



Матеріали XXIV Міжнародної науково-практичної конференції
«Екологія. Людина. Суспільство» (5 червня 2024 р., м. Київ, Україна)

Handbook of the XXIV International Science Conference
«Ecology. Human. Society» (June 5, 2024, Kyiv, Ukraine)

ISSN (Online) 2710-3315

<https://doi.org/10.20535/EHS2710-3315.2024.305265>

ДО ПИТАННЯ ПОВОЄННОЇ ВІДБУДОВИ КАХОВСЬКОГО ГІДРОВУЗЛА

Дмитро СТЕФАНІШИН¹, Василь КОРБУТЯК², Данило БЕНАТОВ³,
Дмитро КРЕТА¹, Олексій РОГОЖИН¹, Євгеній ЯКОВЛІСВ¹

¹ Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України
Чоколівський бульвар, 13, м. Київ, 03186, Україна

² Національний університет водного господарства та природокористування
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028, Україна

³ Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського
Берестейський проспект, 37, Україна, Київ, 03056, Україна

e-mail: daniel@benatov.kiev.ua

Анотація

Розглянуто проблематику повоєнної відбудови Каховського гідровузла, зруйнованого російськими окупаційними військами в 2022 році. Проаналізовано різні варіанти відновлення Каховської гідроелектростанції та Каховського водосховища. Запропоновано альтернативу відновлення Каховського гідровузла, яка може ґрунтуватися на раціональному використанні водних ресурсів та гідроенергетичного потенціалу нижнього Дніпра в межах інтегрованого управління водними ресурсами, диверсифікації ризиків та природо-орієнтованих рішень.

Ключові слова: *альтернатива, відновлення, водосховище, диверсифікація ризику, інтегроване управління водними ресурсами, Каховський гідровузел, природо-орієнтовані рішення.*

Підрив у червні 2023 року російськими окупаційними військами бетонних гідроспоруд Каховського гідровузла з практично миттєвим, протягом кількох днів, спорожненням Каховського водосховища, спричинив техногенну катастрофу, всі наслідки якої для довкілля і соціально-економічного розвитку України, особливо в довгостроковій перспективі, достовірно встановити і належним чином оцінити практично неможливо [1-4]. Її вплив водночас можна розглядати в соціально-економічному, екологічному, геологічному та географічному контекстах [3]. Подібної аварії на греблі, внаслідок зумисного її підриву, з затопленням хвилию прориву площі понад 640 км² території, на якій проживало населення, в містах і селах, з викидом забруднень в море, в світі ще не було. Значною мірою наслідки катастрофи на Каховському гідровузлі визначатимуться і тим, в який спосіб здійснюватиметься повоєнне відновлення країни, зокрема територій і сфер народного господарства, які прямо чи опосередковано залежали від його функціонування [3, 5, 6].

Каховський гідровузел у складі будівлі гідроелектростанції (ГЕС) потужністю 334,8 МВт, суміщеної з донними водоскидами, бетонної водозливної греблі, однокамерного судноплавного шлюзу, та земляних гребель (руслової, греблі між будівлею ГЕС та шлюзом, лівобережними заплавною і надзаплавною греблями) було побудовано у 1952-1959 роках.

Основною метою його будівництва було створення великого водосховища для забезпечення водою індустріалізації і розвитку аграрного виробництва на півдні України, включно і Криму. Каховський гідровузол став другим на Дніпрі, після гідровузла Дніпровської ГЕС (Дніпрогесу), а після розбудови в 1960-1970 роках Дніпровського каскаду гідровузлів – його останньою шостою сходинкою вниз за течією.

