prob-vodi-vidibranih-z-poverhnevih-vodojm---igor-kuzin> (дата звернення: 22.02.2025).
17. Затоплено війною: Дослідження руйнування Каховської греблі та його наслідки для екосистеми, аграріїв, цивільного життя та міжнародного правосуддя. *Truth Hounds*. 2023. URL: <https://truth-hounds.org/cases/zatopleno-vijnoyu-doslidzhennya-rujnuvannya-kahovskoyi-grebli-ta-jogo-naslidky-dlya-ekosystemy-agrariyiv-czyvilnogo-zhyttya-ta-mizhnarodnogo-pravosuddya/> (дата звернення: 27.04.2025).
18. Жарикова, А. Через підрив Каховської ГЕС втрачено понад 11 тисяч тонн риби на 10 мільярдів - Мінагрополітики. *Економічна правда*. 2023. URL: <https://epravda.com.ua/news/2023/07/13/702198/> (дата звернення: 22.02.2025).
19. Галух, О. Один вид риб уже зник з лиця Землі: науковець розповів про наслідки підриву Каховської ГЕС. *Вечірній Київ*. 2024. URL: <https://vechirniy.kyiv.ua/news/84917/> (дата звернення: 08.04.2025).

20. Грачов, А. Перелік об'єктів природно-заповідного фонду України в розрізі областей. Природно-заповідний фонд України. URL: <https://pzf.land.kiev.ua/pzf-spisok.html> (дата звернення: 08.04.2025).
21. Руслан Стрілець на зустрічі міністрів довкілля країн ЄС розповів про наслідки від підриву Каховської ГЕС. Урядовий портал. 2023. URL: https://www.kmu.gov.ua/news/ruslan-strilets-na-zustrichi-ministriv-dovkillia-krain-ies-rozpoviv-pro-naslidky-dlia-dovkillia-vid-pidryvu-kakhovskoi-hes?fbclid=IwAR11E41fBHpZwgFT-zinGu2wrUa2dRw5i5JA2xLhR_SQ_RLqsvYkAvF9y-g (дата звернення: 08.04.2025).
22. Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe. 1979. URL: <https://rm.coe.int/1680304355>.
23. Document – Annex III: protected fauna species. European Environment Agency. 1994. URL: <https://eunis.eea.europa.eu/references/1567/species>.
24. Борисіхіна, К. До 70% популяції. Український учений попередив про масове вимирання рідкісного гризуна. NV Техно. 2023. URL: <https://techno.nv.ua/ukr/popsience/chez-zatoplennya-kahovskoji-ges-mozhe-zniknuti-ridkisniy-vid-ekolog-50330121.html> (дата звернення: 27.03.2025).
25. Вовк, К. Цілий вид рідкісних тварин може зникнути через затоплення після підриву Каховської ГЕС. Свідомі. 2023. URL: <https://svidomi.in.ua/page/tsilyi-vyd-ridkisnykh-tvaryn-mozhe-znyknuty-cherez-zatoplennia-pislya-pidryvu-kakhovskoi-hes> (дата звернення: 27.03.2025).
26. Машишин, Г. Підлив Каховської ГЕС: які види рідкісних тварин зникнуть назавжди. KP.UA. 2023. URL: <https://kp.ua/ua/incidents/a671062-pidriv-kakhovskoji-hes-jaki-vidi-ridkisnikh-tvarin-zniknut-nazavzhd> (дата звернення: 26.04.2025).
27. Бойко, М. У зоопарку Нової Каховки загинуло близько 300 тварин: чому їх не змогли врятувати. TCH.ua. 2023. URL: <https://tsn.ua/ato/u-zooparku-novoyi-kahovki-zaginulo-blizko-300-tvarin-chomu-yih-ne-zmogli-vryatuvati-2344969.html> (дата звернення: 01.04.2025).
28. Кожушко, А. Нижньодніпровський природний парк повністю знищено після підриву Каховської ГЕС. Факти ICTV. 2023. URL: <https://fakty.com.ua/ua/ukraine/20230609-nyzhnodniprovskiy-prirodnyj-park-povnisty-znyshhen-pislya-pidryvu-kahovskoyi-ges/> (дата звернення: 13.04.2025).
29. Козова, Л. Без мідій та бичків: відомі наслідки для Чорного моря після підриву Каховської ГЕС. UNIAN.NET. 2023. URL: <https://www.unian.ua/ecology/bez-midiy-ta-bichkiv-vidomi-naslidki-dlya-chornogo-morya-pislya-pidryvu-kahovskoji-ges-12293172.html> (дата звернення: 01.04.2025).
30. Після руйнування греблі Каховського водосховища площа під зрошенням в Україні скоротилася на 95%. SuperAgronom.com. 2023. URL: <https://superagronom.com/news/20255-pislya-ruynuvannya-grebl-kahovskogo-vodoshovischa-ploscha-pid-zroshenniam-v-ukrayini-skorotilasy-na-95> (дата звернення: 13.04.2025).
31. Nikolaieva, I., Parandii, C., & Zwijnenburg, W. A Preliminary Environmental Risk Assessment of the Kakhovka Dam Flooding (Report number if available). PAX. 2023. URL: https://paxvoorrede.nl/wp-content/uploads/2023/06/PAX_REPORT_Kakhovka_FIN.pdf (дата звернення: 13.04.2025).
32. GIEWS Update – Ukraine: Flood waters from the breach of the Kakhovka Dam receded, but concerns remain for future agricultural production. 2023. FAO. URL: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/d32b6407-a387-412c-9490-71a75c839051/content> (дата звернення: 15.02.2025).
33. Науковці Академії вивчають ложе Каховського водосховища. Національна академія наук України. 2023. URL: <https://old.nas.gov.ua/UA/Messages/Pages/View.aspx?MessageID=10888> (дата звернення: 17.02.2025).
34. Уряд затвердив проєкт відбудови Каховської ГЕС. 2023. Онлайн-медіа Міністерства оборони України «АрміяInform»: веб-сайт. URL: <https://armyinform.com.ua/2023/07/18/uryad-zatverdyy-dvorichnyj-proyekt-z-pochatku-vidbudovy-kahovskoyi-ges/> (дата звернення: 15.02.2025).
35. Warsini, S., Mills, J., Usher, K Solastalgia: Living With the Environmental Damage Caused By Natural Disasters. *Prehospital and Disaster Medicine*. 2014. Vol. 29. No 1. P.87–90. DOI: <https://doi.org/10.1017/s1049023x13009266>
36. Natural disaster risk management: geosciences and social responsibility. (2016). *Choice Reviews Online*, 53(09), 53–3955–53–3955. DOI: <https://doi.org/10.5860/choice.195549>
37. Abdelmagied, Reem. Environmental Disasters: Concepts and Theories. *The International Journal of Humanitarian Studies. International Journal of Humanitarian Technology*. 2022. 112-128.

