



АФАНАСЬЄВ
Сергій Олександрович —
член-кореспондент НАН
України, директор Інституту
гідробіології НАН України

ПРО ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ РУЙНУВАННЯ ГРЕБЛІ КАХОВСЬКОЇ ГЕС Стенограма доповіді на засіданні Президії НАН України 6 вересня 2023 року

У доповіді наведено результати проведеного в Інституті гідробіології НАН України комплексу досліджень з якісного та кількісного оцінювання екосистемних трансформацій, спричинених руйнацією греблі Каховської гідроелектростанції, а також аналіз подальшого перебігу процесів, зумовлених цією катастрофою, та можливих негативних наслідків для навколишнього середовища. Підготовлено пропозиції до органів виконавчої влади щодо взяття необхідних заходів.

Вельмишановний Анатолію Глібовичу!

Вельмишановні члени Президії!

Вранці 6 червня 2023 р. з офіційного повідомлення Оперативного командування «Південь» стало відомо, що близько третьої години ночі російські війська підірвали Каховську ГЕС. О 06:45 ранку голова Херсонської обласної військової адміністрації Олександр Прокудін повідомив населення про те, що впродовж найближчих 5 годин вода затопить прибережні населені пункти, і закликав людей збирати документи, речі першої необхідності та чекати на евакуацію. До кінця доби 6 червня рівень води в Херсоні піднявся приблизно на 8,5 м (рис. 1).

Ця катастрофа спричинила цілу низку серйозних і масштабних за наслідками гуманітарних, санітарно-епідеміологічних, екологічних, енергетичних, економічних та інших проблем. Розпорядженням Президії НАН України від 06.06.2023 № 304 було створено робочу групу НАН України з аналізу наслідків руйнування греблі Каховської ГЕС під головуванням академіка НАН України В.Л. Богданова, до складу якої увійшли провідні фахівці профільних установ Академії. На своїх засіданнях, які проходять регулярно, робоча група детально розглядає кожну із загроз, що постали через руйнування греблі. Я ж у пропонованій доповіді намагатимусь обмежитися лише екологічними наслідками для прісноводних екосистем та їх біорізноманіття цього, мабуть, наймасштабнішого в новітній історії екологічного і гуманітарного злочину.

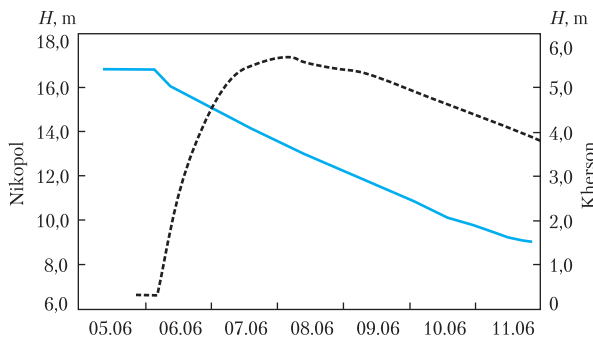


Рис. 1. Динаміка зміни рівня Дніпра в районі м. Херсон та поблизу м. Нікополь після підриву греблі (за даними Гідрометслужби України)

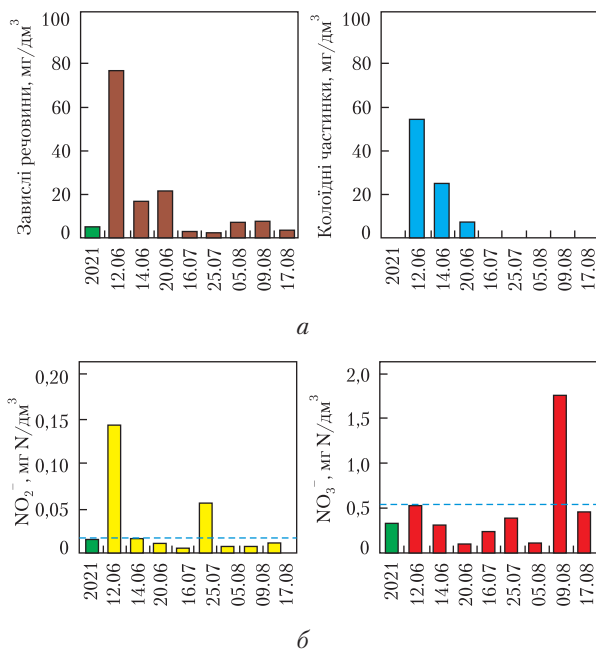


Рис. 2. Динаміка деяких гідрохімічних показників у руслі Дніпра біля м. Херсон після підриву Каховської ГЕС: *а* – концентрація завислих та колоїдних частинок; *б* – концентрація нітратів та неорганічного азоту

У перші дні після підриву греблі основними деструктивними факторами були аномальне пришвидшення до неприродних рівнів і турбулізація течії Дніпра, зрив донних наносів, різке підвищення «каламутності розмиву», затоплення територій внаслідок стрімкого підняття рівня води, а також початок осушення Каховського водосховища.

Завдяки зв'язкам з волонтерами нам вдалося налагодити канал постачання проб води з Дніпра поблизу Херсону вже починаючи з 12 червня, тому можемо обґрунтовано стверджувати, що майже відразу після прориву греблі до перелічених вище негативних екологічних факторів додалися ще змив з осушених територій та потрапляння у воду великої кількості донних відкладів. Це спричинило помітне збільшення «каламутності змиву», яка характеризується значною кількістю дрібних фракцій та колоїдних частинок, наявність яких була зумовлена головню оксидами феруму та мангану (рис. 2*а*).

Починаючи з 14-ї доби після руйнування греблі на тлі спаду рівня Дніпра та уповільнення швидкості течії спостерігалось зниження каламутності води і було відзначено певну первинну стабілізацію гідрохімічних показників. Однак уже в середині липня ми зафіксували поступове, а подекуди й стрімке підвищення концентрацій органічних речовин та біогенів унаслідок вторинного забруднення, яке почало потрапляти в дніпровську воду з осушених територій. Зокрема, 9 серпня було спостережено різке підвищення значень хімічного споживання кисню, нітритів та нітратів. Цей «пік» (рис. 2*б*) можна пояснити тим, що за кілька днів до того на території осушеного водосховища пройшли рясні грозові дощі, які змили залишки відмерлої біомаси, що вже почала гнити.

На такі самі тенденції вказує й аналіз динаміки мікробіологічних показників води. В перші дні після руйнування греблі відбулося різке зростання чисельності бактеріопланктону, в тому числі індикаторів фекального забруднення, потім спостерігалась певна стабілізація, а далі – зростання загальної чисельності як бактерій, так і умовно-патогенних мікроорганізмів – індикаторів загнивання (рис. 3).

Крім того, ми проаналізували токсичність дніпровської води. За результатами біотестування вода в Херсоні в період 12–14 червня класифікувалася як «гостро токсична». Слід зазначити, що токсичність води безпосередньо залежала від її каламутності, а тому фільтрація проб води зменшувала токсичність при-

близно на 50 %, і для фільтрованої води стан було визначено як «помірно токсичний». У подальшому ситуація поступово поліпшувалася і вже починаючи з 22 червня нормалізувалася — стан води й досі характеризується як «не токсичний».

Зрозуміло, що території та акваторії, розташовані вище й нижче зруйнованої греблі, зазнали різного екологічного впливу, але загалом наслідки катастрофи на різних ділянках водосховища, русла Дніпра, Дніпровсько-Бузького лиману та Чорного моря є взаємопов'язаними. Прибережну рослинність та донні біоценози, локалізовані вздовж основного русла, по найбільших рукавах дельти і на значній частині Дніпровсько-Бузького лиману, було змито потоками води або засипано донними наносами впродовж 1-ї—4-ї доби, залежно від відстані до греблі. Тільки за 6 червня, тобто в перший день прориву, на ділянці від греблі до Херсону маса загинув безхребетних становила понад 10 тис. т. Було залито (але вони збереглися) осередки рослинності поза межами основного потоку в бічних рукавах, на південних частинах островів, а також уздовж берега лиману.

Планктонні угруповання було змито потоками води й винесено в лиман, а далі — в Чорне море. Так, ми розрахували, що з акваторії Каховського водосховища в перший тиждень після підриву греблі виносилося від 6 до 17 тис. т мікроводоростей на добу. В подальшому цей потік зменшувався відповідно до зниження витрат води. Після того, як 12 червня ми отримали перші натурні проби і змогли верифікувати наші розрахунки, виявилось, що насправді ці обсяги можуть бути ще більшими (рис. 4). Винос прісної води з такою кількістю водоростей на фоні органічного забруднення не міг не спричинити «цвітіння» опрісненої частини Чорного моря, яке спостерігалось аж до Одеси.

Підрив дамби припав на період майже відразу після нересту, тому можна констатувати, що вся народжена в цьому році молодь риб загинула. Значних втрат зазнало також промислове рибне стадо. Загалом постраждали популяції понад 70 видів риб, серед яких 18 — червонокнижні, зокрема вирезуб причорномор-

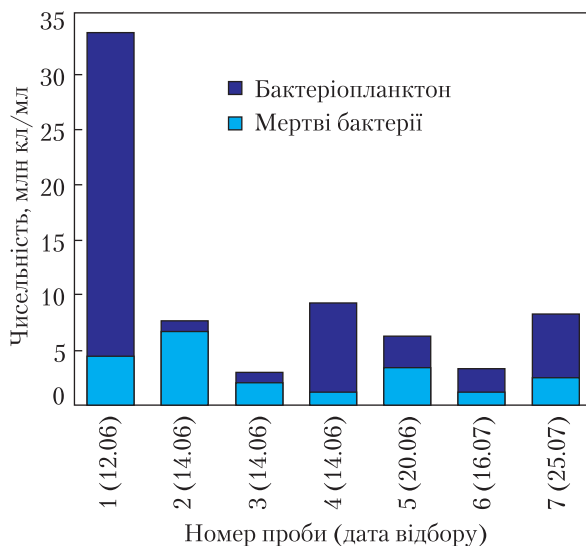


Рис. 3. Динаміка чисельності бактеріопланктону та бактерій з ушкодженою цитоплазматичною мембраною в р. Дніпро в районі м. Херсон

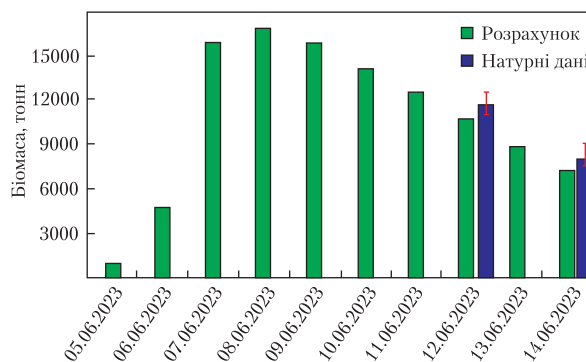
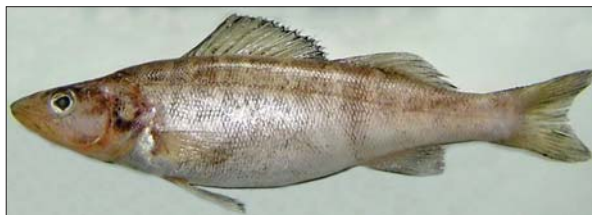


Рис. 4. Динаміка добового виносу фітопланктону з Каховського водосховища після підриву греблі

ський (*Rutilus frisii*, Nordmann, 1840), марена дніпровська (*Barbus borysthenticus*, Dybowski, 1862), шемая чорноморська (*Alburnus sarmaticus*, Freyhof et Kottelat, 2007) та ін. Майже напевно остаточно вимер як вид морський судак, або буговець (*Sander marinus*, Cuvier, 1828), який мешкає лише в Дніпровсько-Бузькій естуарній області (рис. 5а). Останні 30 років цей вид вважали вимерлим, але наша знахідка в 2016 р. підтвердила його наявність у лимані.

Під явною загрозою знищення опинилися нечисленні залишки стада осетрових риб, не-



а



б



в

Рис. 5. Деякі види, популяції яких постраждали внаслідок руйнування греблі Каховської ГЕС: а – морський судак (буговець); б – емпуза піщана; в – емуранчик звичайний

рестовий хід яких з моря в річки якраз припадає на кінець травня – початок червня. До того ж ми втратили все маточне поголів'я осетрових, яких утримували на Виробничо-експериментальному дніпровському осетровому рибовідтворювальному заводі ім. академіка С.Т. Артющика. У 2015 р. сюди було передано

на утримання 745 екземплярів руського осетра (*Acipenser gueldenstaedtii*) вагою в середньому по 12 кг. За свідченнями дирекції заводу, в результаті катастрофи всі ставки опинилися під шаром води до 4 м. Нагадаю, це була токсична вода, до того ж з великим вмістом колоїдних частинок, що унеможлиблює нормальне дихання таких чутливих риб, як осетрові.

Розглядаючи екологічні наслідки підриву греблі, не можна оминати питання загибелі наземної фауни. Стрімке підняття рівня води завдало непоправної шкоди наземним безхребетним та хребетним тваринам у зоні затоплення. У той час ще не завершився період гніздування, загинули пташенята не лише водних та навколводних птахів, а й птахів, що гніздуються у чагарниках і на невисоких деревах, на обривах і ярах. Достовірна оцінка масштабів втрат наземної фауни досі залишається неможливою, проте навіть попередній аналіз втрат раритетного компонента фауни вражає. На затоплених територіях розміщено майже всі відомі місця мешкання двох видів мурах, бабки стрілка Ліндена (*Erythromma lindenii*, Selys, 1840), богомола емпуза піщана (*Empusa pennicornis*, Pallas, 1773) (рис. 5б), оси кольпа Клюге (*Colpa klugii*, Vander Linden, 1827). Також було затоплено 70 % ареалу світової популяції мишівки Нордмана (*Sicista lorigera*, Nordmann, 1839), до 50 % ареалу сліпака піщаного (*Spalax arenarius*, Reshetnik, 1939), до 50 % ареалу земляного зайця, або емуранчика звичайного (*Stylodipus telum*, Lichtenstein, 1823) (рис. 5в). Сильно постраждали популяції червонокнижних амфібій і рептилій.

Вплив катастрофи на біорізноманіття та стан водних і прибережних екосистем Каховського водосховища був не таким стрімким, але значно більш тривалим та масштабним. За оцінками, біомаса донних безхребетних на різних глибинах і різних типах донних ґрунтів водосховища у період до руйнування греблі варіювала від кількох грамів до кількох кілограмів на 1 м² дна, локально сягаючи навіть десятків кілограмів на 1 м². Основу цієї маси становлять поселення молюсків дрейсени річкової, яка, до речі, є потужним фільтратором і забезпечує

очищення води — 1 кг дрейсени за добу про- фільтровує понад тону води. Так звані «поля дрейсени» з максимальною біомасою розміщу- валися переважно на глибинах від 2 до 6 м, і всі вони загинули через осушення водойми.

Загальні запаси біомаси в Каховському во- досховищі, які можуть спричиняти вторинне забруднення дніпровської води та водонос- них горизонтів внаслідок осушення та фраг- ментації, за мінімальними та максимальними оцінками становлять відповідно: безхребетні тварини — від 200 до 500 тис. т; вищі водні росли- ни — від 30 до 50 тис. т; іхтіомаса загиблої риби — від 6 до 10 тис. т.

На супутникових знімках (рис. 6) можна бачити, як відбувалася фрагментація Кахов- ського водосховища. На початок вересня за- лишилося 5–8 великих водойм, об'єднаних те- чією старого русла Дніпра, 15–20 середніх та великих водойм, що втратили прямий зв'язок з Дніпром, та кілька сотень або навіть тисяч се- редніх і малих водойм, відокремлених від річ- ки. У більшості малих водойм, імовірно, вже відбулася загибель основних складових гідро- біоценозу. Сподіваюся, що катастрофічної за- гибелі гідробіонтів у водоймах, які мають пря- мий зв'язок з основним руслом Дніпра, поки що не сталося. Доля середніх та великих від- окремлених водойм вирішиться взимку, після настання льодоставу.

В експертному середовищі на різних май- данчиках точаться жваві дискусії щодо віднов- лення рослинного покриву осушеного дна Ка- ховського водосховища. Деякі засоби масової інформації вдаються до відвертої фальсифіка- ції фактів, поширюючи фотографії зарослих рослинністю окремих невеличких локацій. На рис. 7 наведено значення нормалізованого ди- ференційного вегетаційного індексу (NDVI), розрахованого нами на основі спектрометрич- них даних за знімком супутника Landsat 8 від 23 серпня 2023 р. Можна бачити, що рослинний покрив відновлюється досить повільно, і біль- ша частина дна водосховища — це все ще ого- лені донні відклади. На вставці показано район глибокої затоки водосховища, де розташовано національний природний парк «Кам'янська Січ»

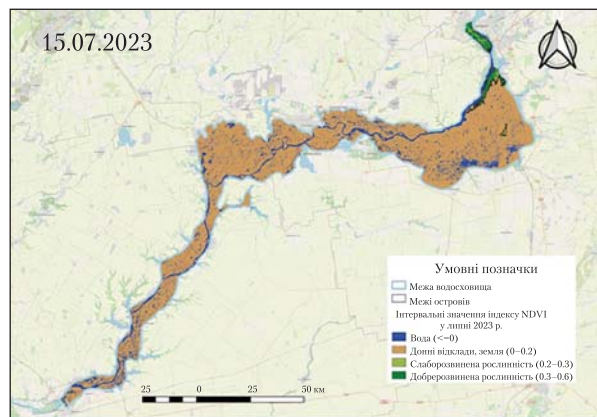
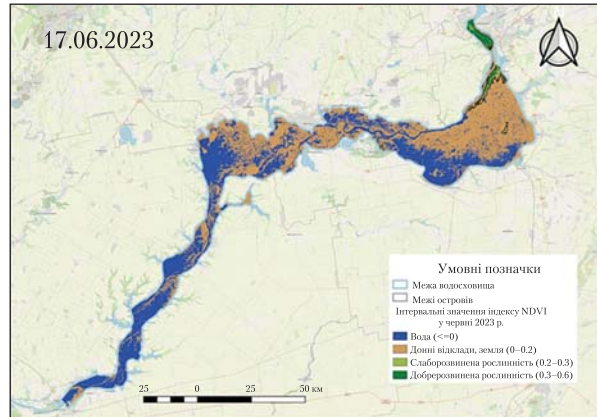


Рис. 6. Динаміка осушення та фрагментація Каховського водосховища; за даними супутника Landsat 8 (обробка — Інститут гідробіології НАН України)

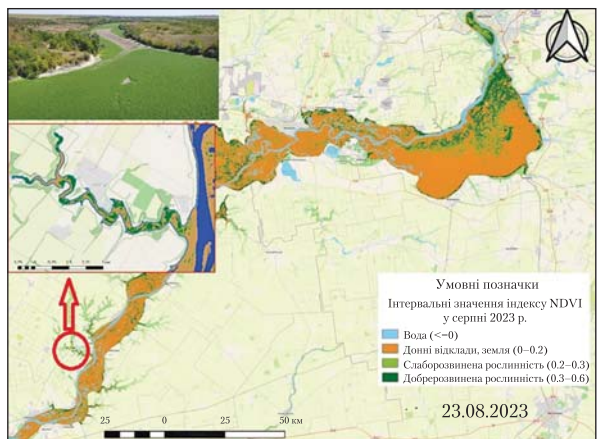


Рис. 7. Заростання ложа Каховського водосховища рослинністю за даними супутника Landsat 8. На вставці: фрагмент у збільшеному масштабі і фото Національного природного парку «Кам'янська Січ» (обробка — Інститут гідробіології НАН України)

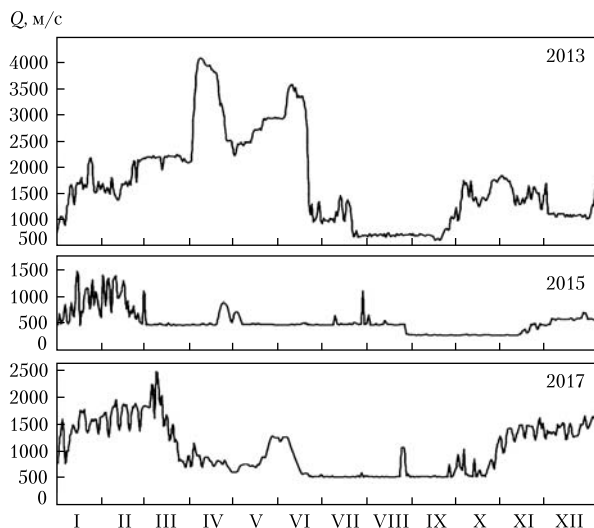


Рис. 8. Внутрішньорічний розподіл середніх добових витрат у створі Каховського водосховища в різні роки: багатоводний (2013 р.), маловодний (2015 р.) і середній за водністю (2017 р.)

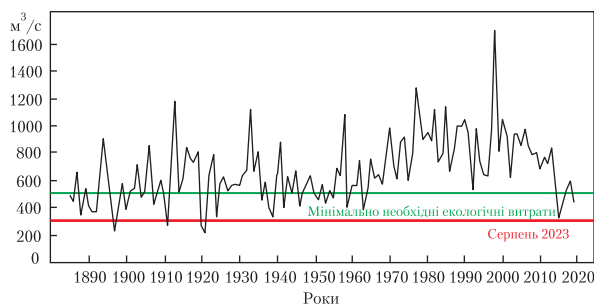


Рис. 9. Багаторічна динаміка мінімальних природних витрат води Дніпра у створі Дніпровського гідровузла

Січ». Це єдине місце, в якому вдалося побувати деяким фахівцям — екологам, зоологам, ботанікам. У верхньому лівому кутку наведено фотографію цієї локації — ділянки дна, засіяного люцерною та конюшиною. Зрозуміло, що екстраполувати ці дані на всю осушену площу не можна. На жаль, до інших місць осушеного Каховського водосховища на сьогодні у нас доступу немає.

Дискусія про заростання — це частина великої полеміки щодо майбутньої долі цієї території. Як я вже говорив, екологічні процеси, пов'язані з осушенням Каховського водосхо-

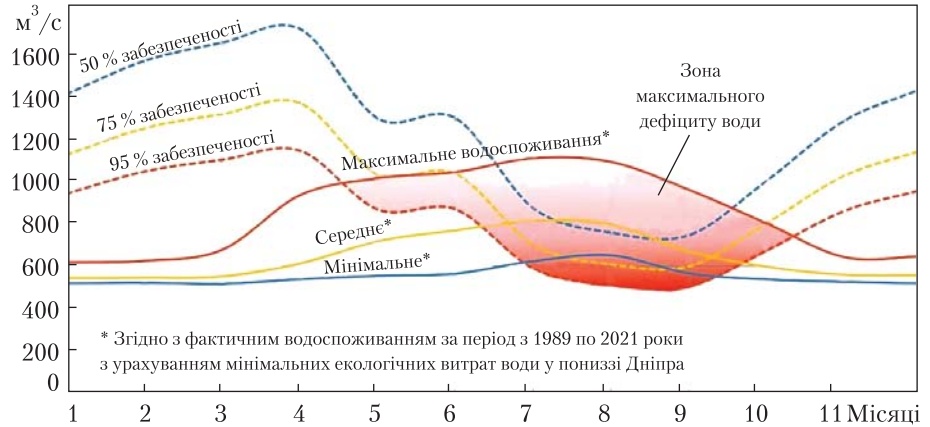
вища, хоч і розвиваються відносно повільно, але дуже масштабні й тривалі. Вони прямо залежать від подальшого сценарію розвитку подій. Незважаючи на прийняту урядову постанову щодо відновлення Каховського водосховища і відповідні заяви Президента України, в соціальних мережах та засобах масової інформації розглядають різні варіанти, аж до повної відмови від водосховища і ренатуралізації старого русла Дніпра та заплавної екосистем, зокрема Великого Лугу.

Розглянемо ці сценарії в аспекті водного балансу та динаміки природного стоку Дніпра. Ні для кого не є секретом, що останніми десятиліттями завдяки насамперед кліматичним змінам зменшується об'єм стоку більшості великих річок Європи, зокрема й Дніпра. Крім того, слід пам'ятати, що впродовж року стік Дніпра дуже нерівномірний. На прикладі розрахунків, виконаних у нашому Інституті (рис. 8), можна бачити, що за винятком багатоводних років у липні-вересні, а подекуди і в жовтні природний стік Дніпра падає нижче $500 \text{ м}^3/\text{с}$.

Слід зазначити, що $500 \text{ м}^3/\text{с}$ — це мінімальний екологічний стік, який дозволяє стабільно існувати і функціонувати гідроекосистемам у пониззі Дніпра, в його дельті та в Дніпровсько-Бузькому лимані. За менших об'ємів стоку відбувається деградація, загнивання заплавної озера, заток на островах, відмирання проток та рукавів Дніпра і його дельти. Звісно, якби Дніпро не був зарегульований, а щороку відбувалася б природна повінь з перерозподілом рухомих та завислих наносів, говорити про мінімальний екологічний стік не було б сенсу. Проте зрозуміло, що позбавитися всіх гребель та повернути весь Дніпро до природного стану нереально.

На рис. 9 наведено графік мінімального стоку Дніпра за багаторічний період. Верхня лінія — це екологічний стік, нижня — природний стік, який був би в серпні цього року. Різниця компенсувалася і компенсується сьогодні відповідними скидами з розташованих вище водосховищ. На рис. 9 можна бачити періоди, коли води в Дніпрі не вистачає навіть на мінімальний екологічний стік, не кажучи вже про

Рис. 10. Водогосподарський баланс у пониззі Дніпра (за матеріалами М. Хорева, О. Гуляєвої, В. Карамушки)



будь-які господарські витрати води — на зрошення, промисловість, водопостачання населених пунктів тощо.

А на рис. 10 показано водний баланс за різних сценаріїв водоспоживання, розрахований професійними експертами в галузі гідрології та водного господарства. Як бачимо, в разі максимального споживання дефіцит води починається вже в квітні і закінчується лише в жовтні. Нижня частина зони вододефіциту відповідає ситуації, коли навіть у разі мінімального водоспоживання води не вистачає на екологічний стік. Щоправда, такий стан виникає лише в маловодні роки.

Нестача води для екологічного стоку породжує ще одну проблему — просування клину солоної води з лиману в русло Дніпра.

Свого часу на основі результатів досліджень, проведених в Інституті гідробіології НАН України, ми побудували відповідні номограми для розрахунку відстані просування солоного клину вгору по руслу залежно від солоності в Дніпровсько-Бузькому лимані та витрат води в Дніпрі. Це надважливий екологічний чинник, який впливає на склад та кількісні структурні характеристики угруповань гідробіоти і зумовлює характер продукційно-деструкційних біологічних процесів у перехідних водах. З рис. 11 можна бачити, що навіть у разі дотримання мінімального екологічного стоку солоний клин при солоності в лимані 10 ‰ досягає Херсону, а при 15 ‰ — може досягати водозабору Миколаєва в гирлі Інгульця. Така

ситуація подекуди може траплятися і за умови тривалих нагінних вітрів з Чорного моря. Однак усе це лише розрахункові дані.

У 2018 р. фахівці нашого Інституту в рамках виконання програми з пріоритетних наукових досліджень за КПКВК 6541230 провели детальні натурні дослідження щодо цього питання. Розглянемо конкретний приклад станом на 6 вересня 2018 р., коли за екологічних витрат 500 м³/с солоний клин перебував у межах м. Херсон (рис. 12а). Можна бачити, що перед самим початком попуску з Каховської ГЕС (рис. 12б) верхня межа солоного клину піднялася до глибини 6,5 м. Під час надходження

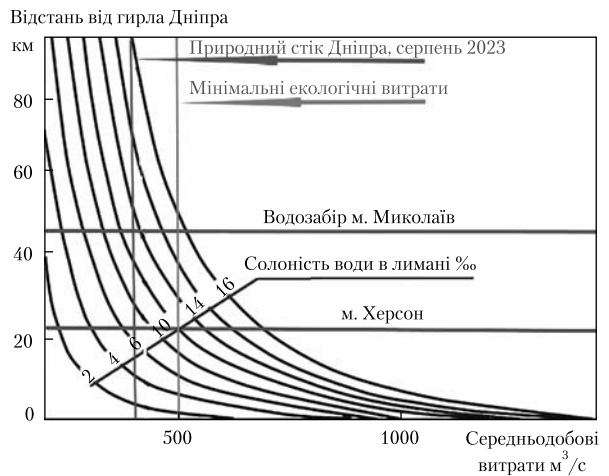


Рис. 11. Номограма для визначення довжини клину солоних вод у гирловій ділянці Дніпра за різних параметрів водності річки і солоності води в Дніпровсько-Бузькому лимані

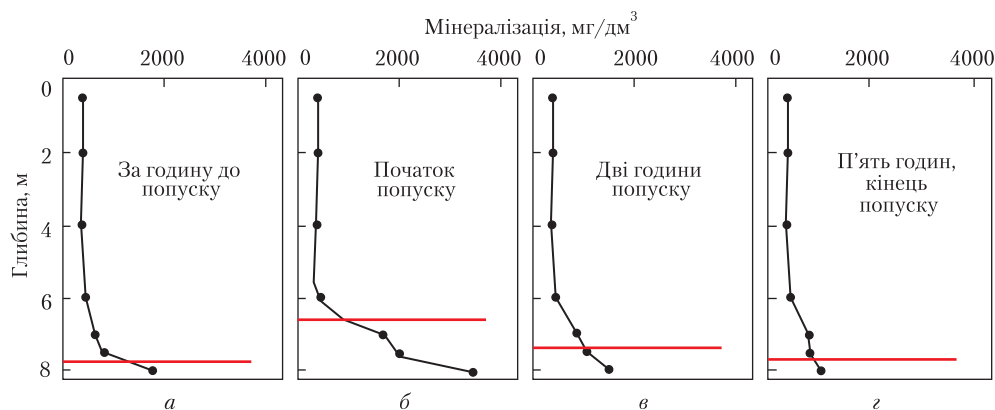


Рис. 12. Вертикальний розподіл мінералізації води в м. Херсон до і під час попуску з Каховської ГЕС; 06.09.2018 р.

прісних вод упродовж попуску (рис. 12в, г) мінералізація води поблизу дна почала зменшуватися, а верхня межа солоного клину — опускатися ближче до дна. Ці спостереження свідчать, що при оцінюванні екологічних ризиків важливо не лише враховувати середньодобові витрати, а й зважати на періоди, коли попуск з ГЕС не відбувається.

Загалом отримані результати показали, що в сучасних умовах імовірність і масштаби проникнення солоного клину в пониззя Дніпра значно зросли порівняно з 1980-ми роками. Пов'язані з цим негативні явища, такі як зменшення вмісту у воді розчиненого кисню, зростання вмісту сірководню, замори риби, засолення донних ґрунтів, загибель бентосних організмів тощо, потребують перегляду об'ємів мінімального екологічного стоку в бік їх збільшення.

Далі коротко зупинюся на екосистемних послугах, які були втрачені з осушенням водосховища.

У 2020 р. Міністерство навколишнього середовища, продовольства та сільських справ Великої Британії провело комплексне дослідження з оцінки екосистемних послуг, яке охоплювало близько 25 типових послуг, що надають середовища існування та екосистеми, — від їжі, генетичних ресурсів, біорізноманіття, регулювання клімату до риболовлі і полювання. У цьому дослідженні розглянуто широкий спектр екосистем — від відкритого океану, коралових рифів до мангрових лісів,

боліт і прісноводних водно-болотних угідь. Наведу окремі показники, які найбільшою мірою відображають значення екосистемних послуг: для прибережних і внутрішніх водно-болотних угідь (саме до них належать водосховища) їх оцінка становить \$49 тис./га/рік; для пасовищ і лук — \$8 тис./га/рік; для річок і озер — \$20,7 тис./га/рік.

У 2019 р. ми проводили подібні роботи, оцінюючи екосистемні послуги пониззя Дністра. З використанням різних методик оцінювання ми склали картосхеми з розрахунком екопослуг, що надаються одиницею площі дзеркала води або водно-болотних угідь, і отримали величини, дуже подібні до результатів британських дослідників. Загальний обсяг розглянутих послуг водно-болотних угідь пониззя Дністра було оцінено в 39,2 млн євро на рік. Причому для водних екосистем ми не враховували екопослуги з продукування кисню та захоронення вуглецю з черепашками молюсків. Детально про це можна прочитати в нашій монографії*.

До речі, ефективність продукування кисню завдяки фотосинтетичній активності фітопланктону у водосховищах півдня України перевищує ефективність цього процесу в тропічних лісах Амазонії, які часто називають «легенями планети».

