

Міністерство освіти і науки України
Київський національний університет імені Тараса Шевченка
Географічний факультет
Кафедра гідрології та гідроекології

**ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ТА МОЖЛИВОСТІ
ВІДНОВЛЕННЯ КОЛИШНЬОГО КАХОВСЬКОГО
ВОДОСХОВИЩА**

Галузь знань 10 – Природничі науки

Спеціальність 103 – Науки про Землю

Освітньо-наукова програма: Гідрологія та інтегроване управління водними ресурсами

студент 2 курсу магістратури
Кафедри гідрології та гідроекології
Римар Антон Борисович

професор кафедри гідрології та ідроекології
д. б. н. професор **Володимир ГАНДЗЮРА**

Київ – 2026

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. РОЛЬ КАХОВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА ДЛЯ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ ТА ЙОГО ВПЛИВ НА ДОВКІЛЛЯ ДО ЧЕРВНЯ 2023 РОКУ.....	8
1.1. Загальна характеристика Каховського водосховища	8
1.2. Водний режим та показники водного балансу пониззя Дніпра та Каховського водосховища.....	12
1.3. Наскільки Каховське водосховище критичне саме для ЗАЕС та чи є якісь альтернативи?	17
1.4. Висновки до розділу 1	17
РОЗДІЛ 2. ГОЛОВНІ ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ КАХОВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА.....	19
2.1. Роль попусків Каховської ГЕС у регулюванні екологічного стану пониззя Дніпра.....	19
2.2. Вплив попусків Каховської ГЕС на поширення солоного клину в Нижньому Дніпрі.....	22
2.3. Особливості водного балансу Каховського водосховища.....	24
2.4. Стан іхтіофауни після знищення Каховського водосховища.....	31
2.5. Процеси на дні колишнього Каховського водосховища.....	32
2.6. Чи доцільно відновити Каховське водосховище повністю?.....	32
2.7. Висновки до розділу 2	24
РОЗДІЛ 3. ПРОБЛЕМИ ДЛЯ ЕКОНОМІКИ ТА ДОВКІЛЛЯ, ПОРОДЖЕНІ ЗНИЩЕННЯМ КАХОВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА.....	26
3.1. Стан території колишнього водосховища на 2026 рік.....	26
3.2. Підвищення вмісту завислих речовин.....	28
3.3. Гідрохімічні характеристики залишкових водойм, утворених в результаті підризу греблі Каховського водосховища.....	30
3.4. Біогенні речовини.	31

3.5. Процеси на дні колишнього Каховського водосховища.....	32
3.6. Чи доцільно відновити Каховське водосховище повністю?.....	33
3.7. Роль попусків Каховської ГЕС у регулюванні екологічного стану понижзя Дніпра.....	35
3.8. Стан іхтіофауни після знищення Каховського водосховища.....	36
3.9. Висновки до розділу 3	38
РОЗДІЛ 4. СТАН ОХОРОНЮВАНИХ ТЕРИТОРІЙ.....	39
4.1. Охоронювані території різних категорій.....	43
4.2. Об'єкти Смарагдової мережі.....	46
4.3. Основні збитки від підризу рф дамби Каховської ГЕС.....	44
ВИСНОВКИ	49
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	51

ВСТУП

Російські окупаційні війська підірвали Каховську ГЕС у Херсонській області 6 червня 2023 року близько 03:00 години ночі. Внаслідок потужного вибуху машинної зали станцію було повністю зруйновано та відновленню вона не підлягає. Це спричинило масштабну екологічну та гуманітарну катастрофу на півдні України

Збитки від знищення Каховського водосховища внаслідок підриву греблі Каховської ГЕС оцінюються у 14 мільярдів доларів США, згідно з оцінками Світового банку та Єврокомісії. Ця сума охоплює руйнування інфраструктури, енергетики, житлового фонду, сільського господарства та довготривалу шкоду довкіллю у сотні мільярдів гривень, охоплюючи прямі втрати інфраструктури, знищення екосистеми та довгострокові економічні наслідки. Оцінка проводиться різними відомствами України та міжнародними експертами (PDNA).

Основні напрямки оцінки збитків:

- Екологічні збитки: Оцінюються у понад 146 мільярдів гривень. Це включає руйнування екосистем, загибель водних біоресурсів та забруднення акваторії.
- Збитки рибній галузі: За попередніми даними Мінагрополітики, оцінюються у понад 10–11 мільярдів гривень через загибель риби та знищення умов для рибальства.
- Прямі економічні втрати: Мінекономіки оцінює прямі збитки щонайменше у \$2 мільярди USD. Це включає руйнування самої ГЕС, затоплення населених пунктів, промислових об'єктів та інфраструктури.
- Сільське господарство: Втрати через припинення іригації (зрошення) оцінюються у \$300 мільйонів USD щороку, оскільки 95% площ під зрошенням залишилися без води.
- Збитки також включають неможливість використання води з

водосховища для потреб населення та промисловості.

- На місці колишнього водосховища за два роки утворився новий вербово-тополевий ліс.

Оцінка збитків триває, оскільки оцінка загальної шкоди довкіллю та економіці півдня України є довгостроковим.

Відновлення Каховського водосховища є складним завданням, яке стикається з низкою серйозних проблем. Ці проблеми мають екологічний, технічний, фінансовий та безпековий характер.

Ось основні з них:

1. Безпекові та військові ризики

- **Триваючі бойові дії:** Будівництво чи відновлення інфраструктури неможливе, поки територія знаходиться під обстрілами або в безпосередній близькості до лінії фронту.

- **Мінування:** Дно колишнього водосховища та прилеглі території забруднені вибухонебезпечними предметами, що робить проведення інженерних робіт небезпечним.

2. Екологічні проблеми

- **Забруднення донних відкладень:** Мул, що накопичувався десятиліттями, містить важкі метали, пестициди, залишки Чорнобильської АЕС (радіонукліди) та інші токсичні речовини. Під час осушення цей мул висихає, і вітер розносить токсичний пил на великі відстані.

- **Евтрофікація та цвітіння води:** Через перенесення мулу потоками води в нижню течію Дніпра та в Чорне море, відбувається поширення синьо-зелених водоростей, що призводить до замору риби.

- **Зміна екосистеми (Великий Луг):** На місці водосховища почала формуватися нова унікальна екосистема, зокрема вербово-тополевий ліс. Відновлення водосховища знищить цю нову природу, що змушує багатьох екологів виступати проти відбудови.

3. Технічні та гідрологічні складнощі

- **Складність підняття води:** Основна проблема полягає у

підняття води з природного русла Дніпра на 10-20 метрів для забезпечення роботи зрошувальних каналів (зокрема, Північнокримського) та водогонів.

- **Дефіцит води у маловодні роки:** За дослідженнями, в посушливі роки забір води безпосередньо з річки Дніпро не зможе повною мірою забезпечити потреби регіону, що створить дефіцит водних ресурсів.

4. Фінансові та економічні виклики

- **Величезна вартість робіт:** Відбудова ГЕС та створення водосховища — це масштабний інфраструктурний проект, який потребує колосальних інвестицій.

- **Перепрофілювання економіки:** Частина експертів вважає, що замість відбудови гігантського водосховища вигідніше інвестувати в модернізацію зрошувальних систем (краплинний полив) та зміну аграрної моделі на Півдні України.

5. Соціальні та геополітичні питання

- **Забезпечення водою:** Без водосховища криза з водопостачанням відчувається в Дніпропетровській, Запорізькій та Херсонській областях, що потребує швидких технічних рішень (насосні станції).

- **Наслідки для енергетики:** Втрата Каховської ГЕС знизил маневрові потужності енергосистеми України

Відтак, питання відновлення Каховського водосховища залишається дискусійним: чи відбудовувати старий об'єкт, чи розвивати нову екосистему та адаптувати економіку до нових умов. Серед фахівців наразі відсутня єдина точка зору на подальшу долю колишнього водосховища. Господарники хочуть відродити колишнє водосховище, проте більшість екологів категорично проти цього. Тому актуальність роботи обумовлена важливістю оптимального вирішення цієї проблеми.

МЕТА РОБОТИ – проаналізувати стан колишнього Каховського водосховища, сучасний стан та доцільність і можливості його відродження чи не відродження.

ЗАВДАННЯ:

1. Проаналізувати роль Каховського водосховища для економіки України та його вплив на довкілля до червня 2023 року.
2. Розглянути головні екологічні проблеми, які варто вирішувати: (гідрологічні, гідрохімічні, забруднення, водопостачання, безпека, культурна спадщина
3. Проаналізувати проблеми для економіки та довкілля, породжені знищенням Каховського водосховища.
4. Розглянути можливі альтернативні шляхи вирішення проблеми.
5. Оцінити реальні можливості щодо відновлення водосховища.

Об'єктом дослідження є процеси трансформації колишнього Каховського водосховища

Вихідними даними дослідження є наукові публікації з гідрології, гідрохімії, гідробіології та гідроекології, статистичні матеріали, матеріали офіційних сайтів державних установ та енергетичних компаній.

Наукова новизна отриманих результатів полягає у тому, що:

Всебічно проаналізовані різні аспекти проблеми відродження Каховського водосховища, розглянуто різні точки зору як господарників, так і екологів.

Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості їх використання при вирішенні питання подальшої долі колишнього Каховського водосховища.

РОЗДІЛ І

РОЛЬ КАХОВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА ДЛЯ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ ТА ЙОГО ВПЛИВ НА ДОВКІЛЛЯ ДО ЧЕРВНЯ 2023 РОКУ

1.1. Загальна характеристика Каховського водосховища

Каховське водосховище до підприву греблі Каховської ГЕС являло собою екосистему штучної озероподібної водойми річкового басейну Дніпра (у межах суббасейну Нижнього Дніпра), рослинний, тваринний світ, а також геоморфологічні риси якої формувались впродовж близько 70 років.

Каховську ГЕС було споруджено у межах річкового суббасейну Нижнього Дніпра (код М5.1.3), який належить до одного з п'яти суббасейнів, що виокремлюють у річковому басейні р. Дніпро відповідно до класифікації згідно із наказом Міністерства екології та природних ресурсів України №103 від 3 березня 2017 року «Про затвердження Меж районів річкових басейнів, суббасейнів та водогосподарських ділянок» у РБР Дніпро.

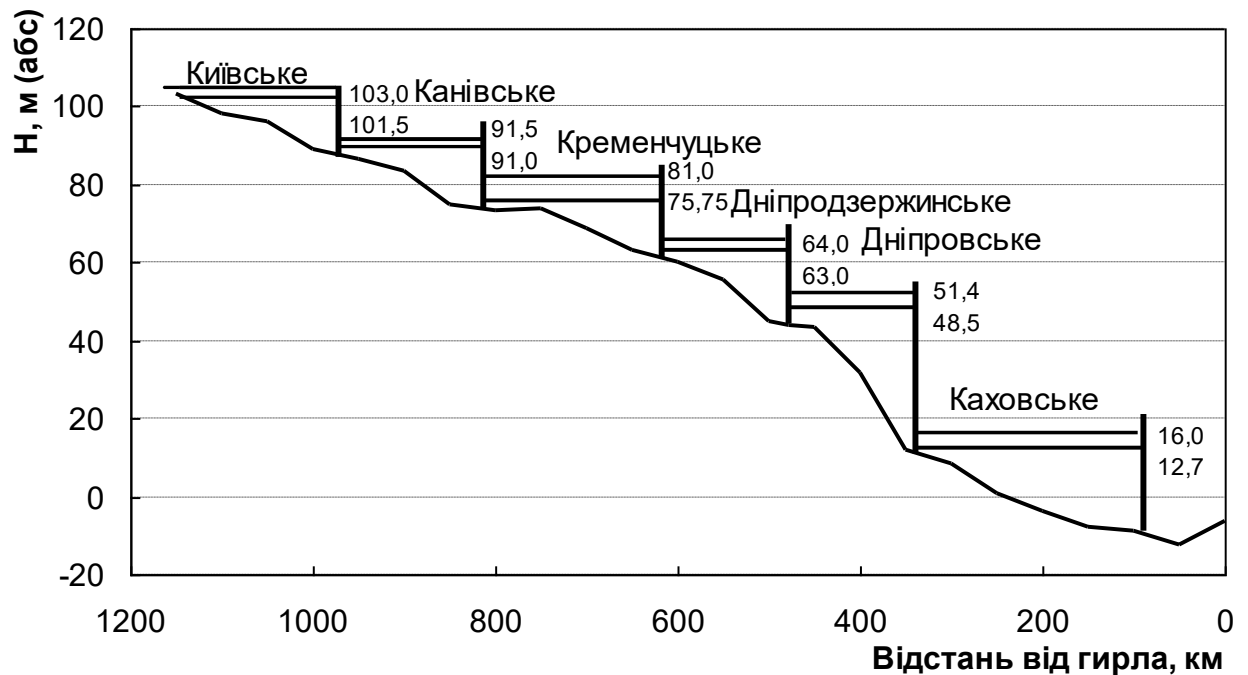


Рис. 1.1. Попереречний профіль Дніпровського каскаду

Суббасейн Нижнього Дніпра - другий за розміром суббасейн РРБ Дніпра з площею 82625 км², що складає близько 28% від загальної площі РРБ Дніпра та 13.7 % від загальної площі України. Суббасейн розташований в межах 8 адміністративно-територіальних одиниць України (Дніпропетровська, Донецька, Запорізька, Кіровоградська, Миколаївська, Полтавська, Харківська, Херсонська). Загальна довжина річки Дніпро в межах суббасейну складає близько 440 км, протікає по Дніпропетровській, Запорізькій та Херсонській областях.

У суббасейні визначаються МПВ категорій: річки, штучні та істотно змінені МПВ, перехідні води, 47% МПВ цього суббасейну є істотно зміненими через зарегульованість стоку (ставки, водосховища на притоках) та спрямлення русел

Найбільша частка МПВ суббасейну (у порівнянні з іншими суббасейнами Дніпра) належить штучним – 3,3%. Також це єдиний суббасейн, у якому виділені МПВ категорії «перехідні води». Слід відзначити, що у його межах не виділено жодного МПВ категорії «озера».

Суббасейн Нижнього Дніпра знаходиться в межах двох екорегіонів – Понтійська провінція та Східна рівнина. За площею водозбору річки віднесено до малих (з площею водозбору менше 100 км²), середніх (від 100 до 1000 км²), великих (від 1000 до 10 000 км²) та дуже великих (більше 10 000 км²) річок.