Стаття надійшла до редакції 27.04.2025
Стаття рекомендована до друку 12.06.2025

Y. V. VOITENKO¹, PhD (Technical),

Associate Professor of the Department of Life Safety

e-mail: Juliya.voy.1983@gmail.com ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0819-3794>

K. S. SVYRYDOVA¹,

Bachelor at the Department of Plant Physiology and Introduction

e-mail: katernasvyrydova372@gmail.com ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0002-2484-1122>

¹*Oles Honchar Dnipro National University,
72, Nauki ave., Dnipro, 49010, Ukraine*

UNDERMINING OF KAKHOVKA HPP: ENVIRONMENTAL CONSEQUENCES AND REMEDIATION OF DAMAGED TERRITORIES

Purpose. Study of the environmental consequences of the destruction of the Kakhovka hydroelectric station, analysis of the impact of water pollution for the population, flora and fauna, assessment of the impact on agriculture and study of possible ways to restore the territory.

Methods. System analysis, statistical methods.

Results. Water pollution by garbage, oil products, chemical and hazardous, organic and biogenic substances, as well as bacteria and viruses has been identified. It is determined that negative phenomena as outflow of water and flooding caused large-scale damage not only to the population, which were forced to evacuate due to the threat to life, but also to the economy of the country, which suffered as a result of the defeat of agricultural land. In particular, a decrease in the area of irrigated land and, as a consequence, a decrease in the total production of agricultural crops, such as vegetables, grains and legumes, oilseeds, etc. The tragedy also caused the death of a large number of representatives of the plant and animal world due to significant flooding of the territory. Considered promising ways to overcome the environmental consequences of this disaster. Urgent tasks are the use of methods of restoring land depending on environmental conditions and available resources.

