

МЕТЕОУМОВИ СЕРЕДОВИЩА ЯК СКЛАДОВА ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ КАХОВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА

Харченко В.В.

Національний університет харчових технологій
вул. Володимирська, 68, 01033, м. Київ
graf_geo_ua@yahoo.co.uk

Російська неспровокована повномасштабна війна проти України належить до найтяжчих злочинів – злочинів агресії. Терористичні способи ведення війни супроводжуються гострими екоцидними наслідками для довкілля України. Офіційно урядовими службами задокументовано понад 9 тисяч випадків шкоди і руйнувань, завданих окупантами довкіл्लю нашої держави в ході повномасштабного вторгнення. Збитки, заподіяні екосередовищу України російськими екоцидними військовими злочинами, нині перевищують 5,3 трлн грн., що в 4 рази перевершує доходи державного бюджету України за 2021 рік – до повномасштабного вторгнення. Екоцидним злочином із найбільшою одноразово заподіяною окупантами довкіл्लю нашої держави шкодою стало руйнування греблі Каховського водосховища 6 червня 2023 року. Орієнтовна сума збитків, завданих довкіл्लю таким злочином перевищує 77,8 млрд грн. Але розміри шкоди досі уточнюються. Водойма була важливою і для економіки, і являла собою природно-антропогенну екосистему. Дискусійним поміж експертів є питання щодо доцільності чи недоцільності відновлення Каховського водосховища після деокупації Півдня України. Важливим для розв'язання зазначеного питання є врахування метеоумов середовища розміщення означеної водойми – переважно південностепових екосистем України із посушливим кліматом. Аналіз метеорологічних даних показує, що значення випаровуваності на теренах розміщення Каховського водосховища можуть перевищувати 942 мм на рік. За таких умов із поверхні водойми щороку випаровувалося понад 2,03 км³ води. Близько половини такого обсягу компенсувалося опадами, а майже 0,99 км³ безповоротно втрачалося. Настільки великі втрати значно перевищують обсяги води, що використовується для потреб населення України і для невиробничої сфери держави. Відповідно майбутнє відновлення Каховського водосховища не виглядає раціональним і відповідним цілям сталого розвитку нашої держави, особливо за його оригінальними інженерними проектами. *Ключові слова:* Каховське водосховище, метеоумови, випаровуваність, екоцидні воєнні злочини.

Environmental meteorological conditions as a component of assessing the efficiency of the Kakhovka reservoir. Kharchenko V.

The Russian unprovoked full-scale war against Ukraine is one of the most serious crimes – crimes of aggression. Terrorist methods of waging war are accompanied by acute ecocidal consequences for the environment of Ukraine. Officially, government services have documented more than 9 thousand cases of damage and destruction caused by the occupiers to the environment of our state during the full-scale invasion. The damage caused to the ecological environment of Ukraine by Russian ecocidal war crimes currently exceeds UAH 5.3 trillion, which is 4 times higher than the revenues of the state budget of Ukraine for 2021 – before the full-scale invasion. The ecocidal crime with the greatest single damage caused by the occupiers to the environment of our state on June 6, 2023 was the destruction of the Kakhovka reservoir dam on June 6, 2023. The estimated amount of damage caused to the environment by such a crime exceeds UAH 77.8 billion. But the extent of the damage is still being clarified. The reservoir was important for the economy and was a natural and anthropogenic ecosystem. The question of the feasibility or inexpediency of restoring the Kakhovka reservoir after the deoccupation of Southern Ukraine is a matter of debate among experts. It is important to address this issue by taking into account the meteorological conditions of the location of the reservoir – mainly the southern steppe ecosystems of Ukraine with an arid climate. Analysis of meteorological data shows that the evaporation rate in the area where the Kakhovka reservoir is located can exceed 942 mm per year. Under such conditions, more than 2.03 km³ of water evaporated from the surface of the reservoir every year. About half of this volume was compensated by precipitation, and almost 0.99 km³ was irretrievably lost. Such large losses significantly exceed the volume of water used for the needs of the population of Ukraine and for the non-productive sphere of the state. Accordingly, the future restoration of the Kakhovka reservoir does not look rational and consistent with the goals of sustainable development of our state, especially according to its original engineering projects. *Key words:* Kakhovka reservoir, meteorological conditions, evaporation rate, ecocidal war crimes.