Пониззя Дніпра охоплює водну мережу ріки (основне русло, рукава, протоки, затоки, заплавні озера і лимани) та саму заплаву. Воно розташоване між греблею Каховської ГЕС та Дніпровсько-Бузьким лиманом. Загальна довжина цієї ділянки ріки 98 км, площа – близько 500 км². Тут знаходиться в середньому близько 0,64 км³ дніпровської води. Всього в пониззі Дніпра налічується біля 50 водотоків та більше 160 водойм, більшість із яких (до 90%) має площу водного дзеркала менше 0,5 км².

Гирлова ділянка Дніпра поширюється від нижнього б'єфу греблі Каховського водосховища до дніпровської дельти, яка межує з Дніпровським

лиманом, вище від м. Херсон. На цій ділянці у Дніпро впадає його остання притока – р. Інгулець, з незначними середньорічними витратами ($7,9 \text{ м}^3/\text{с}$), що становить 0,3% середньорічного дніпровського стоку.

У лиман Дніпро впадає трьома основними рукавами – Рвач, Бакай і Конка. У гирловій ділянці річка має широку заплаву – 3,0–7,0 км. Тут розташовані численні озера, протоки, рукави, що утворюють плавні. Вони займають $2/3$ площі дельти, озера і протоки – $1/3$. Рукавами плавні діляться на масиви Херсон-Білозерський, Кардашинський, Великий Потьомкінський, Голопристанський і Касперовський. Дельта Дніпра закінчується в лимані окремими островами і затоками.

За часом створення Каховський гідровузол був другим після Дніпро ГЕС. Його почали будувати навесні 1952 р. Влітку 1955 р. було перекрито Дніпро і розпочато нарощування рівня верхнього б'єфа. Рівні у верхньому б'єфі (м. Каховка) відповідно становили: 01.01.1955 р. – мінус 0,52 м; 01.01.1956 р. – 7,70 м; 01.01.1957 р. – 13,14 м; 01.01.1958 р. – 13,47 м; 01.07.1958 р. — 16,54 м. Отже, водосховище в основному було заповнено протягом другої половини 1955 р., а також упродовж 1956 р. Результатом вилучення стоку стало його істотне зменшення у нижньому б'єфі.

У 1956 р. середньорічна витрата води в Києві дорівнювала $1610 \text{ м}^3/\text{с}$, у створі Каховської ГЕС – $1390 \text{ м}^3/\text{с}$.

За об'ємом Каховське водосховище було найбільше на Дніпрі. Його площа становила $18,2 \text{ км}^3$. Водночас корисний об'єм водосховища менший, ніж Кременчуцького. Уточнена площа, згідно з результатами досліджень, становила 2131 км^2 , що є близькою до проєктної. Довжина водосховища 230 км, пересічна ширина 9,4 км (максимальна – 24 км). Довжина берегової лінії становила 896 км. Мало місце сезонне регулювання стоку. Протягом періоду експлуатації площа водосховища зростала внаслідок розмиву берегів, водночас її зменшили, створивши в межах акваторії водойму-охолоджувач Запорізької АЕС.

Уся заплава Дніпра від греблі Каховського водосховища до лиману характеризується наявністю численних озер і невеликих лиманів.

У заплавах водоймах режим рівня напруги залежав від попусків води з Каховського водосховища до нижньої частини Дніпра. Рівні води у водоймах біля греблі при цьому могли змінюватись на 0,7–1,0 м. Униз за течією вплив попусків води ГЕС слабшав, але це призводило до зростання ролі нагонів (рис. 1.2.).

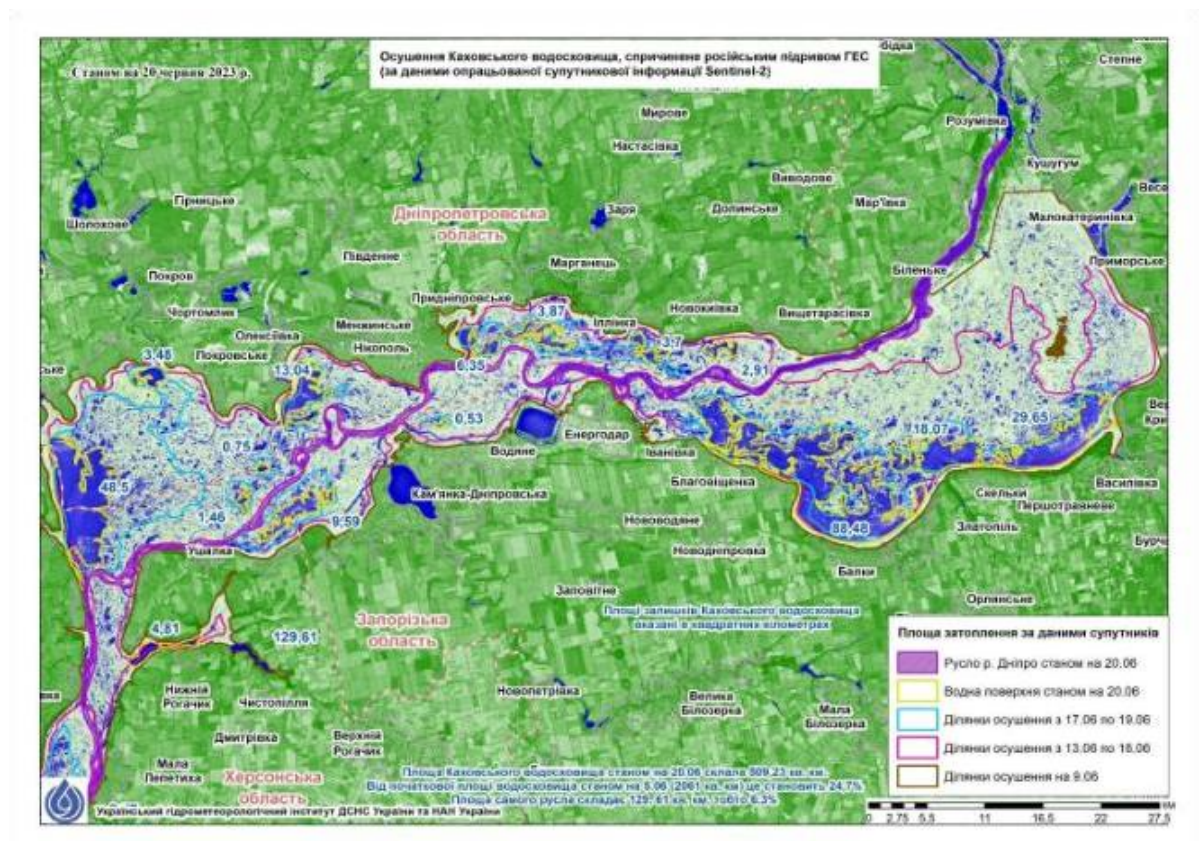


Рис.1.2. Карта-схема розташування Каховського водосховища (джерело – Укргідромет ДСНС та НАН України)

Каховська ГЕС розрахована на пропуск порівняно невеликих витрат - до $2600 \text{ м}^3/\text{с}$, що значно менше, ніж на інших ГЕС. Це пов'язано з тим, що в період створення гідровузла Дніпро був порівняно слабозарегульованим – вище за течією існувало лише одне невелике Дніпровське водосховище.

У процесі створення Каховського водосховища значні ділянки,

розташовані поряд, було одамбовано. Так утворилися чотири захищені масиви: «Кам'янський під», «Захист м. Нікополя», «Східний район марганцевих родовищ» і «Західний район марганцевих родовищ». На захищеній території розміщено не лише чимало сіл, а й міста Нікополь, Марганець, Кам'янка-Дніпровська. Вода, що акумулюється у задамбовому просторі, перекачувалась у водосховище кількома насосними та компресорними станціями.

З Каховського водосховища утворювався початок кількох каналів: Північнокримського, Головного Каховського магістрального, а також каналу Дніпро - Кривий Ріг.

Крім того, з водосховища забирали воду для кількох розміщених поряд зрошувальних систем: Північнорогачицької, Нікопольської та ін. З водосховища, неподалік місця впадіння р. Базавлук, починався Софійський груповий водопровід, який подавав воду в кілька сіл Дніпропетровської області.

1.2. Водний режим та показники водного балансу пониззя Дніпра та Каховського водосховища

Стік Дніпра у нижній течії повністю зарегульований каскадом водосховищ. Їх корисні ємності до підриву Каховської ГЕС дозволяли здійснювати добове, тижневе та глибоке сезонне (річне) регулювання стоку. В результаті облаштування каскаду водосховищ внутрішньорічний розподіл стоку в пониззі Дніпра суттєво змінився. Так, середньорічні витрати до побудови ГЕС дніпровського каскаду, становили $1610 \text{ м}^3/\text{с}$, і $1310 \text{ м}^3/\text{с}$ – після.

Незначною мірою на стік нижнього Дніпра впливає боковий приплив, основною частиною якого є р. Інгулець – права притока р. Дніпро. Протікає в межах Дніпропетровської, Кіровоградської, Миколаївської та Херсонської областей. Загальна площа водозбору 13700 км^2 , довжина 549 км. З решти площі водозбору нижнього Дніпра боковий приплив незначний, є багато

безстічних районів, які не мають впливу на формування стоку.

У басейні р. Інгулець на різних ділянках налічувалось від 2 до 40 водозаборів і від 9 до 69 скидів. За рахунок перекидання води із Дніпра по каналах Дніпро-Кривий Ріг з Каховського водосховища і Дніпро-Інгулець з Кременчуцького водосховища, а також Інгулецьку зрошувальну систему шахтних вод, багаторічний стік р. Інгулець у верхній частині був більшим у 1.3 рази, а у нижній – на 26% більшим за природний. Відносно багаторічного стоку водозабір з р. Інгулець було збільшено від 8 до 60%.

Одним із важливих факторів формування екосистеми нижньої частини Дніпра є його водність, яка характеризувалась тенденцією до зменшення стоку річки ще до катастрофічних подій підриву греблі Каховської ГЕС. Малою водністю та зниження стоку ймовірно можна пояснити маловодною фазою у багаторічному циклі, яка почалась ще у минулому столітті.

Власне Каховське водосховище за водним балансом належить (належало) до озероподібних з весняною проточністю. Умови проточності плесових ділянок (Конкської та Базавлуцької) відмічались як незадовільні. Конкська ділянка, відокремлена від руслової ділянки придніпровською грядою пісків, характеризувалась показником менше 0.1 м/сек. На Базавлуцькій ділянці помітна течія спостерігалась тільки у повінь.

Вплив швидкості течії відображався в свою чергу на умовах нагромадження планктону. Так, необхідна швидкість течії для його нагромадження має бути менша за 0.2 м/сек, а для росту біомаси бентосу – 0.2-0.5 м/сек. На більшій частині акваторії Каховського водоймища створювались та існували кращі умови для розвитку планктону.

Коефіцієнти водообміну в Каховському водосховищі залежно від водності року коливалися від 2 (у маловодні роки) до 3.5 (у багатоводні роки). У багатоводні роки навесні повний водообмін відбувався протягом одного місяця.

Режим попусків Каховського гідровузла також мав визначальний вплив

на формування зовнішнього водообміну нижньої частини Дніпра. Відмічається, що в період, коли Каховська ГЕС працювала у двопіковому режимі попусків, водообмінні процеси у водоймах придельтової ділянки Дніпра (водний режим таких водойм зазнавав найбільшого впливу від роботи ГЕС) відбувалися на 30-40% швидше, аніж в однопіковому режимі, позначаючись таким чином і на проточності руслової мережі.

Спостереження за стоком води у пониззі Дніпра проводилися на гідрологічному посту Лоцмано-Кам'янка ще з 1818 р., але за твердженням Г.І. Швеця достовірними можна вважати дані з 1877 р. Після створення Каховського водосховища величини стоку Дніпра у пониззі визначаються за даними роботи Каховського гідровузла.

Таким чином, природний стік Дніпра можна оцінити за період з 1877 по 1956 р., коли було наповнене Каховське водосховище. Створене раніше Дніпровське водосховище суттєво не вплинуло на характеристики середнього річного стоку. Як видно з рисунку, у природних умовах Дніпро у пониззі характеризувався середнім стоком $52,4 \text{ км}^3/\text{рік}$ з коливаннями від 22 до $96 \text{ км}^3/\text{рік}$. Загальний тренд показує зниження природного стоку за цей період з 57 до 50 км^3 .

У період весняного водопілля у природних умовах проходило до 60% річного стоку. Найбільші витрати у цей час сягали $25000 \text{ м}^3/\text{с}$. У літньо-осінній період стік міг знижуватися до $330 \text{ м}^3/\text{с}$ (вересень – жовтень 1921 р.), а найменші витрати відмічалися взимку (13.12.1924 р. – $112 \text{ м}^3/\text{с}$).

Становлення сучасного водного режиму Дніпра і більшості складових його екосистеми відбувалося у 1947–1976 рр., коли поступово створювалися водосховища Дніпровського каскаду. У цей час збільшувалися незворотні забори води (до $10\text{--}15 \text{ км}^3/\text{рік}$). Середній стік зменшився до $40\text{--}44 \text{ км}^3/\text{рік}$. Частка стоку у весняний період зменшилась до 36,3%. Період стабілізації гідрологічного режиму Дніпра, у тому числі у його пониззі, почався після заповнення останнього у каскаді – Канівського водосховища. Він складається з двох циклів: маловодного (до 1993 року) та близького до середньої водності

(останні 30 років).

На рисунку 1.3 показано стік Дніпра у створі Каховської ГЕС.