Conclusions. Significant negative impact on both environmental elements, including water bodies and soils, and on the country's economic development due to damage to agricultural lands has been identified. The importance of the task of applying means to restore damaged areas, including methods of biological remediation, geoengineering and carbonate mineralization technologies, has been proven.

KEY WORDS: *Kakhovka HPP, ecological catastrophe, flora, fauna, water pollution, flooding, remediation of territories.*

References

1. ACAPS Briefing note - Ukraine: Flooding due to destruction of Kakhovka Dam. (2023). ACAPS: data-driven humanitarian analysis | ACAPS. Retrieved from https://www.acaps.org/fileadmin/Data_Product/Main_media/20230609_acaps_briefing_note_ukraine_flooding_due_to_the_destruction_of_the_kakhovka_dam.pdf
2. Bulavin, D. (2023). *Likvidatsiia naslidkiv pidryvu Kakhovskoi HES zavershena* — MOZ. hromadske. Retrieved from <https://hromadske.ua/posts/likvidaciya-naslidkiv-pidryvu-kahovskoyi-ges-zavershena-moz> (in Ukrainian)
3. Tétrault-Farber, G., & Faulconbridge, G. (2023). *Mines uprooted in Ukraine dam disaster could pose danger for years, Red Cross says*. Retrieved from <https://www.reuters.com/world/europe/mines-uprooted-ukraine-dam-disaster-could-pose-danger-years-come-red-cross-2023-06-08/>
4. Rapid environmental assessment of Kakhovka Dam Breach Ukraine. (2023). *UN Environment Document Repository Home*. Retrieved from <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/43696>
5. *Prezydent Ukrainy proviv ekstrene zasidannia Rady natsionalnoi bezpeky i oborony shchodo sytuatsii na Kakhovskii HES. Ofis Prezydenta Ukrainy*. (2023). Retrieved from <https://president.gov.ua/news/prezident-ukrayini-proviv-ekstrene-zasidannya-radi-nacionaln-83417> (in Ukrainian)
6. *Operativna informatsiia za naslidkamy pidryvu Kakhovskoi HES stanom na 06:00 13.06.2023*. (2023). *EkoZahroza. Ofitsiyni resurs Mindovkillia*. Retrieved from <https://ecozagroza.gov.ua/news/119> (in Ukrainian)
7. *Ukraine Situational Overview Kakhovka Dam breach*. (2023). Retrieved from https://repository.impact-initiatives.org/document/reach/4671cd41/REACH_UKR_Situational-Overview_Kakhovka-Dam-Breach_16-June-2023_EN.pdf
8. Vyshnevskiy, V., Shevchuk, S., Komorin, V., Oleynik, Y., & Gleick, P. (2023). The destruction of the Kakhovka dam and its consequences. *Water International*, 48(5), 631-647. <https://doi.org/10.1080/02508060.2023.2247679>