Всього, на 2022 р., в Україні налічувалося 1103 гідровузли із загальним об'ємом води у водосховищах близько 55,5 км³ [7]. З них лише 14 гідровузлів – з водосховищами об'ємом більше 100 млн. м³. Каховське водосховище було найбільшим в країні, його повний об'єм при нормальному підпірному рівні сягав 18,2 км³ (це майже третина ємності всіх вітчизняних водосховищ), корисний – 6,8 км³ (до 25% загальної їх корисної ємності). Енергетика, промисловість, водне господарство, сільське господарство, економіка півдня країни в цілому значною мірою залежали від функціонування Каховського водосховища. Сумарна потужність електрогенерації з використанням водних ресурсів Каховського водосховища на 2020 р. (Каховська ГЕС, Запорізькі АЕС і ТЕС, Зеленодольська ТЕС) становила майже 17% від всієї встановленої потужності вітчизняних електростанцій [3]. Катастрофа зупинила водопостачання 31 системи зрошення. Фактично без води залишилось до 30% полів Дніпропетровської, 94% – Херсонської, 74% – Запорізької областей [8]. Хоча у складі Дніпровського каскаду Каховська ГЕС мала найменшу встановлену потужність, втім її частка складала до 8,5% встановленої потужності каскаду і 7,1% від всіх вітчизняних ГЕС, включно з малими, що було суттєвим внеском у Об'єднану енергосистему країни в якості високо маневрового регулятора потужності [9]. При цьому середньорічне виробництво електроенергії на Каховській ГЕС сягало майже 15% від всіх ГЕС каскаду. На перспективу, компанія-оператор Каховської ГЕС (ПрАТ «Укргідроенерго») планувала її розширення за рахунок побудови Каховської ГЕС-2 (за аналогією розширення Дніпровської ГЕС). Для цього існували всі належні умови [10]. Слід також згадати можливості для компромісу щодо обмеження будівництва малих гідроелектростанцій (МГЕС) на вільно текучих річках в Україні, оскільки Каховська ГЕС-2 (планована потужність оцінювалась в 200-250 МВт) могла повністю замінити всі нові МГЕС [9]. Після катастрофи на Каховській ГЕС посилилась загроза тотальної неконтрольованої забудови малих річок країни численними МГЕС, на що вказує як активізація забудовників, які стали маніпулювати на темі децентралізації електроенергетики, так і більш лояльне ставлення в департаментах екології до відверто шкідливих для довкілля проектів МГЕС [3].

Обговорення проблем повоєнної відбудови гідротехнічних споруд Каховського гідровузла з відновленням Каховської ГЕС і Каховського водосховища розпочалося одразу після катастрофи [2, 4-6, 8, 11-15]. Наразі здебільшого обговорюються три можливі варіанти дій (альтернативи): 1) відбудова Каховської ГЕС з відновленням Каховського водосховища в його попередньому статусі (відновлюються розрахункові рівні води, об'єм водосховища, які були до катастрофи) згідно з прийнятим урядовим рішенням [8, 11-13, 15]; 2) відмова від відбудови Каховської ГЕС та водосховища, яку здебільшого відстоюють неурядові громадські організації природоохоронного спрямування [8, 14, 15], а також деякі провідні вітчизняні вчені – переважно біологи, екологи, історики, природознавці [15] (подібну точку зору на проблему мають також і деякі економісти [15, 16]); 3) досягнення певного компромісу в подоланні неминучих, і досить складних, соціально-економічних і екологічних викликів, пов'язаних з відбудовою Каховської ГЕС та відновленням водосховища [6, 11, 17], зокрема, наприклад, за рахунок відсікання дамбами мілководь [4, 17], розширення функціональних можливостей ГЕС з одночасним вирішенням природоохоронних питань традиційними способами, наприклад, за рахунок побудови рибоходу тощо [18].

Більшість з запропонованих рішень не можуть на разі вважатися достатньо обґрунтованими, в тому числі і прийняте урядове рішення, яке поки що слід розглядати лише як намір, що пояснюється цілком зрозумілою причиною – окупацією зруйнованих споруд гідровузла та більшої частини території, яка були затоплена водосховищем, а також неможливістю відновлення нормального господарювання на звільнених територіях, які все ще перебувають під постійною загрозою обстрілів з боку російських військ. Тому в своєму дослідженні ми більше звертали увагу на успішні практики гідротехнічного будівництва, де використовувалися різні компромісні рішення, які могли б бути використані у випадку відновлення комплексного використання водних ресурсів на ділянці нижнього Дніпра, в тому числі і її гідроенергетичного потенціалу.

В цілому, якщо враховувати минулі прорахунки, допущені при будівництві Каховського гідровузла [3, 5, 6], і притримуватися стратегії досягнення цілей сталого розвитку, то компромісні рішення при відновленні використання водних ресурсів на ділянці нижнього Дніпра, в тому числі і втраченого внаслідок катастрофи гідроенергетичного потенціалу, мають ґрунтуватися на принципах інтегрованого управління водними ресурсами, диверсифікації ризиків та застосування природо-орієнтованих рішень.

Наявність каскаду водосховищ на Дніпрі дозволяє спростити завдання інтегрованого управління водними ресурсами (ІУВР). Особливо якщо зважати на те, що ключовим принципом ІУВР є ставлення до води як до обмеженого і вичерпного ресурсу. В нашому випадку, альтернативою одному великому водосховищу може бути декілька менших водосховищ руслового типу, наприклад, три-чотири в межах колишнього водосховища і зони виклинювання підпору, а також певна кількість (за потребою) водосховищ наливного типу на правому і лівому берегах Дніпра. Наливні водосховища безумовно урізноманітнять джерела водопостачання, збалансують інтереси різних водокористувачів, спростять завдання раціонального використання водних ресурсів, в тому числі і завдання регулювання стоку, і, відповідно, сприятимуть диверсифікації ризиків. Замість однієї великої ГЕС на ділянці колишнього водосховища може бути побудовано три-чотири менших ГЕС. Такий підхід дозволить більш повно використовувати гідроенергетичний потенціал за рахунок зменшення ділянок поширення підпору у верхів'ях водосховищ. Наприклад, замість будівництва тимчасової підпірної споруди у нижньому б'єфі Дніпровської ГЕС, щоб забезпечити належне обводнення б'єфу і зменшити холості скиди води (рис. 1), в межах острова Хортиця може бути побудована повноцінна дериваційна ГЕС, де для потреб деривації слугуватиме правий, менший рукав, що відділяє Хортицю від правого берега Дніпра (рис. 2).

Подібна компоновка дериваційної ГЕС, де для деривації було використано один з природних рукавів русла річки, реалізовано на ГЕС Розегг-Сент Якоб на річці Драва в Австрії. Такий підхід дозволяє раціонально використати гідроенергетичний потенціал ділянки. Крім того він може розглядатися як природо-орієнтоване рішення.

Австрійський досвід запровадження природо-орієнтованих рішень в гідроенергетиці можна залучити і при облаштуванні Конських і Базавлуцьких плавнів – за рахунок створення в їх межах штучних русел, відповідно з лівого і правого берегів, в яких можна сумістити функції як водопропускних споруд – для підведення води для споживачів та насосних станцій, і рибохідних каналів. Для ілюстрації можливості практичної реалізації подібного рішення на рис. 3 показано обхідний рибохідний канал на ГЕС Оттенсхайм-Вільгерінг на річці Дунай.

Проєкт каналу (рис. 3) здійснювався за підтримки програми Європейського Союзу LIFE +78 і коштував приблизно 8 мільйонів євро. Потужність ГЕС – 179 МВт, напір – 10,5 м. Протяжність каналу – 14,2 км. Середня витрата води в місці впадіння каналу в Дунай – 17 м³/с. Канал було побудовано за 14 місяців [19, 20]. Ілюстративний приклад гідровузла на Дніпрі з облаштуванням обхідного каналу в межах Великого Лугу показано на рис. 4.



Рис. 1. Нижній б'єф Дніпровської ГЕС
18.08. 2023 року.
Фото С. Петерсона/Getty Images



Рис. 2. Картосхема розміщення
дериваційної ГЕС в межах острова
Хортиця в Запоріжжі
(ілюстративний приклад)



(а) верхів'я каналу з видом на водосховище



б) канал в його середній течії

Рис. 3. Рибохідний канал на ГЕС Оттенсхайм-Вільгерінг (Австрія) [19, 20]

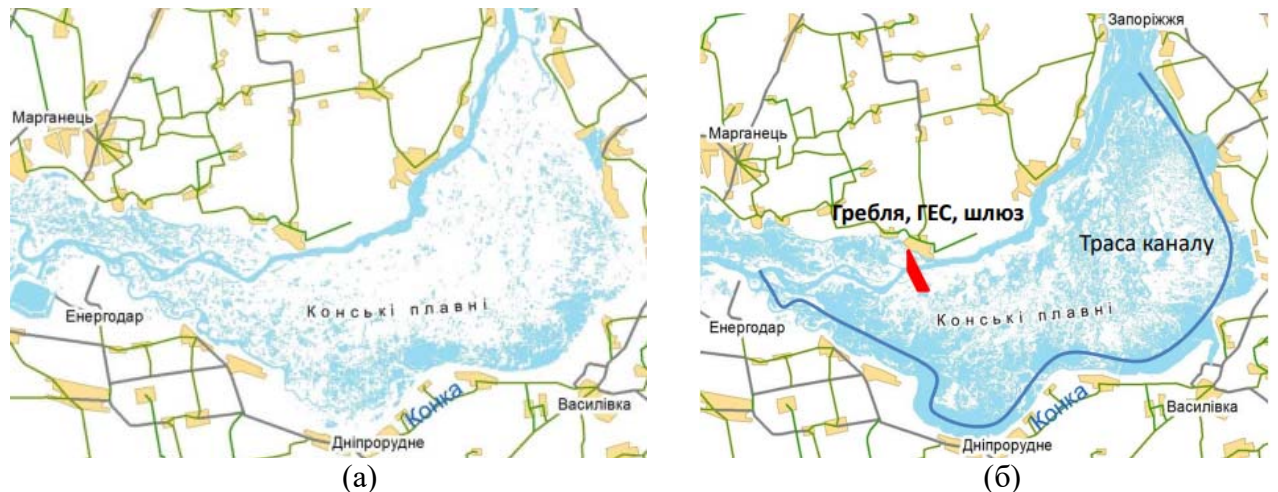


Рис. 4. Картосхема гідровузла на Дніпрі з облаштуванням обхідного водопропускного і рибохідного каналу (ілюстрація): (а) оброблений знімок Sentinel-2 L2A, 01.01.2024; (б) оброблений знімок Sentinel-2 L2A, 25.02.2024

По трасі водопропускного і рибохідного каналу можуть також облаштовуватися рукави, протоки, плеса, перекати, озероподібні ділянки тощо, деякі з них – природним чином, що урізноманітнюватиме ландшафт і створюватиме додаткові можливості для водокористування та формування середовищ екосистемного (ландшафтного) біорізноманіття.

В будь-якому разі, бути чи не бути відновленню Каховського гідровузла – це питання часу. «Терміново наповнювати Каховське водосховище, щоб воно повністю функціонувало», як пропонувала професор Олена Сидоренко [13], вже не вийде. Не можливо також в найближчому майбутньому «збудувати тимчасові гідроспоруди, аби подолати наслідки катастрофи», як зазначав гендиректор «Укргідроенерго» Ігор Сирота [13]. У нас є час, який можна використати з метою напрацювання і аналізу альтернатив, врахування різних ризиків, з ними пов'язаних, включно і ризиків втрачених можливостей, порівняння альтернатив і вибору серед них доцільних і оптимальних [6]. Без компромісних рішень при цьому не обійтись. Ці рішення можуть бути складними і їх доцільність визначатиметься за різними критеріями: економічними, соціальними, екологічними.

Так, певною мірою можна компенсувати втрачені гідроенергетичні потужності Каховської ГЕС за рахунок інших відновлюваних джерел електроенергії [15]. Однак це потребуватиме додаткових зусиль та витрат, які б компенсували і можливості, які дає гідрогенерація, а саме – її високі регулятивні здатності. В свою чергу, не вирішення проблеми надійного водопостачання населення і аграріїв півдня країни та безпечного судноплавства за умов наявності і доступності водних ресурсів Дніпра може призвести до хаотичних дій, які лише погіршать соціально-екологічну ситуацію в регіоні і в країні в цілому [6, 8, 11]. Зокрема, з часом постане питання чи готові ми до зворотної міграції сільського населення з півдня країни в центральні, північні або західні регіони, що, в умовах змін клімату, виснаження ресурсів поверхневих і ґрунтових вод в цих регіонах, посилення антропогенного пресу на природу, потребуватиме не менш складних, а можливо і більш складних рішень [6].

Література

1. Vyshnevskiy, V., Shevchuk, S., Komorin, V., Oleynik, Yu., and Gleick, P. (2023). The destruction of the Kakhovka dam and its consequences. *Water International*; DOI: 10.1080/02508060.2023.2247679.
2. Industry responds to Nova Kakhovka dam breach. Rep. by Suzanne. Pritchard. *Int. Water Power and Dam Construction*. August 2023. 26-29. URL: <https://content.yudu.com/web/442ay/0A444q7/WPD0823-Pros/html/index.html?page=26&origin=reader>.
3. Стефанишин, Д.В., Бенатов, Д.Е. (2023). Катастрофа на Каховському водосховищі: причини і наслідки, які не обговорюють. Матеріали XXIII Міжнародної науково-практичної конференції «Екологія. Людина. Суспільство» (Київ, Україна, 7 грудня 2023 р.), КПІ ім. Ігоря Сікорського, 244–247.
4. Afanasyev, S.O. (2023). About the ecological consequences of the destruction of the Kakhovska HPP dam. *Visn. Nac. Akad. Nauk Ukr.*, 11, 71–80; <https://doi.org/10.15407/visn2023.11.071>.
5. Рогожин, О.Г., Яковлев, Є.О. (2023). Небезпечність консервативного варіанту відновлення Каховського гідровузла для екологічно збалансованого розвитку півдня України. Сталій розвиток – XXI століття. Мат-ли VIII Міжнар. наук.-практ. конф. НаУКМА». За ред. Хлобистова Є.В. Київ, 273-279.
6. Яковлев, Є.О., Рогожин, О.Г., Стефанишин, Д.В., Крета, Д.Л. (2023). Еколого-геологічні і економічні наслідки створення, осушення та можливих варіантів відновлення Каховського водосховища. Екологічна безпека та природокористування, Вип. 4 (48), 91-115; <https://doi.org/10.32347/2411-4049.2023.4.91-116>.
7. Ukraine. Water resources. Food and Agriculture Organization of the United Nations. URL: http://www.fao.org/NR/water/aquastat/countries_regions/Profile_segments/UKR-WR_eng.stm.
8. Чи потрібно відновлювати Каховське водосховище: зважуємо за та проти. <https://rubryka.com/article/chy-potribno-vidnovlyuvaty-kahovske-vodoshovyshe/>.
9. World Small Hydropower Development Report 2022. UNIDO, Vienna, Austria; International Center on Small Hydro Power, Hangzhou, China. D. Stefanyshyn. Ukraine, 72–82. https://www.unido.org/sites/default/files/files/2023-08/EASTERN_EUROPE_2022.pdf.
10. Стефанишин, Д.В. (2021). До питання обґрунтування доцільності будівництва Каховської гідроелектростанції-2. *Гідроенергетика України*, 1-2, 22–29.
11. Майбутнє Каховської ГЕС: відбудувати чи залишити так, як є? 07.07.2023. Укрінформ. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-ato/3732699-majbutne-kahovskoi-ges-vidbuduvati-ci-zalisiti-tak-ak-e.html>.
12. Про реалізацію експериментального проекту «Будівництво Каховського гідровузла на р. Дніпро. Відбудова після руйнування Каховської ГЕС та забезпечення сталої роботи Дніпровської ГЕС у період відбудови». Постанова КМУ від 18 липня 2023 р. № 730, Київ. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/730-2023-%D0%BF#n11>.
13. Відтворенню Каховського водосховища немає альтернативи. Новини 08-11-2023. Пресслужба Укргідроенерго. URL: https://uhe.gov.ua/media_tsentr/novyny/vidtvorennyu-kakhovskoho-vodoskhovyshcha-nemaye-alternatyvu.
14. Відбудова Каховської ГЕС: передчасне рішення КМУ. «Каховська платформа» закликає уряд переглянути свої наміри. ЕПЛ. URL: <https://epl.org.ua/announces/vidbudova-kahovskoyi-ges-peredchasne-rishennya-kmu/>.
15. «Друге життя» Каховської ГЕС: чи доцільно її відбудувати і які є альтернативи. РБК Україна. 11 серпня 2023 р. URL: <https://www.rbc.ua/rus/styler/druge-zhittya-kahvoskoyi-ges-chi-dotsilno-1691751291.html>.

16. Корольков, В.В. (2023). Каховське водосховище: відбудувати неможливо залишити. Сталий розвиток – XXI століття. Дискусії 2023: матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції. Національний університет «Києво-Могилянська академія». За ред. проф. Хлобистова Є.В. Київ, 280-285. Електронне видання.

17. Stone, R. (2024). Laid to waste. Ukrainian scientists are tallying the grave environmental consequences of the Kakhovka Dam disaster. *Science* 383 (6678), 18-23; DOI: 10.1126/science.adn7986.

18. Україна вирішила будувати нову Каховську ГЕС за \$1 млрд. Чи дійсно вона потрібна? Пояснює керівник «Укргідроенерго» Ігор Сирота. URL: <http://surl.li/mzbjo>.

19. Zauner, G., Jung, M., Lauber, W., Mühlbauer, M., und Ratschan, C. (2017). Dynamischer Umgehungsarm Donaukraftwerk Ottensheim-Wilhering – Durchgängigkeit und Lebensraum. *Wasserwirtschaft* 107(12), 51-57; DOI:10.1007/s35147-017-0210-5.

20. Barrieren überwinden: Europas längste Fischwanderhilfe. URL: <https://www.life-netzwerk-donau.at/de-at/massnahmen/umgehungsarm-ottensheim-wilhering?view=mail>.

TO THE ISSUE OF THE POST-WAR RESTORATION OF THE KAKHOVKA HYDRO UNIT

Dmytro STEFANYSHYN

Institute of Telecommunications and Global Information Space of the NAS of Ukraine, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-7620-1613>

Vasyl KORBUTIAK

National University of Water and Environmental Engineering, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-8273-2306>

Daniel BENATOV

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0001-9626-6759>

Dmytro KRETA

Institute of Telecommunications and Global Information Space of the NAS of Ukraine, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0001-5897-0008>

Oleksii ROGOZHYN

Institute of Telecommunications and Global Information Space of the NAS of Ukraine, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0001-8101-9368>

Yevhenii YAKOVLIEV

Institute of Telecommunications and Global Information Space of the NAS of Ukraine, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0001-6562-4015>

DOI: <https://doi.org/10.20535/EHS2710-3315.2024.305265>

Keywords: *alternatives, restoration, reservoir, risk diversification, integrated water resources management, Kakhovka hydro unit, nature-based solutions.*

Abstract

The issue of the post-war rebuilding of the Kakhovka hydro unit, destroyed by the Russian occupation troops in 2022, is considered. Various options are analysed to restore the Kakhovka hydropower plant and reservoir. Proposed is an alternative to restore the Kakhovka hydro unit based on the rational use of water resources and the hydropower potential of the lower Dnieper using integrated water resources management, risk diversification, and nature-based solutions.