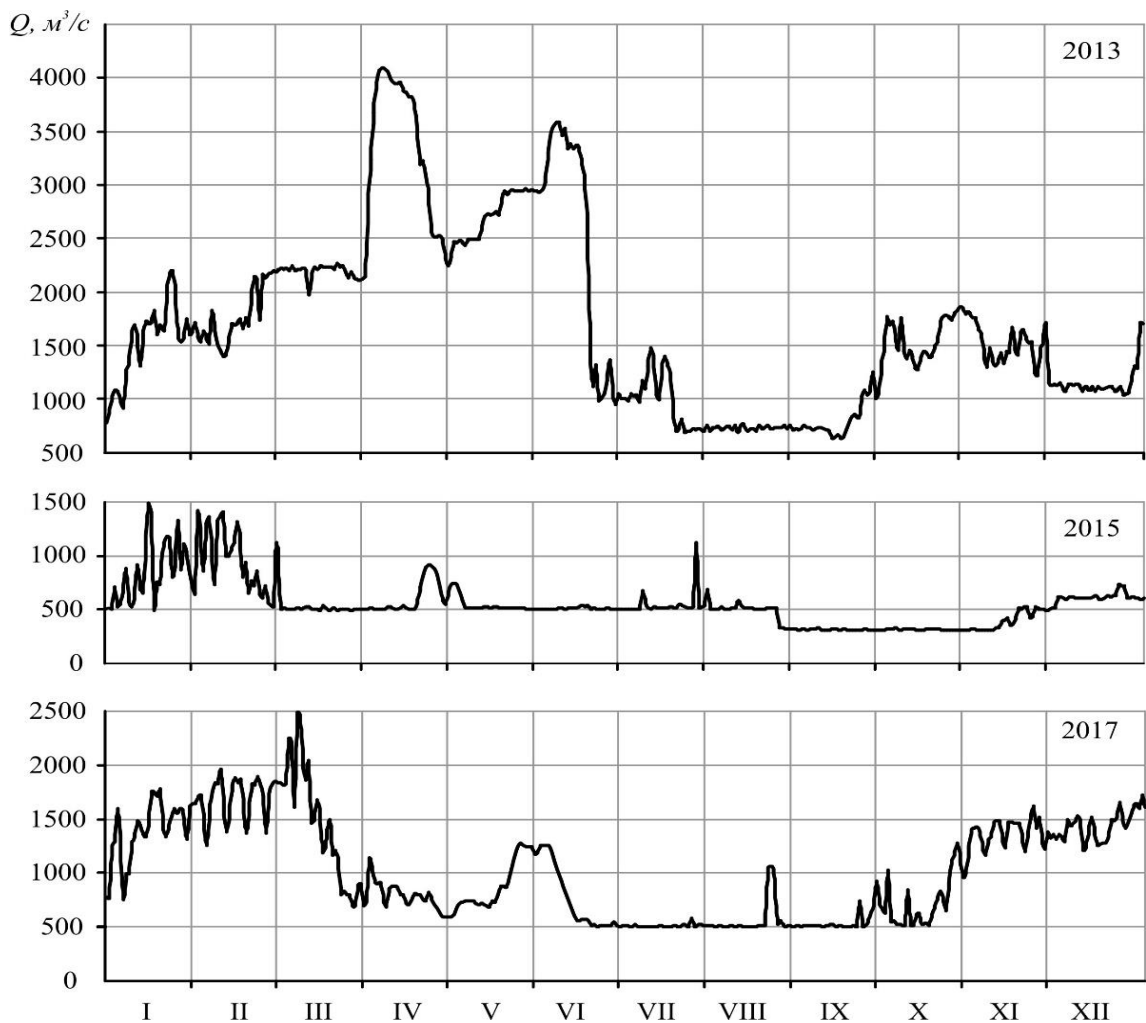


Рис. 1.3. Внутрішньорічний розподіл середніх добових витрат у створі Каховського водосховища у багатоводному (2013 р.), маловодному (2015 р.) і середньому (2017 р.) за водністю роках

Середній багаторічний стік за цей період склав $40,6 \text{ км}^3$. При цьому спостерігається, як і у природних умовах, загальна тенденція до його зниження. В останнє десятиліття ця тенденція ще більш посилилася. Зокрема, у 2015 р. і 2020 рр. були зафіксовані два історичних мінімуми стоку за весь період спостережень – $17,8 \text{ км}^3/\text{рік}$. Близький до мінімального стік спостерігався також у 2019 – $21,1 \text{ км}^3/\text{рік}$. Але в окремі роки (1958, 1970, 1971, 1998, 1999, 2013) стік був значно вище середнього.

У маловодному 2015 р. більшу частину року трималися витрати, близькі до

500 м³/с, а у вересні – листопаді вони навіть знижувалися до 350 м³/с, тобто нижче мінімального екологічного попуску. У близькому до середнього за водністю 2017 р. спостерігався типовий внутрішньорічний розподіл витрат води з підвищеним стоком у період передповеневого спрацювання Каховського водосховища, незначним підвищенням під час пропуску повені, низьким стоком з другої половини червня по вересень і підвищенням стоку в осінньо-зимовий період.

Режим рівнів Каховського водосховища визначався основними проектними відмітками його експлуатації: нормальним підпірним рівнем – 16,0 м БС; форсованим підпірним рівнем – 16,6 м БС; рівнем навігаційного спрацювання – 14 м БС; обмеженням використання корисної ємності Каховського водосховища в літньо-осінній період (у зв'язку з необхідністю подачі води у Північно-Кримський канал) рівнем 15,2 м. Реальні внутрішньорічні зміни рівня у верхньому б'єфі Каховського водосховища можна простежити на прикладі характерних за водністю років (рис. 1.4).

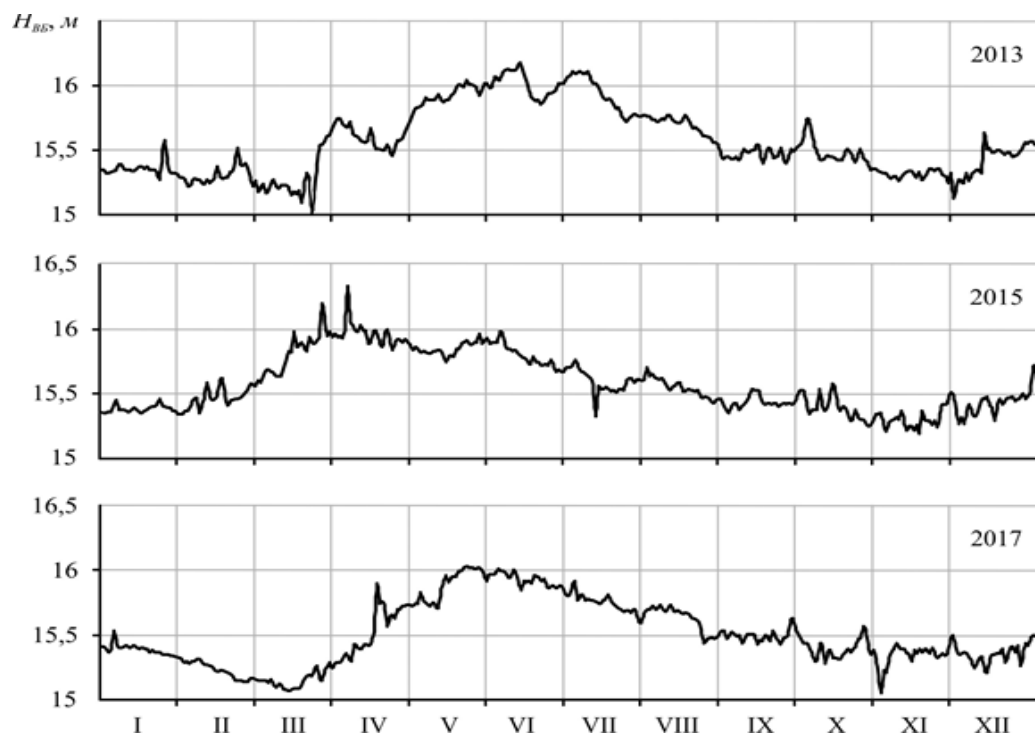


Рис. 1.4. Внутрішньорічний розподіл середніх добових рівнів води у верхньому б'єфі Каховської ГЕС у багатоводному (2013 р.) маловодному (2015 р.) і середньому (2017 р.) за водністю роках

Максимальні рівні у багатоводному році спостерігалися у червні – липні, у середньому за водністю – у травні – червні, а у маловодному – у березні – квітні і сягали 16,0–16,3 м БС. У літньо-осінні місяці відбувалося поступове зниження рівнів до 15,2–15,5 м БС. Мінімальні рівні (близько 15 м БС) мали місце перед весняним наповненням водосховища. У цілому, водність року несуттєво впливала на амплітуду і загальний хід рівня в Каховському водосховищі.

1.3. Наскільки Каховське водосховище критичне саме для ЗАЕС та чи є якісь альтернативи?

Запорізька АЕС та південні регіони України потребують надійного водозабезпечення, але відновлення Каховського водосховища не є оптимальним рішенням. Віцепрезидент з військової екології та відновлення екосистем в Асоціації професіоналів довкілля Валентин Щербина розповів УНІАН, які існують альтернативи та чому вони є більш економічно вигідними та менш ризикованими.

ЗАЕС є надзвичайно важливим об'єктом для України - як у нинішніх умовах, так і для майбутнього відновлення після війни. Це один із ключових пунктів, який не можна включати до будь-яких переговорів чи обговорень щодо територій. Забезпечення безпеки АЕС та надійне водопостачання для її охолоджувача мають бути пріоритетними.

"Альтернативним варіантом водозабезпечення Запорізької АЕС і півдня України може стати прямий забір води з Дніпра з кількома безпековими порогами. Це технічно можливо, дешевше в перспективі і не потребує створення водосховища", - наголосив Валентин Щербина.

За його словами, альтернативний варіант забору води з Дніпра дозволяє забезпечити необхідний рівень охолодження значно швидше, ніж відновлення водосховища, яке потребує тривалого та складного технічного процесу з великими капіталовкладеннями і ризиками.

"Не варто вигадувати складні схеми - можна використати перевірені рішення, як це робила Чорнобильська АЕС: прямий забір води з охолоджувача працював без проблем і коштував близько 5 млн грн на рік. Аналогічно, підтримка рівня Київського водосховища за допомогою насосних станцій завжди була технічно простою і ефективною", - зауважив еколог.

1.4. Виновки до розділу 1.

Каховське водосховище відігравало велику роль в економіці країни. До нього була пристосована як промисловість, так і сільське господарство України. Підлив дамби Каховського водосховища окрім колосальних збитків, породило низку економічних, екологічних та соціальних проблем. Над вирішенням яких працюють фахівці різного профілю. Проте наразі не існує єдиної точки зору над майбутнім колишнього Каховського водосховища.

РОЗДІЛ 2

ГОЛОВНІ ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ КАХОВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА

2.1. Роль попусків Каховської ГЕС у регулюванні екологічного стану понижзя Дніпра

На фоні загального зменшення стоку і зниження висоти весняного водопілля порівняно з природними умовами, вирішальне значення для функціонування екосистеми Нижнього Дніпра мали нерівномірні протягом діб та тижнів попуски Каховської ГЕС. Вони зумовлювали короткочасні коливання рівня води (рис. 1.6) більшу частину року (крім весняних місяців). У результаті в основному руслі, протоках, заплавних водоймах та інших елементах водної системи гирлової ділянки Дніпра практично протягом усього року (за винятком весняних періодів високої водності, коли Каховська ГЕС працювала рівномірно) відбувалися короткочасні коливання рівня води. Завдяки цим коливанням у літні періоди значні об'єми дніпровської води проникали у заплавні водойми і понижені ділянки заплави, що забезпечувало існування заплавних гідробіоценозів і реалізацію їх самоочисних спроможностей.

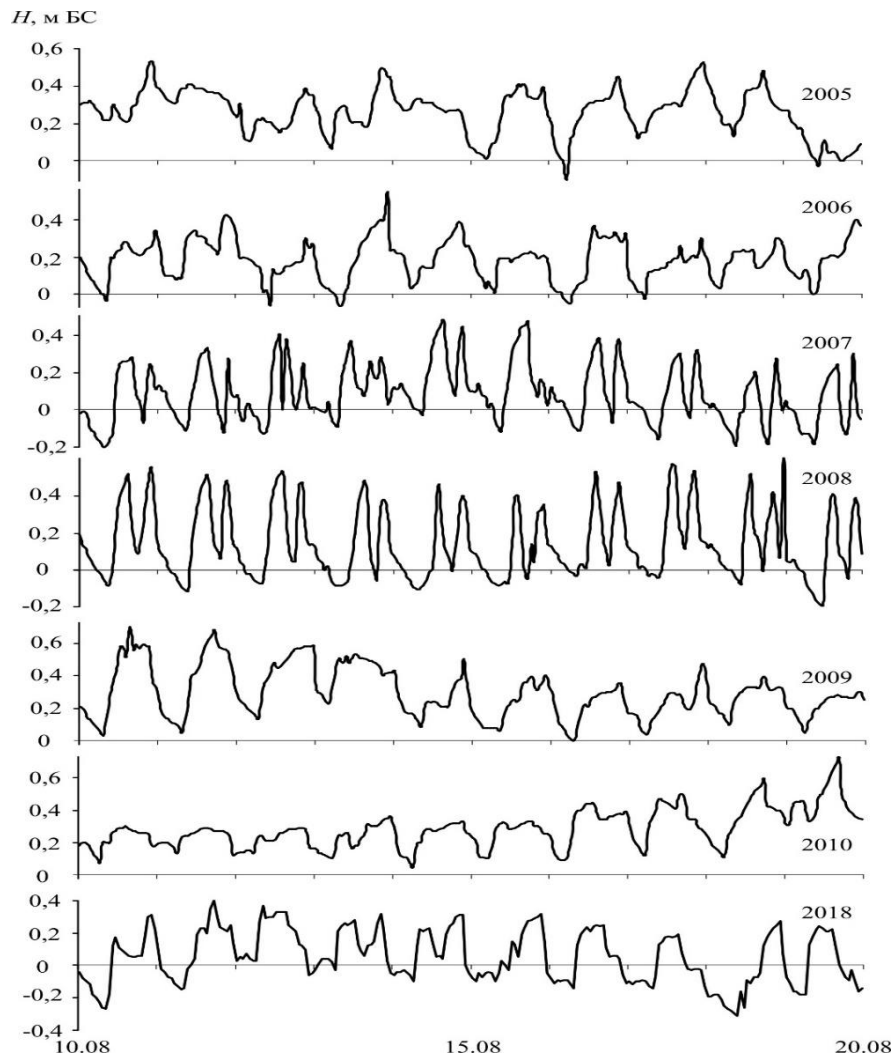


Рис. 2.1. Фрагменти ходу рівня води в нижньому б'єфі Каховської ГЕС у серпні в роки: з підвищеною водністю (2005, 2006, 2010); середньою (2009, 2018) і маловодні (2007, 2008)

Водний режим гирлової ділянки Дніпра залежав від двох параметрів попусків Каховської ГЕС: режиму попусків (частоти і інтенсивності) та їх об'ємів. Режим попусків визначався роботою ГЕС, спрямованою на покриття пікових навантажень в енергосистемі. Він був сприятливий для функціонування екосистеми всього Нижнього Дніпра, яка сформувалась в умовах цього режиму за понад шість десятиків років існування Каховського гідровузла. Регулювання режиму попусків – це той реальний резерв, який можна було використовувати для впливу на функціонування екосистеми

гирлової ділянки Дніпра.

Найважливішим фактором функціонування екосистеми гирлової ділянки Дніпра виступав, безумовно, об'єм попусків, який визначається фоном водності річки. На основі матеріалів багаторічних натурних гідроекологічних спостережень було розраховано і проаналізовано баланс продукційно-деструкційних процесів у кожній із підсистем гирлової ділянки Дніпра при різних об'ємах попусків Каховської ГЕС. Було встановлено, що продукційно-деструкційні процеси в русловій мережі гирлової ділянки Дніпра збалансовані в умовах існуючого нерівномірного режиму попусків при середніх добових витратах води $470 \text{ м}^3/\text{с}$. Цей так званий екосистемний попуск можна вважати константою, що характеризує внутрішньоводоймові процеси екосистеми.

При зменшенні об'ємів попусків нижче цієї величини процеси самозабруднення починають переважати. Збільшення об'ємів попусків обумовлює посилення процесів самоочищення і поліпшення якості води. Сумарний ефект зниження концентрації органічної речовини в дельті Дніпра відмічається в діапазоні витрат води від 470 до $1250 \text{ м}^3/\text{с}$.

Подальше збільшення об'ємів попусків мало впливає на підсумкові показники, більш того, дещо знижує очисний потенціал гирлової ділянки Дніпра за рахунок меншого часу перебування в ній води.

Методика розрахунку продукційно-деструкційного балансу дозволяє встановлювати об'єм попуску Каховської ГЕС, необхідний для нейтралізації екосистемою гирлової ділянки Дніпра забруднення органічною речовиною, що продукується самою екосистемою та надходить ззовні у вигляді антропогенного навантаження, тобто екологічний попуск. Він не постійний і включає екосистемний попуск і так звану санітарну надбавку, яка забезпечує самоочищення системи від антропогенного забруднення. Так, при антропогенному навантаженні більше 40 т за добу, що реально спостерігалось, екологічний попуск повинен складати близько $530 \text{ м}^3/\text{с}$.

Розглядався також варіант деякого зменшення об'ємів попусків. У цьому зв'язку було введено поняття екстремальних (або цільових) попусків

Екстремальні це попуски з середньодобовими витратами води, які забезпечують нормативні граничні концентрації органічної речовини (за $BCK_{повн}$) у заданому створі.

2.2. Вплив попусків Каховської ГЕС на поширення солоного клину в Нижньому Дніпрі

Проблема проникнення солоного клину з Дніпровського лиману до пониззя Дніпра існувала ще до створення каскаду дніпровських водосховищ. Це явище спостерігалось декілька раз на рік і могло тривати від 5 до 15 діб. Солона вода проникала по дну вгору за течією головним чином по рукаву Рвач. Наприклад, у квітні 1951 р. мінералізація води біля дна у районі с. Кізомис досягала 15540 мг/дм^3 . В умовах існування Каховського водосховища дальність проникнення у гирлову ділянку Дніпра осолонених вод Дніпровського лиману залежала від попусків Каховської ГЕС і згінно-нагінних явищ у водній системі гирлової ділянки Дніпра і Дніпровського лиману. У чинних Правилах експлуатації водосховищ Дніпровського каскаду вказано, що екологічна витрата у нижній б'єф Каховського гідровузла має бути не нижчою $500 \text{ м}^3/\text{с}$. Це, згідно з дослідженнями Інституту гідробіології, необхідно для запобігання засолення нижньої течії Дніпра і Дніпро-Бузького лиману. Аналіз літературних, довідкових і архівних матеріалів стосовно цього питання, показало, що вказаний санітарний попуск був визначений без достатнього наукового обґрунтування.

На основі існуючих теоретичних методів розрахунку і з урахуванням даних багатолітніх натурних спостережень, в Інституті гідробіології було розроблено модель (номограму) для визначення довжини клину осолонених вод в основному руслі річки (рис. 2.2). Аргументами при цьому є вихідна солоність води у лимані і витрата води Дніпра.

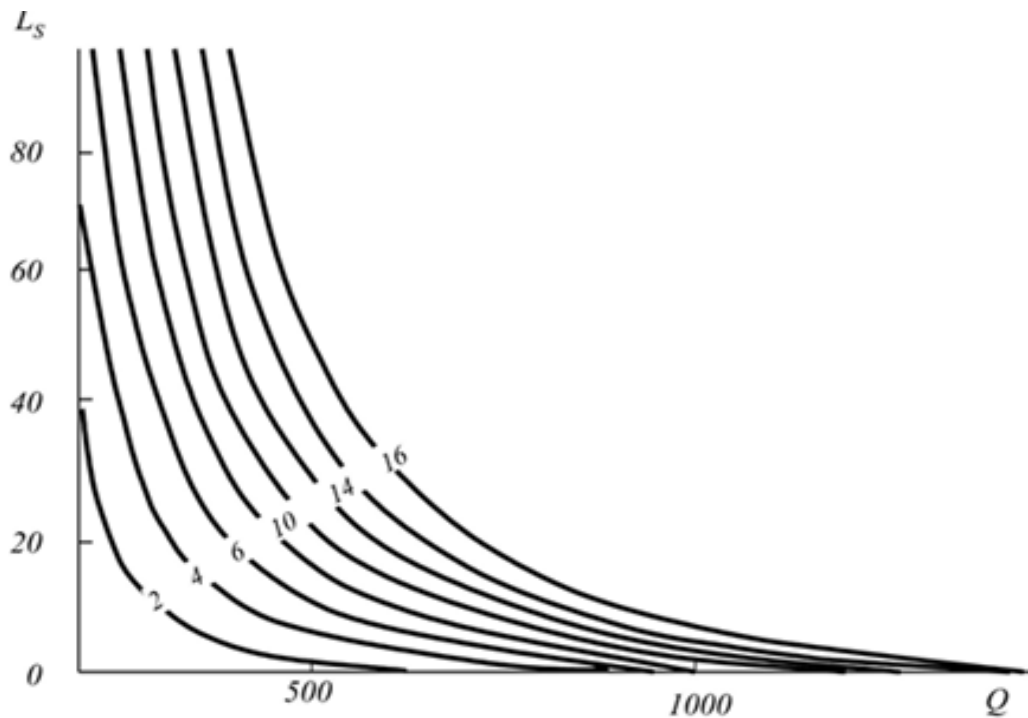


Рис. 2.2. Номограма для визначення довжини клину солоних вод (L_s , км) у гирловій ділянці Дніпра при різній водності річки (Q , м³/с) і солоності води в лимані (цифри біля ліній – ‰)

Згідно цієї номограми, імовірність проникнення солоних вод у Дніпро на 10–30 км при гарантованих мінімальних екологічних попусках (500 м³/с) і нормальних гідрометеорологічних умовах незначна. Попуски Каховської ГЕС з витратами більше 1500 м³/с повністю виключають входження у гирло річки осолонених вод.

Для верифікації вказаної моделі у сучасних умовах у червні і вересні 2018 р. були проведені натурні дослідження мінералізації води на ділянці Дніпра від м. Херсон до вхідного (з боку лиману) створу протоки Рвач, по якому солоний клин може підніматися вгору по Дніпру. Середньодобовий стік Дніпра в обидва періоди спостережень складав близько 500 м³/с.

У червні 2018 р. у протоці Рвач і основному руслі Дніпра біля с. Дніпровське спостерігався чітко виражений солоний клин. Завдяки більшій густині солоні вода рухалась по дну, а товщина шару з підвищеною мінералізацією зменшувалась вгору за течією. Різкий стрибок мінералізації

води у протоці Рвач фіксувався на глибині 5,5 м, біля с. Дніпровського – на глибині 7,5 м. Максимальні значення мінералізації відмічені у придонних шарах і складали відповідно близько 4550 і 4280 мг/дм³. У вересні 2018 р. нами встановлено, що солоня вода досягала м. Херсон. При цьому максимальна мінералізація біля дна склала 3560 мг/дм³. Максимальна за весь час наших спостережень мінералізація води у протоці Рвач склала 7020 мг/дм³ (рис. 1.8). Верхня межа солоного клину у вересні біля сіл Кізомис і Дніпровського, у верхів'ї протоки Бакай і біля м. Херсон знаходилась відповідно на глибинах 0,5, 4,0, 0,5 і 6,5 м, тобто вся товща проток Рвач і Бакай була охоплена солоним клином.

При надходженні солоної води відбувалось також зниження вмісту розчиненого кисню до 0,6–3,5 мг/дм³ та зростання вмісту амонійного азоту і неорганічного фосфору у придонному шарі води до 1,360–1,696 мг N/дм³ і 0,422–0,515 мгР/дм³.

Ці дані свідчать про негативний вплив солоної води на гідробіонтів і в цілому на екосистему пониззя Дніпра, зокрема, 5–6 вересня 2018 р. у протоці Рвач спостерігався масовий замор риби.

Про динамічність солоного клину у його передній частині і вплив на нього попусків ГЕС свідчать наведені нижче результати досліджень вертикального розподілу мінералізації води у певні проміжки часу – до та під час проходження прісних вод з Каховського водосховища біля м. Херсон.

Встановлено, що за годину до проходження прісних вод з Каховської ГЕС мінералізація води біля дна зросла від 1770 до 3560 мг/дм³, а верхня межа солоного клину піднялась з 7,7 м до 6,5 м, тобто зросла товщина шару солоної води (див. рис. 1.9 а, б). Натомість під час проходження прісних вод мінералізація води біля дна почала зменшуватись, а верхня межа солоного клину опускатися ближче до дна. Вже через 2 години мінералізація води біля дна становила 1510 мг/дм³, а через 5 годин – 1080 мг/дм³. Отже, витіснення солоного клину на цій станції відбору відбувалось приблизно за 7 год.

2.3. Особливості водного балансу Каховського водосховища

Важливим елементом гідрологічного режиму, який має вирішальне значення при оцінці перспектив відбудови Каховського водосховища, є його водний баланс. У таблиці 1.1 наведені основні складові водного балансу Каховського водосховища за останні п'ять років. Як видно, різниця між притоком у водосховище, який здійснюється переважно через ДніпроГЕС, і стоком через греблю Каховської ГЕС складає близько 3 км³.

Таблиця 2.1 Основні складові річного балансу Каховського водосховища за 2017-2021 рр., км³

Рік	Притік через Дніпро-ГЕС	Стік через Каховську ГЕС	Опади	Випаровування	Фільтрація	Зрошення	Запорізька ГЕС і АЕС		Інші водокористувачі	
							Забір	Скид	Забір	Скид
2017	35,060	32,306	0,865	1,767	0,860	1,721	0,922	0,816	0,281	0,337
2018	42,020	39,200	1,045	2,084	0,850	1,823	0,849	0,763	0,216	0,346

Встановлено, що за годину до проходження прісних вод з Каховської ГЕС мінералізація води біля дна зросла від 1770 до 3560 мг/дм³, а верхня межа солоного клину піднялась з 7,7 м до 6,5 м, тобто зросла товщина шару солоної води (див. рис. 1.9 а, б). Натомість під час проходження прісних вод мінералізація води біля дна почала зменшуватись, а верхня межа солоного клину опускатися ближче до дна. Вже через 2 години мінералізація води біля дна становила 1510 мг/дм³, а через 5 годин – 1080 мг/дм³ (див. рис. 1.9 в, г). Отже, витіснення солоного клину на цій станції відбору відбувалось приблизно за 7 год.

2.4. Висновки до розділу 2.

При відновленні Каховського водосховища необхідно враховувати особливості гідрологічного, гідрохімічного та гідроекологічного режимів. За можливості враховувати їх при плануванні відродження колишнього водосховища у оптимальних межах.

РОЗДІЛ 3

ПРОБЛЕМИ ДЛЯ ЕКОНОМІКИ ТА ДОВКІЛЛЯ, ПОРОДЖЕНІ ЗНИЩЕННЯМ КАХОВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА

3.1. Стан території колишнього водосховища на 2026 рік

Територія колишнього водосховища активно заростає молодим лісом (верби, тополі) та сухостійними травами. Екологи відзначають природне відновлення екосистеми Великого Лугу, а не просто перетворення на пустелю.

Водні ресурси: Запорізька АЕС працює на свердловинах, критична залежність від рівня води в Дніпрі зменшилась, але ситуація залишається напруженою, зазначає Eurofest.org.ua.

Безпека та інфраструктура: Дно колишнього водосховища є зоною бойових дій, де росіяни намагаються прорватися, описує Unian.ua. Обговорюється питання, що відновлювати Каховську ГЕС у старому форматі недоцільно через екологічні та безпекові ризики, додає Agropolit.com.

Географічні зміни. Більша частина території, яка раніше була заповнена водою, зараз являє собою сухий ландшафт з річищем Дніпра, що повернулося до природного стану, повідомляє Radio Svoboda.

Після руйнування Каховської греблі та стрімкого спуску водосховища на його місці почалися масштабні природні зміни. Віцепрезидент ПАЕУ Валентин Щербина розповів УНІАН, як розвивається ця територія зараз і що може відбутися із нею у найближчі 5-100 років без втручання людини, що сталося з рибними популяціями після зникнення водосховища та чому частина змін може бути незворотною.

Значні обсяги води витрачаються на випаровування ($1,7\text{--}2,1 \text{ км}^3$) і фільтрацію ($0,85 \text{ км}^3$), але вони частково компенсуються опадами на водну поверхню (близько 1 км^3). Забори води на зрошення за вказаний період змінювалися від $1,1$ до $1,8 \text{ км}^3$ (у середньому $1,56 \text{ км}^3$). Запорізькі АЕС і ТЕС при досить великих заборах – $0,7\text{--}0,9 \text{ км}^3$, мають скиди $0,6\text{--}0,8 \text{ км}^3$. У інших

водокористувачів скиди навіть перевищують водозабори на 0,1–0,15 км³.

Таким чином, АЕС, ТЕС та інші водокористувачі сумарно мають приблизно нульовий баланс водокористування. Слід зазначити, що забори води на зрошення, які спостерігались в останні роки, значно менші ніж у 1980–90-і рр., коли площа зрошення була максимальною. Тоді забір на зрошення складав близько 3,5 км³.

