

**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

Кафедра загальної та прикладної екології і зоології

**Кваліфікаційна робота
магістра**

на тему ВПЛИВ ВОЄННИХ ДІЙ НА ВОДНІ ЕКОСИСТЕМИ – *IMPACT OF
MILITARY OPERATIONS ON AQUATIC ECOSYSTEMS*

Виконала: студентка 2 курсу, групи 8.1012

спеціальності 101 Екологія

освітньо-професійної програми Екологія та охорона навколишнього
середовища

	<u>Сіталова Валерія Олегівна</u>
Керівник	<u>зав. каф., професор Рильский О.Ф.</u>
Рецензент	<u>доцент, доцент, к.с.г.н. Притула Н.М.</u>

ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Біологічний факультет

Кафедра загальної та прикладної екології і зоології

Рівень вищої освіти магістр

Спеціальність 101 Екологія

Освітньо-професійна програма Екологія та охорона навколишнього середовища

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри загальної та прикладної
екології і зоології,
д.б.н., проф.

О.Ф. Рильський

«31» січня 2023 року

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТЦІ

Сіталовій Валерії Олегівни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Вплив воєнних дій на водні екосистеми

керівник роботи Рильський О.Ф д.б.н., проф.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджена наказом ЗНУ від «01» травня 2023 р. № 644-с

2. Строк подання студентом роботи «__» _____ 20__ року

3. Вихідні дані до роботи картографічні матеріали, дані моніторингових спостережень, інтернет ресурси

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1) Визначити вплив на середовище теракту на Каховській ГЕС, наслідки 2) Розробити можливі шляхи розв'язання отриманих проблем

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): рисунки 1.1; 2.1-2.2; 3.1-3.7

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ім'я, по батькові та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4	Притула Н.М., доцент, к.с.г.н.		

7. Дата видачі завдання _____ 31 січня 2023 року _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1.	Огляд літературних джерел. Написання відповідного розділу роботи.	Травень-Червень 2023 р.	Виконано
2.	Вивчення, засвоєння методик дослідження. Написання відповідного розділу роботи.	Червень-Серпень 2023 р.	Виконано
3.	Засвоєння правил техніки безпеки під час виконання експериментальної частини. Написання відповідного розділу роботи.	Серпень-Вересень 2023 р.	Виконано
4.	Проведення експериментальних досліджень. Оформлення результатів експерименту	Жовтень 2023р.	Виконано
5.	Оформлення кваліфікаційної роботи. Передзахист роботи.	Листопад 2023р.	Виконано
6.	Рецензування кваліфікаційної роботи	Грудень 2023р.	Виконано
7.	Захист кваліфікаційної роботи	Грудень 2023р.	Виконано

Студент (-ка)

В.О. Сіталова

Керівник роботи

О.Ф. Рильський

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер

Н.М. Притула

РЕФЕРАТ

В роботі 50 сторінок, 10 рисунків, було використано 52 літературних джерела, із них 10 іноземною мовою.

Об'єктом дослідження є територія Каховського Водосховища.

Предметом дослідження є наслідки руйнації Каховської Гідро Електро Станції на навколишнє середовище.

Методи досліджень: статистичний, спостереження, описовий.

Метою кваліфікаційної роботи є: Дослідження впливу, руйнації Каховської ГЕС, на навколишнє середовище, наслідки, можливі сценарії подій.

Завдання кваліфікаційної роботи: Збір даних наслідків руйнування Каховської ГЕС під час воєнних дій: Розглядання та аналіз наслідків знищення Каховської гідроелектростанції внаслідок воєнних подій. Оцінка ефектів, які спричинили значні зміни у роботі гідроелектростанції, вплив на ландшафт, людей та довкілля. Оцінка соціальних та екологічних наслідків руйнування гідроелектростанції: Дослідження впливу знищення Каховської ГЕС на населення та навколишнє середовище. Аналіз екологічних змін у водних екосистемах, втрати робочих місць та соціальних наслідків для місцевого населення. Розробка стратегії відновлення після зруйнування Каховської ГЕС.

МОНІТОРИНГ, ГІДРОЕЛЕКТРОСТАНЦІЯ, НОВА КАХОВКА,
ЕКОЦИД, ЯКІСТЬ ВОДНИХ МАС

ABSTRACT

The work consists of 52 pages, 10 figures, 52 literary sources, including 10 in a foreign language.

The object of research is the territory of the Kakhovka Reservoir.

The subject of the study is the consequences of the destruction of the Kakhovka Hydroelectric Power Plant on the environment.

Research methods: statistical, observation, descriptive.

The purpose of the qualification work is: To study the impact on the environment of the destruction of the Kakhovka Hydroelectric Power Plant, the consequences, possible scenarios of events.

Tasks of the qualification work:

1. Analysis of the consequences of the destruction of the Kakhovka HPP during hostilities: Consideration and analysis of the consequences of the destruction of the Kakhovka hydroelectric power plant as a result of military events. Evaluation of the effects that caused significant changes in the operation of the hydroelectric power plant, the impact on the landscape, people, and the environment.
2. Assessment of the social and environmental consequences of the destruction of the hydroelectric power plant: A study of the impact of the destruction of the Kakhovka HPP on the population and the environment. Analysis of environmental changes in aquatic ecosystems, job losses and social impacts on the local population.
3. Development of a recovery strategy after the destruction of the Kakhovka HPP.

MONITORING, HYDROELECTRIC POWER PLANT, NEW
KAKHOVKA, ECOCIDE, WATER QUALITY

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1.ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	9
1.1 Історія будівництва	9
1.2 Характеристики об'єкта.....	10
1.2.1 Клімат.....	10
1.2.2 Ґрунт	11
1.2.3 Гідрологія.....	11
1.3 Гідробіологічні умови	13
1.3.1 Бактеріопланктон	14
1.3.2 Фітопланктон.....	14
1.3.3 Зоопланктон	15
1.3.4 Зообентос	16
1.3.5 Макрофіти.....	17
1.3.6 Вища водна рослинність	18
1.3.7 Іхтіофауна	19
1.3.8 Території та об'єкти природно-заповідного фонду.....	22
1.4 Гідрохімічна характеристика.....	23
1.5 Радіоекологічна ситуація	24
2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	26
2.1 Програма досліджень	26
2.2 Теорія дослідження	26
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	30
Вплив на водопостачання	37
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	41
ВИСНОВКИ	43
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	45

ВСТУП

Каховське водосховище має велике значення для забезпечення водою населення та промисловості в регіоні, а також для забезпечення рибальства та інших видів рекреації. Проте, військові конфлікти та інші негативні впливи можуть спричиняти серйозний шкідливий вплив на це водне середовище та екосистему в цілому [1] .

Задуха риби може бути наслідком різних факторів, у тому числі військових дій, що може призвести до загибелі великої кількості риби та потрапляння токсинів до води. Це може мати серйозні наслідки для екосистеми та здоров'я людей, які користуються водою з Каховського водосховища [2] .

Розрахунок кількості скинутої води та її вплив на екосистему також має велике значення, оскільки це може викликати зміни в природному середовищі, зокрема, зміну складу води та вплив на живі організми, які залежать від цієї води.

Отже, дослідження впливу війни на Каховське водосховище та аналіз токсинів, що потрапляють у воду через задуху риби, має важливе значення для підвищення рівня екологічної безпеки, збереження водних ресурсів та забезпечення здоров'я людей, які користуються водою з Каховського водосховища.

Мета: дослідження впливу воєнних дій на Каховське водосховище, розрахунок кількості скинутої води та її вплив на екосистему, аналіз токсинів, що потрапляють у воду через задуху риби як наслідок скидання води.

Завдання:

- Аналіз літературних джерел та наявної статистики з проблем впливу воєнних дій на водні ресурси України.
- Вивчення зміління ділянок Каховського водосховища та як наслідок потрапляння токсичних речовин викликане задухою представників фауни.
- Дослідження вмісту токсинів у воді внаслідок загибелі фауни Каховського

водосховища та їх вплив на здоров'я людей та тварин.

- Розробка пропозицій щодо покращення екологічної ситуації в районі Каховського водосховища.

Об'єкт дослідження: водне середовище Каховського водосховища, яке є важливим природним ресурсом для південної частини України. Водосховище знаходиться на південному заході України, в межах Херсонської та Миколаївської областей. Воно утворене на річці Дніпро шляхом забору води греблею Каховської ГЕС.

Предметом дослідження була територія Каховського водосховища.

Методи дослідження: порівняльний та статистичний методи, а також теорії та гіпотези.

Наукова новизна полягає в тому, що після руйнації Каховського водосховища, екосистема зазнала значних змін на всіх рівнях, таким чином утворились нові екосистеми які потребують дослідження.

1. ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Історія будівництва

Після закінчення Другої світової війни виникла потреба відновити промисловість та виробництво в Радянському Союзі, що передбачало запуск великих будівельних проєктів. Один із таких важливих проєктів був пов'язаний зі створенням Каховської гідроелектростанції (ГЕС) та Каховського водосховища на річці Дніпро. У початку 1950-х років, Рада Міністрів Радянського Союзу прийняла рішення про будівництво Каховської ГЕС з потужністю 250 мегават та виробництво електроенергії на рівні 1,2 мільярда кіловат – годин. Ця ГЕС мала бути частиною Дніпровського каскаду штучних морів.

Розпочали будівництво Каховської ГЕС у 1951 році поблизу міста Херсон, поруч із селом Ключовим, до 1952 року на його місці з'явилося нове місто – Нова Каховка.

Протягом 5 років, з 1951 по 1956 рік, проводилося будівництво самої ГЕС. Паралельно, для створення Каховського водосховища, було необхідно перемістити населення з близько 27 сіл, які опинилися на затоплюваній території. Цей процес був визнаний "ударним будівництвом", про яке повідомляли у газетах. На допомогу переселенцям було виділено понад 13 мільйонів рублів, і побудовано понад тисячу нових будинків для них.

Водосховище затопило площу 257 тисяч гектарів, яка включала унікальні Дніпровські плавні, значну кількість чорноземної землі та сотні археологічних пам'яток, включаючи Чортомлицьку Січ козаків. Варто зауважити, що місцеве населення було насильно виселене зі своїх рідних місць, і цей процес часто супроводився конфліктами. Олесь Довженко, відомий письменник і режисер, висловив своє обурення відносно недостатньої роз'яснювальної роботи та насильницького характеру виселення мешканців і передав цю трагедію у своєму

кіносценарії "Поєма про море", присвяченому будівництву Каховської ГЕС та створенню водосховища. До того, автора було відзначено премією імені Леніна за це видатне творіння.