9. Zabrudnennia Chornoho moria yak naslidok avariinoi sytuatsii, yaka sklalasla pislia pidryvu hrebli Kakhovskoi HES. UkrNTsEM. (2023). Retrieved from https://sea.gov.ua/index.php/2023/06/27/ges_explosion_conseq/ (in Ukrainian)
10. Vplyv аварії на Kakhovskii HES na morskuyu ekosystemu: Onovleni dani vid UkrNTsEM. (2023). Retrieved from https://sea.gov.ua/index.php/2023/07/17/new_data_ges_stats_ukrscs/ (in Ukrainian)
11. Kolatková, M. (2024). First research of the contamination of the sediments from Kakhovka reservoir. *Chráníme naše životní prostředí*. Retrieved from <https://arnika.org/en/publications/first-research-of-the-contamination-of-the-sediments-from-kakhovka-reservoir>
12. Tuchkovenko, Yu. (2023). Osoblyvosti rozpovsiudzhennia v Chornomu mori rozprisenykh zabrudnennykh perekhidnykh vod z Dniprovsko-Buzkoho lymanu pislia ruinuвання hrebli Kakhovskoho vodoshkovyshcha. *Ukrainskyi hidrometeorologichnyi zhurnal*, (32), 110. (in Ukrainian)
13. Ekologichni naslidky ta ryzyky boiovykh dii v Ukraini. (b. d.). *Ecodozor*. Retrieved from <https://ecodozor.org/> (in Ukrainian)
14. Naukova otsinka ekologichnoi shkody, zapodiiano proryvom Kakhovskoi hrebli. (b. d.). *Instytut morskoi biolohii NAN Ukrainy*. Retrieved from <https://imb.odessa.ua/?id=20904106> (in Ukrainian)
15. Tsvitinnia fitoplanktonu v Odeskii zatotsi pislia pidryvu Kakhovskoi damby. UkrNTsEM. (2023). Retrieved from https://sea.gov.ua/index.php/2023/06/15/phytoplankton_blossoms_odesa_black_sea/ (in Ukrainian)
16. Kuzin, I. (2023). Hihienichnym normam ne vidpovidaiut shchonajmenshe 30% prob vody, vidibranykh z poverkhnevnykh vodoim. *Ministerstvo okhorony zdorovia Ukrainy*. Retrieved from <https://moz.gov.ua/uk/gigienichnim-normam-ne-vidpovidajut-schonajmenshe-30-prob-vodi-vidibranih-z-poverhnevnykh-vodoim---igor-kuzin> (in Ukrainian)
17. Zatopleno viinoiu: Doslidzhennia ruinuвання Kakhovskoi hrebli ta yoho naslidky dlia ekosystemy, ahrariiv, tsyvilnoho zhyttia ta mizhnarodnoho pravosuddia. *Truth Hounds*. (2023). Retrieved from <https://truth-hounds.org/cases/zatopleno-vijnoyu-doslidzhennya-ruinuвання-kahovskoyi-grebli-ta-jogo-naslidky-dlya-ekosystemy-agrariiv-czyvylnogo-zhyttia-ta-mizhnarodnogo-pravosuddia/> (in Ukrainian)
18. Zharykova, A. (2023). Cherez pidryv Kakhovskoi HES vtracheno ponad 11 tysiach tonn ryby na 10 miliardiv - Minahropolityky. *Ekonomichna pravda*. Retrieved from <https://epravda.com.ua/news/2023/07/13/702198/> (in Ukrainian)
19. Halukh, O. (2024). Odyn vyd ryb uzhe znyk z lytsia Zemli: naukovets rozpoviv pro naslidky pidryvu Kakhovskoi HES. *Vechirnyi Kyiv*. Retrieved from <https://vechirniy.kyiv.ua/news/84917/> (in Ukrainian)
20. Hrachov, A. (b. d.). *Perelik obektiv pryrodno-zapovidnoho fondu Ukrainy v rozrizi oblastei. Pryrodno-zapovidnyi fond Ukrainy*. Retrieved from <https://pzf.land.kiev.ua/pzf-spisok.html> (in Ukrainian)
21. Ruslan Strilets na zustrichi ministriv dovkillia krain YeS rozpoviv pro naslidky vid pidryvu Kakhovskoi HES. *Uriadovyi portal*. (2023). Retrieved from https://www.kmu.gov.ua/news/ruslan-strilets-na-zustrichi-ministriv-dovkillia-krain-ies-rozpoviv-pro-naslidky-dlia-dovkillia-vid-pidryvu-kakhovskoi-hes?fbclid=IwAR11E41fBHpZwgFT-zinGu2wrUa2dRw5i5JA2xLhR_SO_RLqsvYkAvF9y-g (in Ukrainian)
22. *Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe*. (1979). Retrieved from <https://rm.coe.int/1680304355>
23. Document – Annex III: protected fauna species. (1994). *European Environment Agency*. Retrieved from <https://eunis.eea.europa.eu/references/1567/species>
24. Borysikhina, K. Do 70% populiatsii. *Ukrainskyi uchenyi poperedyv pro masove vymyranня ridkysnoho hryzuna*. (2023). *NV Tekhno*. Retrieved from <https://techno.nv.ua/ukr/popscience/cherez-zatoplennya-kahovskoji-ges-mozhe-zniknuti-ridkisniy-vid-ekolog-50330121.html> (in Ukrainian)
25. Vovk, K. Tsilyi vyd ridkisnykh tvaryn mozhe znyknyty cherez zatoplenня pislia pidryvu Kakhovskoi HES. (2023). *Svidomi*. Retrieved from <https://svidomi.in.ua/page/tsilyi-vyd-ridkisnykh-tvaryn-mozhe-znyknyty-cherez-zatoplenня-pislia-pidryvu-kakhovskoi-hes> (in Ukrainian)
26. Mashchyshyn, H. (2023). Pidryv Kakhovskoi HES: yaki vydy ridkisnykh tvaryn znyknut nazavzhdy. *KP.UA*. Retrieved from <https://kp.ua/ua/incidents/a671062-pidryv-kakhovskoji-hes-jaki-vidi-ridkisnykh-tvarin-znyknut-nazavzhdy> (in Ukrainian)
27. Boiko, M. (2023). U zooparku Novoi Kakhovky zahynulo blyzko 300 tvaryn: chomu yikh ne zmohly vriatuvaty. *TSN.ua*. Retrieved from <https://tsn.ua/ato/u-zooparku-novoyi-kahovki-zaginulo-blizko-300-tvarin-chomu-yih-ne-zmogli-vryatuvati-2344969.html> (in Ukrainian)
28. Kozhushko, A. (2023). Nyzhnodniprovskiy pryrodnyi park povnistiu znyshcheno pislia pidryvu Kakhovskoi HES. *Fakty ICTV*. Retrieved from <https://fakty.com.ua/ua/ukraine/20230609-nyzhnodniprovskiy-pryrodnyi-park-povnistiu-znyshcheno-pislya-pidryvu-kahovskoyi-ges/> (in Ukrainian)
29. Kozova, L. (2023). Bez midii ta bychkiv: vidomi naslidky dlia Chornoho moria pislia pidryvu Kakhovskoi HES. *UNIAN.NET*. Retrieved from <https://www.unian.ua/ecology/bez-midii-ta-bychkiv-vidomi-naslidki-dlya-chornogo-morya-pislya-pidryvu-kahovskoji-ges-12293172.html> (in Ukrainian)