Станом на 2026 рік Каховське водосховище залишається переважно осушеним після підриву ГЕС у 2023 році, перетворившись на екосистему, що відновлюється («Великий Луг»), та сухі піщані території. Ситуація залишається критичною, з високим ризиком військових дій у цьому районі та необхідністю розбудови альтернативних джерел води для регіону, повідомляє [Unian.ua](https://unian.ua) та [Radio Svoboda](https://radio-svoboda.org).

Якщо залишити територію колишнього Каховського водосховища без втручання людини, що буде з нею через 5-10 років?

За словами еколога, територію колишнього Каховського водосховища потрібно залишити без будь-якого втручання людини - не відновлювати водосховище, не забудовувати і не змінювати штучно, - вона вже почала розвиватися за природним сценарієм. Упродовж 5-10-15 років там поступово формується нова, але водночас історично притаманна цій місцевості екосистема.

Він пояснив, що ця територія історично була частиною Великого Лугу Запорізького - унікального природного комплексу з величезним екологічним значенням, який виконував кліматоутворюючу, гідрологічну та біологічну функції для всього басейну середнього та нижнього Дніпра.

Великий Луг завжди був унікальною природною оазою серед степів - із родючими землями, багатим тваринним світом, розвиненим землеробством, тваринництвом, бджільництвом. Античні автори називали ці райські місця Гілеєю - "лісовою землею". За біологічною продуктивністю і значенням для життя людини дніпровські плавні і Великий Луг можна порівняти з долиною Нілу. Історичне значення території, яка формувала цивілізації упродовж мінімум 6 тисяч років - неоціненне.

"І ось ця екосистема, завдяки своїй гнучкості, стійкості, пластичності - це стандартні властивості екосистем, - відновлюється. І упродовж тисячоліть тут було так. Щодо тепер - вона відновлюється з першого дня після того, як хвиля прориву пройшла. І ми зараз в режимі реального часу це спостерігаємо попри війну", - наголосив Щербина.

"Важливо, що ці території історично зазнавали затоплень і повеней. Саме тому екосистема плавнів пристосована до різких змін рівня води. Масштабні повені були тут зокрема у 1877, 1890, 1908, 1931 роках, а також у XX столітті, коли рівень води піднімався на 4, 5, 6 і навіть 8 метрів. Попри це, екосистема щоразу відновлювалася", - підкреслив еколог.

Тому саме ця історична здатність до самовідновлення і дає підстави очікувати, що система відновиться й цього разу, додав він.

3.2. Підвищення вмісту завислих речовин

Безперечно, підрив Каховської ГЕС спричинив зростання вмісту завислих речовин майже в 50 разів, а також спостерігалась поява колоїдних частинок з розміром 0,23–0,45 мкм, що не було характерно для цієї ділянки Дніпра раніше (рис. 3.1).

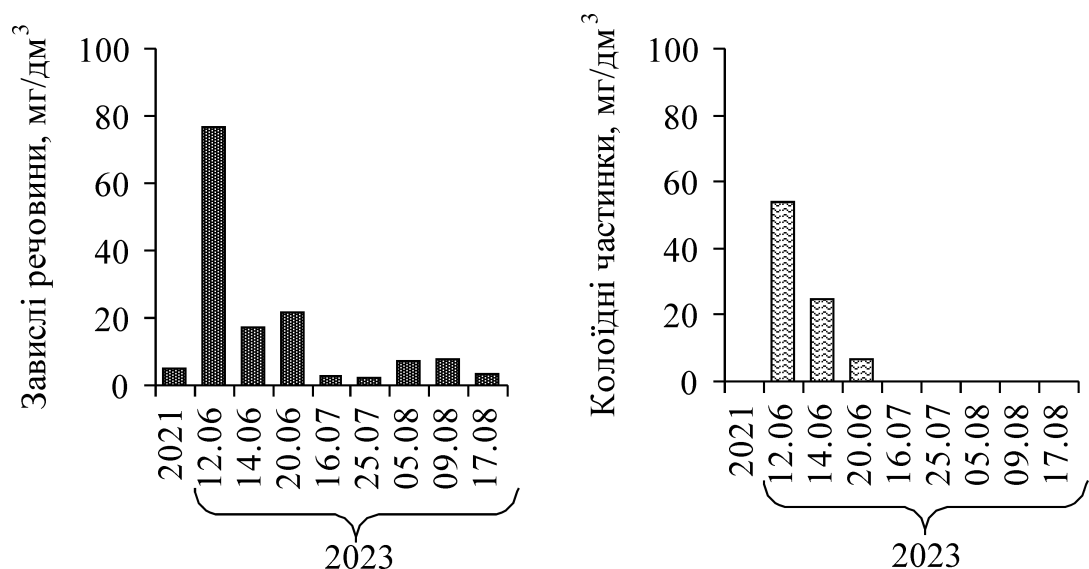


Рис. 3.1. Вміст завислих речовин і колоїдних частинок (0,23–0,45 мкм) у воді пониззя Дніпра м. Херсон до та після підриву Каховської ГЕС.

Руйнація Каховської ГЕС також позначилась на вмісті легкоокиснюваних органічних речовин та на загальному вмісті органічних речовин (відповідно показник XSK_{Mn} і XSK_{Cr}). Загальний вміст органічних речовин зріс майже в два рази порівняно з 2021 р.

Вміст нафтопродуктів перевищував допустимі концентрації для незабруднених водойм також приблизно в 2 рази (рис. 1.16). Протягом 1995–2006 рр. величини XSK_{Mn} і XSK_{Cr} змінювались в межах 8–18 мг О/дм³ і 15–42 мг О/дм³.

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» – параметра, який характеризується наявністю у воді значною кількістю дрібних фракцій та колоїдних частинок, наявність яких була зумовлена головним чином переважно оксидами феруму і мангану. Починаючи з 14-ї доби після руйнування греблі на тлі спаду рівня Дніпра та уповільнення швидкості течії спостерігалось зниження каламутності води та було відзначено певну первинну стабілізацію гідрохімічних показників з подальшими флуктуаціями. Так, наприклад, різке підвищення значень XSK , нітритів та нітратів 9 серпня дуже легко пояснити тим, що за декілька днів то цього, на території осушеного водосховища пройшли грозові дощі які змивали залишки загниваючої відмерлої біомаси.

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» – параметра, який характеризується наявністю у воді значною кількістю дрібних фракцій та колоїдних частинок, наявність яких була зумовлена головним чином переважно оксидами феруму і мангану. Починаючи з 14-ї доби після руйнування греблі на тлі спаду рівня Дніпра та уповільнення швидкості течії спостерігалось зниження каламутності води та було відзначено певну первинну стабілізацію гідрохімічних показників з подальшими

флуктуаціями. Так, наприклад, різке підвищення значень ХСК, нітритів та нітратів 9 серпня дуже легко пояснити тим, що за декілька днів до цього, на території осушеного водосховища пройшли грозові дощі які змивали залишки загниваючої відмерлої біомаси.

3.3. Гідрохімічні характеристики залишкових водойм, утворених в результаті підриву греблі Каховського водосховища

Розчинений кисень і рН води. Вміст розчиненого кисню у поверхневому шарі води досліджуваної ділянки р. Дніпро у вересні 2023 р. знаходився в межах 3,8–14,5 мг/дм³, а насичення води киснем – 41–180% (табл. 1.3). Дефіцит розчиненого кисню спостерігався на 1 і 2 станціях відбору, натомість, перенасичення води киснем було характерно для 4 станції відбору, де його вміст досягав 14,5 мг/дм³ та 180%. Слід зазначити, що концентрація розчиненого кисню у воді Каховського водосховища у вересні 2021 р. коливався в межах 6,3–12,5 мг/дм³ та 69,1–142%. Отже, в сучасних умовах вміст розчиненого кисню дещо нижчий, ніж раніше, але все-таки зустрічаються ділянки акваторії з перенасиченням води киснем. Це переважно обумовлено фотосинтетичною активністю фітопланктону, внаслідок якої відбувається зсув гідрокарбонатно-кальцієвої рівноваги і зростання величини рН. В даному випадку це було характерно для 4 і 5 станції відбору.

Величина рН води у вересні 2023 р. змінювалась в межах 6,10–8,70, а у вересні 2021 р. рН води у Каховському водосховищі становило 8,12– 8,92. Закислення водного середовища у 2023 р. було обумовлено більш низьким вмістом розчинного кисню.

Мінералізація води. Мінералізація води – найбільш сталий гідрохімічний показник будь-якого водного об'єкту, який зазнає певних сезонних змін. Її величини, як правило, зменшується під час водопілля та повені.

Мінералізація води на досліджуваній ділянці р. Дніпро у вересні 2023 р. змінювалась в межах 584–2290 мг/дм³, досягаючи максимальних величин на 1 і 2 станціях відбору. Мінералізація води в Каховському водосховищі була в рази

нижча і у вересні 2021 р. коливалась в межах 196– 217 мг/дм³. Зростання мінералізації води в сучасних умовах може свідчити про перехід на ґрунтове живлення, а також можливо про локальний вплив приток з більш високою мінералізацією води, ніж дніпровська вода, а також можливо випаровуванням.

3.4. Біогенні речовини.

Серед біогенних речовин саме сполуки азоту і фосфору здатні впливати на трофічний статус водного об'єкту. Відомо, що неорганічний азот і фосфор належать до біологічно доступної форми, тоді як їхнє знаходження у складі органічних сполук слід розглядати лише як потенційно біодоступну форму. Азот у порівнянні з фосфором може додатково надходити до водного середовища з атмосферного повітря за рахунок азотфіксації, а тому повністю знизити його потрапляння до поверхневих вод не вдасться. Водночас, фосфор потрапляє до поверхневих вод з водозбору, а також з донних відкладів за дефіциту кисню та відновних умов, викликаючи їхнє вторинне забруднення. Саме з цих причин у боротьбі з евтрофікацією поверхневих вод значна увага приділяється зниженню надходження сполук фосфору.

На досліджуваній ділянці р. Дніпро неорганічний азот був представлений як амонійною формою, а також перебував у вигляді нітрат- йонів. Концентрація амонійного азоту, нітрит- і нітрат-йонів змінювалась в межах 0,025–0,367, 0,003–0,021 і 0,059–0,200 мг N/дм³

Вміст загального фосфору ($P_{\text{заг}}$) змінювався в межах 0,205– 1,169 мг P/дм³/ Частка фосфору органічних сполук $P_{\text{орг}}$ становила 55,5– 88,2% $P_{\text{заг}}$ на перших чотирьох станціях, тоді як на станції 5 домінувала неорганічна форма фосфору. Це вказує на свіже локальне забруднення води фосфором як внаслідок його надходження з водозбору або в результаті вторинного надходження з донних відкладів.

Органічні речовини. Оцінити вміст органічних речовин можна за такими показниками як хімічне споживання кисню ($XSK_{\text{Мп}}$ і XSK_{Cr}). Перший з них опосередковано свідчить про вміст легко окиснюваних органічних речовин,

тоді як за результатами останнього можна розрахувати загальний вміст органічних речовин.

У вересні 2023 р. величини XSK_{Mn} і XSK_{Cr} на досліджуваній ділянці р. Дніпро знаходились в межах 6,4–28,0 і 20,5–58,0 мг О/дм³, тоді як у вересні 2021 р. в акваторії Каховського водосховища вони становили відповідно 12–18 і 22–38 мг О/дм³ (табл. 1.7). Вміст нафтопродуктів не перевищував граничну допустиму концентрацію 0,050 мг/дм³. Отже, встановлено зростання загального вмісту органічних речовин, а також легко окиснюваних органічних речовин, порівняно з 2021 р.

3.5. Процеси на дні колишнього Каховського водосховища

На місці колишнього дна залишилися товсті шари мулових відкладів, які ущільнилися, а в спекотний період потріскалися на поверхні через втрату вологи. Однак саме ці донні осади виявилися надзвичайно родючими.

У тріщини разом із водою потрапило розвіяне насіння верб, яке швидко проросло. У результаті територія почала активно заростати - місцями сформувалися густі вербові зарості заввишки до 3-4 метрів, які створюють суцільні зелені масиви. Ці насадження поступово стабілізують ґрунт, запобігають його розмиванню і розвіюванню та створюють основу для подальшого формування нового природного середовища. Опале листя й гілки додатково збагачують ґрунт органікою.

"Ніхто не очікував такого швидкого росту верби, яка за швидкістю росту десь перевищувала швидкість росту бамбуку, настільки поживний цей субстрат. І там зараз відновлюються природні екосистеми. Це ті самі заплавні ліси, які періодично затоплюються, вони мають бути вербово-тополевыми, але певний час повинен пройти. Згодом густі вербові зарості почнуть природно розріджуватися через конкуренцію, і частина слабших дерев відпаде. Утворяться відкриті ділянки, куди потраплятиме насіння інших порід - зокрема тополі та осокора", - пояснив Щербина.

Чи може на місці колишнього водосховища з часом виникнути природна

річкова долина, подібна до тієї, що була до будівництва дамби?

У таких місцях є кілька зон, пояснив експерт. Прогноз динаміки та характеру відновлення ландшафтів для правобережної та лівобережної частини території буде суттєво відрізнятися у зв'язку із особливостями будови. Які види птахів найбільше постраждали після зникнення водосховища?

У плавнях Нижнього Дніпра гніздувалися десятки тисяч птахів - це одне з найсприятливіших середовищ для водно-болотних і прибережних видів, пояснив експерт. Тут формувалися великі колонії чапель, чепур, коровайок, крячків, качок, пастушків, лебедів-шипунів та інших видів.

"Катастрофа припала саме на період гніздування та виведення пташенят, і ось цей фактор став причиною загибелі величезної кількості молодняку. Птахи, які вже могли літати, змогли врятуватися. Водночас це - досить пластичні види птахів, які швидко знаходять місця для нового проживання та гніздування. Вони гарно розмножуються. Основне для них, щоб їх не турбували люди", - зазначив Щербина.

3.6. Чи доцільно відновити Каховське водосховище повністю?

За словами еколога, відновити водосховище технічно можливо, але на це знадобляться роки - орієнтовно 5–8. Проте відтворення колишніх систем, зокрема Каховського каналу та зрошувальних машин "Фрегат", є економічно неефективним: велика частина води, за його словами, витрачалася при транспортуванні або випаровувалася, а старі методи не відповідають сучасним потребам і умовам кліматичних змін.

Натомість доцільніше шукати альтернативні, більш дешеві та сучасні способи водозабезпечення, адаптовані до нинішньої системи розселення та водоспоживання, а не відновлювати застарілі радянські технології, каже він.

"Повноцінне відновлення питного водозабезпечення регіону без Чи існує ризик, що відбудова дамби завдасть природі більшої шкоди, ніж її відсутність?"

Водночас відновлення дамби та водосховища, за словами фахівця, несе критичні екологічні ризики, адже нова екосистема вже почала формуватися.

Тобто пряме відновлення старих умов технічно та екологічно невиправдане.

"Ландшафти вже почали відтворюватися природним шляхом і формують самодостатню заплавну екосистему, подібну до тієї, що існувала до створення водосховища. Природа сама відновлює водоочищення, регулює повені, рибні запаси зростуть на порядок, як за кількістю, так і за якістю. Те саме стосується і біорізноманіття, включно з ґрунтами та заплавленими лісами, які мають історичне значення ще з часів скіфських часів", - наголосив він.

Окрім цього, за його словами, у заплавлій частині можливе відновлення сільського господарства, зокрема відгінного тваринництва, де можна випасати великі стада худоби, а природа щороку безкоштовно забезпечуватиме кормову базу.

"Територія має потенціал для бортництва - за історичними свідченнями, раніше тут було стільки бджіл, що дуплистих дерев не вистачало для гнізд. Уздовж Дніпра простягалися гаї та сади, земля була надзвичайно родюча і багата. Сьогодні ця територія може приносити значний прибуток, зокрема завдяки туризму, не поступаючись доходам від гідроелектростанцій", - зауважив Щербина.

Водночас, наголошує фахівець, очікувані прибутки від Еколог назвав умову безпечного відновлення Каховського водосховища / фото УНІАН, В'ячеслав Ратинський.

Каховського водосховища потребує орієнтовно €3–5 млрд капітальних вкладень і 6–10 років реалізації. Але! Ми отримаємо - сучасну систему водозабору, підготовки і очищення питної води, надійні магістральні водогони, сучасні насосні станції, резервуари, управління, автоматику та безпеку. Плюс водоощадне управління", - наголосив Щербина.

Він пояснив, що створити сучасну, кліматично орієнтовану систему питного водопостачання південного регіону України можливо навіть без відновлення Каховського водосховища, використовуючи кошти на повоєнне відновлення, зокрема заморожені активи РФ.

"За шість, може, сім років такий проєкт можна реалізувати. Але це буде Крім

очевидних втрат сільськогосподарських земель та пасовищ, існує і прихована шкода: підняття базисного рівня води до 16 м спричиняє ерозію та додаткові екологічні ризики.

"І при створенні нового водосховища ми знову піднімаємо бази ерозії, що активізує ерозійні процеси навколо цього нового рукотворного моря. Внаслідок підняття рівня води активізується ерозія та змив верхнього родючого шару ґрунту, включно з ґрунтами, близькими за родючістю до чорноземів", - додає еколог.

На сьогодні вербовим лісом, про який багато пишуть у ЗМІ, в ґрунті зв'язані досить шкідливі забруднюючі речовини, які потрапили до води і під час експлуатації Каховського водосховища, каже Щербина. Вони зафіксовані і відбувається біологічна ремедіація, тобто біологічне відновлення.

Незважаючи на прийняту урядом 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 заплавних екосистем, зокрема Великого Лугу.

Слід зауважити, що власне ренатуралізація ділянки Дніпра та його заплави нижче греблі Дніпровської ГЕС неможлива. Оскільки всі заплавні екосистеми функціонують тільки за умови природнього проходження повеневих вод, це характеризується не тільки великими витратами води та zalиттям заплави водою, але і стоком рухомих та зважених наносів які формують нові русла заток, проток та озер у заплаві, закриваючи при цьому застарілі та замулені староріччя. Для забезпечення природного стоку необхідно прибрати всі водосховища Дніпра, що наразі не є реалістичним.

3.7. Роль попусків Каховської ГЕС у регулюванні екологічного стану пониззя Дніпра

На фоні загального зменшення стоку і зниження висоти весняного водопілля порівняно з природними умовами, вирішальне значення для функціонування

екосистеми Нижнього Дніпра мали нерівномірні протягом діб та тижнів попуски Каховської ГЕС. Вони зумовлювали короточасні коливання рівня води (рис. 1.6) більшу частину року (крім весняних місяців). У результаті в основному руслі, протоках, заплавних водоймах та інших елементах водної системи гирлової ділянки Дніпра практично протягом усього року (за винятком весняних періодів високої водності, коли Каховська ГЕС працювала рівномірно) відбувалися короточасні коливання рівня води. Завдяки цим коливанням у літні періоди значні об'єми дніпровської

3.8. Стан іхтіофауни після знищення Каховського водосховища

У Дніпрі та дніпровських плавнях до створення греблі мешкало близько 70 видів риб, зокрема цінні осетрові - білуга, севрюга, осетер, а також чорноморський лосось, розповідає еколог. Саме Дніпровські пороги слугували для них природними нерестовищами. Окрім них, у цих водах водилися язь, рибець, марена дніпровська, судак, сазан і прохідні види оселедця.

А ось після створення водосховища ситуація змінилась: через відсутність рибоходів у греблі риба не могла дістатися до місць нересту. Частина видів знайшла інші нерестовища, але їхня чисельність різко скоротилася. Різка зміна умов проживання іхтіофауни з вільнотекучої річки на мілководне "Каховське горе" стало справжньою катастрофою для багатьох видів суто річкових риб. У результаті зникло щонайменше 16 видів риби, зазначив Щербина.

"Коли почалась перша хвиля прориву - риба дуже чутлива до перепадів води - вона мігрувала до глибоководних ділянок. Частина риби згодом перемістилася в плавні Нижнього Дніпра. За словами тодішнього міністра з аграрної політики Миколи Сольського, у водоймі могло бути близько 11,5 тонни риби, значну частину якої вода винесла вниз за течією. Інша частина, яка перебувала на мілководді, не встигла мігрувати і відповідно загинула. Я не вважаю, що це була надто велика цифра, втім варто врахувати, що це був початок літа, а отже - період нересту", - пояснив експерт.

У водоймах у цей період уже був мальок, який не міг швидко мігрувати і

більшість рибної молоді - загинула. Також складною виявилась ситуація з осетровими. Постраждали близько 85 рибних господарств, зокрема завод у Херсоні з розведення осетра.

Які види риб найбільше постраждали після зникнення водосховища?

У цей час дике маточне стадо осетрових перебувало неподалік від греблі, на нерестовій міграції. Після її руйнування значну частину риби знесло течією, що могло призвести до її травмування та загибелі.

"Я прогножую, що саме втрати маточного поголів'я осетрових, якому потрібен не один десяток років, щоб вийти на життєздатної популяції, дуже великі. Причому це види з Червоної книги України, і це найбільший удар по рибних запасах і взагалі по іхтіофауні. Інші види риб відновлюються швидше", - зазначив Щербина.

Окремо варто відзначити те, що різке надходження великої маси прісної води в нижню течію Дніпра та прилеглі морські акваторії призвели до опріснення води в затоках, зокрема Ягорлицькій і Тендрівській.

Через зміну солоності постраждали водні мешканці, які звиклі до У водоймах у цей період уже був мальок, який не міг швидко мігрувати і більшість рибної молоді - загинула. Також складною виявилась ситуація з осетровими. Постраждали близько 85 рибних господарств, зокрема завод у Херсоні з розведення осетра.

Які види риб найбільше постраждали після зникнення водосховища?

У цей час дике маточне стадо осетрових перебувало неподалік від греблі, на нерестовій міграції. Після її руйнування значну частину риби знесло течією, що могло призвести до її травмування та загибелі.

"Я прогножую, що саме втрати маточного поголів'я осетрових, якому потрібен не один десяток років, щоб вийти на життєздатної популяції, дуже великі. Причому це види з Червоної книги України, і це найбільший удар по рибних запасах і взагалі по іхтіофауні. Інші види риб відновлюються швидше", - зазначив Щербина.

Окремо варто відзначити те, що різке надходження великої маси прісної

води в нижню течію Дніпра та прилеглі морські акваторії призвели до опріснення води в затоках, зокрема Ягорлицькій і Тендрівській.

Через зміну солоності постраждали водні мешканці, які звиклі до певного рівня солоності: частина з них загинула або зазнала стресу.

Водночас, за словами еколога, ці системи мають високий потенціал до відновлення. Для багатьох прохідних видів риб розкриття природного русла Дніпра навіть створює сприятливі умови для міграції та нересту, наголосив Щербина.

Які види птахів найбільше постраждали після зникнення водосховища?

У плавнях Нижнього Дніпра гніздувалися десятки тисяч птахів - це одне з найсприятливіших середовищ для водно-болотних і прибережних видів, пояснив експерт. Тут формувалися великі колонії чапель, чепур, коровайок, крячків, качок, пастушків, лебедів-шипунів та інших видів.

"Катастрофа припала саме на період гніздування та виведення пташенят, і ось цей фактор став причиною загибелі величезної кількості молодняку. Птахи, які вже могли літати, змогли врятуватися. Водночас це - досить пластичні види птахів, які швидко знаходять місця для нового проживання та гніздування. Вони гарно розмножуються. Основне для них, щоб їх не турбували люди", - зазначив Щербина.

3.9.Висновки до розділу 3.

Очевидна безумовна необхідність відновлення водосховища як джерела води для різних галузей промисловості, енергетики, сільського господарства, водозабезпечення населення, а також забезпечення сталого екологічного стоку.

При цьому необхідно узгоджувати суто економічні та соціальні аспекти проблеми з відродженням довкілля та забезпечення стійкого розвитку.

РОЗДІЛ 4.

СТАН ОХОРОНЮВАНИХ ТЕРИТОРІЙ

Територія, яка охоплювала дослідження сучасного стану охоронюваних територій, включала не тільки Каховське водосховище та ділянку Дніпра від Каховського гідровузла до Дніпро-Бузького лиману, а також території Дніпро-Бузького лиману і прилеглі морські лимани та затоки. Також, уздовж ділянки від



Рис. 4.1 Залишки водного дзеркала Каховського водосховища

Дніпро-Бузького лиману до Запоріжжя.

Територія, яка охоплювала дослідження сучасного стану охоронюваних територій, включала не тільки Каховське водосховище та ділянку Дніпра від Каховського гідровузла до Дніпро-Бузького лиману, а також території Дніпро-

Бузького лиману і прилеглі морські лимани та затоки. Також, уздовж ділянки від Дніпро-Бузького лиману до Запоріжжя, як по правому так і по лівому берегах, збирались дані і по прилеглих територіях (приблизно до 10 км від урізу води).

Для Каховського водосховища були відібрані знімки у таких часових проміжках: а) знімок до підриву греблі Каховської ГЕС - 5 червня 2023 року; б) знімок після підриву греблі Каховської ГЕС і сходу води - 19 серпня 2023 року.

Для ділянки річки Дніпро нижче знищеної греблі Каховської ГЕС використані наступні знімки: а) знімок до підриву греблі Каховської ГЕС - 3 червня 2023 року; б) знімок після підриву греблі Каховської ГЕС і сходу води - 17 серпня 2023 року; в) вибірково аналізувались фрагменти знімків на час затоплення після підриву греблі, враховуючи хмарну погоду і наявні відповідні перешкоди - 8 червня 2023 року.

Для з'ясування конфігурації водного дзеркала безпосередньо перед здійсненням підриву греблі, було використано знімок за 5 червня 2023 року. Згідно із розрахунками в ГІС, площа водного дзеркала Каховського водосховища на цей момент становила 2141 км². Відмінність від інших оцінок площі водного дзеркала пояснюється поточним рівнем води, тим, врахуванням островів острови посеред водосховища, а також похибками методик.

Підхід визначення території водосховища за знімком дозволив виокремити саме водойми, що потім спускались разом із водосховищем, і виключити ті водойми, що були відділені регульованими дамбами, де водний режим залежав від регуляції цих дамб, а не рівнем води у всьому водосховищі.

Для визначення водного дзеркала після сходу води на території Каховського водосховища було використано індекс нормалізованої різниці водності NDWI.

Визначенні граничних значень індексу для ідентифікації води проводилась перевірка контуру на водоймах, що мають стабільну конфігурацію, а також перевірялось включення забудованих територій, щоб виключити похибки. Для знімку 19 серпня 2023 року було визначено граничне значення NDWI

-0,0435. Поверхня, що мала таке граничне значення і вище, до максимального значення 1, ідентифікувалась як вода.

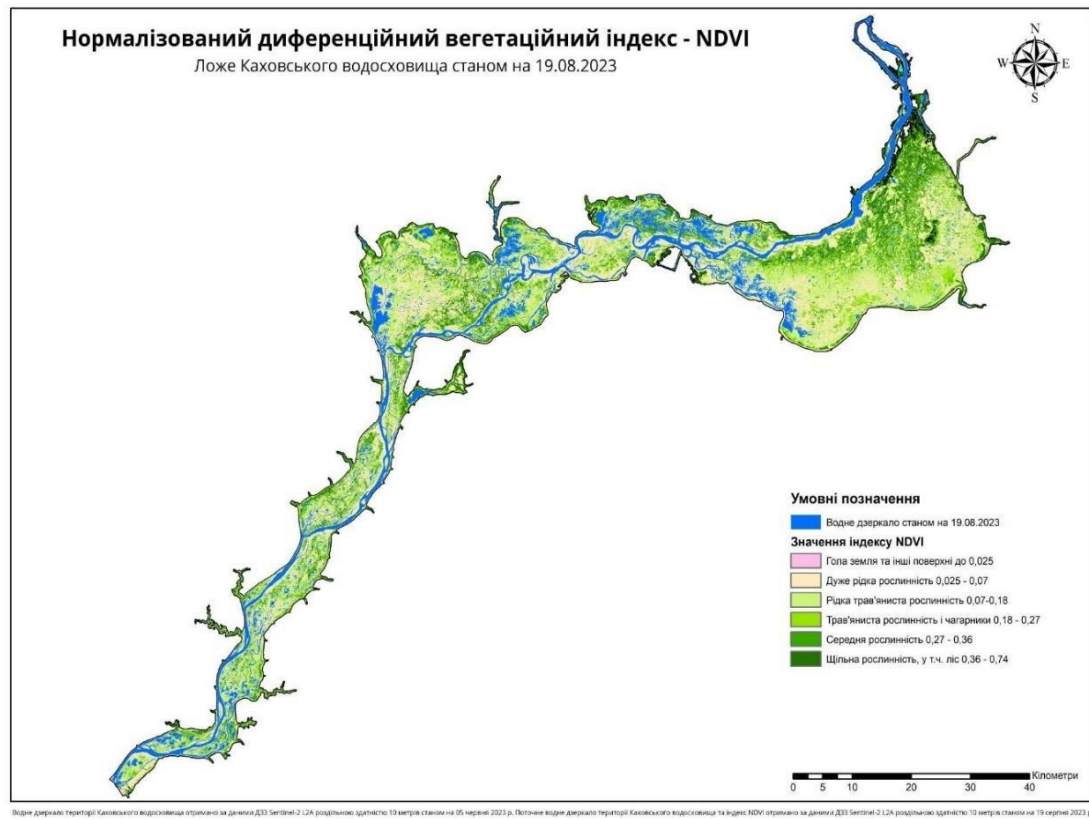


Рис.4.2 Суходольні ділянки ложа Каховського водосховища

Зазначеним чином, було визначено водну поверхню, що сформувалась на поточний час. Решта територій колишнього водного дзеркала водосховища фактично стала новими суходільними екосистемами. Так, станом на 19 серпня на тій території, яка ще 5 червня була водним дзеркалом, лишилось 381,7 км² (майже 18%) території водного дзеркала, тоді як 1759, 3 км² (Понад 82%) фактично стало суходолом (рис. 4.1, 4.2). На цих територіях одразу почала розвиватись рослинність, що видно із оприлюднених фотографій та відео.

В ході оцінки рослинності для такого унікального у своїх масштабах явища осушення територій після десятиліть знаходження під водою, було взято у якості основи класифікатор NDVI, використаний у дослідженні урболандшафтів (Akbar at. al., 2019), а також здійснено заміри значень для відомих місць, що мають слабкий рослинний покрив. Так була реалізована можливість дискретної оцінки територій, що тільки починають вкриватись рослинним покривом, як на досліджуваній території. Інші класифікатори, що використовуються для аналізу

землекористування та сільського господарства, на нашу думку, не відображало якісних меж в діапазоні росту новостворених рослинних угруповань, тому ми ними не користувались.



Водне дзеркало території Каховського водосховища отримано за даними D33 Sentinel-2 L2A роздільною здатністю 10 метрів станом на 05 червня 2023 р. Поточне водне дзеркало території Каховського водосховища та індекс NDVI отримано за даними D33 Sentinel-2 L2A роздільною здатністю 10 метрів станом на 19 серпня 2023 р.

Рис. 4.3 Ступінь заростання ложа Каховського водосховища

Зокрема, для визначення нижніх значень індексу, коли на місцевості присутня рослинність, ми провели виміри ділянок зі сталими рослинними угрупованнями зі слабким розвитком рослинності з аналізованого знімку, зокрема - піщані ділянки Олешківських пісків. Розрахунки показали, що середнє значення індексу для нових суходільних екосистем колишнього водосховища становить 0,18, що вписується у фотосинтетичну активність трав'янистої рослинності і чагарників. Значення індексу NDVI для різних ділянок сягає 0,73, що відповідає вже розвиненому і щільному рослинному покриву. Ряд сусідніх ділянок агроландшафтів на дату зйомки мали нижче значення індексу, ніж осушена поверхня Каховського водосховища. Слід відмітити, що показник не є однорідним, індексна мапа являє собою мозаїку, що відображає різноманіття умов колишнього ложа Каховського водосховища (рис. 4.3). За результатами

просторового аналізу також було сформовано таблицю 4.1.

Таблиця 4.1 Значення індексу NDVI для ложа Каховського водосховища

Значення та інтерпретація індексу NDVI	Відсоток території (%)
Гола земля та інші поверхні до 0,025	0,24
Відсутня або дуже рідка рослинність 0,025 - 0,07 (співставно із піщаними ділянками Олешківських пісків)	28,08
Рідка трав'яниста рослинність 0,07-0,18	38,09
Трав'яниста рослинність і чагарники 0,18 - 0,27	13,07
Середня рослинність 0,27 - 0,36	7,19
Щільна рослинність, у т.ч. ліс 0,36 - 0,74	13,32

4.1. Охоронювані території різних категорій

Було підготовлено шейп-файли дані щодо територій-природно заповідного фонду, територій Смарагдової мережі (Emerald Network) та водно-болотних угідь міжнародного значення (Ramsar Sites). Як вже зазначено вище, інформація збиралася також і для територій прилеглих до бувшого Каховського водосховища та нижньої ділянки Дніпра, тому загальний перелік угідь є досить великим.

Території природно-заповідного фонду

Природно-заповідний фонд досліджуваного регіону представлено 143 об'єктами різного рангу – пам'ятками природи, заказниками, заповідними урочищами, національними природними парками, заповідниками тощо. Межі об'єктів представлені на рисунках 4.5 – 4.12.

Аналіз територій ПЗФ, які постраждали від осушення після підризу греблі на Каховській ГЕС, показав що найбільш значного впливу, а саме осушення

понад 30% території зазнали наступні об'єкти ПЗФ: національний природний парк загальнодержавного значення «Великий Луг», національний природний парк загальнодержавного значення

«Кам'янська Січ», ландшафтний заказник місцевого значення «Каїрська балка», а також орнітологічний заказник загальнодержавного значення

«Великі і Малі Кучугури» зокрема, у НПП «Великий Луг» осушеними виявились більше 86% території.

Є також інші території ПЗФ, які також постраждали від осушення, але набагато менше.

Таблиця 4.2 Площі осушених земель об'єктів природно-заповідного фонду

Назва об'єктів ПЗФ	Загальна площа об'єкту, га	Осушено, га	Осушено відносно загальної площі, %
Національний природний парк загальнодержавного значення «Великий Луг»	16343,0	14088,9	86,2 %
Національний природний парк загальнодержавного значення «Кам'янська Січ»	12131,5	5900,0	48,6 %
Ландшафтний заказник місцевого значення «Каїрська балка»	666,5	222,1	33,3 %

Таблиця 4.3

Перелік основних території та об'єктів природно-заповідного фонду регіону Нижнього Дніпра, які зазнали негативного впливу внаслідок підризу греблі Каховської ГЕС

N	Назва об'єкту ПЗФ	
1.	Чорноморський біосферний заповідник	121415,90

2.	Національний природний парк «Великий Луг»	16342,97
3.	Національний природний парк «Нижньодніпровський»	82790,12
4.	Національний природний парк «Кам'янська Січ»	12131,53
5.	Національний природний парк «Олешківські піски»	11675,06
6.	Національний природний парк «Білобережжя Святослава»	35377,23
7.	Регіональний ландшафтний парк «Кінбурнська коса»	3309,61
8.	Ландшафтний заказник загальнодержавного значення «Богданівський»	1424,36
9.	Ландшафтний заказник загальнодержавного значення «Олександрівський»	989,17
10.	Ландшафтний заказник загальнодержавного значення «Урочище Саги»	509,47
11.	Орнітологічний заказник загальнодержавного значення «Великі і Малі Кучугури»	202,78
12.	Ландшафтний заказник загальнодержавного значення «Урочище Білозірське»	471,51
13.	Ландшафтний заказник загальнодержавного значення «Крутосхили Каховського водосховища»	225,62
14.	Орнітологічний заказник місцевого значення «Заплава р.Базавлук»	50,34
15.	Лісовий заказник загальнодержавного значення «Березові колки»	1403,18
16.	Лісовий заказник загальнодержавного значення «Бакайський»	411,50
17.	Гідрологічний заказник загальнодержавного значення «Озеро Соляне»	122,17
18.	Орнітологічний заказник загальнодержавного значення «Ягорлицький»	30315,84
19.	Ландшафтний заказник загальнодержавного значення «Станіславський»	658,81
20.	Загальногеологічний заказник загальнодержавного значення «Дніпровські пороги»	1383,95
21.	Ландшафтний заказник загальнодержавного значення «Кам'янський прибережно-річковий»	1806,54
22.	Ботанічна пам'ятка природи загальнодержавного значення	15,19

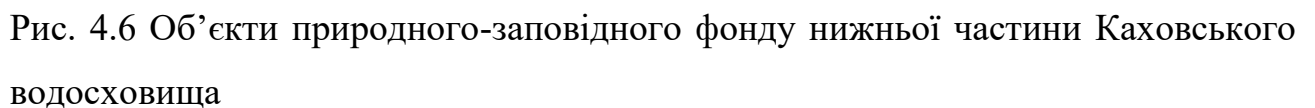


Рис. 4.4. Територія НПП "Великий Луг" - одна з найбільш постраждалих територій природно-заповідного фонду

4.2. Об'єкти Смарагдової мережі

Смарагдова мережа (Emerald Network) є мережею природоохоронних територій, які створюються з використанням критеріїв, які застосовуються для природоохоронних територій Natura-2000 в ЄС. Тобто Emerald Network є аналогом Natura-2000 поза межами ЄС. Об'єкти Смарагдової мережі можуть створюватися не тільки там де немає інших природоохоронних територій, а й «поверх» них, з повністю, або частково співпадаючими межами, наприклад з об'єктами природно-заповідного фонду України, які створені суто за

1157



4.3. Основні збитки від підриву рф дамби Каховської ГЕС.

можна виокремити:

- Екологічні збитки: Оцінюються у понад 146 мільярдів гривень (включає руйнування екосистем, загибель водних біоресурсів та забруднення акваторії).
- Збитки рибній галузі: За даними Мінагрополітики, оцінюються у понад 11 мільярдів гривень через загибель риби та знищення умов для рибальства.
- Прямі економічні втрати: Мінекономіки оцінює прямі збитки щонайменше у \$2 мільярди USD. Це включає руйнування самої ГЕС, затоплення населених пунктів, промислових об'єктів та інфраструктури.
- Сільське господарство: Втрати через припинення іригації (зрошення) оцінюються у \$300 мільйонів USD щороку, оскільки 95% площ під зрошенням залишилися без води.
- Збитки також включають неможливість використання води з водосховища для потреб населення та промисловості.

ВИСНОВКИ:

1. Каховське водосховище відіграло важливу роль у регулюванні річкового стоку акумуляції водних ресурсів з метою їх подальшого господарського використання у регіонах України із дефіцитом водних ресурсів. Вся інфраструктура прилеглих до водосховища територій була зорієнтована на експлуатаційний режим водойми і у довоєнний період розвивалась відповідно до нього.

2. Аналіз територій ПЗФ, які постраждали від осушення після підриву греблі на Каховській ГЕС, показав, що найбільш значного впливу, а саме осушення понад 30% території зазнали наступні об'єкти ПЗФ: національний природний парк загальнодержавного значення «Великий Луг», національний природний парк загальнодержавного значення «Кам'янська Січ», ландшафтний заказник місцевого значення «Каїрська балка», а також орнітологічний заказник загальнодержавного значення «Великі і Малі Кучугури». Складено списки червонокнижних видів безхребетних та хребетних тварин, а також рослин, які зустрічаються в регіоні досліджень. Всього відмічене 220 видів тварин. Існує загроза збереженню популяцій 21-го виду судинних рослин, занесених до Червоної книги України, 5-ти видів з Європейського Червоного списку, двох видів з Додатків Бернської конвенції.

3. У зоні Каховського водосховища відомі 95 археологічних пам'яток, розташованих на площі 350,48 га, з яких 42 пам'ятки зафіксовані вздовж правого берегу – на території Запорізької, Дніпропетровської та Херсонської областей. 15 пам'яток у верхній частині правого берегу водосховища вдалося обстежити після руйнування Каховського гідровузла. Жодна з відомих археологічних пам'яток не була досліджена повністю, проте руйнівна дія хвиль водосховища впродовж експлуатації гідровузла, на поселеннях та городищах, що перебували на краю надзаплавного плато, знищила від третини до двох третин їх площі. Культурні відклади археологічних пам'яток зазнали часткового руйнування внаслідок дії антропогенного фактору (берегова ерозія, розмиви після стрімкого

відходу води) і в результаті військових дій рф (артилерійські, ракетні і бомбові вирви, фортифікаційні споруди).

4. Екологічні збитки: Оцінюються у понад 146 мільярдів гривень. Це включає руйнування екосистем, загибель водних біоресурсів та забруднення акваторії. Збитки рибній галузі: За попередніми даними Мінагрополітики, оцінюються у понад 10–11 мільярдів гривень через загибель риби та знищення умов для рибальства. Прямі економічні втрати: Мінекономіки оцінює прямі збитки щонайменше у \$2 мільярди USD. Це включає руйнування самої ГЕС, затоплення населених пунктів, промислових об'єктів та інфраструктури. Сільське господарство: Втрати через припинення іригації (зрошення) оцінюються у \$300 мільйонів USD щороку, оскільки 95% площ під зрошенням залишилися без води.

5. Необхідно розробити державну Програму відновлення Каховського водосховища, яка б врахувала усі складові, в т.ч. гідрологічні, геологічні та морфологічні характеристики об'єкта. Передбачити створення ефективного рибоходу для осетрових та інших прохідних видів риби при відновленні греблі Каховської ГЕС, а також влаштування інших біопозитивних споруд; – передбачити шляхи впровадження Природно-штучного біомеліоративного комплексу під час формування водної екосистеми Каховського водосховища; відновити іхтіофауну в зоні затоплення Каховського водосховища; відновити захисні масиви і переформувати берегові схили; розробити заходи із забезпечення рибозахисними пристроями водозаборів та водотоків; визначити подальшу долю археологічних пам'яток.

6. Беручи до уваги всі складові проблеми та оптимальне співвідношення господарських і екологічних аспектів, найбільш реальним є відродження Каховського водосховища зі зменшенням площі водного дзеркала шляхом одамбування низки територій та проведення низки підготовчих заходів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Коржов Є.І. Гідрологічні умови формування сучасного екологічного стану пониззя Дніпра : дис. ... канд. геогр. наук : 11.00.07. / Коржов Євген Іванович ; НАН України, Ін-т гідробіології. – Київ, 2016.
2. Каховське водоймище : гідробіологічний нарис. – Київ : Наукова думка, 1964. – 304 с.
3. Швець Г.І. Водність Дніпра. Київ : Вид-во АН УРСР, 1960. 182 с.
4. Обухов Є.В. Оцінка комплексного використання водних ресурсів каховського водосховища за 60 років експлуатації. Економіка України. 2017. № 1(662). С. 31–40.
5. Сластененко Ю. П. Матеріали до іхтіофауни р. Нижнього Дніпра та його гол. допливів (у межах Кам'янської окр.). Зап. Кам'янець- Поділ. наук.-дослід. конф. 1929. Вип. 1. С. 45–70.
6. Горєв Л.М., Пелешенко В.І., Хільчевський В.К. Гідрохімія України. К.: Вища школа, 1995. 307 с.
7. Гідрохімічний режим та якість поверхневих вод басейну Нижнього Дніпра на території України / за ред. В. К. Хільчевського та В. А. Сташука. К.: Ніка-Центр, 2013. 256 с.
8. Гідролого-гідрохімічна характеристика мінімального стоку річок басейну Дніпра. За ред. В.К. Хільчевського. Київ. Ніка-Центр, 2007. 184 с.
9. Гидрология и гидрохимия Днепра и его водохранилищ. Киев: Наук. думка, 1989. 216 с.
10. Журавлева Л.А. Гидрохимия устьевой области Днепра и Южного Буга в условиях зарегулированного речного стока. К.: Наук. думка, 1988. 176 с.
11. Жежеря В.А., Жежеря Т.П., Линник П.М. Біогенні речовини у воді водосховищ дніпровського каскаду після зарегулювання стоку Дніпра. Гідробіол. журн. 2021. Т. 57, № 6. С.89–109.
12. Денисова А.И. Формирование гидрохимического режима водохранилищ Днепра и методы его прогнозирования. К.: Наукова думка, 1979. 220 с.