Початок затоплення водосховища на Каховці датується 1955 роком, і в 1958 році був досягнутий бажаний рівень води в резервуарі. Процес підняття рівня води в Дніпрі тривав протягом зими й супроводжувався затопленням плавнів та озер. Після затоплення Дніпро в нижній частині став не зрізним до впізнавання, було затоплено різні території, включаючи Запорізький Луг, численні річки та кладовища. Загалом, цей проєкт залишив помітний вплив на природу та суспільство, зазнавши масштабних соціальних та екологічних наслідків [3].

1.2 Характеристики об'єкта

1.2.1 Клімат

Формування клімату даної території залежить від декількох важливих чинників. Ці фактори включають характер макромасштабної циркуляції повітряних мас, широтне положення місцевості (як чинник, що впливає на сонячну радіацію) і характер місцевої рельєфної поверхні, зокрема, орографічні особливості та рослинність. Клімат в обраному районі має помірно-континентальний характер. Це означає, що в цьому районі спостерігаються спекотні літа з можливістю посух, а також відносно холодні зими [2].

Середня багатолітня температура повітря в районі складає 10,1 °С. Найтеплішим місяцем є липень, коли середня місячна температура досягає +22,4 °С. Абсолютний максимум температури зафіксований у серпні й становить +39,3 °С. Січень є найхолоднішим місяцем з середньою місячною температурою повітря -2,9 °С, і абсолютний мінімум температури відзначається в лютому, коли вона опускається до -31,0 °С.

Протягом періоду спостережень з 1982 по 2012 роки, що відображає сучасні тенденції в кліматичних змінах, середня річна температура повітря становила $+10,6\text{ }^{\circ}\text{C}$, що на $0,5$ градусів вище середньої багатолітньої температури. Найвища зареєстрована температура становила $+39,3\text{ }^{\circ}\text{C}$, а найнижча $-26,7\text{ }^{\circ}\text{C}$, що на $4,3$ градуса вище абсолютного мінімуму, зафіксованого в 1911 році [3].

1.2.2 Ґрунт

Згідно з Ґрунтовою картою України на 1977 рік, ґрунти в області Каховського водосховища віднесені до класів дерново-піщаних і глинисто-піщаних. Головною рисою цих ґрунтів є високий вміст піску, які, в основному, не були оброблені. Вони часто містяться поруч зі слабо гумінованими пісками та чорноземними піщаними ґрунтами.

У районі самої греблі Каховської гідроелектростанції, на земельній ділянці, ґрунти є антропогенного походження і вкриті рослинністю. Це означає, що ці ґрунти сформувалися внаслідок діяльності людини і їх покривають рослини.

Алювіальні ґрунти поширені в районах, які періодично піддаються затопленню. На півострові Козацькому переважають також алювіальні ґрунти, але також зустрічаються слаборозвинені піщані ґрунти, які легко схильні до ерозії й мають низький вміст води та поживних речовин [4].

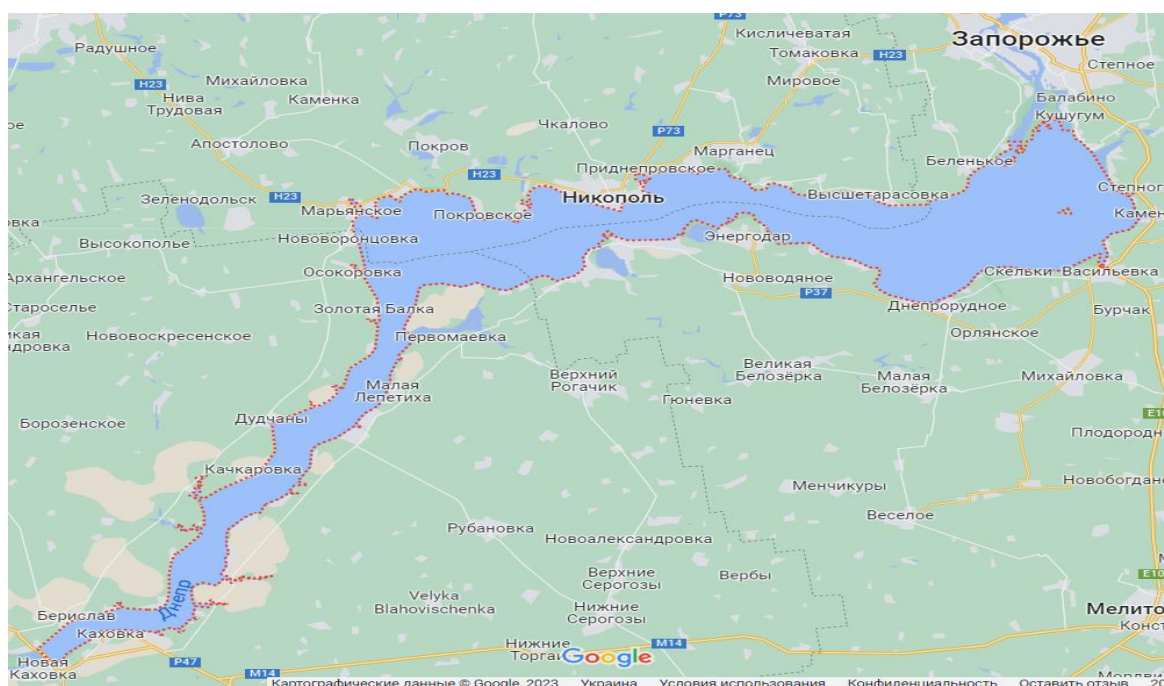
1.2.3 Гідрологія

Каховське водосховище розташоване в нижній течії річки Дніпро і

розпорошене на території Херсонської, Запорізької та Дніпропетровської областей України. Це водосховище було введено в експлуатацію у 1956 році та є гідровузлом Каховської гідроелектростанції.

Загальний обсяг Каховського водосховища становить 18,18 кубічних кілометрів, з корисним об'ємом 6,78 кубічних кілометрів і максимальною глибиною 8,4 метра (максимальна глибина – 32 метри). Нормальний рівень води водосховища складає 16 метрів, а горизонт мертвого об'єму – 12,7 метра. Середній річний стік води в гідровузлі Каховської ГЕС становить 52,2 кубічних кілометрів на рік.

Каховське водосховище використовується для сезонного та річного регулювання стоку води, а також для боротьби з високими й катастрофічними повенями. Вода з цього водосховища подається для водопостачання Півдня України, включаючи Північно-Кримський (до 2014 року), Каховський та Дніпро-Кривий Ріг канали, а також для водопостачання рудників, підприємств, міст і селищ Нікополь-Марганцевського промислового комплексу та міста Дніпрорудне в Запорізькій області, а також для зрошування прибережних районів трьох областей [5] (Рис.1.1.).



Рисунк 1.1 – Карта-схема Каховського водосховища

Вода витягується з водосховища з великим об'ємом – 900 кубічних метрів на секунду, і рівень води може коливатися на 3,3 метра. Річка Дніпро живиться переважно сніговими паводками, і близько 60% її річного стоку припадає на весняні паводки. Гідрологічний режим річки був порушений внаслідок господарської діяльності, включаючи регулювання стоку та відбір річкової води для потреб народного господарства. Дощові паводки у річці Дніпро не є значущими.

Площа водозбору річки Дніпро перед греблею Каховської ГЕС становить 482 тисячі квадратних кілометрів, що складає 95,8% всього басейну. Головні притоки Дніпра до створу Каховської ГЕС включають Березину, Сож, Прип'ять, Десну, Рось, Сулу, Псел, Ворсклу, і Самару, які формують основну частину річкового стоку в гирлі річки. У самому Каховському водосховищі впадають невеликі степові річки, включаючи річки Конка, Томаківка, Білозірка і Базавлук.

Цей гідрологічний режим важко контролювати через весняні водопілля, які є найвищими протягом року. Максимальні витрати води в цей період є найбільш вимогливими для системи Дніпровських ГЕС.

1.3 Гідробіологічні умови

Сучасний стан біоти в нижній течії Дніпра, від Каховки до Херсона, за мікробіологічними показниками свідчить про те, що практично всі ділянки основного річища річки відповідають класам якості води "добра" і "задовільна" протягом всього вегетаційного періоду. Загальна кількість бактерій в воді на цих ділянках коливається в межах від 1,53 до 5,08 мільйонів клітин на кубічний сантиметр, а кількість сапрофітних бактерій становить від 0,1 до 2,38 тисячі клітин на кубічний сантиметр.

Проте, на деяких ділянках, особливо в районі міста Херсон, водні показники води вказують на підвищений рівень забруднення. Це пов'язане з забрудненнями, які потрапляють у воду внаслідок діяльності великого міста. На цих ділянках якість води відповідає класам якості "слабко забруднена" та "помірно забруднена". Особливо виражена брудність води спостерігається нижче Херсона, де вміст сапрофітних бактерій вказує на клас "дуже брудна" [6].

Такі висновки свідчать про необхідність подальших заходів для зменшення забруднення води в цьому районі та покращення якості води в річці Дніпро.

1.3.1 Бактеріопланктон

У Каховському водосховищі відзначається стабілізація мікробіологічних процесів. Кількість бактеріопланктону на цьому водосховищі коливається в межах від 1,13 до 2,45 мільйона клітин на мілілітр при біомасі від 0,57 до 1,12 грама на мілілітр, і ці коливання майже не змінюються залежно від сезону року.

Значна концентрація бактерій спостерігалася в населених пунктах, а також в районах балок, що свідчить про забруднення водойми населенням та людською діяльністю. Кількість сапрофітних бактерій змінювалася в межах від 0,02 до 16,2 тисячі клітин на мілілітр протягом вегетаційного періоду.

Важливо відзначити, що в окремих районах, особливо навколо промислових міст, таких як Енергодар, Нікополь і Запоріжжя, спостерігалася підвищення кількості сапрофітних бактерій. Наприклад, в Запоріжжі, це значення становило від 11,3 до 14,2 тисячі клітин на мілілітр. Це свідчить про вплив промислової та людської діяльності на якість води в деяких районах водосховища та необхідність контролю за забрудненням [7].