Постановка проблеми. Російська агресія має руйнівний вплив на нашу країну. Окупанти відповідалі не лише за людські жертви і матеріальну шкоду, а й за екосередовищне спустошення.

Росія вже вчинила незліченну кількість військових злочинів щодо деградації екосистем. Загальна кількість означених злочинів, що були задокументовані на кінець липня 2025 року, наближається до 9 200, а розмір завданих збитків становить 5,302 трлн грн. [1]. Це – у понад 4 рази більше за доходи Державного бюджету України у 2021 році (менше 1,3 трлн грн. [2]), коли економіка країни ще не була порушена повномасштабною війною.

Російським екоцидним злочином із найбільшою одноразово заподіяною шкодою для середовища є підризу дамби Каховського водосховища [3]. Окупанти захопили однойменну ГЕС у перший день повномасштабного вторгнення – 24 лютого 2022. Згодом вони станцію замінували і 6 червня 2023 підірвали [4]. Орієнтовна сума збитків, завданих довкіл्लю внаслідок підризу росією Каховської ГЕС, перевищує 77,8 млрд грн. [5]. Точні підрахунки збитків потребуватимуть додаткових досліджень, зокрема – після деокупації захоплених ворогом лівобережних територій.

Каховське водосховище являло собою величезну природно-антропогенну екосистему на теренах

українських степів. Вона існувала майже 70 років, взаємодіючи зі степовими ландшафтами. Питання щодо доцільності відновлення водосховища після деокупації Півдня України викликає в експертів багато дискусій.

Актуальність дослідження. Знищення штучної водойми, розміром із Каховське водосховище, шляхом підриву її дамби – справжній акт тероризму. Він супроводжувався значними людськими жертвами, руйнуванням житла та об'єктів критичної інфраструктури, затопленням величезних територій, у тому числі – з небезпечними об'єктами (звалищами, очисними спорудами, складами токсичних матеріалів тощо). Усе це має довготривалий негативний вплив на довкілля і здоров'я людей.

Втрата подібного водного об'єкту істотно позначається також на житті громад, які безпосередньо не постраждали від підриву дамби, але які залежали від водосховища як від джерела водних, енергетичних, рекреаційних та інших умов і ресурсів.

Після усунення основних наслідків катастрофи, спричиненої руйнівним знищенням Каховського водосховища, важливим постане питання щодо доцільності відновлення такого об'єкту після припинення бойових дій. Тому дослідження, спрямовані на різнобічне оцінювання ефективності означеної водойми, є актуальними.

Виклад основного матеріалу. Створення водосховищ зумовлене, в першу чергу, потребами в зменшенні локальних проявів нестачі водних ресурсів для водопостачання, зрошення тощо, зокрема – у таких вододефіцитних регіонах, якими є степові області України. Проте великим водосховищам притаманне комплексне використання: гідроенергетика, водний транспорт тощо [6].

Ефективне виконання великим водосховищем запроєктованих функцій можливе лише за наявності в ньому певних обсягів води. Але істотна проблема, що виникає після спорудження штучних водойм, – різке зростання випаровування води і, відповідно, зменшення річкового стоку. Особливо гострим є такий недолік у регіонах із посушливим кліматом – де опадів випадає менше, ніж могло б випаруватися. Посилює відповідну проблему велика площа водного дзеркала водойми за невеликих глибин.

Означені проблеми значною мірою були притаманні Каховському водосховищу. Воно споруджене у 1955–1958 рр.; простягалося з північного заходу на південний схід на 220 км. Площа становила 2 155 км², об'єм – 18,2 км³ (корисний – 6,8 км³ [7]); мало середню глибину 5 м, максимальну – 24 м. Ширина водосховища сягала від 3,5 до 25 км. Зона мілководдя займала менше десятої частини площі. Гарантовані габарити шляху суден: глибина – 3,65 м, ширина суднового ходу – 80–200 м. Коливання рівня води не перевищує 4 м, водообмін здійснювався 2–3 рази на рік [8].