13. Днепровско-Бугская эстуарная экосистема. К.: Наук.думка 1989. 235 с.
14. Звіт про пошуки та розвідку для господарсько-питного водопостачання. Пошуки питних підземних вод та буріння розвідувально- експлуатаційних свердловин у Одеській, Миколаївській та Херсонській областях (2002-2010 рр.) / Причорномор ДРГП; відп. викон. О. Тверда. – Одеса, 2010. – Книга 5. [Текст] Херсонська область. – 161 с. – № ДР У – 02 – 231/1.
15. Верховцев В. Г., Лобасов О. П., Щербак О. В., Уварова Т. В. Неотектоніка та її вплив на формування гідрогеохімічних умов зони активного водообміну (на прикладі Херсонської області). Український журнал дистанційного зондування Землі 5 (2015) – С. 15–22
16. Щербак О.В. Техногенно-спричинені зміни еколого- гідрологічних умов верхньоміоценового водоносного комплексу на території Херсонської області. Дис. на здобуття наук. ступ. к. геол. н., спец.
17. Водообмен в гидрогеологических структурах Украины: Водообмен в нарушенных условиях / [Б.В. Боровский, В.М. Шестопапов, Э.Э. Соболевский и др.]; отв. ред. В.М. Шестопапов. – Киев: Наук. Думка, 1991. – 526 с.
18. Оцінка впливу господарської діяльності на підземні води – джерела централізованого водопостачання в межах Причорноморського артезіанського басейну (Херсонська область): звіт про НДР (заключний) / КВ УкрДГРІ; кер. Е. Тіхоненков; відп. викон. О. Лущик [та ін.]. – Сімферополь, 2010. – 104 с. – № НДР 056.
19. Проблемы рационального использования и охраны геологической среды в зонах действия мелиоративных систем Херсонской и Крымской областей / [Ю.Г. Головченко, Н.С. Огняник, В.М. Шестопапов, В.И. Морозов, Е.А. Яковлев, В.В. Кухар, А.П. Швеиц]; отв. ред. Б.А. Коржневский. – К., 1990. – 48 с. – (Препринт / АН УССР, Ин-т геологических наук; 90-25).

20. Афанасьев С. О. Формирование гидробиоты речных систем на территории Украины в связи с историей гидрографической сети. Гидробиол. журн. 2014. Т. 50, № 5. С. 3–14
21. Кутіщев П.С., Гейна К.М., Шерман І.М., Воліченко Ю.М. Сучасний стан фітопланктону Дніпровсько-Бузької гирлової системи. Гидробиол. журн. 2018. Т. 54, № 2. С. 66–71.
22. Кутіщев П.С., Гейна К.М., Шерман І.М., Воліченко Ю.М. Сучасний стан фітопланктону Дніпровсько-Бузької гирлової системи. Гидробиол. журн. 2018. Т. 54, № 2. С. 66–71.
23. Дубина Д.В. Вища водна рослинність України. Рослинність України. Відп. ред. Ю.Р. Шеляг-Сосонко. К.: Фітосоціоцентр, 2006. С. 16– 41.
24. Пічура В.І., Потравка Л.О., Скок С.В. Екологічний стан акваторії р. Дніпро у зоні впливу урбосистем (на прикладі м. Херсон). Водні біоресурси та аквакультура 2018. № 2. С. 19–34.
25. Дубина Д.В. Вища водна рослинність України. Рослинність України. Відп. ред. Ю.Р. Шеляг-Сосонко. К.: Фітосоціоцентр, 2006. С. 16– 41.
26. Днепровско-Бугская эстуарная экосистема. К.: Наук.думка 1989. 235 с.
27. Обухов Є.В. Оцінка комплексного використання водних ресурсів каховського водосховища за 60 років експлуатації. Економіка України. 2017. № 1(662). С. 31–40.
28. Афанасьев С. О. Структура біоти річкових систем як показник їх екологічного стану. Дис. ... докт. біол. наук. К., 2011. 560 с.
29. Дубина Д.В. Вища водна рослинність України. Рослинність України. Відп. ред. Ю.Р. Шеляг-Сосонко. К.: Фітосоціоцентр, 2006. С. 16– 41.
30. Булахов В.Л., Новіцький Р.О., Пахомов О.Є., Христов О.О. Біологічне різноманіття України. Дніпропетровська область. Круглороті (Cyclostomata). Риби (Pisces). Дніпропетровськ : Вид-во Дніпропетру ун-ту. 2008. 304 с.
31. Ролл Я. В., Іванов О. І. Матеріали про фітопланктон Нижнього Дніпра та деяких його приток. Наук. зап. Одеськ. біол. ст. АН УРСР. 1960. Вип. 2. С.

32. Хільчевський В. К., Гончар О. М., Забокрицька М. Р. та ін. Гідрохімічний режим та якість поверхневих вод басейну Нижнього Дніпра на території України. К.: Ніка-Центр, 2013. С. 5–89.
33. А. М. Романь, С. А. Афанасьев, П. В. Ткаченко. Новая находкаморского судака *Sander marinus* (Pisces, Percidae) в Днепровско- Бугском лимане и краткие замечания по морфологии симпатрических представителей рода
34. Худий О. І. Зміни в іхтіофауні різних ділянок Нижнього Дніпра під впливом антропогенних чинників. Гідробіол. журн. 2002. Т. 38, № 6. С. 33–39.
35. Лянзберг О.В. Комплексна екологічна оцінка якості води на прикладі Каховського водосховища: зб. тез та наук. статей за мат. IV між. еколог. форуму «Чисте місто. Чиста ріка. Чиста планета». Херсон, 2012. С. 153–157.
36. Обухов Є.В. Оцінка комплексного використання водних ресурсів каховського водосховища за 60 років експлуатації. Економіка України. 2017. № 1(662). С. 31–40.
37. Каховське водоймище. Гідробіологічний нарис. К., Наук. думка. 1964. 304 с.
38. Жежеря В.А., Жежеря Т.П., Линник П.М. Біогенні речовини у воді водосховищ дніпровського каскаду після зарегулювання стоку Дніпра. Гідробіол. журн. 2021. Т. 57, № 6. С.89–109.
39. Пікулик Л. І. Етапи і напрями дослідження рослинності річкових долин басейну верхів'я Нижнього Дніпра. Наук. зап. держ. природознавчого музею. 2016. Вип. 32. С. 163–170.
40. Водна рамкова директива ЄС 2000/60/ЄС: основні терміни та їх визначення. Вид. офіц. К., 2006. 240 с.
41. Осадчий В.І., Мостова Н.М., Чернишова Л.О. Закономірності розподілу важких металів у донних відкладах водойми-охолоджувача Запорізької АЕС. Наук. праці УкрНДГМІ, 2008, Вип. 257. – С. 126- 145
42. Головка О.С. Каховське водосховище в межах НПП «Великий Луг». Біорізноманіття та роль тварин в екосистемах: Матеріали VII Міжнародної

наукової конференції. – Дніпропетровськ: Адверта, 2013. – С. 40-42

43. В. Коморин. Оперативна довідка УкрНЦЕМ щодо аварійної ситуації, яка склалася після підриву дамби Каховської ГЕС станом на 27.06.2023 р.
44. Методика збору і обробки іхтіологічних і гідробіологічних матеріалів з метою визначення лімітів промислового вилову риби з великих водосховищ і лиманів України: № 166: Затв. наказом Держкомрибгоспу України 15.12.98. – К., 1998. – 47 с.
45. Методика оцінки збитків від наслідків надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру. Затверджена постановою Кабінету Міністрів України від 15 лютого 2002 р. N 175.
46. Методика розрахунку збитків, заподіяних рибному господарству внаслідок порушення правил рибальства та охорони водних живих ресурсів", яка затверджена наказом Мінагрополітики України та Мінприроди України від 12.07.2004 р. за № 278/243
47. Вишневський В.І. Водогосподарський комплекс в басейні Дніпра// В.І. Вишневський, В.А. Сташук, А.М. Сакевич. – К.: Інтерпрес ЛТД, 2011.- 188 с.
48. Романенко В.Д. Комплексна оцінка екологічного стану басейну Дніпра /Романенко В.Д., Євтушенко М.Ю., Линник П.Г. та ін. – Київ: Інститут гідробіології НАНУ, 2000. – 103 с.
49. Днепровско-Бугская эстуарная экосистема // Под редакцией Жукинского В.Н. и др. – Киев: Наукова думка.-1989 –240 с.
50. Бугай К.С. Зміни абіотичних умов існування риби у пониззі Дніпра та Дніпровсько-Бузькому лимані після спорудження каскаду водосховищ/К.С. Бугай, С.Г.Залумі// Вплив зарегульованого стоку на біологію та чисельність промислових видів риби.-Київ: Наукова думка.-1967. -С.5-27.
51. Амброз А.И. Рыбы Днепра, Южного Буга и Днепровско- Бугского лимана/ А.И. Амброз. Изд-во АН УССР.- К., 1956.- 248 с.

52. Владимиров В.И., Сухойван П.Г., Бугай К.С. Размножение рыб в условиях зарегулированного стока реки К.: Изд-во АН УССР.- 1963.- 394.
53. Без води. Як катастрофа на Каховській ГЕС може знищити овочівництво Півдня. Українські фермери на півдні відчуватимуть наслідки катастрофи ще десяти років. Як це вплине на овочівництво та чи призведе це до дефіциту агропродукції в Україні
<https://www.epravda.com.ua/publications/2023/06/9/700993/>
54. Збитки, завдані довкіллю України внаслідок підризу росією греблі Каховської ГЕС, вже становлять понад 1,5 млрд доларів США // Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів. Новини, 22.06.2023. URL: <https://mepr.gov.ua/zbytky-zavdani-dovkillyu-ukrayiny-vnaslidok-pidryvu-rosiyeyu-grebli-kahovskoyi-ges-vzhe-stanovlyat-ponad-1-5-mlrd-dolariv-ssha-2>
55. Наслідки від підризу росією дамби Каховської ГЕС. Дашборд із даними про загрози довкіллю. // ЕкоЗагроза. Офіційний ресурс Міндовкілля. URL: <https://ecozagroza.gov.ua/> (дата звернення 26.06.2023)
56. Юдіна Т. За час війни збитки для української екології вже перевищили 52 мільярди євро // Українські Національні Новини. Інформаційне агентство, 21.06.2023. URL: <https://www.unn.com.ua/uk/news/2033195-za-chas-viyni-zbitki-dlya-ukrayinskoyi-ekologiyi-perevischili-52-milyardi-yevro> (дата звернення 26.06.2023).
57. Nykonenko, D., Matera, M., Gavrylyuk, N., Lech P. 2016. Konsulovskoe Hillfort, Ukraine. *Season. Światowit*. XIII–XIV (LIV–LV). p. 389–392.
58. Березовець, Д. Т. 1961. Курганний могильник с. Грушівка. *Археологічні пам'ятки УРСР*, X, с. 56–63.
59. Березовець, Д.Т. 1960 Розкопки курганного могильника епохи бронзи та скіфського часу в с. Кут. *Археологічні пам'ятки УРСР*, IX, с. 39- 87.
60. Березовець, Д.Т., Березанська, С.С. 1961. Поселення і могильник епохи

- бронзи біля с. Нижній Рогачик. *Археологічні пам'ятки УРСР*, X, с. 40-45.
61. Березовець, Д.Т., Покровська, Є.Ф., Фурманська, А.І. 1960 Кургани епохи бронзи поблизу с. Мар'янського. *Археологічні пам'ятки УРСР*, IX, с. 102-126.
62. Билкова, В.П., Яніш, Є.Ю., 2010. «Борисфен найбільш корисний людям»: іхтіологічні дані з Білозерського поселення. *Археологія*, 3, с. 75- 81.
63. Білецький, А.О. 1993. (переклад) *Геродот. Історії в дев'яти книгах*. Київ: «Наукова Думка».
64. Гаврилюк, Н.О., Матера М. 2015. «Пізнньоскіфські» чи «постскіфські» городища Нижнього Подніпров'я? *Археологія*, 4. с. 121–136.
65. Гаврилюк, Н., Матвійшина, Ж., Матера, М. 2022. Геоархеологічні дослідження консулівського городища I ст. до н. е. – II ст. н. е. *Space in historical research*, vol. 3, p.12 - 19
66. Гаврилюк, Н.О., Матера, М. 2015. «Пізнньоскіфські» чи
67. «постскіфські» городища Нижнього Подніпров'я. *Археологія*. № 4. с. 121–136.
68. Гаврилюк, Н.О., Оленковський, М.П. 1992. *Пам'ятки скіфів. Археологічна карта Нижньодніпровського регіону*, 5. Херсон.
69. Дмитров, Л.Д., Зуц, В.Л., Копилов, Ф.Б. 1961 Любимівське городище рубежу нашої ери. *Археологічні пам'ятки УРСР*, X, с.78-100.
70. Добровольский, А.В. 1957. Поселение бронзового века Бабино III.
71. Добровольский, А.В. 1960. Розкопки ділянок А і Г та могильника Золотобалківського поселення рубежу нашої ери в 1951 та 1952 рр. *Археологічні пам'ятки УРСР*, IX, с. 141-165.
72. Довженко, В.Й. 1961. Татарське місто на Нижньому Дніпрі часів пізнього середньовіччя. *Археологічні пам'ятки УРСР*, X, с.175-193.