* Afanasyev S., Manturova O. (Eds). *Transboundary Dniester River basin: ecological state, reference conditions, management*. Kyiv, 2021. <http://surl.li/legxx>

Згадавши про екопослуги, не можна обійти увагою основні екологічні проблеми, які виникли свого часу після будівництва та заповнення Каховського водосховища.

По-перше, це перекриття шляхів нерестових міграцій усіх прохідних та напівпрохідних видів риб, зокрема осетрових.

По-друге, зниження швидкості течії, залиття родючих ґрунтів та отримання «врожаїв» у вигляді надмірного розвитку синьо-зелених водоростей, а далі — евтрофікації і знов-таки посилення явищ «цвітіння» води.

І по-третє, абразія берегів, замулення, зміління та перехід стабільних прибережних угруповань у дистрофічний стан.

На завершення доповіді, як підсумок, хотів би зазначити, що ми добре розуміємо безумовну необхідність відновлення Каховського водосховища як джерела води для різних галузей промисловості, енергетики, сільського господарства, для водопостачання населених пунктів, а також для забезпечення сталого екологічного стоку. Водночас абсолютно очевидно, що відновлювати це водосховище в тому вигляді, в якому воно існувало до підризу греблі, не раціонально.

Отже, для вирішення питання щодо подальшої долі Каховського гідровузла Інститут гідробіології НАН України пропонує розглянути та обрахувати можливі варіанти одамбування північно-східної мілководної частини водосховища, де й була розташована територія сакрального для українського козацтва Великого Лугу (рис. 13).

Слід зазначити, що ця найбільш мілководна озерна частина займає понад 33 % всієї площі водосховища, а утримує лише близько 18 % його об'єму, з якого тільки третина задіяна в активному регулюванні стоку, а решта — це мілководдя. Саме на цій ділянці відбувається найактивніший розвиток синьо-зелених водоростей, які зумовлюють цвітіння води, і саме тут спостерігалася найбільша кількість заморних явищ.

Технічно абсолютно можливо побудувати таку дамбу і створити черговий захищений район, подібний до тих, що вже наявні на Дні-



Рис. 13. Схема одамбування мілководної частини Каховського водосховища з метою створення квазіприродних лучних екосистем на місці Великого Лугу

провському каскаді. Так, тільки на Каховському водосховищі є три таких райони. Іншим прикладом захищеного району можуть бути всім добре знайомі луки, розташовані нижче Осокорків поблизу Києва.

Така дамба матиме приблизну довжину від 35 км. І хоча в цьому разі ми не повернемо Великий Луг як заплаву екосистему, оскільки не буде природної повені та надходження стоку наносів, але квазіприродні лучні екосистеми на кшталт тих, що можна бачити в Осокорках біля Києва, тут цілком реально створити. У будь-якому разі ці землі після відповідної рекультивациї можна використовувати і для інших господарських потреб.

Особливо хотів би наголосити, що в процесі прийняття рішення про відновлення греблі Каховської ГЕС обов'язково потрібно розглянути можливість створення ефективного рибоходу для осетрових та інших прохідних видів риб. До речі, наш Інститут має великий досвід з розроблення технічних умов для проектування рибопропускних споруд, які було збудовано з нашим науковим супроводом у низці європейських та азійських країн.

Крім того, при заповненні водосховища необхідно передбачити створення штучних нерестовищ, облаштування біопозитивних споруд. У разі, якщо буде обрано варіант одамбування мілководної частини водосховища, довжина ділянки, придатної для створення штучних нерестовищ осетрових, становитиме приблизно 12 км (синя лінія на рис. 13).

І насамкінець нагадаю, що на Міжнародній конференції з питань відновлення України, яка проходила минулого року в Лугано, основним принципом повоєнного відновлення країни було проголошено Build Back Better (будуй краще, ніж було). Дякую за увагу!

За матеріалами засідання підготувала О.О. Мележик

Sergiy O. Afanasyev

Institute of Hydrobiology of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5247-3542>

ABOUT THE ECOLOGICAL CONSEQUENCES OF THE DESTRUCTION OF THE KAKHOVSKA HPP DAM

Transcript of scientific report at the meeting of the Presidium of NAS of Ukraine, September 6, 2023

The report presents the results of a complex of studies conducted at the Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine for the qualitative and quantitative assessment of ecosystem transformations caused by the destruction of the Kakhovska hydroelectric power plant dam, as well as an analysis of the further course of processes caused by this disaster and possible negative consequences for the environment. Proposals have been prepared for the executive authorities to take the necessary measures.

Cite this article: Afanasyev S.O. About the ecological consequences of the destruction of the Kakhovska HPP dam. *Visn. Nac. Akad. Nauk Ukr.* 2023. (11): 71–80. <https://doi.org/10.15407/visn2023.11.071>