1.3.2 Фітопланктон

У Каховському водосховищі фітопланктон є досить одноманітним і, зазвичай, складається з 4-5 домінантних видів. В різні пори року, різні види водоростей домінують:

- Навесні домінують діатомові водорості.
- Влітку переважають синьо-зелені водорості.
- Восени, спостерігаються синьо-зелені водорості разом з діатомовими водоростями.

Це призводить до різних типів "цвітіння" води водосховища, що може мати негативний вплив на якість води та екосистему.

На Каховському водосховищі існує велика кількість заток та балок, що сприяє більшому видовому різноманіттю фітопланктону. В цій водоймі в сезони може бути зареєстровано від 100 до 250 видів водоростей. Зараз відомо близько 700 видових і внутрішньовидових таксонів водоростей на водосховищі. Найбільше різноманіття водоростей спостерігається серед зелених водоростей (238 видів), діатомових водоростей (203 види) і синьо-зелених водоростей (106 видів).

Однак за останніми дослідженнями відзначається зниження біомаси синьо-зелених водоростей і підвищення біомаси зелених водоростей. Синьо-зелені водорості, такі як *Microcystis* і *Anabaena*, виділяють токсини, які можуть негативно впливати на водойми та природні процеси самоочищення води, а також сприяти масовій загибелі гідробіонтів та задуху риби.

За загальною структурою водоростей-індикаторів, водойми Каховського водосховища вважаються помірно забрудненими (рамеzosапробний тип). Однак вони також відносяться до полігіпертрофних водойм, що свідчить про високу екологічну навантаженість цієї водойми [7].

1.3.3 Зоопланктон

Зоопланктон в Каховському водосховищі включає інфузорії, коловертки, гіллястовусих ракоподібних, веслоногих ракоподібних, велігер та моллюсків. Склад зоопланктону може змінюватися в залежності від місця та сезону.

У верхній частині водосховища, де течія річки є значною, переважають коловертки. Однак, ближче до греблі, частка ракоподібних збільшується. Деякі з основних видів зоопланктону включають *Brachionus calyciflorus*, *Keratella cochlearis*, *Euchlanis dilatata*, *Asplanchna priodonta*, *Daphnia cucullata*, *Bosmina longirostris*, та *Acanthocyclops americanus*.

Верхня частина водосховища є найбільш продуктивною за зоопланктоном, де біомаса зоопланктону може досягати значної величини, навіть до 3,0 г/дм³. Середня біомаса зоопланктону по всьому водосховищу оцінюється приблизно в 0,55 г/дм³. Порівняно з іншими водосховищами у Дніпровському каскаді, Каховське водосховище має більше видове різноманіття та чисельність зоопланктону. Водосховище оцінюється як евтрофне за таксономічним складом видів і індексом сапробності, що становив 2.12, що вказує на помірне забруднення [8].

На річищах Дніпра та його основних руках спостерігається дуже високий рівень таксономічного різноманіття зоопланктону. На цих водоймах було виявлено 147 різних таксонів. Показники зоопланктону можуть коливатися дуже значно в межах чисельності та біомаси, і важливою є наявність багатьох видів.

За останні роки відзначається поліпшення якості води в річищах Дніпра, що може бути пов'язане зі збільшенням видового різноманіття зоопланктону. Водойми Дніпра показують тенденцію до покращення якості води, і у районі міста Херсон було зафіксоване підвищення ступеня чистоти води.

Узагальнено, останні дані свідчать про те, що Каховське водосховище є

досить багатим на види та чисельним внаслідок зоопланктону, а також показують поліпшення якості води в цій області водосховища [9].

1.3.4 Зообентос

Каховське водосховище має різноманітну фауну донних безхребетних. Зареєстровано 183 види цих організмів. Найбільше видового багатства спостерігається серед червононогих молюсків (18 видів), личинок бабок (16 видів) і твердокрилих (12 видів). Крім того, приблизно 7,8% видів належать до лиманно-каспійської фауни, зокрема гамариди, мізиди, кумові ракоподібні та двостулкові молюски.

Дослідження вказують, що центральна частина водосховища, особливо в глибоководних акваторіях, має найвищі показники розвитку бентосоїдних ценозів макрозообентосу. Це свідчить про наявність сприятливих умов для донних безхребетних, і висока біомаса (до 15-20 г/м²) свідчить про наявність доброї кормової бази для бентосоїдних риб.

У водосховищі розподіл донних безхребетних є нерівномірним, і населення мілководних ділянок більше за чисельністю та різноманітністю в порівнянні з глибоководними областями через більш сприятливі умови для їх існування. Проте заростання геліофітами (очеретом) на деяких мілководних ділянках, особливо в верхів'ї водосховища, може призвести до заболочення та зниження інтенсивності розвитку бентосної фауни.

Водосховище стикається з різноманітними джерелами забруднення, що впливають на якість води та донну фауну. Надмірне заростання геліофітами та забруднення води може веде до зниження цінності кормової бази для риб та негативно впливає на функціонування водної екосистеми водосховища.

На пониззі Дніпра, взагалі, було виявлено 21 фауністичну групу донних

безхребетних, представлених 226 видами. Найбільше гідробіонтів знаходиться на мілководних, де умови існування більш сприятливі, а зі збільшенням глибини та замулення чисельність та біомаса знижуються [9].

Загалом, бентосна фауна водосховища різноманітна та відіграє важливу роль в екосистемі водойми, проте вона піддається впливу негативних чинників, таких як забруднення та надмірне заростання геліофітами, які можуть потребувати внесення заходів для збереження та відновлення цінності бентосної фауни [10].

1.3.5 Макрофіти

Найбільші зони вищої водної рослинності в Каховському водосховищі розташовані на мілководдях в горній частині та в околицях Великих Кучугур. Однак численні затоки, які утворилися внаслідок річкових балок та приток, мають обмежену кількість вищої рослинності через відсутність придатного мілководдя. Площа рослинного покриву водосховища зараз становить приблизно 7 тис. гектарів і включає різні види рослинних угруповань, таких як *Phragmitetum ausralis*, *Typhetun angustifolium*, *Typhetun latifolium*, *Scirpetum lacustris*, *Scirpetum tabernaemontani*, *Potametum perfoliatus*, *P. lucentis*, *P. pectinati*, *Myriophylletum spicati*, *Ceratophylletum demersi* та *Salvinietum natantis*. Вище в горній частині водосховища, навколо Великих Кучугур і в затоці біля міста Енергодар, сплавини вузьколистого рогозу та звичайного очерету займають значну площу. На мілководдях також існують групи занурених видів макрофітів, таких як *Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum spicatum* та *Potamogeton pectinatus*. Ці зарості вищої водної рослинності є основними місцями для розмноження багатьох промислових видів риб. Крім того, вони є місцями скупчення

різноманітних видів водних та прибережних тварин. Таким чином, на сучасному етапі розвитку рослинний покрив водосховища зафіксувався та став стійким. Він характеризується формуванням стійких і високопродуктивних угруповань, які заповнили всі доступні екологічні ніші. Ці угруповання містять зарості очерету, десника пронизанолистого та занурених макрофітів [11].

1.3.6 Вища водна рослинність

В нижній частині Дніпра спостерігається велика різноманітність у флорі та фітоценозах. Наразі було зафіксовано 56 видів макрофітів, і серед них переважають види з родин *Potamogetonaceae* (12 видів), *Cyperaceae* (5 видів), *Lemnaceae* (5 видів) та *Hydrocharitaceae* (4 види). В цьому регіоні збереглися рідкісні види рослин, які потребують охорони, такі як *Ceratophyllum tanaiticum* (занесений до Європейського Червоного Списку), *Aldrovanda vesiculosa*, *Trapa natans*, *Nymphoides peltata*, *Salvinia natans* (занесений до Червоної книги України), *Nymphaea alba*, *Utricularia vulgaris* (занесений до Червоного списку Херсонської області).

На основі досліджень, проведених Інститутом гідробіології НАН України у 2014 році, спостерігаються такі динамічні тенденції в рослинному покриві протягом останнього десятиріччя:

У річищах Дніпра та його основних рукавах через збільшення розміру мілин спостерігається розширення заростей реофільних видів вищих водних рослин. Раніше звичайні види, які ростуть на алювіальних мілинах, стали рідкісними.

В другорядних протоках, де збережена водойма, спостерігається тенденція до замулення та заболочення.

Збільшилася кількість глухих другорядних проток, які майже втратили

гідрологічний зв'язок з головним річищем. У таких водоймах спостерігається інтенсивне заболочення та заростання водяними рослинами.

У заплавах водоймах продовжується тенденція до збіднення флористичного складу, а структура рослинних угруповань спрощується.

Збільшилася кількість водойм, які, через втрату водовідвідних функцій та обміління, повністю заростають лататтям.

Дистрофічні водойми втрачають свою цінність для рибного господарства.

Водойми, які потрапили під вплив комунально-побутових стоків міста Херсон, перетворюються в екосистеми, де макрофіти пригнічуються через гіперцвітіння водоростей [11].

1.3.7 Іхтіофауна

Каховське водосховище є одним із важливих водних об'єктів загальнодержавного значення для рибної галузі. Воно використовується для промислового вилову риби протягом більшості свого існування. Початковий склад іхтіофауни водосховища склався з видів, які жили в річці Дніпро в зоні затоплення, а також з впливом напівпрохідних видів з нижнього Дніпра та Дніпровсько-Бузької гирлової системи. На початку існування водосховища в ньому було 47 видів риб, включаючи плоскирку, синця, ляща, чехоню, тюлька, верховодку та окуня.

На сьогодні іхтіофауна Каховського водосховища включає 42 види риб, що належать до 15 родин. З них близько 20 видів мають велике промислове значення. Однією з основних тенденцій щодо змін у видовому складі та видових домінантах іхтіофауни Каховського водосховища є виключення стенобіонтних та реофільних видів, тоді як лімнофільні представники понто-каспійського прісноводного, і, меншою мірою, бореально-рівнинного фауністичних комплексів, знайшли

сприятливі умови для існування в умовах зарегульованого стоку. Головними факторами цих змін є зміна гідрологічного режиму, утворення стагнаційних зон з озерним характером біотопів, накопичення надлишкової органічної речовини, яка частково накопичується в макрофітах і детриті, що спричинює інтенсифікацію процесів заростання та замулення важливих біотопів для риби, а також порушення природних міграційних шляхів риби. На даний час основними видами риби, які мають велике промислове значення в Каховському водосховищі, є лящ, сріблястий карась і плітка.