Методичні складові оцінювання ефективності Каховського водосховища. Надходження води до

такої штучної водойми відбувається головним чином за рахунок річкового стоку й атмосферних опадів. Основні витрати води – на стік із водосховища і на випаровування вологи з його поверхні. Тож ефективність водокористування значною мірою зумовлена метеоумовами довкілля, у якому знаходиться водойма. Важливим показником щодо таких умов є випаровуваність.

Випаровуваність – це величина, яка показує, скільки води випарувалося б з одиниці площі відповідної території при необмежених запасах вологи. Така величина є оцінкою потенційних можливостей регіону щодо випаровування [9]. Вимірюється, подібно до опадів, як товщина шару води в міліметрах.

Дані щодо випаровуваності води із поверхні Каховського водосховища отримано *розрахунками* за поширеною в українській метеорології формулою М. М. Іванова [10]:

$$E = 0,0018 (t + 25)^2 (100 - f), \text{ мм},$$

де t – середня місячна температура повітря, f – середня місячна відносна вологість повітря за кожен місяць окремо.

Склавши разом результати за 12 місяців було отримано значення випаровуваності за рік.

Порівняння значень випаровуваності з поверхні водосховища й кількості опадів, яку воно засвоює, дає можливість *оцінити* вплив метеоумов довкілля на водний об'єкт. Розрахунки і порівняння щодо Каховського водосховища були здійснені із використанням даних метеорологічних спостережень для міста Нікополя.

Порівняння незворотних втрат води на випаровування з даними щодо водоспоживання в Україні дало змогу отримати певні *оцінки* щодо ефективності, яку мало Каховське водосховище до його терористичного знищення російськими агресорами влітку 2023 року.

Вплив метеоумов довкілля на водні ресурси Каховського водосховища. Означена водойма була створена на територіях із посушливим кліматом. Верхів'я Каховського водосховища знаходилися на південних теренах Північностепової підзони України. Далі воно простягалося через усю Південностепову підзону аж до сухого степу (рис. 1).

Найбільші площі водосховища зосереджувалися на схід і на захід від міста Нікополя. Тому, як уже було зазначено, для розрахунків були використані дані метеорологічних спостережень для означеного міста – за матеріалами Національного управління океанічних і атмосферних досліджень (NOAA, США). Період спостережень – 1991–2020 роки (табл. 1).

Використовуючи дані табл. 1, здійснюємо розрахунки випаровуваності за формулою М. М. Іванова. Результати по місяцях будуть такими.

$$1. E = 0,0018 \cdot (-2,4 + 25)^2 \cdot (100 - 85,2) = 13,6 \text{ мм}.$$

$$2. E = 0,0018 \cdot (-1,6 + 25)^2 \cdot (100 - 81,5) = 18,2 \text{ мм}.$$

$$3. E = 0,0018 \cdot (3,5 + 25)^2 \cdot (100 - 75,2) = 36,2 \text{ мм}.$$

$$4. E = 0,0018 \cdot (10,7 + 25)^2 \cdot (100 - 65,4) = 79,4 \text{ мм}.$$



Рис. 1. Геопросторове положення Каховського водосховища

Таблиця 1

Дані метеорологічних спостережень для м. Нікополя (1991–2020) [11]

Показник	Місяці												Рік
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Середня t повітря, $^{\circ}\text{C}$	-2,4	-1,6	3,5	10,7	17,0	21,2	23,5	22,8	16,9	10,3	4,0	-0,5	10,5
Відносна вологість повітря, %	85,2	81,5	75,2	65,4	63,6	63,5	60,6	58,3	66,4	75,7	83,7	86,0	72,1
Кількість опадів, мм	38	34	37	40	47	56	39	36	41	35	40	42	485