30. Pislia ruinuвання hrebli Kakhovskoho vodoshkovyshcha ploshcha pid zroshenniam v Ukraini skorotylasia na 95%. (2023). *SuperAgronom.com*. Retrieved from <https://superagronom.com/news/20255-pislya-ruynuvannya-grebli-kahovskogo-vodoskovyshcha-ploshcha-pid-zroshenniam-v-ukrayini-skorotylasia-na-95> (in Ukrainian)
31. Nikolaieva, I., Parandii, C., & Zwijnenburg, W. (2023). A Preliminary Environmental Risk Assessment of the Kakhovka Dam Flooding (Report number if available). *PAX*. Retrieved from https://paxvoorvrede.nl/wp-content/uploads/2023/06/PAX_REPORT_Kakhovka_FIN.pdf
32. GIEWS Update – Ukraine: Flood waters from the breach of the Kakhovka Dam receded, but concerns remain for future agricultural production. (2023). *FAO*. Retrieved from <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/d32b6407-a387-412c-9490-71a75c839051/content>
33. Naukovtsi Akademii vyvchaiut lozhe Kakhovskoho vodoshkovyshcha. (2023). *Natsionalna akademiia nauk Ukrainy*. Retrieved from <https://old.nas.gov.ua/UA/Messages/Pages/View.aspx?MessageID=10888> (in Ukrainian)
34. Uriad zatverdyl proiekt vidbudovy Kakhovskoi HES. (2023). *Onlain-media Ministerstva oborony Ukrainy «ArmiiaInform»*: veb-sait. Retrieved from <https://armyinform.com.ua/2023/07/18/uryad-zatverdyl-dvorichnyj-proyekt-z-pochatku-vidbudovy-kahovskoyi-ges/> (in Ukrainian)
35. Warsini, S., Mills, J., & Usher, K. (2014). Solastalgia: Living With the Environmental Damage Caused By Natural Disasters. *Prehospital and Disaster Medicine*, 29(1), 87–90. <https://doi.org/10.1017/s1049023x13009266>
36. Natural disaster risk management: geosciences and social responsibility. (2016). *Choice Reviews Online*, 53(09), 53–3955–53–3955. <https://doi.org/10.5860/choice.195549>
37. Abdelmagied, Reem. (2022). Environmental Disasters: Concepts and Theories. *The International Journal of Humanitarian Studies. International Journal of Humanitarian Technology*. 112-128.

The article was received by the editors 27.04.2025

The article is recommended for printing 12.06.2025