У водоймі Каховського водосховища велику частину (до 70% загальної маси) складають риби-рослиноїди, зокрема, білі та строкаті товстолоби та їх гібриди. Більшість риби уродженців водосховища є харчовими для інших риби другого порядку, і види, що займають вищі трофічні рівні, становлять відносно невелику частину (3-5%). У порівнянні з іншими водосховищами водосховища Дніпра, в Каховському водосховищі риби-зоопланктофаги домінують серед промислових видів. За екологічними групами, в залежності від типу субстрату для нересту, основну частину іхтіокомплексу становлять фітофільні види (94,1% від загального промислового запасу). Важливо відзначити, що водосховище відрізняється недостатнім розвитком місць для нересту, і ці місця розподілені нерівномірно по всій території водосховища.

Найбільш сприятливими для нересту є місця з незамуленими або слабко замуленими ділянками з глибинами до 2 метрів, що захищені від вітрового та хвильового впливу, і мають добре розвинений субстрат для нересту. Ці місця сприяють відтворенню фітофільних видів риби. Найбільші нерестовища зосереджені у верхній частині водосховища. Узагальнені дані про промисловий вилов риби вказують на тенденцію до збільшення вилову протягом 2000-2009 років, але він знову зменшився у 2010-2012 роках, при цьому фактична промислова рибопродуктивність водосховища виявилася нижчою, ніж середня для водойм у каскаді.

Щодо іхтіофауни водосховища Дніпровсько-Бузької гирлової області, за

період з 1931 по 1960 роки було виявлено 79 видів риб, що відносяться до 20 родин. Найчисельнішою родиною були коропові з 26 видами, за якими ішли бичкові (16 видів), окуневі (7 видів), осетрові (5 видів) і оселедцеві (4 види). Серед осетрових видів були білуга, шип, стерляда, чорноморсько-азовський осетр і севрюга. Серед оселедцевих видів були чорноморський оселедець, чорноморський пузанок, чорноморський шпрот і чорноморсько-азовська тюлька.

У період з 1961 по 1985 роки в Дніпровсько-Бузькій гирловій області зареєстровано наявність 81 виду риб, включаючи тимчасових мешканців, які час від часу приходили з Чорного моря. Ці види належать до 21 родини й розподіляються так: 39 видів належать до прісних водойм, 17 до морських, 12 до солонувато-водних, і 12 до прохідних або напівпрохідних видів. На сьогодні, в тій же області, було зафіксовано 73 види риб, які також належать до 21 родини. З них 35 видів проживають у прісних водоймах, 12 – у морях, 11 – у солонувато-водних середовищах і 15 – є прохідними видами.

У пізніші роки було зафіксовано поширення піленгасу, який тепер зустрічається в пониззі Дніпра, включаючи Дніпровсько-Бузький лиман та район міста Херсона. Проте, мережа нерестовищ в цій області досить обмежена. Раніше Собеський лиман був найбільш продуктивним, але тепер він став зарослим і замуленим. Більшість нерестовищ у верхній частині пониззя Дніпра стали менш продуктивними через відсутність належного водообміну. На інших заплачних озерах, таких як Великі Дуплечі, Малі Дуплечі та Лебедине, спостерігається нерест сріблястого карася та щуки в пізній весні.

Основу промислової іхтіофауни в пониззі Дніпра складають фітофільні напівпрохідні види, такі як тарань, лящ, сазан, судак, а також туводні риби, які включають карася сріблястого, лин, плоскирку, окунь і щуку. Останнім часом рівень рибопродуктивності у пониззі Дніпра знизився і досяг майже критичних значень, головним чином через замулення, обміління, заростання та заболочування водойм [12].

1.3.8 Території та об'єкти природно-заповідного фонду

Велика територія Каховського водосховища є однією з найцінніших заплавно-літоральних областей в Європі. Дельта Дніпра, яка характеризується унікальним різноманіттям природи, є ключовою для збереження цього регіону і становить основу Національного Природного Парку "Нижньодніпровський" який був створений на площі 80177,80 гектарів. Цей парк розташований на територіях різних районів і міст Херсонської області, таких як Білозерський, Бериславський, Голопристанський, Олешківський райони, а також міста Херсон і Нова Каховка.

Національний Природний Парк поділяється на три райони: Верхній, Центральний і Нижній, кожен з яких має свої власні характеристики. Верхній район включає заплавні та частину надзаплавних ділянок від греблі Каховської ГЕС до села Антонівка і характеризується наявністю великих лісопаркових ландшафтів, водойм, водотоків, степових схилів, і рідкісних видів рослин і тварин. На території цього району розташовані національні заказники та рекреаційні зони. Рекреаційна діяльність є помірно інтенсивною. В рамках парку виділяють п'ять зон: зона абсолютного захисту, заповідно-туристична (природо-освітня), рекреаційна, господарська і буферна.

На території Національного Природного Парку "Нижньодніпровський" збереглися різноманітні природні угруповання, включаючи заплавні ліси, болота, луки, піщані степи, степові схили Дніпра і відслонення гірських порід. Ця територія служить домівкою для багатьох видів судинних рослин, безхребетних водних тварин, риб, земноводних, плазунів, птахів і ссавців. Інший, до Червоної книги України включає 147 видів, включаючи 29 видів рослин і грибів, і 118 видів тварин. До Зеленої книги України включено 21 рослинне угруповання[12].

1.4 Гідрохімічна характеристика

На основі результатів спостережень за забрудненням Каховського водосховища можна зробити декілька висновків:

Мінералізація води: Значення мінералізації води практично не змінюється і коливається в межах 339 – 403 мг/дм³. Склад головних іонів також стабільний, з домінуванням кальцію, гідрокарбонатів, хлоридів та сульфатів. Середнє значення рН води знаходиться в межах 7,90 – 8,05.

Кисневий режим: Кисневий режим водосховища є стабільним, і концентрація кисню коливається від 13,7 мг/дм³ взимку до 7,43 мг/дм³ влітку.

Біогенні елементи: Обсяги надходження фосфору важливі для рівня трофності водойми, і води Каховського водосховища мають певні коливання в концентрації азоту та фосфору.

Споживання кисню: Величини хімічного (ХСК) та біологічного (БСК5) споживання кисню свідчать про забруднення води речовинами, які окислюються. Значення ХСК коливається від 12,0 до 28,8 мг/дм³, а БСК5 в межах 2,26 – 3,05 мг/дм³.

Забруднення специфічними речовинами: Вміст специфічних забруднювальних речовин, таких як нафтопродукти, феноли та синтетичні поверхнево-активні речовини, показує незначні зміни протягом року.

Важкі метали: Надходження важких металів, які є однією з основних загроз водоймі, не приводить до значних перевищень гранично допустимих концентрацій.

Пестициди: Хлорорганічні пестициди, такі як ДДТ та ДДЕ, майже відсутні в водах водосховища.

Загалом, результати свідчать про певний рівень забруднення водосховища, але більшість показників залишається в межах допустимих норм і не призводить до критичних змін у водоймах. Треба продовжувати моніторинг та вживати

заходи для збереження та покращення якості водних ресурсів [13].

1.5 Радіоекологічна ситуація

Радіаційний стан Каховського водосховища в останні роки визначається переважно техногенними радіонуклідами, що змиваються з водозаборів, забруднених внаслідок аварійних викидів з Чорнобильської АЕС. Основним шляхом надходження радіонуклідів до Каховського водосховища залишаються води річки Прип'ять, з подальшою міграцією цих радіонуклідів по каскаду Дніпровських водосховищ. Умови формування поверхневого стоку на території водозбору Прип'яті мають вирішальний вплив на радіаційний стан всього Дніпровського каскаду.

Важливою є гідрометеорологічна ситуація у зоні відчуження, оскільки вона впливає на перенесення радіонуклідів до водойм. У січні-червні 2011 року гідрометеорологічні умови в зоні відчуження не призвели до ускладнень радіаційної ситуації.

Упродовж Дніпровського каскаду водосховищ концентрація радіонуклідів зменшується внаслідок процесів седиментації й розбавлення води бокових потоків. У Каховському водосховищі в районі Нової Каховки у 2011 році значення концентрацій стронцію-90 та цезію-137 становили 26 та 0,40 Бк/м³ відповідно, що було нижче, ніж у 2011 році. У Дніпро-Бузькому лимані у районі Очакова вміст стронцію-90 і цезію-137 також зменшився у порівнянні з 2011 роком.

Загалом, моніторинг радіаційного стану водних ресурсів є важливим для забезпечення якості води та здоров'я громадян [13].

2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Програма досліджень

Відповідно до мети наукової роботи була сформована наступна програма:

- 1) За допомогою інтернет-ресурсів дослідити стан території Каховської ГЕС після руйнування.
- 2) Визначити екологічний та економічний збиток руйнації ГЕС.
- 3) Розробити план відновлення постраждалих територій.
- 4) Зробити висновки щодо наслідків терористичного акту на Каховській ГЕС, для навколишнього середовища

2.2 Теорія дослідження

Вночі 6 червня 2023 року, орієнтовно о 2:50, російські окупаційні війська вчинили підрив дамби Каховської гідроелектростанції (ГЕС). В результаті цього, станом на 12.06.2023 року, з Каховського водосховища вниз по Дніпру вилилося 14,4 кубічних кілометри води, що становить 72% від обсягу води, який накопичився там до моменту руйнування греблі. Для порівняння, цей обсяг води складає 27% від загального обсягу середнього річного стоку Дніпра, який становить 53,5 кубічних кілометрів.

В результаті витоку води з Каховської гідроелектростанції на 12 червня 2023 року за даними супутникових знімків підтоплено в цілому 612 квадратних кілометрів території, з них 554,6 кв. км в Херсонській області та 57,8 кв. км в Миколаївській області. Станом на ранок 8 червня середній рівень підтоплення в Херсонській області становив приблизно 5,6 метра, що перевищує рівень води,

зафіксований о 20:00 5 червня 2023 року. У наступні дні витік води з Каховського водосховища через Кінбурнську протоку до моря призвів до зменшення загальної площі затоплених територій майже вдвічі, до 309 кв. км.

Протягом першого тижня після руйнування дамби середні витрати води становили близько 23,8 тисячі кубічних метрів на секунду, що в порівнянні зі стандартними середньорічними витратами води в нижньому Дніпрі, що складають 1,6 тисячі кубічних метрів на секунду, становить значну різницю. Таким чином, швидкість течії в середньому зросла майже в 15 разів. Зазначено, що у перші та другі доби після руйнування греблі залпові скиди води та швидкість течії були значно вищими, ніж середні значення.

З підтоплених територій, включаючи міста і населені пункти, у море потрапили паливно-мастильні матеріали, пестициди, інші небезпечні хімічні речовини (з місць їх зберігання), сполуки важких металів, включаючи ті, що стали результатом викидів промислових підприємств у містах Запоріжжя та Дніпро, і накопичувалися в донних відкладах Каховського водосховища протягом десятиліть. Також під водою опинилися залишки загиблих свійських та диких тварин та прісноводна рослинність.

Важливо відзначити, що Україна пережила катастрофу внаслідок гідродинамічної аварії внаслідок терористичного акту не вперше (рис. 2.1.). 18 вересня 1941 року, після прориву німецьких військ у районі міста Запоріжжя, спеціалісти НКВС вчинили злочинний і нерозсудливий акт, підірвавши греблю Дніпрогесу застосувавши 20 тонн вибухівки. У греблі утворився пробій завдовжки 165 метрів, через який ринула багатометрова хвиля, спричинивши руйнування і загибель людей. Просування німецько-фашистської армії не зупинилося, а жертви серед радянських військових і цивільного населення, згідно з різними оцінками, сягнули від 20 до 80-120 тисяч осіб [14].



Рисунок 2.1.– Зруйнована гребля Дніпрогесу, 1941 р. (фото з відкритих джерел)

На сьогодні історія, схоже, повторюється (рис. 2.2) – ворог використовує методи, що суперечать не лише законам і звичаям війни, а й здоровому глузду.



Рисунок 2.2. – Зруйнована гребля Каховської ГЕС, 2023 р. (фото з відкритих джерел)

У результаті затоплення потрапили каналізаційні насосні станції, вигрібні ями будинків приватного сектору, кілька кладовищ та скотомогильників. Це створило загрозу мікробіологічного забруднення річкових та прибережних морських вод, а також призвело до розвитку негативних наслідків евтрофікації морських вод. Це включає спалах біомаси (відомий як "цвітіння") водоростей та дефіцит розчиненого кисню у придонному шарі акваторії. Це відбувається через споживання кисню на біохімічне окислення органічних речовин, які мають алохтонне й автохтонне походження.

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

За космічними даними Геологічної служби США USGS, надані супутниками Landsat-8 та Landsat-9, було окреслено території затоплення. Для цього використано зображення у ближньому інфрачервоному діапазоні NIR, який дозволяє чітко вирізнити водну поверхню від інших територій. За зображенням сформовано маску водного дзеркала за пороговими значеннями індексу на основі зображень від 1 червня (до руйнування ГЕС) та 9 червня. За отриманими результатами порівняно площу водної поверхні до затоплення (822 км²) та після затоплення (1462 км²). Таким чином визначена площа затоплення складає 640 км², що суттєво перевищує попередню оцінку у 370 км² (рис. 3.1 – 3.2.).

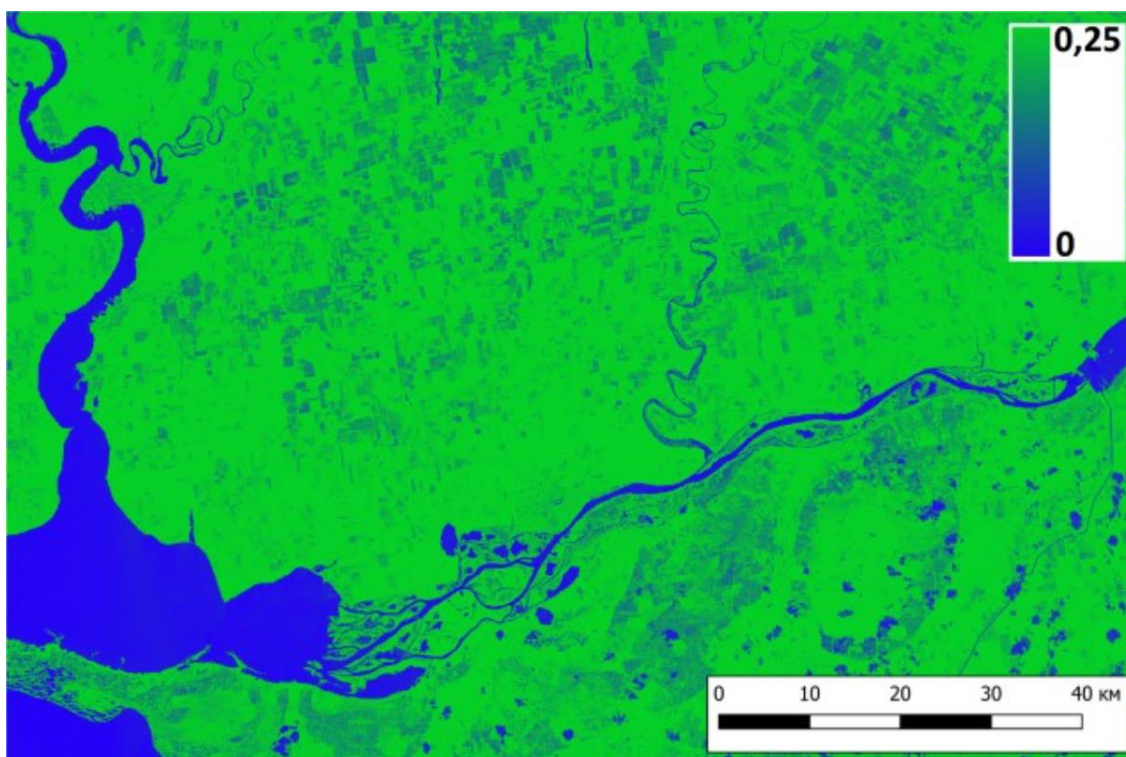


Рисунок 3.1 – Зображення розподілу коефіцієнта спектрального відбиття у ближній інфрачервоній області річища Дніпра від Каховської ГЕС до гирла, за даними супутника Landsat-8, від 1 червня 2023 р.

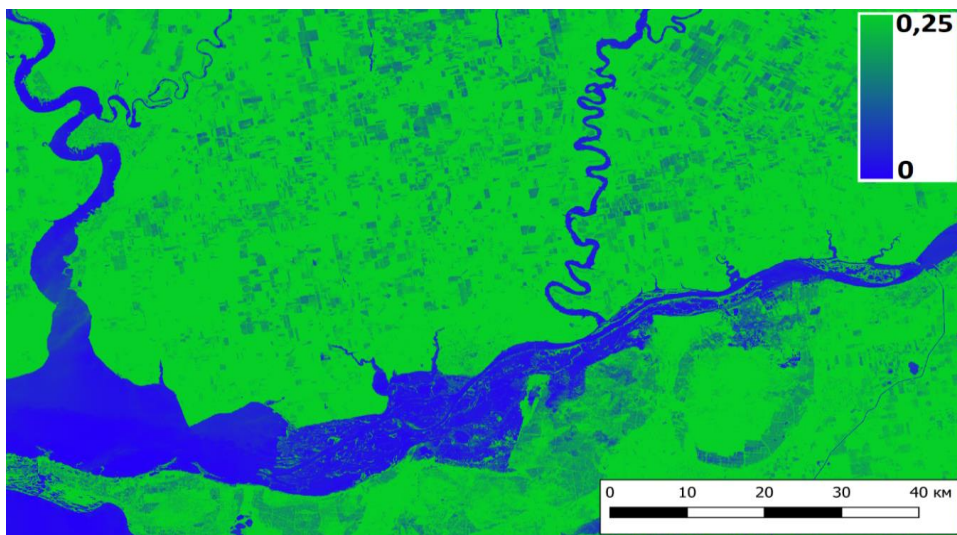


Рисунок 3.2.– Зображення розподілу коефіцієнта спектрального відбиття у ближній інфрачервоній області русла Дніпра від Каховської ГЕС до гирла, за даними супутника Landsat-9, від 9 червня 2023 р.

За даними картування території розповсюдження води виявлено практично повне затоплення міст Олешки та Гола Пристань та прилеглих сіл, мікрорайону Корабел міста Херсон, ряду сіл та технічних об'єктів вздовж річки Інгулець, зокрема підтоплено частину сонячної електростанції біля села Нововасилівка.

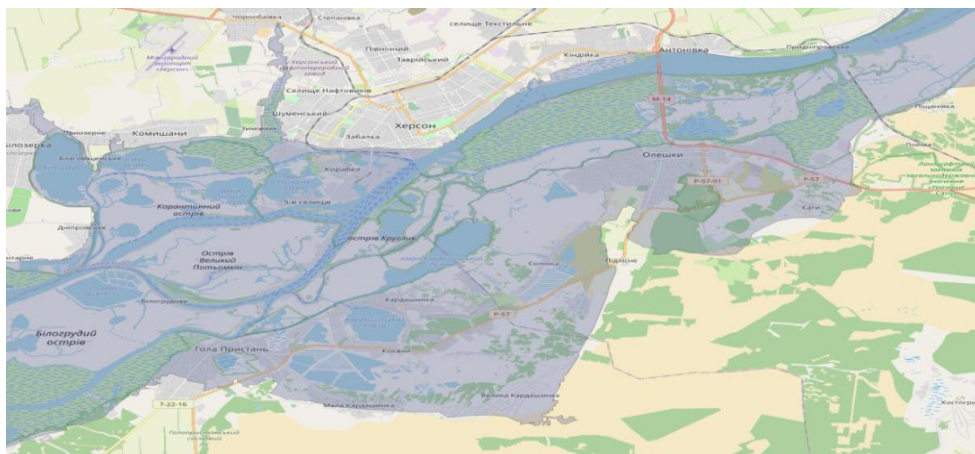


Рисунок 3.3.– Окреслення територій затоплення околиць м. Херсон, за даними обробки космічних даних

Окрім оптичних даних застосовано дані радарного знімання для попередньої оцінки наслідків обміління Каховського водосховища. Було використано зображення супутника Sentinel-1 Європейського космічного агентства. Окрім суттєвої зміни берегової лінії, виявлені прояви старого річища Дніпра, яке наразі вже дозволяє сформувати майбутню конфігурацію річки на даній ділянці. Виявлено, що значна ділянка Дніпра південніше Запоріжжя найближчі місяці піддасться сильному заболоченню. Серед багатьох загроз, що несе зниження рівня води у водосховищі однією із найкритичніших є припинення постачання води до системи зрошення сільськогосподарських угідь регіону. Також із водосховища робився забір води для потреб Запорізької ЗАЕС. Наразі зниження рівня води у ставку-охолоджувачі ЗАЕС не виявлено.

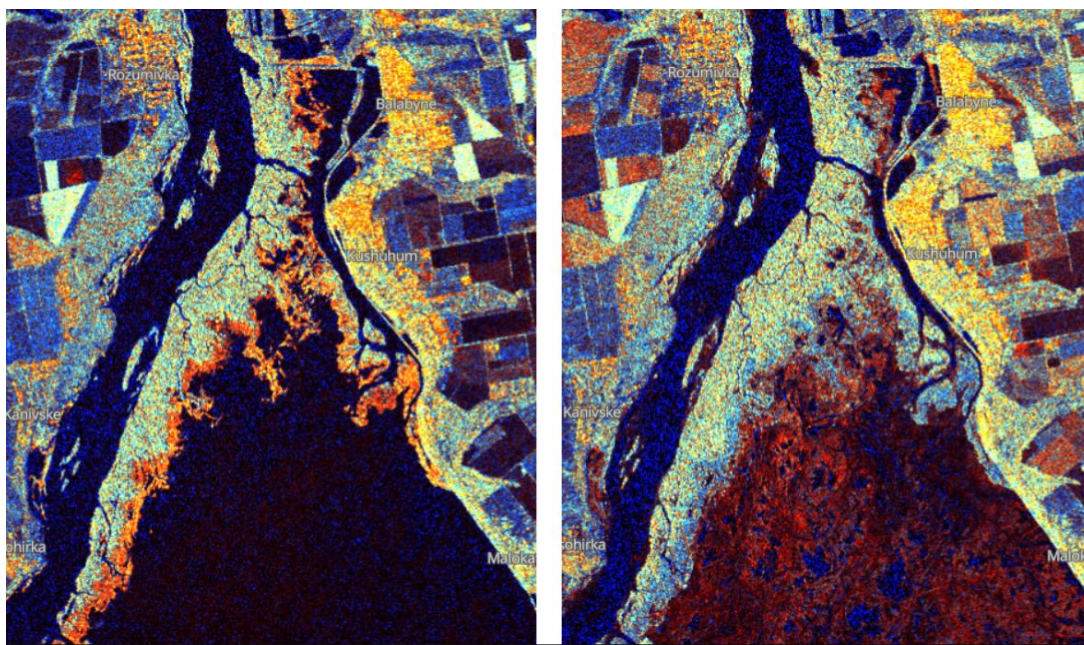


Рисунок 3.4.– Прояви обміління Дніпра південніше Запоріжжя за даними радарного знімання супутника Sentinel-1: зображення від 4 червня 2023 р. (ліворуч) та 16 червня 2023 р. (праворуч)

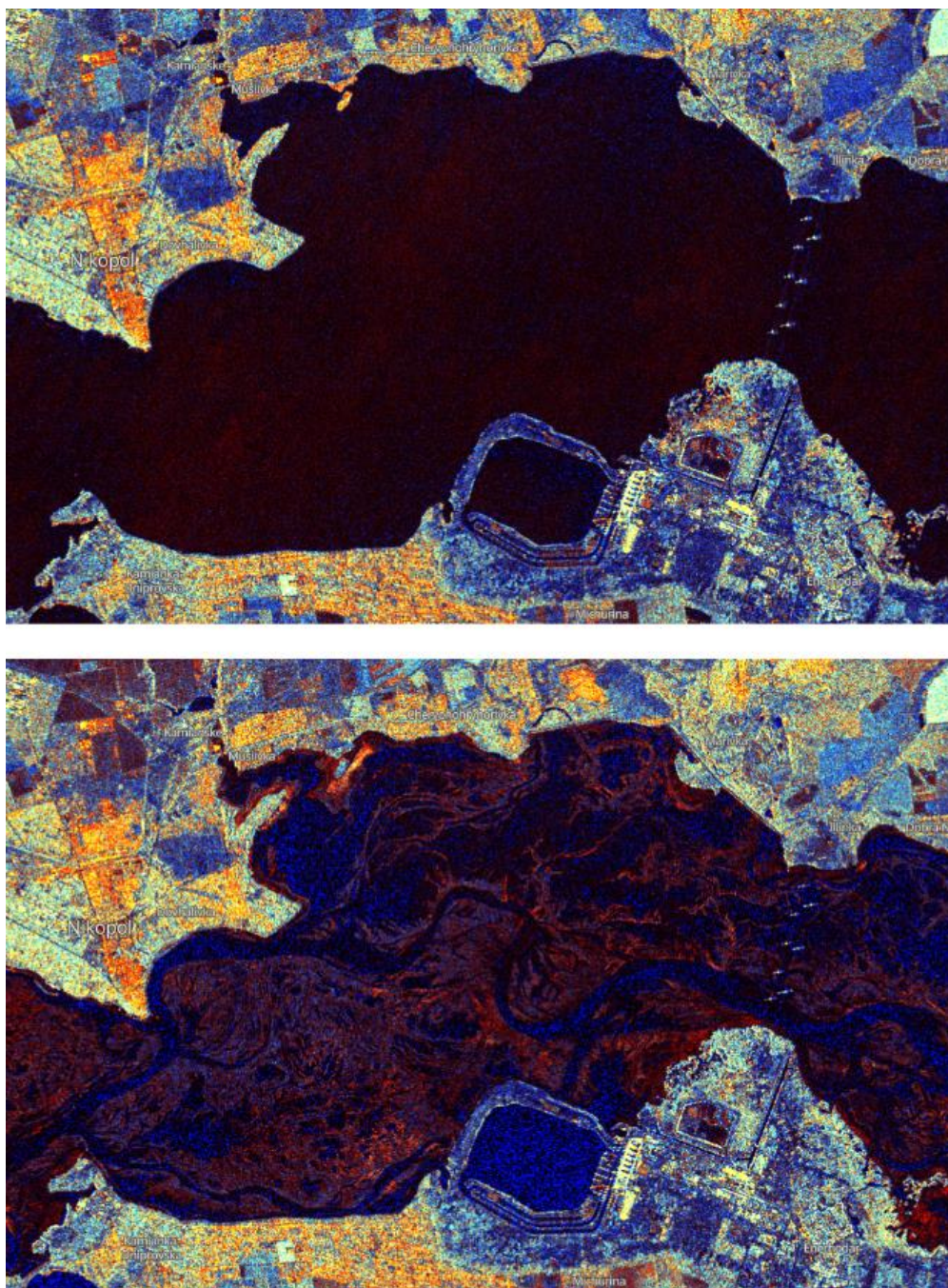


Рисунок 3.5.–Прояви обміління Дніпра в межах берегових ліній міст Нікополь та Енергодар, за даними радарного знімання супутника Sentinel-1: зображення від 4 червня 2023 р. (зверху) та 16 червня 2023 р. (знизу)

Вчені відзначили, що наведений аналіз поточного стану територій та наслідків руйнування російськими військами греблі Каховської ГЕС, проведений на основі матеріалів космічного знімання, був обмежений рамками відведеного часу і має оперативний характер. Для всебічного кількісного

оцінювання масштабів і передбачуваних наслідків катастрофи, загроз, що вона несе для України та світу, доцільне проведення спеціального дослідження.[15] За даними супутникових знімків, площа акваторії моря, яка була зайнята забрудненими річковими водами з високим вмістом мінеральної заварі та органічних речовин алохтонного походження, станом на 6 червня складала 616,8 км². Ця площа збільшилась до 1248,2 км² на 9 червня та до 1710 км² на 10 червня. Проникненню забруднених вод з Дніпровсько-Бузького лиману в Одеський район сприяли вітри південно-східного, східного та північно-східного напрямків, які переважали з 7 по 9 червня. [16]

11 червня 2023 року, шлейф забрудненої води, утворений мінеральними відкладеннями, що піднялися водним потоком з дна Каховського водосховища та річища річки Дніпро, разом із вимитими ґрунтами з високим вмістом гумусу, органічними залишками господарсько-побутового походження, а також рештками флори та фауни дельтової частини річки Дніпро, досяг виходу з Дністровського лиману.

За даними, отриманими в перші дні після досягнення брудною водою узбережжя Одеської області (з 9 по 13 червня 2023 року), спостерігались високі концентрації амонійного азоту. Амонійний азот є початковою формою мінерального азоту, яка утворюється внаслідок мінералізації органічних речовин. Ця форма азоту є основною для водоростей, коли вони виробляють органічну речовину. Висока концентрація амонійного азоту сприяє швидкому зростанню біомаси водоростей.

На 9 червня 2023 року було зафіксоване перевищення ГДК (граничнодопустимої концентрації) для амонійного азоту у 2,7 рази в порівнянні з допустимим значенням, яке становить 0,5 мг/дм³.

Також 9 червня 2023 року в районі с. Нова Дофінівка було виявлено значне перевищення ГДК для нафтопродуктів, яке становило 1,35 мг/дм³ порівняно з ГДК в 0,05 мг/дм³.

З 9 по 13 червня 2023 року були зафіксовані концентрації загального заліза, які в разі перевищували встановлені ГДК ($0,05 \text{ мг/дм}^3$). Проби води, взяті в третій декаді червня для визначення забруднення токсичними речовинами в акваторіях Одеської затоки, моря біля м. Очаків, Дніпровського-Бузького лиману та річкової води поблизу м. Херсон, також показали забруднення нафтопродуктами, токсичними металами (цинк, кадмій, миш'як) та хлорорганічними сполуками (ліндан та ПХБ), і всі ці концентрації перевищували встановлені норми.[17]

Із супутникових знімків видно, що на 15 червня 2023 року розповсюдження фітопланктону охопило площу 1500 км^2 в північно-західній частині Чорного моря. [18]

Унаслідок цього утворилась значна маса автохтонної органічної речовини з біомаси фітопланктону. Це поповнило загальний пул алохтонної органіки, яка потрапила до моря з Дніпровсько-Бузького лиману після руйнування греблі Каховської ГЕС у формі фітопланктону прісноводного походження, органічних речовин у водах систем каналізації населених пунктів, решток рослин і тварин, органічних речовин у змитих зі сільськогосподарських угідь ґрунтів тощо.

При біохімічному розкладанні цієї органічної речовини в морській воді буде споживатись розчинений у воді кисень. Це призведе до зниження вмісту кисню у морській воді, особливо в придонному шарі акваторії на глибинах понад 10 м. За даними [19], значення біохімічного споживання кисню (БСК5) у морській воді збільшилося з 1,2 до $2,9 \text{ мг/дм}^3$ за період з 7 по 20 червня 2023 року.

У морі відбувається осадження завислої органічної речовини алохтонного та автохтонного походження і її акумуляція у донних відкладах. Підвищення температури морської води, особливо на глибинах нижче сезонного термоклину, призведе до збільшення біохімічного споживання кисню на розкладання накопиченого пулу органічної речовини у воді й донних відкладах. Це може спричинити виникнення гіпоксії та аноксії у придонному шарі моря й

прибережних водах Одеського району Чорного моря, що може призвести до масової загибелі гідробіонтів через нестачу кисню. Розкладання токсичних речовин, які накопичуються у донних відкладах, може тривати протягом багатьох років, тож відновлення морської екосистеми займе значний час.

За інформацією ООН, наслідком вибуху на Каховській дамбі можуть стати проблеми з водопостачанням для понад 700 000 осіб, більшість з яких проживають на тимчасово окупованих територіях.

Експерти вважають, що втрата води з каналів може серйозно ускладнити виробництво продуктів харчування в регіоні.

Катастрофа, що виникла внаслідок руйнування дамби 6 червня, призвела до масштабних повеней, які зачепили поселення та сільськогосподарські землі практично по всій Херсонщині.

Рівень води, як у водосховищі, так і в живлючих каналах, суттєво знизився вище за течією від дамби (проти північно-східного напрямку). Останні супутникові знімки свідчать про продовження падіння рівня води.

Ці канали були важливим джерелом питної води для багатьох мешканців південної України та використовувалися для зрошення великих сільськогосподарських угідь. Крім того, дамба слугувала захистом від повеней у нижніх районах, відносно на південний захід за течією.

За спостереженнями ВВС, усі чотири входи в канал були відключені до 15 червня, оскільки рівень води в водосховищі продовжував падати.

Подальші зображення свідчать про значне висихання резервуара, який раніше містив 18 кубічних кілометрів води.

Найпершими ділянками, що втратили воду, були мілкіші області водосховища, де можна було побачити частину природної форми Дніпра до будівництва дамби в 1956 році.

Зображення демонструють, що канали все ще містять воду далеко від резервуара. Однак неясно, скільки часу знадобиться, щоб вони повністю висохли.

Перед конфліктом приблизно 5840 квадратних кілометрів (або 584 000 гектарів) сільськогосподарських угідь по обидва боки річки Дніпро могли бути потенційно обслуговані каналами, причому більшість земель залежала від систем зрошення.



Рисунок 3.6. Наслідки обміління водосховища

Kakhovka Reservoir dries up

5 June 2023

18 June 2023



Source: Planet Labs PBC

BBC

Рисунок 3.7. Аерокосмічна зйомка наслідків обміління водосховища поблизу міста Нікополь

Згідно з даними уряду України, у 2021 році на цих територіях було зібрано понад два мільйони тонн зернових та олійних культур.

За словами програмної директорки NASA Інбали Беккер-Решеф, нижче від водосховища після руйнування дамби стали затоплюватися багаті населені пункти та сільськогосподарські угіддя. Проте, позапланова втрата води з каналів стане серйозною загрозою для виробництва харчових продуктів у регіоні.

"Канали в основному зрошують літні культури, такі як кукурудза, соя та певною мірою соняшник. Але вони також зрошують частину пшениці, яка є озимою культурою, а також багато овочів і фруктів, таких як дині", – пояснила вона.

Покинуті канали можуть почати забруднюватися мулом, що зменшить їх ефективність, і чим довше вони залишатимуться без води, тим гірше це буде впливати на них.

Мартін Гріффітс, глава відділу екстреної допомоги ООН, раніше зауважив ВВС, що руйнування дамби має значний вплив на глобальну продовольчу безпеку, описуючи цю область як "житницю не лише для України, але і для світу".

Україна є великим експортером соняшнику, кукурудзи, пшениці та ячменю. Війна спричинила глобальні проблеми з постачанням, особливо в країнах Близького Сходу та Африки, які значною мірою залежать від українського зерна.

Відновлення дамби виглядає як один із небагатьох довгострокових заходів для відновлення водної безпеки в цьому регіоні.

"Зараз рівень води спадає, і вода не досягає систем каналів. Щоб повернути воду, необхідно відновити дамбу", – заявив міністр сільськогосподарської політики та продовольства України Микола Сольський.

Експерти попереджають, що ця територія народжує значні ризики як для посух, так і для повеней, оскільки гребля допомагала регулювати раптові коливання рівня води.

"Тепер вододільний басейн річки, який розташовується внизу від дамби, не контролюється", – відзначив Яап Флікворт, радник з управління повенями та узбережжям інженерно-консультаційної компанії Royal HaskoningDHV.

Якщо дамбу не відновлять або не збудують ефективні захисти від повеней, Флікворт зауважив, що деякі території можуть стати необхідними для відселення через їх високе розташування відносно річки. [20]

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Перед виконанням практичної частини наукової роботи на тему: «Вплив військових дій на водні екосистеми», зі мною був проведений інструктаж з охорони праці науковим керівником за інструкцією з Охорони праці та інструкцією з Пожежної безпеки.

Під час виконання магістерської роботи могли виникнути наступні небезпечні виробничі ситуації: обстріли під час повітряної тривоги та загрози артилерійського обстрілу, електричне ураження. [21-22].

Під час військових дій в країні створюється додаткова загроза життю, тому під час усіх досліджень я дотримувалась правил поведінки під час сигналів повітряної тривоги та загрози артилерійського обстрілу [23]:

1) не виходила на вулицю в період дії комендантської години та під час повітряної тривоги та загрози арт. обстрілу;

2) ховалася в пристосованому для укриття місця під час артударів;

3) дотримувалася правила двох стін. (У разі «прильоту» перша стіна бере на себе удар, а друга стіна може захистити від осколків та сторонніх уражаючих предметів);

4) трималася якомога далі від вікон;

5) виявляючи підозрілі предмети на вулиці, я їх не підіймала, повідомляла в службу 101 або 102.

Статистична обробка проводилась на комп'ютері, що створює небезпеку ураження електричним струмом, тому необхідно знати та чітко виконувати ряд правил техніки безпеки [24-25].

Під час роботи за комп'ютером я дотримувалась таких правил:

1) не торкалася екрана, проводів живлення, з'єднувальних кабелів;

2) не порушувати порядок увімкнення й вимикання апаратних блоків;

- 3) не клала на апаратуру сторонні предмети;
- 4) не працювати на комп'ютері у вологому одязі та вологими руками;
- 5) не працювала на комп'ютері при недостатньому освітленні, високому рівні шуму;
- 6) документи для роботи знаходяться перед монітором;
- 7) оптимальна відстань між очима та екраном становила 50-65 см. Таким чином, дотримання правил техніки безпеки допомогло мені уникнути травмування під час виконання моєї кваліфікаційної роботи.

ВИСНОВКИ

1. Значний приплив біологічних і органічних матеріалів у Чорне море в результаті інтенсивного розсіювання води викликав активне цвітіння синьо-зелених водоростей, особливо в Одеському районі. Це спричинило додаткове утворення значної кількості органічних речовин, які відомі як внутрішньоводні та також ті, які прибувають з річок у вигляді забруднень з Дніпровсько-Бузького лиману. Це сприяє виникненню умов без доступу повітря у нижніх шарах води, що призводить до загибелі великої кількості водних організмів через нестачу кисню, означаючи "задуху".

2. Каховське водосховище – водойма, що простягнулася на 240 км уздовж Дніпра, територіями трьох областей – Херсонської, Запорізької та Дніпропетровської. Згідно з моїми підрахунками на основі супутникових знімків, нині під водою залишилася менш ніж п'ята частини тієї поверхні, яка раніше була вкрита водою. До теракту на ГЕС водне дзеркало Каховського водосховища становило 2,1 тис. км кв., але вже на 19 серпня під водою перебуває лише 382 км кв. Відповідно, все інше, а це понад 1,7 тис. км кв. стало суходолом. На цій території утворилися зовсім інші, нові екосистеми.

3. Фахівці встановили значне перевищення екологічного нормативу вмісту у воді за показниками вмісту азоту нітратного у залишкових водах Дніпра та у залишкових водах в дельті річки Суха Московка. Попри розповсюджений стереотип не важкі метали, а саме малі колообіги вуглецю, нітрогену та кисню мають найбільший вплив на екосистему. У довгостроковій перспективі буде зростати солоність та вміст первинно-окисних форм азоту, нітрогену, а саме нітритів. Ми вже можемо підтвердити, що впродовж цих трьох місяців вміст нітритів збільшився у два рази і продовжує збільшуватися. Фонове значення нітритів – 0,5 мг.