$$5. E = 0,0018 \cdot (17,0 + 25)^2 \cdot (100 - 63,6) = 115,6 \text{ мм.}$$

$$6. E = 0,0018 \cdot (21,2 + 25)^2 \cdot (100 - 63,5) = 140,2 \text{ мм.}$$

$$7. E = 0,0018 \cdot (23,5 + 25)^2 \cdot (100 - 60,6) = 166,8 \text{ мм.}$$

$$8. E = 0,0018 \cdot (22,8 + 25)^2 \cdot (100 - 58,3) = 171,5 \text{ мм.}$$

$$9. E = 0,0018 \cdot (16,9 + 25)^2 \cdot (100 - 66,4) = 106,2 \text{ мм.}$$

$$10. E = 0,0018 \cdot (10,3 + 25)^2 \cdot (100 - 75,7) = 54,5 \text{ мм.}$$

$$11. E = 0,0018 \cdot (4,0 + 25)^2 \cdot (100 - 83,7) = 24,7 \text{ мм.}$$

$$12. E = 0,0018 \cdot (-0,5 + 25)^2 \cdot (100 - 86,0) = 15,1 \text{ мм.}$$

Склавши отримані результати, одержуємо значення випаровуваності води за рік. Воно становить близько 942,1 мм.

Таким чином, із поверхні Каховського водосховища, площа якого становила 2 155 км², щороку випаровувалося більше 2,03 км³ води. Це – величезна кількість. Якби, наприклад, стільки вологи втрачав Південний Буг – одна з найбільших річок України, – то він обмілів би на 2/3.

Частина втраченого через випаровування стоку компенсувалася атмосферними опадами, що випадали над поверхнею водосховища. Якщо від показника випаровуваності відняти річну суму опадів, то отримаємо умовно безповоротні втрати води. Умовно – бо й означену компенсацію можна вважати дещо умовною. Адже опади, які випадають не на водну поверхню, а на суходіл, що є нині на

місці водосховища, у значній кількості поверхневим і підземним стоком потрапляють до Дніпра. І збільшують його стік. Особливо протягом 5 місяців – із листопада по березень (табл. 1), – коли кількість опадів перевищує випаровування. Хоча й у теплий період року більшість приток Дніпра не пересихають. До того ж, водні маси значно краще засвоюють сонячну радіацію і майже не прикриті рослинністю, як волога поверхня суходолу після опадів. Це зумовлює більшу випаровуваність із поверхні водойми.

Поверхня Дніпра теж втрачає певну кількість води через випаровування. Проте площі поверхні річки і Каховського водосховища настільки незіставні, що такі втрати води можна не враховувати в цьому дослідженні. Крім того, завдяки течії у річці поверхневі тепліші влітку шари води постійно перемішуються з холоднішими придонними, зменшуючи випаровування. У той же час малорухливі гарно прогріті водні маси водосховищ – особливо у прибережних і міліних зонах – випаровуються дуже інтенсивно.

Середня річна кількість опадів над поверхнею Каховського водосховища становила близько 485 мм (табл. 1). Тож випаровування перевищувало надходження води з опадами на 457,1 мм. А умовні безповоротні втрати води становили близько 0,99 км³.

Навіть таке число втрат води – надмірно велике.

Згідно з доступними нині даними Держстату України (до 2023 року включно) [12] на питні і санітарно-гігієнічні потреби населення у 2023 використано 767 млн м³ води. Ще 102 млн м³ – на інші невиробничі потреби країни. Разом – 869 млн м³, або менше 0,87 км³. Таким чином, Каховське водосховище втрачало через випаровування воду в обсягу на понад 120 млн м³ більшому, ніж потрібно для покриття нинішніх потреб держави, що не належать до виробничих.

2021 року – до повномасштабного вторгнення РФ – на потреби населення України було використано 1 019 млн м³ води (1,02 км³). Таке число теж цілком зіставне з означеними втратами на випаровування з Каховського водосховища. Тим більше, втрати в 0,99 км³ розраховані, як зазначалося, на основі метеоданих за 1991–2020 роки. Температура ж повітря з 1990-х до нині – а значить і випаровуваність – помітно зросла.

Одним з аргументів на користь неминучості майбутнього відновлення Каховського водосховища є необхідність задоволення потреб аграрного комплексу Півдня країни у водних ресурсах для зрошення. За 2023 рік із метою зрошення на всій підконтрольній державі території України використано 192 млн м³ води. Втрачених 0,99 км³ вистачило б на понад 5 років такого поливу сільгоспугідь. Навіть у 2021 році на зрошення витрачалася кількість води менша – 970 млн м³ [12], або 0,97 км³, – ніж означені втрати. Таке природокористування не можна вважати ефективним і відповідним цілям сталого роз-

витку України.

