

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет біології, географії та екології
Кафедра географії та екології

АНАЛІЗ ДЕЯКИХ НАСЛІДКІВ РУЙНУВАННЯ
ГРЕБЛІ КАХОВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА ДЛЯ
ПРАВОБЕРЕЖЖЯ ХЕРСОНСЬКОЇ ОБЛАСТІ І
М. ХЕРСОН

Кваліфікаційна робота (проект)

на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»

Виконав: здобувач 4 курсу 05-413 групи

Спеціальності 103 Науки про Землю

Освітньо-професійної програми

«Науки про Землю»

Бадера Віктор Олексійович

Керівник к.геогр.н., доцент Котовський І. М.

Рецензент к.геогр.н., доцент кафедри

природничих наук і методики їхнього

навчання Центральноукраїнського

державного педагогічного університету ім.

Володимира Винниченка Онойко Ю. Ю.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1. Історичні аспекти трансформації долини Нижнього Дніпра.....	6
1.1 Характеристика природи долини Нижнього Дніпра до будови Каховського водосховища.....	6
1.2. Характеристика Каховського водосховища.....	13
РОЗДІЛ 2. Руйнування греблі Каховського водосховища – техногенно-екологічний злочин.....	18
2.1. Просторово-часовий аналіз руйнування чаши водосховища і прилеглих територій.....	18
2.2 Аналіз можливостей відновлення Каховської ГЕС та водосховища...	21
ВИСНОВКИ.....	29
ЛІТЕРАТУРА.....	31

ВСТУП

Актуальність теми. Не потрібно пояснювати, що значення води для людини величезне, оскільки без неї просто не існувало ніякого життя. Проте, водні ресурси на земній поверхні розміщені вкрай нерівномірно і не завжди придатні для використання. Саме тому люди змушені створювати штучні водойми. І важливе місце для забезпечення господарських потреб серед штучних водойм України посідають водосховища. Великі водосховища на рівнинних річках призначені для раціонального використання річкового стоку, насамперед, для потреб гідроенергетики, водного транспорту, рибного та сільського господарства.

Каховську гідроелектростанцію, її водоскидну греблю та прилеглі споруди було повністю зруйновано російськими військами, шляхом підриву з середини, вранці 6 червня 2023 року. У нижній течії річки Дніпро, внаслідок різкого спуску води Каховського водосховища, було затоплено численні території, зокрема чотири міста та кілька десятків сіл, що призвело до смерті багатьох людей, руйнування та пошкодження промислової, сільськогосподарської, а також комунальної інфраструктури. Бактеріологічне та хімічне забруднення було зафіксоване як у нижній течії Дніпрі, так і на північному заході Чорного моря. Постачання води було припинено для розлогих сільськогосподарських земель, кількох великих міст і містечок, основних енергетичних станцій, включаючи Запорізьку атомну електростанцію.

Внаслідок прориву греблі Каховської ГЕС затоплено 620 квадратних кілометрів території в двох областях – Херсонській, Миколаївській, а в Дніпропетровській та Запорізькій — рівень води стрімко впав, що безпосередньо вплинуло на життя 100 тис. мешканців. Згідно з комплексним звітом, пряма шкода, завдана інфраструктурі та активам, склала 2,79 мільярда доларів США.

Підри́в росія́нами греблі́ Каховської́ ГЕС призвів до катастрофічних наслідків для екосистеми Херсонщини. Окрім величезної шкоди довкіллю, руйнація греблі спричинила мільйонні збитки для економіки України. У звіті Кабінету Міністрів України та ООН йдеться про суму збитків майже у 14 мільярдів доларів США. Початкова оцінка загальних потреб у відновленні та відбудові становить 5,04 мільярда доларів США. Ця цифра зростатиме в міру проведення більш детальних оцінок. У короткостроковій перспективі на заходи з відновлення у 2023/2024 роках необхідно 1,82 мільярда доларів США.

Каховські ГЕС та водосховище виконували різні функції: забезпечення електроенергією, судноплавство, зрошення та водопостачання — питне і технічне: промисловість, енергетика (зокрема, охолодження реакторів Запорізької АЕС). Але ця територія (без ГЕС та водосховища) також може надавати екосистемні послуги, які теж мають свою ціну і свою цінність.

Одразу після трагедії почалася і дискусія про те що робити з осушеною територією дна водосховища і самою греблею. Звісно ж що поки це зона активних бойових дій, то ніяких активних програм щодо відновлення або рекультивації земель проводитись не буде. Але вже є значний конфлікт між владою, яка планує відбудувати греблю, і водосховище, й вченими, думку яких ніхто не врахував. Тому дане дослідження спрямовано на аналіз і оцінку поглядів та підходів щодо питання відновлення водосховища і греблі. Навіть зараз, коли вже пройшло пів року після трагедії, немає комплексного аналізу всіх викликів та ризиків і переваг у питанні відновлення греблі і водосховища.

Тому, **метою** дослідження є проведення концептуального аналізу питання відновлення Каховської ГЕС та водосховища в аспекті просторових факторів функціонування природно-господарського комплексу регіону.

Завдання дослідження полягають в наступному:

- описати історію трансформації території долини Дніпра між Запоріжжям і Каховкою;
- визначити вплив наслідків руйнування греблі водосховища на прилеглу територію;
- проаналізувати подальші напрямки ліквідації наслідків руйнування греблі водосховища.

Об'єкт дослідження: Каховське водосховище та прилеглі території

Предмет дослідження: Шляхи подальшого використання Каховської гідропоруди й водосховища, подальшого функціонування природно-господарської системи регіону.

Методи дослідження: основним методом дослідження був метод експертних оцінок та пошуково-аналітичний. Також в дослідженні використовувались космічні знімки для оцінки наслідків катастрофи із застосуванням методів дистанційного зондування.

В дослідженні аналізується стан природного середовища долини Нижнього Дніпра до будови водосховища, під час експлуатації його, під час та після підриву греблі російськими загарбниками. Також розглядаються варіанти подальшої долі даної території

Робота складається з вступу, 2-х розділів, висновків, списку використаних джерел (загальним обсягом 23 джерело). Загальний обсяг роботи 33 сторінки друкованого тексту.

РОЗДІЛ 1

Історичні аспекти трансформації долини Нижнього Дніпра

1.1. Характеристика природи долини Нижнього Дніпра до будови Каховського водосховища.

Під час опрацювання цього розділу ми могли проводити дослідження на підставі лише літературних джерел. До безпосередньо польові дослідження не було можливості проводити з загально відомих причин. Тому ми використали літературні джерела в яких викладався матеріал дослідниками які мали можливість безпосередньо досліджувати природу долини Пониззя Дніпра до будови Каховського водосховища. Таким джерелом ми використали Геоморфологію Української РСР відомого українського геоморфолога В.Г. Бондарчука 1948 року видання. Всі інші видання на цю тему виходили вже після будови і в переважній більшості посилаються на це джерело.

Географічно В.Г. Бондарчук характеризує цю територію як область полігенної рівнини -Причорноморську низовину, район Нижньодніпровські плавні

Поверхня Причорноморської низовини у східній частині злегка хвиляста. Вододіли сильно звужені і, поступово знижуючись до долин, утворюють цю злегка хвилясту поверхню. Верхів'я численних балок у вигляді широких безруслених знижень досягають майже вододільної лінії. Найважливіші геоморфологічні форми Причорноморської низовини — глибокі річкові долини, врізані в корінні відклади. В розташуванні річкової сітки Причорномор'я спостерігається певна закономірність, обумовлена геоструктурою і рельєфом. Всі річкові долини консеквентні, в напрямі своєму вони залежать від схилу топографічної поверхні.

Найпотужніша долина Причорноморської низовини — долина Дніпра проходить у напрямі з північного сходу на південний захід, з широтним розташуванням Дніпровського лиману. На схід від долини

Дніпра майже до долини Молочної лежить безстічний простір евксинської Піал азовської низовини. Долина р. Молочної простягається з північного сходу на південний захід і в нижній частині течії, зайнятій Молочним лиманом, має меридіональний напрям.

Долини рік Причорноморської низовини відзначаються великою звивистістю. Основною рисою їх є двосразність меандр. Перший тип — врізані меандри властиві всім долинам, крім долин Дніпра, де завдяки великим розмірам долини не помічаються. Друга генерація меандр — блукаючі меандри утворені сучасними звивинами русла в межах сучасної заплави. Блукаючі меандри у рік надзвичайно розвинені і дуже добре простежуються в нижній їх течії. Значна покрученість русла пов'язана з посиленою акумулятивною діяльністю рік у пригирловій їх частині.

Другою загальною рисою річкових долин Причорномор'я є яскраво виявлена асиметрія їх схилів. Правий (західний) берег рік завжди стрімкіший від лівого, вздовж якого розташовуються тераси. Більш підвищений схил долин завжди відрізняється великою порізаністю і численними короткими ярами. Вздовж крутих схилів річкових долин спостерігаються, хоч і не круті, але численні зсуви, які відіграють значну роль у геоморфології річкових долин

Денудаційні тераси на понтійському вапняку (Жданов). лін і мають в основі своїй стійкі шари понтійського вапняку. Ширина денудаційних терас вимірюється сотнями метрів, а іноді досягає й 1,5 км. Утворилися денудаційні тераси через неоднорідний літологічний склад порід, які відслонюються над дном долин рік.

Нарешті, загальною рисою річкових долин Причорномор'я є значне розширення їх у гирлах і підтопленість, завдяки чому тут знаходяться великі водні басейни — лимани.

Будова річкових долин Причорномор'я складніша, але воно їй закономірно. Тут у межах самостійних долин можна простежити наявність 3-х терасових рівнів — заплаву та дві надзаплавних тераси. З

останніх перша надзаплавна тераса не всюди буває. Друга тераса є в кожній долині. Долини Причорноморських рік належать до типу сформованих долин. Вони мають заплаву і надзаплавні тераси. Заплавна тераса завжди добре виявлена. Вона має вирівняну поверхню і складний мікрорельєф.

Цікавою рисою останнього є підвищена прируслова частина заплави. В бік корінних берегів заплава знижується і дуже часто заболочена. У деяких рік заплава буває значних розмірів, а на Дніпрі вона утворює плавні — заболочену територію на площі багатьох десятків квадратних кілометрів. Геоморфологія і фізико-географічні особливості плавнів такі характерні, що їх зручніше виділити в окремий геоморфологічний комплекс. Геологічна будова заплавних терас Причорномор'я нескладна. |

Алювій терас виявлений сірими пісками, в більшій або меншій мірі глинястими пісками, іноді суглинками. Дуже часто можна спостерігати в долинах великих балок і річкових долин з пересихаючим руслом, що відклади їх виявлені лесоподібними | пористими суглинками. На поверхні алювію заплави розвинений досить товстий шар ґрунту

Тераси в межах річкових долин Причорномор'я не мають значного поширення. їх можна бачити і в долинах рік і на узбережжях лиманів, де вони гіпсометрично зливаються з пересипами. У нижній частині течії другі тераси поширюються обривками. Тут вони розташовуються на висоті 1,5—2—3 м над рівнем води, не дуже перевищуючи заплавну терасу. Вище по течії друга тераса підіймається, досягаючи 6 — 8 м над рівнем рік. Часто це перевищення стає ще значнішим завдяки скупченню еолових пісків, що нарощують тераси

Треті тераси рік Причорномор'я характеризуються значним поширенням і постійними особливостями. Найкраще вони виявлені в нижній течії рік і на узбережжі лиманів. Гіпсометрично тераси більше знижені в південних пригирлових частинах; вище ж по течії вони

підіймаються. У нижній частині течії треті тераси не підіймаються вище 12 м над рівнем води

Будова долини Нижнього Дніпра трохи відмінна від будови його долини в середній течії. Природне пояснення цьому знаходимо в тому, що Нижній Дніпро протікає в умовах іншої геологічної структури, особливо через наявність на межі середньої і нижньої течії Дніпра бар'єру у вигляді Дніпровськозапорізької ділянки кристалічного масиву. Через це Нижній Дніпро зберіг великий зв'язок з південним басейном, в який він впадав і більше реагував на зміну положення берегової лінії останнього..

В межах Нижнього Дніпра з граничною чіткістю виявлені три рівні терас, які простежуються на значних відстанях. Найзручнішими для спостереження, проте, є район Нікополя, ділянка між м. Херсоном та гирлом Бузького лиману і територія, що прилягає до Дніпра на захід від лінії Кахівка — Скадовськ. З трьох терас Дніпра перша — заплава і друга виділяються в окремі райони, опис яких буде подано далі. Третя тераса добре виявлена на правому березі. На лівому березі Дніпра третя тераса гіпсометрично зливається з Приазовіською евксинською терасою, також виділеною в окремий район.

Третя тераса Дніпра простежується в порожистій його частині, причому поверхня острова Хортиця лежить нарівні цієї тераси. Нижче по течії Дніпра третя тераса тягнеться обривками дор. Томаківки, а південніше Нікополя має суцільне поширення. Зовнішнім краєм тераса обривається вертикальним уступом до рукава Дніпра — до р. Підпільної. Висота уступу досягає 30 м. Він прекрасно виявляє геологічну будову цієї тераси і фіксує її перевищення над рівнем ріки.. В південно-західній частині, в околицях с. Покровське третя тераса Дніпра різким уступом опускається до другої тераси, яка підіймається над рівнем ріки на 8 — 10 м. Ця тераса складена товщею буруватопальових структурних лесоподібних суглинків, без наявності в них гумусових прошарків.

Між Запоріжжям і гирлом Дніпра розташована добре розвинута широка, заболочена так звана лугова тераса Дніпра. Складена вона пісками, глинястими пісками, суглинками. Органічних рештків зустрічається мало. В морфометричному плані вона поступово знижується з півночі (3-10 м) на південь (1-1,5 м). Найбільшої ширини тераса досягає між Запоріжжям і с. Золота Балка (північ Херсонської області). Історично тераса між Запоріжжям і Каховкою поділялась на дві частини з історичними назвами «Великий Луг» (між Запоріжжям і с. Золота балка) і «Базавлуг» (Золота балка – Каховка). Частина тераси між Каховкою і с. Широка балка і Дніпровським лиманом являє собою сучасні дельтові відклади, які складені дрібнозернистими глинистими пісками або тонкими суглинками. Місцями ці відклади тепер у великій кількості населяють Дніпровський лиман. На підставі цього можна твердити, що частина Дніпровської долини від Херсона і далі вниз являє собою засипану річковими наносами частину Дніпровського лиману.



Рис. 1.1. Карта долини Дніпра між Запоріжжям та новою Каховкою до 1954 року

. Заплавна тераса в межах плавнів не має суцільного поширення. Вона прорізана численними протоками, які сполучаються в складному переплетінні і утворюють лабіринти-проходи, які відокремлюють численні, різноманітні розмірами острови. Самі протоки-рукави Дніпра мають мінливий характер. Одні з них, мають значну глибину, швидку течію і русло, що лежить серед піщаних наносів, з чудовими пляжами.

В межах поширення кристалічних порід по берегах цих рукавів і часто серед самих рік спостерігаються гранітні скелі або невеликі острівці, складені кристалічними породами. Інші невеликі протоки іноді, розширяючись, утворюють широкі плеса, ізольовані одне від одного або сполучені вузькими протоками. В рукавах багата водна рослинність, особливо поширене латаття біле і глечики жовті, великі квіти яких пожвавлюють сіруватосталеві водні простори. Прибережні частини проток поросли густою рослинністю, серед якої переважають лепеха, очерет, які утворюють темнозелену рамку водного дзеркала плавнів.

Рельєф лугової тераси в плавнях дуже складний, з великою різноманітністю його складових форм. Основною рисою поверхні заплави є велика кількість невеликих і середнього розміру заплавних озер, які виповнюють зниження іноді значної глибини. Крім того, тут трапляються численні ями-релікти давніх меандр. Ці улоговини бувають сухими, а іноді під час дощів у них на деякий час збирається вода. Дуже часто тут трапляються болота, що поросли густою осокою, а ближче до свіжої води—лепехою.



Рис.1.2. Заплава Дніпра між Запоріжжям і Новою Каховкою до 1954 року під повенію

Є також і великі рівні площі, що поросли густою луговою травою. Серед лугових злаків островами ростуть зарості буркуну, поповпику і т. п. У межах лугової тераси Зрідка спостерігаються невеличкі піщані площадки а горбастим рельєфом. Перероблений вітром пісок нагромаджується в купи, правда невеликих розмірів, проте вони зберігають типові риси дюнного краєвиду. В межах піскуватих площ рослинність дуже бідна, це — поодинокі кущі осоки та кущі шелюги. Дуже цікавий рельєф піщаних шлейфів, що ними заплава опускається до ріки, окраїну якої займають смуги пляжу. Поверхня піщаних смуг зберігає особливості рельєфу дна ріки, яка вкривала ці місця під час розливів.

У межах піщаних шлейфів можна спостерігати берегові вали, хвилеприбійні брижі та вали, що утворюються течією ріки. Останні являють собою дуже сплюснені підняття з пологим схилом, оберненим у напрямі проти течії ріки, і крутим протилежним краєм. Висота таких піщаних скупчень може досягати 75 — 100 см. Зовнішньо ці нерівності нагадують мікродюнный ландшафт, створений слабкою течією води в прибережній неглибокій частині ріки. Рушійною силою, що скупчувала піщинки, була течія води, яка перекочувала пісок по дну ріки.

Нарешті, загальною рисою всієї території плавнів слід вважати чудову деревну рослинність, що утворює в межах лугової тераси невеликі гаї, групи та поодинокі дерева, які ростуть без певної закономірності в лузі. Переважними породами є верба та осокір, рідше трапляються дубові гаї. Особливо мальовничі верби, вони досягають іноді величезних розмірів і в діаметрі мають понад 1 м. Плакуче гілля верб спускається до самої води, відбиваючись в її холодній глибині. Особливо мальовничі плавні здалека, наприкінці літа, коли зібрано хліб, і на жовтуватому їх фоні темнозеленою смугою виділяються лугові тераси.

1.2. Характеристика Каховського водосховища

Річка Дніпро є однією з найбільших в Європі, довжина її становить 2201 км, басейн – 504 000 км², а середній природний (нерегульований людською діяльністю) стік у її гирлі становить близько 53 км³/рік. Останніми роками взяття води з річки, втрати від випаровування з численних ставків і водосховищ, а також збільшене випаровування внаслідок змін клімату зменшили її середні річні стоки більш ніж на 10 км³. Середні витрати води на Каховській гідроелектростанції, в період з 1956 по 2020 рік, становив 1290 м³/с або 40.7 км³/рік [1].

Всього на ріці Дніпро було створено шість водосховищ. Першим було створено Дніпровське водосховище, сформоване будівництвом гідроелектростанції Дніпро на початку 1930-х років у місті Запоріжжя. Загальний об'єм цього водосховища при нормальному рівні утримання (51.4 м над рівнем моря) становить 3.3 км³. Водоскид Дніпровської греблі був зруйнований під час Другої світової війни, але станцію відновили в 1947 році.

На початку 1950-х років було розпочато будівництво греблі та Каховського водосховища, - найбільшого в каскаді Дніпра, поблизу міста Нова Каховка. На цій ділянці ріка Дніпро протікає через

Причорноморську рівнину. Фундамент для греблі був викладений дрібнозернистим силікатним піском, що спричинилося до швидкого руйнування гідравлічної споруди 6 червня 2023 року.

Гребля та гідроелектростанція Каховка склалися з чотирьох частин: лівобережної та правобережної наземної греблі з загальною довжиною 3,8 км, бетонної водоскидної греблі довжиною 447 м з 28 водоскидами, великого генераторного залу із шістьма турбінами, та шлюзу з шириною 18 м. Максимальна висота бетонної греблі становила 29 м [2, С. 121]. Проектна пропускна спроможність гідравлічної споруди складала 21400 м³/с; гідроелектростанція мала пропускну спроможність 2600 м³/с, здатну виробляти 335 тис. кВт електроенергії і річний обсяг виробництва електроенергії становив 1,4 мільярда кВт-год.



Рис.1.3. Будівництво греблі Каховського гідровузла 1954 рік

Наповнення Каховського водосховища розпочалося у липні 1955 року і завершилося навесні 1958 року. З нормальним рівнем утримання 16,0 м, його площа за проектом становила 2155 км², з об'ємом зберігання 18,2 км³. Максимальний рівень утримання - 18,0 м, а площа - 2222 км², об'єм зберігання - 22,6 км³. Рівнем мертвого зберігання - 12,7 м (рівень,

на якому використанні води обмежувалося для користувачів), площа - 1917 км², а залишковий об'єм водосховища складав 11,4 км³.

Крім виробництва електроенергії, ця система надавала інші переваги, зокрема регіональне водопостачання. Майже одночасно із будівництвом греблі розпочалось і будівництво великого Північного Кримського каналу для подачі води з річки Дніпро в сільське господарство і міста Криму. Канал починається біля греблі і тягнеться майже до міста Керч на сході Криму, з загальною довжиною 400,5 км. У другій половині 1980-х і на початку 1990-х років щорічний обсяг забору води в канал з водосховища досягав 3,5 км³. Пізніше перехід до більш економічного використання води зменшив щорічне відбирання води до 1,5 км³, з яких 0,5 км³ використовувалися в Херсонській області, а 1,0 км³ - в Криму. У 2014 році, після анексії Криму, постачання води на півострів було зупинено. У зв'язку з цим об'єм забору води в Північнокримський канал значно зменшився - до 0.5 км³ - і ця вода використовувалась в Херсонській області для зрошення близько 50 тис. га полів, а також частково для вирощування рису.

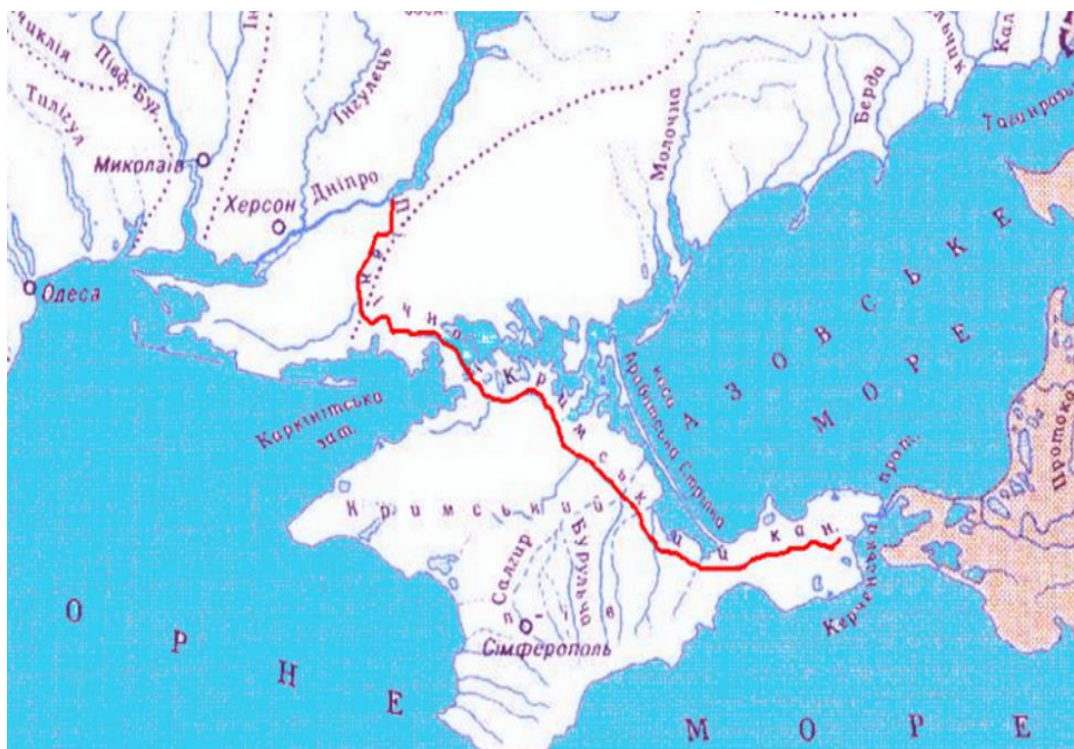


Рис.1.4 Карто-схема Північно-Кримського каналу

У 1970-х роках був споруджений основний Каховський іригаційний канал для подачі води з Каховського водосховища. Він бере свій початок на кілька кілометрів на північний схід від початку Північного Кримського каналу. Довжина цього каналу, який має переважно напрямок з заходу на схід, становить 129,8 км. У 2020–2021 роках щорічний об'єм води, який втікає в канал, досягав 0,9–1,0 км³, забезпечуючи водопостачання приблизно 240 тис. га сільгоспугідь. Кілька менших іригаційних систем з обох берегів річки Дніпро також отримували воду з Каховського водосховища.

Крім виробництва електроенергії та іригації, Каховське водосховище широко використовувалося для питного та промислового водопостачання. Найбільший об'єкт, споруджений у 1957–61 роках для цих потреб, - канал "Дніпро – Кривий Ріг" з проектною пропускною спроможністю 41 м³/с для забезпечення водою міста Кривий Ріг та Криворізької теплової електростанції з потужністю 2000 МВт. У 1970-х роках поруч з містом Енергодар було споруджено ще одну електростанцію - теплову електростанцію Запоріжжя. Її сучасна потужність становить близько 1200 МВт. У 1980-х і 1990-х роках було побудовано Запорізьку атомну електростанцію, яка має шість блоків із загальною потужністю 6000 ГВт. Ця АЕС є найбільшою в Європі. До війни, вона виробляла 40–42 млрд. кВт-год електроенергії щороку, що становило чверть від загальних потреб в електроенергії України. Усі ці енергетичні об'єкти залежали від води для охолодження з Каховського водосховища.

Система охолодження Запорізької АЕС має три компоненти: водосховище для охолодження, дві охолоджувальні вежі та кілька басейнів із фонтанами. Зокрема, водосховище для охолодження, споруджене на краю Каховського водосховища, має площу 8,2 км² [2, С. 158].

Крім Кривого Рогу, Каховське водосховище забезпечувало питним водопостачанням також інші міста, зокрема Нікополь, Марганець і

Берислав на правому березі, а також Енергодар, Кам'янка-Дніпровська і Дніпрорудне на лівому. Вищезгадані Північнокримський та основний Каховський іригаційні канали також забезпечували водопостачання для кількох міст та багатьох сіл.

Зрештою, Каховське водосховище також поліпшило умови для судноплавства, зокрема для руху суден із зерном, рудою та металами, забезпечуючи водний шлях із глибиною 3,65 м, і широко використовувалося для рибальства і рибництва (карась, плітка, лин). Загальний щорічний обсяг вилову комерційними підприємствами перевищував 1000 тонн [3].

РОЗДІЛ 2

Руйнування греблі Каховського водосховища – техногенно-екологічний злочин

2.1. Просторово-часовий аналіз руйнування чаши водосховища і прилеглих територій.

11 листопада 2022 року українська армія звільнила місто Херсон та інші населені пункти на правому березі річки Дніпро. Того дня три ділянки водоскиду та частина дороги через греблю Каховської ГЕС поблизу правого берега були знищено для того, щоб завадити українським військам перетнути річку.



Рис.2.1. Вид на греблю Каховського водосховища сразу після підриву ворогами

Внаслідок пошкодження водоскиду, протягом наступної зими рівень води в Каховському водосховищі почав знижуватися через неконтрольовані спуски води. Конкретно до кінця лютого 2023 року рівень води вже знизився більше ніж на 2 м, а берег в деяких місцях відступив більше ніж на 100 м [4].

Рівні води в водосховищі почали підніматися знову, коли великі весняні дощі та танення снігу збільшили стік ріки Дніпро. Максимальний стік на гідроелектростанції Дніпро 19 квітня 2023 року досяг $6490 \text{ м}^3/\text{с}$. В

таких умовах рівень води, вимірюваний на гідрологічній станції в Нікополі, до початку травня піднявся до 17,13 м над рівнем моря, найвищий показник з часу створення водосховища. До цього найвищий рівень води (16,46 м над рівнем моря) зафіксовано в 1993 році [1].

У день вибуху гребля Каховки перебувала під контролем російських сил, і рівень води на станції в Нікополі становив 16,76 м над рівнем моря. Згідно з "Правилами експлуатації водосховищ каскаду Дніпра", загальний об'єм водосховища при цьому рівні становив 19,8 км³ [5].

Вибух, який стався між 2:30 і 3:00 ранку 6 червня 2023 року, спричинивши масштабні потоки води з водосховища та руйнування значної частини греблі. Також було виведено вниз по течії великі обсяги відкладень, які накопичилися в водосховищі.

Після зруйнування греблі, рівень води вниз за течією почав швидко підвищуватися. О 4:00 ранку 6 червня рівень води на гідрологічній станції в Херсоні зріс на 0,31 м. Чотири години потім він досяг 1,60 м, а до 8:00 ранку наступного дня піднявся до 5,29 м. Розливні потоки, в кінці кінців, досягли піка на рівні 5,68 м 8 червня 2023 року о 3:00 ранку. Таким чином, загальний приріст рівня води становив 5,37 м

Цей потік затопив великі за площею території нижче греблі вздовж обох берегів річки Дніпро, частково затопивши чотири міста: Нова Каховка, Олешки та Гола Пристань на лівому березі та Херсон й кілька десятків сіл на правому березі (рис. 2.2).

Як видно на рис. 2., підвищення рівня води спостерігалось не лише в нижній частині річки Дніпро, але і на її правій притоці, річці Інгулець, що сприяло затопленню деяких сіл і тут.

Найбільш сильні затоплення відбулися у місті Нова Каховка та селі Козацьке, розташованих менше ніж за 2 км від місця руйнування греблі. У цих місцях підвищення рівня води почалося через кілька хвилин після вибуху, посеред ночі. Більшість житлових будинків у центральній частині міста Нова Каховка розташована на висоті 11,5–12,0 м над рівнем моря.

Фотографії цього району показують широкі затоплення, включаючи площу перед Палацом Культури (висота 11,5 м над рівнем моря), із затопленням на глибину близько

1 м. З цього ми оцінюємо, що рівень води у місті Нова Каховка досяг 12,5 м над рівнем моря.

Відео та супутникові зображення, зняті після зруйнування греблі, показують тисячі затоплених будинків, багато з яких були повністю зруйновані.



Рис. 2.2. Вид на село після підриву греблі

Зниження елевації в нижній частині річки Дніпро є дуже невеликим. Рівень води хвостоводу Каховської греблі також дуже низький. З середньостроковим середнім стоком води $1490 \text{ м}^3/\text{с}$ рівень води у хвостоводі становив $0,20 \text{ м}$ над рівнем моря. Немає даних про рівень води в цьому місці в момент вибуху, але їх можна оцінити на основі даних про стік води на гідроелектростанції Дніпра. Стік води на цьому об'єкті 4 червня 2023 року був $1660 \text{ м}^3/\text{с}$, а 5 червня 2023 року - $1750 \text{ м}^3/\text{с}$. При однаковому стоку води з Каховської греблі рівень хвостоводу приблизно $0,35 \text{ м}$ над рівнем моря. Це означає, що загальний приріст рівня води в

місті Нова Каховка перевищив 12,0 м, вдвічі перевищуючи рівень зростання вниз по течії в місті Херсон [9].

Повінь також призвела до тимчасового підвищення рівня води в північно-західній частині Чорного моря. Найвищий рівень в порту Одеса спостерігався 10 червня 2023 року, і він був на 5–10 см вищим, ніж до зруйнування греблі.

Згідно із даними Міністерства внутрішніх справ України, близько 50 людей загинули або зникли безвісти на правому березі річки Дніпро. Інформації про кількість постраждалих на лівому березі досі не встановлена. Одночасно, враховуючи особливості розташування населених пунктів, можливо, що кількість постраждалих на лівому березі була значно більша, ніж на правобережжі.

Іншими наслідками зруйнування греблі є суспільні та екологічні наслідки цього затоплення, бактеріологічне та хімічне забруднення, а також довготривале порушення систем водопостачання та зрошення, які були залежні від доступності води в Каховському водосховищі.

2.2 Аналіз можливостей відновлення Каховської гес та водосховища

Одразу після трагедії почалася і дискусія про те що робити з осушеною територією дна водосховища (рис.2.3). Звісно ж що поки це зона активних бойових дій то ніяких активних програм щодо відновлення або рекультивації земель проводитись не буде. Але вже є значний конфлікт між владою, яка планує відбудувати греблю та водосховище, і вченими, думку яких ніхто не врахував. Нижче наведемо основні тези як щодо відновлення так і проти.



Рис. 2.3. Каховське водосховище 05 липня 2023 року (чітко видно оголене дно після спуску водосховища). Зображення із супутника Sentinel 2 з ресурсу GoogleEarthEngin

Основні тези про необхідність відновлення водосховища звучать наступним чином:

1. Каховська ГЕС дуже потрібна для України з погляду забезпечення електроенергією. Але є нюанс – останні півтора року, після захоплення ГЕС російськими військами, Каховська станція не працювала та відповідно не постачала електрику в єдину енергосистему. Проте країна, хоч і з труднощами, змогла пройти важкий зимовий період і зараз забезпечує себе енергетикою з інших джерел, передусім атомних станцій. Але це - додаткові "маневрові потужності", що дають змогу регулювати споживання в системі, по-друге, це "чиста енергетика", тобто та, яка не несе забруднення (за звітами Центру дослідження енергетики) [10].

2. Відсутність води у Каховському морі призведе до осушення полів півдня України з подальшим опустеленням. Треба розуміти, що таке велике водосховище варто опускати поступово, протягом кількох років і контрольовано ревіталізувати, висаджувати нові дерева, чагарники, різнотрав'я. Відновлювати ґрунти. При нинішньому різкому «спрацюванні» водосховища ми побачимо проблемні незворотні процеси [11].

3. Херсонська область до повномасштабного вторгнення була лідером з вирощення овочів у відкритих ґрунтах, саме завдяки зрошенню магістральними каналами з водосховища [12]. В найближчий час такого не буде - це величезний удар по вітчизняному агросектору. Результат ми вже бачимо на цінниках. В рази зросли ціни на сезонні овочі та фрукти.

4. Якщо не відновлювати водосховище і ГЕС, доведеться закрити Запорізьку АЕС і десятки великих заводів, які не матимуть достатньої кількості води та електроенергії для виробничих процесів. Каховська ГЕС – це частина великого промислового кластера, який забезпечує життєдіяльність промислових підприємств та міст Запорізької і Дніпропетровської областей. На цих підприємствах виробляється метал та продукція машинобудування, які є вкрай необхідними для відбудови країни та військово-промислового комплексу.

5. Відповідно населення масово виїде з цього регіону через неможливість жити у важких кліматичних умовах та через відсутність води і робочих місць. У довгостроковій перспективі це може бути до півтора мільйона кліматичних біженців. Треба розуміти, що частина з них переїде до центральних та західних регіонів України, а частина мігрує за кордон. Економіка України втратить регіональну рівновагу.

6. Стабілізація територій, які тривалий час перебували під водою, відбувається тисячоліттями. І коли кажуть, що з висиханням Каховського водосховища тепер звільниться величезна площа родючої землі, то це не так. Звільниться понад 200 тисяч гектарів піску, глини та мулу з важкими металами. І на цих донних осадах зараз знаходиться 500 тисяч тонн молюска *Dreissena polymorpha*. Не кажучи вже про інші види молюсків і рибу, які опинилися на суші, та почали розкладатися. Вода почала гнити та стає джерелом кишкових хвороб (з інтерв'ю директора Інституту гідробіології НАН України).

Основні аргументи проти відновлення водосховища:

1. Проблема забезпечення водою. Кривий Ріг вже відновлює водозабезпечення за рахунок води з Кременчуцького водосховища, що надходить через річку Інгулець. Будується водогін від міста Запоріжжя до Марганця, Нікополя та Покрова. Ставок охолоджувач ЗАЕС знаходиться на березі природного русла Дніпра, тому подати туди воду це не складна задача. За 70 років з'явилися нові технології, які потрібно застосувати для відновлення водозабезпечення. Диверсифікація водопостачання - важлива протидія терористичним загрозам.

2. Покращення логістики. Для сполучення правого і лівого берегів Дніпра потрібні мости, а не відновлення водосховища. Навпаки, над природним руслом Дніпра можна збудувати нові мости, що значно поліпшать транспортне сполучення. При наявності водосховища відстань між переправами була досить значна (між Каховською дамбою та Запоріжжям 180 км без будь яких переправ).

2. Опустелювання. Доволі часто висловлюється думка що осушені території зазнають опустелювання. Але вже зараз (вересень 2023 року - 3 місяці після підриву дамби) ми спостерігаємо доволі інтенсивне заростання дна водосховища як трав'яною рослинністю так і деревами (здебільшого верба) (рис. 2.2). Частину території також штучно засаджували. Звісно що за такий короткий період неможливо встановити чи рослинність закріпиться, тому потрібно продовжувати спостереження. Додатково потрібно буде вивчити режим ґрунтових вод, який встановиться на цій території. Але, в подальшому, ці землі можна використовувати також для вирощування різних культур.

4. Зменшення кількості води. Без Каховського водосховища кількість Дніпровської води не зменшиться. З Каховського водосховища середньорічні втрати на випаровування склали $1,81 \text{ км}^3$, тобто річний стік Дніпра збільшиться майже на такий же об'єм води. Сезонні коливання стоку регулюють 5 дніпровських водосховищ. Під час літньої

межені вони мають «спрацьовувати корисний об'єм», тобто спускати воду нижче за течією.

5. Відновлення зрошення. Проблема полягає у піднятті води з природного русла Дніпра на висоту близько 10-20 метрів до висоти існуючих зараз каналів та водогонів (у тому числі Північнокримського). Потрібно розробити сучасні насосні системи, можливо, мережу невеликих гідротехнічних споруд (ставків) тощо. Сонячні електростанції на землях колишнього водосховища можуть виробляти необхідну електроенергію, відповідний досвід вже є в регіоні. Незадовільний стан каналів, якими транспортувалась вода, призводили до підтоплення, заболочування і вторинного засолення ґрунтів. Тому, основною проблемою є модернізації самої зрошувальної системи, а не водозабору [14].

7. Можливість відновлення (реконструкції) сакральних для українців місць - елементів Великого Лугу та Січей. Розпочинається археологічне обстеження цієї території [15].

8. Покращення якості дніпровської води внаслідок відсутності застою, заболочування та «цвітіння». Можливість відновлення природних нерестилищ цінних видів риби (осетрових).

9. Стратегічна загроза. Відновлення греблі та водосховища відновить і знову загрозу для територій нижче за течією, які вже раз постраждали. Тому відсутність потенційної загрози у вигляді ГЕС буде більш вірним рішенням з точки зору оборони країни.

10. Відновлення навігації по Дніпру можна вирішити шляхом днопоглиблення, будівництва шлюзів, у крайньому випадку, обхідних каналів. Більшість порогів затоплено саме Дніпровським водосховищем, а не Каховським. Треба вивчати досвід країн ЄС, де схожі річки є судноплавними без створення водосховищ.

Керівництво Укргідроенерго заявило що для відновлення Каховської ГЕС потрібно 1 млрд. доларів і 5 років, можливо, цього

вистачить і для проведення перерахованих робіт та заходів спрямованих на оптимізацію системи. Варто також зазначити що мала гідроенергетика віднесена до «зеленого» тарифу, що приносить значні прибутки. На початок 2022 року частка ГЕС та ГАЕС у структурі виробництва електроенергії України становила лише 6,7%. Тому чи доцільним є відновлення високовартісної споруди, яка не дасть бажаного енергетичного та економічного ефекту? Каховська ГЕС не була надпотужною – лише 334 МВт, вона виробляла 1% енергії в Україні. Для ілюстрації, найменша ТЕЦ в Україні має потужність у 500 МВт, а один енергоблок Запорізької АЕС — близько 1000 МВт. За оцінками на відновлення зруйнованого об'єкта піде до п'яти років, і це коштуватиме до одного мільярда євро. Натомість нестачу в енергетичній системі можна заповнити альтернативними шляхами й розглядати це як можливість впровадити інновації [16].

У США і ЄС вже демонтовано тисячі гребель, вони мають значний позитивний досвід спуску водосховищ [17,18]. Зокрема в Європі за 2022 рік демонтовано 325 дамб. Це є частиною програми «Стратегії біорізноманіття ЄС до 2030 року: Повернення природи в наше життя» [19]. За цією стратегією заплановано щонайменше 25 000 км річок планується відновити до стану вільноплинних. Також, значна частина територій має стати заповідними (30%) і переведеними в природний стан (20%). Таким чином, якщо Каховське водосховище не буде відновлене, то ці території зможуть бути долучені до реалізації європейської стратегії.

Третя стратегія - відновлення греблі ГЕС і водосховища, але в набагато менших розмірах, шляхом відокремлення східної частини дамбою (рис 2.3). Це дозволить зберегти велику площу осушених земель дна водосховища, частина яких представляє як історичну, так і екологічну цінність. Також, при такому плануванні нового водосховища, значно скоротяться витрати на випаровування з водної поверхні, адже, як видно з картосхеми глибини дна, східна частина найбільш мілководна, а це

сприяло швидкому прогріванню водних мас, випаровуванню та наступному "цвітінню" води. Тому, такий варіант одразу вирішить ряд важливих проблем та питань, якими часто апелюють заперечуючи необхідність відновлення водосховища.

Інша проблема - втрати води на зрошення. Сумарний гідрограф - показує дефіцит води для потреб споживачів у цьому регіоні практично за усіх можливих сценаріїв водності Дніпра й обсягів витрат води (рис. 2.4). При умові невідновлення водосховища взагалі, на гідрографі не перетинаються лише лінії — мінімальне водоспоживання та водність 50 % забезпеченості. Навіть за умови мінімального водоспоживання у період межени (тобто, коли рівень води у Дніпрі найнижчий), влітку може не вистачити води на всі потреби, і цей дефіцит становитиме десь 200 м³/сек. З нього видно, що за всіх сценаріїв треба забезпечити водою власне сам Дніпро у нижній течії. На графіку це підписано як «екологічні витрати». Тобто, це той обсяг води, який треба пропустити вниз Дніпром, щоб, грубо кажучи, річка не висохла. Ну або не зміліла до катастрофічного рівня.

Цей показник становить 500 кубометрів за секунду і зафіксований у нормативних документах. За даними державної статистичної звітності 2ТП-водгосп, у 2013 р. з Каховського водосховища та пониззя р. Дніпро для водопостачання населення й галузей економіки забрано 3831,22 млн м³ води, а саме: біля 3774,63 млн м³, або 98,5 % — з поверхневих джерел (з них 3720,68 млн м³, або 98,6 % з Каховського водосховища та 62,14 млн м³ або 1,4 % — з р. Дніпро) і 56,6 млн м³ або 1,5 % — з підземних джерел.

Використання свіжої води становить в цілому 1034,74 млн м³, з них із Каховського водосховища — 986,45 млн м³, або 95,4 %, а з р. Дніпро — 48,29 млн м³ або 4,6 %. До цього виробничі потреби задовольняються 913,71 млн м³ води, або 87,7 % від загального споживання, господарсько-питні — 70,53 млн м³, або 7,5 %, на зрошення потрібно 46,346 млн м³, або 4,5 %, на сільськогосподарське водопостачання та ставково-рибне

господарство — 3,6 млн м³, або 0,3 %. Найбільшими споживачами води в регіоні є промисловість — 86,4 % загального об'єму використаної свіжої води, потім комунальне — 7,1 % і сільське — 6,5 % господарства» [20]. Але, незважаючи на розрахунки, значною проблемою є втрати води при транспортуванні зрошувальними каналами та нераціональне використання зрошення в майбутньому. За офіційними даними, більше ніж третина води, поданої у зрошувальні системи, втрачається через низький технічний рівень і зношеність гідротехнічних споруд [21]. Тож наскільки треба поділити ті мільйони кубометрів, які подавалися на зрошення, щоб отримати реальну цифру потреб після ремонту і реконструкції систем зрошення? Того ремонту, про який чомусь ніхто не згадує під час обговорення теми відновлення водосховища. Це питання поки майже не можливо вирішити.

ВИСНОВКИ

У результаті проведених досліджень доведено, що підриг Каховської ГЕС матиме безпрецедентні наслідки не тільки безпосередньо для півдня України, хоча ситуація там дійсно найважча, але й, так чи інакше, для всієї країни.

Внаслідок вторгнення росії та підриг дамби Каховської ГЕС призвів до обміління водосховища у верхній течії та підтоплення у нижній течії. Для виявлення теперішньої площі водосховища та площі підтоплених земель та їх оцінки проаналізовані супутникові знімки

В роботі представлені три методики та результати власних досліджень для визначення особливостей гідрологічного режиму Каховського водосховища. Було встановлено, що Каховське водосховище втратило близько 70% об'єму води

Проаналізована картографічна модель затоплення для території Херсону, яка наведена у додатках роботи. Найбільші площі затоплення прийшлися на лівобережжя, а саме поблизу таких населених пунктів, як: Нова Каховка, Дніпряни, Олешки та населені пункти в районі Олешок, Кардашинка, Кохани, Гола Пристань, Рибальче. На правобережжі затоплення дісталось ряду сел: Миколаївка, Ольгівка, Льово, Тягинка, Понятівка, Іванівка, Токарівка, Придніпровське, Садове та частково місто Херсон – острів Корабел.

Щоб проаналізувати ситуацію у самому водосховищі було проведено дослідження за допомогою інтернет-сервісу ArcGIS Online, з яким можна попрацювати також і дослідити зміни внаслідок військового вторгнення на території області, оскільки саме в ньому можна накладати тематичні шари у зручний спосіб, зберігати зміни, додавати свої дані на карту. І як результат була створена маска води на основі знімків Sentinel-2 за дві обрані дати та їх порівняння в різній комбінації каналів і було виявлено значне зниження води в чаші водосховища.

Згідно отриманих даних індексу вологості побудовані і гістограми, які підтверджують про зміну рівня вологості після підриву греблі водосховища. Також із отриманих даних встановлено, що значні площі водосховища позбавлені води і дно колишнього водосховища вкрите рослинністю. І постійний водотік залишився тільки в руслі самої річки Дніпро. І вздовж лівого берега водосховища, від Василівки до Іванівки (Запорізької області), утворилася відрізана водойма – озеро.

Отже, раціональними є як думки щодо відновлення водосховища і греблі, так і тези проти такого відновлення. Зрозуміло що найбільш вдалим буде проведення глибокого аналізу і експертизи по кожному окремому блоку: енергетика, зрошення, водопостачання, екологія тощо. Лише після детального аналізу можна робити висновки у якому вигляді, що і як відновлювати. Як було нами зазначено, варто в першу чергу врахувати європейський та американський досвід по демонтажу гребель та спуску водосховищ. Компромiсним рішенням буде запроєктувати оновлене водосховище з меншою водною площею, але це рішення мають детально пропрацювати науковці та економісти.

Проаналізовані різні варіанти, щодо відбудови греблі і своє бачення ми теж висловили, на основі отриманих даних. І сьогодні однозначного рішення не існує, щодо його відбудови. Можливо відбудову водосховища необхідно здійснювати буде одночасно із зміною системи водопостачання, мова йде про високу культуру споживання. Як одне із рішень, це запроєктувати оновлене водосховище з меншою водною площею, сучасними технологіями функціонування, але це рішення мають детально пропрацювати науковці та економісти, інженери. Необхідна буде і відповідна міжнародна експертиза можливих рішень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бондарчук В.Г. Геоморфология УРСР. Лержавне учбово-педагогічне видання «Радянська школа» Київ, 1949, 234 -с.
2. Вишневський В. І., Куций А. В. Багаторічні зміни водного режиму річок України. Київ: Наукова думка, 2022. 269 с.
3. Вишневський В. І. Ріка Дніпро. Київ: Інтерпрес ЛТД, 2011. 384 с
4. Від мрії до реальності: історія будівництва Каховської ГЕС. URL: https://uhe.gov.ua/media_tsentr/novyny/vid-mrii-do-realnosti-istoriya-budivnictva-kakhovskoi-учбово-педагогічне_видавництво_радянська_школаг (дата звернення 10.01.2024)
5. Вода, що постійно прибуває, затоплені будинки, дороги, мости: що розповідають очевидці підтоплення Херсонщини. URL: <https://suspilne.media/498820-voda-so-postijno-pribuvae-zatopleni-budinki-dorogi-mosti-so-rozpovidaut-ocevidci-pidtoplenna-hersonsini/> (дата звернення 16.02.2024)
6. Географічна енциклопедія України: [у 3 т.] / редкол.: О. М. Маринич (відповід. ред.) та ін. — К., 1989—1993.
7. ЗСУ розбили останній міст на Херсонщині, окупанти втратили можливість перекидати техніку. URL: <https://pranaslo.com/zsu-rozbili-ostannij-mist-na-hersonshhini-okupanti-vtratali-mozhlivist-perekidati-tehniku-hlan/> (дата звернення 16.22.2024)
8. Каховська ГЕС ім. П.С. Непорожнього. URL: https://uhe.gov.ua/filiyi/kakhovska_hes_imeni_p_s_neporozhnoho (дата звернення 26.02.2024)
9. Рівень води у Каховському водосховищі знижується, а росіяни поширюють фейки (фото). *Новини Нікополя - NikopolNews*. URL: <https://nikopol.nikopolnews.net/nikopol/u-kakhovskomu-vodoskhovyshchi-2/> (дата звернення: 09.2.2024).
10. Про затвердження Правил експлуатації водосховищ Дніпровського каскаду : Наказ М-ва зах. довкілля та природ. ресурсів України від

- 27.05.2022 р. № 210. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0704-22#Text> (дата звернення: 09.02.2024).
11. Before-and-after satellite images show profound toll of Ukraine dam collapse. *AP News*. URL: https://apnews.com/article/ukraine-russia-dam-collapse-before-after-photos-b504eb2ce21e2c30cbcf902fbd718b71__ (date of access: 09.02.2024).
12. Український гідрометеорологічний центр. УкрГМЦ. URL: <https://www.meteo.gov.ua/> (дата звернення: 09.02.2024).
13. EarthExplorer. URL: <https://earthexplorer.usgs.gov/> (date of access: 09.02.2024).
14. The destruction of the Kakhovka dam and its consequences / V. Vyshnevskiy et al. *Water International*. 2023. P. 1–17. URL: https://doi.org/10.1080/02508060.2023.2247679__ (date of access: 10.02.2024).
15. Ukrinform. Майбутнє Каховської ГЕС: відбудувати чи залишити так, як є?. *Укрінформ - актуальні новини України та світу*. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-ato/3732699-majbutne-kahovskoi-ges-vidbuduvati-ci-zalisiti-tak-ak-e.html> (дата звернення: 10.02.2024).
16. Український гідрометеорологічний ін-т ДСНС України. Аналіз перебігу затоплення територій Херсонської області внаслідок руйнації гідроспоруд Каховської ГЕС. *Національна академія наук України*. URL: <https://www.nas.gov.ua/UA/Messages/Pages/View.aspx?MessageID=10209&fbclid=IwAR3pP6gTKnOz772BUERD1IJOGGLu-gtnAeFuyPMoHuoE1gGQhxBZOIT6SFg> (дата звернення: 10.02.2024).
17. За і проти відбудови Каховської ГЕС. Що кажуть археологи, екологи та економісти? *Хмарочос*. URL: <https://hmarochos.kiev.ua/2023/06/21/za-i-proty-vidbudovy-kahovskoyi-ges-shho-kazhut-arheology-ekology-ta-ekonomisty/> (дата звернення: 10.02.2024).
18. Провідні нідерландські компанії готові поділитись досвідом в питаннях відновлення Каховського гідровузла. *Укргідроенерго*.

URL: https://uhe.gov.ua/media_tsentr/novyny/providni-niderlandski-kompaniyi-hotovi-podilytys-dosvidom-v-pytannyakh (дата звернення: 10.02.2024).

19. Map of U.S. Dams Removed Since 1912 –. *Life Depends on Rivers*.

URL: https://www.americanrivers.org/threats-solutions/restoring-damaged-rivers/dam-removal-map/?fbclid=IwAR3811BvaQNaagJkgzXPfrZxPj_EzgGpIqstlq-qHeD8Kd0pLSZaIVrNFlo (date of access: 10.02.2024).

20. Maps - Dam Removal Europe. Dam Removal Europe. URL:

https://damremoval.eu/dam-removal-map-europe/?fbclid=IwAR2kbi0LvZYk4U73Xj4FCH5POn3Mxh7MT3XkDbuTaHUut71tVZk7P4_O35U (date of access: 10.02.2024).

21. Biodiversity strategy for 2030. *Environment*.

URL: https://environment.ec.europa.eu/strategy/biodiversity-strategy-2030_en (date of access: 10.02.2024).

22. Чи обійдемося без Каховського моря? – Газета "Світ". *Газета "Світ" – Науково-популярне періодичне видання*.

URL: <https://svit.kpi.ua/2023/12/05/чи-обійдемося-без-каховського-моря/> (дата звернення: 09.02.2024).

23. Про схвалення Водної стратегії України на період до 2050 року. *Офіційний вебпортал парламенту України*.

URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1134-2022-p#Text> (дата звернення: 09.02.2024).