Зараз спостерігається негативний вплив: фоновим значенням став 1 мг і вище

4. Сьогодні ми маємо старт екосистем суходолу в районі Каховського водосховища майже з нуля. Але було зрозуміло, що процес зростання рослинності запуститься одразу, не буде якихось велетенських безплідних ділянок суші на невизначений час. На колишнє дно водосховища потрапляло насіння рослин, воно проростало і проростатиме. Зараз ми можемо впевнено говорити, що там активно розвивається рослинність.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Future microplastics in the Black Sea: river exports and reduction options for zero pollution / V. Strokal et al. *Marine pollution bulletin*. 2022. Vol. 178. P. 113633. URL: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.113633> (date of access: 06.12.2023).
2. Khilchevskyi V. K. Water and armed conflicts – classification features: in the world and in ukraine. *Hydrology, hydrochemistry and hydroecology*. 2022. No. 1(63). P. 6–19. URL: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2022.1.1> (date of access: 06.12.2023).
3. Khomich V. V., Mytiai I. S. Сучасний гідроекологічний стан коропецького водосховища річки коропець. *Biological bulletin of bogdan chmelnitskiy melitopol state pedagogical university*. 2015. Т. 5, № 03. С. 140–147. URL: <https://doi.org/10.15421/2015033> (дата звернення: 06.12.2023).
4. Klymchyk O., Pinkina T., Pinkin A. Implementation of the integrated water resources management system based on the basin principle. *ScienceRise*. 2018. Vol. 4. P. 36–40. URL: <https://doi.org/10.15587/2313-8416.2018.129789> (date of access: 06.12.2023).
5. Makarenko N., Budak O. Waste management in Ukraine: municipal solid waste landfills and their impact on rural areas. *Annals of agrarian science*. 2017. Vol. 15, no. 1. P. 80–87. URL: <https://doi.org/10.1016/j.aasci.2017.02.009> (date of access: 06.12.2023).
6. Romaschenko M., Jatsiuk M., Dehtiar O. Conceptual principles of reform of the water sector of Ukraine. *Visnyk agrarnoi nauky*. 2018. Vol. 96, no. 12. P. 9–18. URL: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201812-02> (date of access: 06.12.2023).
7. Strokal V. Transboundary rivers of Ukraine: perspectives for sustainable development and clean water. *Journal of integrative environmental*

sciences. 2021. Vol. 18, no. 1. P. 67–87. URL: <https://doi.org/10.1080/1943815x.2021.1930058> (date of access: 06.12.2023).

8. Strokal V. P., Kovpak A. V. The basin approach for water resources management in Ukraine: the SWOT analysis. *Biological systems: theory and innovation*. 2020. Vol. 11, no. 4. URL: <https://doi.org/10.31548/biologiya2020.04.004> (date of access: 06.12.2023).

9. Strokal V., Kovpak A. Ecological assessment of water quality for different water uses: the upstream sub-basin of the Dnieper and Desna rivers. *Biological systems: theory and innovation*. 2021. Vol. 12, no. 2. URL: <https://doi.org/10.31548/biologiya2021.02.003> (date of access: 06.12.2023).

10. Water in war: understanding the impacts of armed conflict on water resources and their management / J. Schillinger et al. *WIREs water*. 2020. Vol. 7, no. 6. URL: <https://doi.org/10.1002/wat2.1480> (date of access: 06.12.2023).

11. Анісімов К. К. Формування рослинності водосховищ Дніпровського каскаду. Київ : Наук. думка, 1980. 178 с.

12. Атаманчук П. С., Мендерецький В. В., Панчук О. П. Практикум з безпеки життєдіяльності та охорони праці: навчально-метод. посібник. Кам'янець-Подільський. 2007. С. 145-150.

13. Базові правила безпеки під час війни. URL: <https://rozvytok.osvity.te.ua/bazovi-pravyla-bezpeky-pid-chas-viyny/>.

14. Бумбар Ю. Вплив водної кризи на міжнародну безпеку: нестача води як наступний глобальний фактор конфліктів. *Вісник прикарпатського університету*. 2019. № 13.

15. Воєнні дії на сході України – цивілізаційні виклики людству. Львів, 2015.

16. Володимира Гнатюка. Серія: Географія. 2017. № 2. С. 165–173.

17. Вплив гідрологічних умов на змінність гідрохімічних та гідробіологічних характеристик вод Одеського регіону північно-західної частини Чорного моря / Ю. С. Тучковенко та ін. *Морський екологічний*

журнал. 2004. Т. 3, № 4. С. 75–85. URL: <http://eprints.library.odku.edu.ua/id/eprint/2466/>.

18. Гавриленко О. П. Екогеографія України. Київ : Наука, 2008. 120 с.

19. Гандзюк М. П., Желібо Є. П., Халімовський М. О. Основи Охорони праці: Підруч. для студ. вищих навч. закл. Львів. 2003. 408 с. 56.

20. Грезе В. Н. Природа Української ССР. Моря та внутрішні води. Київ : Наук. думка, 1987. 224 с.

21. Гриб Й.В. Екологічні сукцесії мілководь і придаткової мережі дніпровських водосховищ (типізація, управління). Наукові записки тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. 2010. Т. 2, № 43. С. 119–123.

22. Домбровський К., Бичок С. Структура зоопланктонних угруповань річкової ділянки літоралі каховського водосховища. Вісник Запорізького національного університету. 2016. Т. 1. С. 129–130.

23. Домбровський К.о. Гідробіологічні особливості водойм верхів'я Каховського водосховища в умовах антропогенного забруднення. Вісн. Запорізьк. нац. ун-ту. 2006.

24. Захарченко И. Л. Каховське водосховище та його промислове значення. Київ : ІРГ УААН, 2006. 143 с.

25. Зеров К. К. Формування рослинності і заростання водосховищ дніпровського каскаду. Київ : Наук. думка, 1976. 140 с.

26. Інститут морської біології НАН України. Офіційний сайт. Новини 15-18.06.2023. URL: <http://www.imb.odessa.ua/?id=20904106> (дата звернення: 10.07.2023).

27. Карта схема Каховського водосховища URL: <https://www.google.com.ua/maps/place/Каховское+вдхр/> (дата звернення: 20.03.2023).

28. Ковпак А.в, Строкаль В.п. Причинно-наслідкові зв'язки

забруднення біогенними елементами басейну річки Дніпра: синтез теоретичних даних. *Екологічні науки*. 2021. № 2.

29. Краковська С. В. Регіональні зміни клімату в Україні в ХХІ столітті на основі проєкцій МЗЦАО. *Глобальні та регіональні зміни клімату*, м. Київ, 20 лют. 2010 р.

30. Крамарено Л. В. Спецкурс з очистки природних вод. Харків : ХНАМГ, 2010. 122 с.

31. Куцька О. М., Перемибіда Д. О. Реалізація прагнення виходу до моря в рамках водних конфліктів ххі століття: зарубіжний досвід вирішення протиріч мирним шляхом. *Військово-науковий вісник*. 2022. № 37. С. 270–291. URL: <https://doi.org/10.33577/2313-5603.37.2022.270-291> (дата звернення: 06.12.2023).

32. Левковський С. С. Водні ресурси України. Київ : Вища шк., 1979. 200 с.

33. Лісова Н. Вплив військових дій в Україні на екологічний стан території.

34. Лянзберг О.В. Комплексна екологічна оцінка якості води на прикладі Каховського водосховища. *Чисте місто. Чиста ріка. Чиста планета* : зб. тез та наук. ст., м. Херсон, 14 черв. 2012 р.

35. Маринич О. М., Шищенко П. Б. Фізична географія України. Київ : Знання, 2003. 479 с.

36. Машковський Н. І. Гідрологічний режим Дніпра в умовах зарегулювання стоку. Київ : Наук. думка, 1967. 387 с.

37. Мікроелементи в водосховищах Дніпра Е. П. Мікроелементи в водосховищах Дніпра. Київ : Наук. думка, 1983. 158 с.

38. Мороко В. М. Дніпрогес: чорний серпень 1941 року. *Наук. пр. іст. фак. Запорізького нац. ун-ту*. 2010. № 29. С. 197–202.

39. Н. Макаренко. Вплив російської воєнної агресії на природні ресурси України: аналіз ситуації, методологія оцінювання. 98-ме вид. 2022.

40. Національна академія наук. URL: <https://www.nas.gov.ua/UA/Messages/Pages/View.aspx?MessageID=10234>.
41. О.П. Окснюк, О.А. Давидов, Ю.Г. Карпезо. Мікрофітобентос Каховського водосховища в сучасний період. Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія. Спеціальний випуск: гідроекологія. 2010. Т. 2, № 43. С. 377–379.
42. Окснюк О. П., Жданова Г. А. Оцінка стану водних об'єктів України за гідробіологічними показниками. *Гідробіологічний журнал*. № 3. С. 26–31.
43. Офіційний сайт BBC URL:<https://www.bbc.com/news/world-europe-65963403> (дата звернення 10.09.2023)
44. Охорона праці та промислова безпека : навчальний посібник / укл. К. Н. Ткачука і М. О. Халімовського. Київ. 2006. 448 с.
45. Петрук В. Г., Стискал О. А. Аналіз сучасних методів та екологічна безпека знезараження питної води. *Збірник наукових статей IV Всеукраїнського з'їзду екологів з міжнародною участю*, м. Вінниця, 7 груд. 2013 р. С. 96–99.
46. Правила техніки безпеки під час роботи з комп'ютером. Що таке ПК. URL: http://informat18.blogspot.com/2017/05/blog-post_97.html.
47. Протасов А. А. Контурні угруповання гідробіонтів в техноекосистемах ТЕС і АЕС. Київ : ІГБ НАНУ, 2012. 247 с.
48. Скавронський П. С. Каховське водосховище та проблеми його функціонування. *Географія та економіка в рідній школі*. 2018. № 2 (192). С. 30–36
49. Стискал О. А., Петрук В. Г. Аналіз чинників екологічної небезпеки хлорованої питної води. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. 2014. Т. 5. С. 69–75.
50. Техніка безпеки при роботі з ПК. URL:

<https://studfile.net/preview/8442796/>.

51. Український науковий центр екології моря. Забруднення Чорного моря як наслідок аварійної ситуації, яка склалася після підриву греблі Каховської ГЕС. (Публікація від 27 червня 2023 р.). URL: https://sea.gov.ua/index.php/2023/06/27/ges_explosion_conseq/ (дата звернення: 12.07.2023).

52. Український науковий центр екології моря. Забруднення Чорного моря як наслідок аварійної ситуації, яка склалася після підриву греблі Каховської ГЕС. (Публікація від 27 червня 2023 р.). URL: https://sea.gov.ua/index.php/2023/06/27/ges_explosion_conseq/ (дата звернення: 12.07.2023).

53. Шматько В.Г. Екологія і організація природоохоронної діяльності. 2006.