Висновки. Російська неспровокована війна проти України є злочином агресії з гострими екоцидними наслідками. Офіційно задокументовано більше 9 тисяч випадків шкоди і руйнувань, завданих окупантами екосистемам України під час повномасштабного вторгнення.

Збитки, заподіяні довікільлю нашої держави екоцидними військовими злочинами росії, нині в 4 рази більші, ніж доходи державного бюджету України до повномасштабного вторгнення. Російським злочином із найбільшою одноразово заподіяною довікільлю шкодою є підрив дамби Каховського водосховища – орієнтовна сума збитків перевищує 77,8 млрд грн.

Багато дискусій виникає в експертів щодо доцільності чи недоцільності відновлення водосховища після деокупації Півдня України. Врахування метеоумов середовища розміщення означеної водойми – переважно Південностепової підзони – показує, що з її поверхні випаровувалося понад 2 км³ води щороку. Близько половини такого обсягу компенсувалося опадами. А 0,99 км³ втрачалося безповоротно. Такі надмірні втрати істотно перевищують обсяги води, що використовується населенням України і невиробничою сферою. Тому майбутнє відновлення Каховського водосховища, в усякому випадку – в колишньому його проектному стані, виглядає нераціональним і невідповідним цілям сталого розвитку України рішенням.

Подяка. Автор вдячний Збройним Силам України за захист і можливість провести представлений аналіз.

Література

1. Наслідки воєнних дій та вплив на довкілля. *ЕкоЗагроза*. 2024. URL: <https://ecozagroza.gov.ua> (дата звернення 20.07.2025).
2. Виконання державного бюджету України. Мінфін. Індекси. 2021. URL: <https://index.minfin.com.ua/ua/finance/budget/%20gov/2021/> (дата звернення 22.07.2025)
3. Харченко В. В., Котинський А. В., Якименко І. Л. Цілеспрямоване злочинне знищення довкілля України як наслідок російської агресії. *Екологічні науки*. 2024. № 6 (57). – С. 116–120.
4. Оперативна інформація за наслідками підриву Каховської ГЕС станом на 06:00 13.06.2023. *ЕкоЗагроза*. 2023. URL: <https://ecozagroza.gov.ua> (дата звернення 23.07.2025).
5. Наслідки від підриву росією греблі Каховської ГЕС. *ЕкоЗагроза*. 2023. URL: <https://ecozagroza.gov.ua> (дата звернення 23.07.2025).
6. Хільчевський В. К. Стік зарегульований. Велика українська енциклопедія. URL: https://vue.gov.ua/Стік_зарегульований (дата звернення: 24.07.2025).
7. Яцик А. В., Томільцева А. І., Томільцев М. Г. та ін. Правила експлуатації водосховищ Дніпровського каскаду / Київ: Генеза, 2003. – 176 с.
8. Мішина Л. Гідрографічне дослідження річки Дніпро: минуле, сучасне, майбутнє. *Вісник Держгідрографії*. 2006. № 1 (13). С. 9–14. URL: <https://hydro.gov.ua/dl/vdgg/vd013.009.pdf> (дата звернення: 25.07.2025)
9. Випаровування та випаровуваність. Географічний розподіл цих величин. *Geograf*. 2025. URL: <http://www.geograf.com.ua/meteorology/896-viparovuvannya-ta-viparovuvunist-geografichnij-rozpodil-tsikh-velichin> (дата звернення: 25.07.2025)
10. Проценко Г. Д. Метеорологія та кліматологія: Навчальний посібник. 2007. URL: https://library.udpu.edu.ua/library_files/6469_01.pdf (дата звернення: 25.07.2025)
11. Nikopol, Ukraine. *En.Wikipedia*. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Nikopol,_Ukraine (дата звернення: 25.07.2025)
12. Статистичний щорічник України за 2023 рік / Державна служба статистики України. Київ, 2024. 267 с. URL: https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2023/zb/11/year_23_u.pdf (дата звернення: 25.07.2025)

Дата першого надходження рукопису до видання: 23.07.2025

Дата прийняття до друку рукопису після рецензування: 25.08.2025

Дата публікації: