

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені В.Н. КАРАЗІНА**

Факультет геології, географії, рекреації і туризму

Кафедра фізичної географії та картографії

До захисту допустити
Зав. кафедри _____ доцент **Анатолій БАЙНАЗАРОВ**
« _____ » _____ 2025 р.

**ВПЛИВ БОЙОВИХ ДІЙ НА ВОДНІ ОБ'ЄКТИ
НА ПРИКЛАДІ РІЧКИ СІВЕРСЬКИЙ ДІНЕЦЬ
КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА**

Виконав: студент 4-го курсу д.ф.н,
групи ГФ- 41
спеціальність: 106 Географія
освітня програма: Фізична географія,
моніторинг і кадастр природних ресурсів
Олег Віталійович БАБЕНКО
Науковий керівник:
доцент, к.пед.н. **Катерина БОРИСЕНКО**

Кваліфікаційна робота захищена з оцінкою

Голова ЕК **Валентина РЕДІНА**

Секретар ЕК **Тетяна БУЛГАКОВА**
« _____ » _____ 2025 р.

Харків – 2025

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ БОЙОВИХ ДІЙ НА ВОДНІ ОБ'ЄКТИ	7
1.1. Водні ресурси як екосистемний елемент та їх роль у забезпеченні життєдіяльності.....	7
1.2. Фактори, що впливають на водні об'єкти під час бойових дій.....	10
1.3. Методи оцінки впливу військових дій на навколишнє середовище.....	13
1.4. Геоінформаційні технології у дослідженні екологічного стану водних ресурсів	15
1.5. Огляд міжнародного досвіду щодо впливу війни на водні екосистеми та їх військових конфліктів.....	18
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ВПЛИВУ БОЙОВИХ ДІЙ НА ЕКОСИСТЕМУ РІЧКИ СІВЕРСЬКИЙ ДІНЕЦЬ.....	22
2.1. Загальна характеристика річки Сіверський Дінець та масштаби бойових дій в басейні річки.....	22
2.2. Вплив бойових дій на якість води	25
2.3. Наслідки руйнування інфраструктури та аналіз ризиків для біорізноманіття річки Сіверський Дінець	32
РОЗДІЛ 3. ЗАХОДИ З ВІДНОВЛЕННЯ ТА ЗАХИСТУ ВОДНИХ РЕСУРСІВ РІЧКИ СІВЕРСЬКИЙ ДІНЕЦЬ ПІСЛЯ БОЙОВИХ ДІЙ.....	35
3.1. Оцінка поточних та перспективних екологічних заходів для відновлення річки Сіверський Дінець.....	35
3.2. Використання ГІС та дистанційного зондування для моніторингу відновлення екосистеми річки.....	42
3.3. Рекомендації щодо покращення системи управління водними ресурсами підвищення їх стійкості в умовах військових загроз	51

ВИСНОВКИ.....	53
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	55

ВСТУП

Водні ресурси є важливою складовою життя та існування країни та її громадян. Тому в нашому дослідженні буде порушена дуже актуальна тема для нашої країни яка знаходиться в стані війни викликаною збройною агресією РФ. А саме вплив бойових дій на водні об'єкти. Тема буде розглянута на прикладі річки Сіверський Дінець, яка є важливою водною артерією східної частини нашої країни та забезпечує водними ресурсами Харківську, Донецьку та Луганську області України і страждає від впливу бойових дій вже більше 10 років. Бо ще до повномасштабного вторгнення агресора на територію нашої країни, частина річки знаходиться на території Донецької та Луганської областей де збройний конфлікт почався ще у 2014 році.

Актуальність теми: На даний момент часу тема впливу бойових дій на водні об'єкти є дуже актуальною. Вона є маловивченою як для всього світу, так і для конкретно України. Також через розвиток технологій види озброєння які використовуються під час бойових дій, з кожним роком вдосконалюються, їх вплив на навколишнє середовище взагалі є невідомим. Також велику проблему складає те, що досить велика кількість антропогенних водних об'єктів, таких як наприклад водосховища, дамби та ін. можуть бути не під людським контролем, що порушує їх функціонування, зазнають руйнування, що може призвести до негативних наслідків та навіть екологічної катастрофи. Тому на прикладі Сіверського Дінця ми розберемо, якої шкоди завдають бойові дії водним екосистемам та які заходи з відновлення та захисту водних ресурсів річки можна використати після завершення бойових дій

Метою цього дослідження є вивчення та встановлення впливу бойових дій на Сіверський Дінець, а також прогнозування наслідків цього впливу та розробка заходів що до відновлення та захисту річки.

Предметом дослідження є наслідки впливу бойових дій на стан водного об'єкту.

Об'єктом дослідження є річка Сіверський Дінець.

По більшій мірі, дослідження стосовно впливу бойових дій на стан Сіверського Дінця мають екологічне спрямування, але саме як об'єкту який зазнає впливу бойових дій критично мало, адже даний водний об'єкт з часів Другої світової війни не був у центрі таких подій. Теоретико-методологічною базою для даного дослідження стали роботи науковців, екологічні звіти, а також дані довідкової літератури які збиралися нами напротязі певного часового проміжку.

Новизна роботи в тому, що в ній був глибоко досліджений вплив бойових дій на екологічний стан річки Сіверський Дінець. В роботі зроблено комплексний аналіз багатьох аспектів цієї проблеми. Спираючись на світовий досвід в роботі запропоновані рішення задля відновлення водного об'єкту, підвищення його стійкості, які будуть корисними в майбутньому. В цій роботі основними *науковими методами дослідження* стали такі як описовий, аналізу, синтезу, порівняння та узагальнення, а також доповнені методом обробки даних дистанційного зондування Землі (далі ДЗЗ).

Згідно вище зазначеного було виділено такі задачі нашого дослідження:

1. Розглянути теоретико-методологічні засади впливу бойових дій на водні об'єкти та проаналізувати міжнародний досвід відновлення екосистем які зазнали впливу бойових дій.
2. Дослідити та проаналізувати вплив бойових дій на екосистему річки Сіверський Дінець.
3. Оцінити поточні та перспективні екологічні заходи для відновлення річки.
4. За допомогою технологій геоінформаційних систем (далі ГІС) та дистанційного зондування землі дослідити та провести моніторинг задля відновлення екосистеми річки й запропонувати рекомендації стосовно покращення системи управління водними ресурсами та розробити пропозиції для підвищення стійкості водних об'єктів в умовах військових загроз.

Проміжні результати нашого дослідження попередньо були представлені у вигляді тез на науковій конференції студентів і аспірантів «Географічні дослідження: історія, сьогодення, перспективи», присвячених пам'яті професора Г. П. Дубинського (2025, Харків) [30].

Структура роботи: складається зі вступу, трьох розділів, висновків і списку використаної літератури (63 джерела), 31 ілюстрації та 1 таблиці.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ БОЙОВИХ ДІЙ НА ВОДНІ ОБ'ЄКТИ

1.1. Водні ресурси як екосистемний елемент та їх роль у забезпеченні життєдіяльності

Водні ресурси є важливою складовою існування людства. То у вона є найціннішим водним ресурсом. Їй належить одна з головних ролей в процесах обміну речовин, що саме по собі є однією з основ життя. Вода є одним з головних учасників процесу перерозподілу хімічних елементів між біогеоценозами, від чого залежить їх функціонування та взагалі існування. Тому її стан є дуже важливим для природи та людства яке від неї залежить. Оскільки вода є невід'ємною складовою природи та її процесів, її можна віднести до складової екосистем.

Екосистема – є одиницею біосфери, яка постає об'єктом вивчення екології. Це поняття було сформоване в науці біологом А. Тенслі в 1935 році. Екосистема представляє складну систему, в якій живі організми взаємодіють з неорганічним середовищем й знаходяться в залежності від нього. Майже завжди екосистему вивчають як ізольовану одиницю. В усіх екосистемах відбувається обмін речовинами та їх кругообіг [1]. Більшість загальних запасів води на земній кулі, а саме 97% знаходяться в морях та океанах, інші ж 3% припадають на прісну воду, 2% якої знаходиться в вигляді льоду у полярних льодовиках, і тільки 1% є придатним для вживання та використання людиною. З цього можна зробити висновок, що запаси прісної води є дуже обмеженими, та вимагають раціонального використання [2]. Вчений еколог Ю. Одумом, ввів класифікацію природних екосистем у 1986 році (рис. 1.).



Рис. 1.1. Класифікація екосистем за Ю. Одумом

Беручи в увагу ці фактори, можна сказати, що водні екосистеми є дуже важливими, невід’ємними та розповсюдженими частинами природного середовища Землі. Водну екосистему зазвичай складається з самостійних, але пов’язаних між собою компонентів, а саме: абіотична частина, а саме вода з розчиненими в ній речовинами, завислими речовинами, донними ґрунтами, а також ґрунтами берегів; також важливою є і біотична складова екосистеми, а саме гідробіоти та біоценози; а також важливою складовою є людське суспільство через його антропогенний вплив.

До головних характеристик абіотичної частини водної системи можна віднести:

Показники температури; мінералізацію воли, а також її мутність; наявність та концентрацію в ній хімічних речовин; кількість розчиненого в ній кисню та вуглецю; інтенсивність водообміну по всій площі яку займає водний об’єкт, а також рівні води в усіх його частинах [3].

Стан організму людини залежить від багатьох факторів, одним з основних являється якість вживаної ним води а також питної води. Бо велика кількість

хвороб яким може хворіти людина, пов'язана саме з якістю питної води. Вживання недоброякісної питної води, яке для однієї людини становить приблизно 2 літри на добу, сильно погіршує стан її здоров'я, призводячи до тяжких або хронічних хвороб. За даними Всесвітньої організація охорони здоров'я, більше 80 % відомих сьогодні науці хвороб, спричинені або так чи інакше пов'язані з якістю води яку людина вживає. Це пов'язано з тим, що вода тісно вплетена в майже всі біохімічні та фізіологічні процеси в організмі. Тому можна зробити висновок, що стан водних ресурсів що використовуються для побутових потреб, а саме вживання в чистому вигляді чи в приготованій їжі має прямий вплив на людину та її самопочуття [4].

Також, водні ресурси є важливими для існування людини, не тільки через те що організм потребує її регулярного вживання, а і через те, що вона активно використовується людиною для господарської діяльності, яка забезпечує її комфортне існування. Таким чином, варто зазначити, що водні ресурси є важливими для багатьох галузей промисловості. Так наприклад вода використовується в харчовій промисловості, для зрошення земель, виробництва синтетичних матеріалів, в енергетичній галузі для виробництва електроенергії.

Але, людство все своє існування стикається з проблемами пов'язаними з водними ресурсами. Так наприклад, дефіцит води переслідує людство всю його історію. За статистикою станом на зараз, близько 2 мільярдів людей в усьому світі не мають доступу до безпечної для їх здоров'я води. Також через антропогенний вплив на водні ресурси, людство посилює цю проблему низкою інших, які ще більше впливають на ситуацію з доступністю водних ресурсів. Так наприклад однією з найголовніших проблем є забруднення водних ресурсів, яке відбувається через низку факторів, таких як: викиди промисловості, сільськогосподарська діяльність та використання в ній отрутохімікатів та добрив, які проникаючи в ґрунтові води забруднюють їх, неправильне поводження з відходами, яке також тягне за собою забруднення цілих екосистем, в тому числі і водних. Також через відбуваючись кліматичні зміни збільшується

кількість повеней, посух та інших погодних явищ які вважаються екстремальними та мають колосальний вплив на водні ресурси. Також однією з глобальних проблем людства є нераціональне використання води у вигляді її надмірного споживання як для промислових та сільгосп потреб, так і для побутових потреб, що збільшує частку непридатних для безпечного використання водних ресурсів, що тягне за собою зменшення їх доступності [5].

1.2. Фактори, що впливають на водні об'єкти під час бойових дій

На водні об'єкти під час бойових дій впливає низка факторів. Такі як наприклад ураження об'єктів комунального господарства внаслідок чого неочищені стічні води скидають без належного очищення, що тягне за собою забруднення води органічними речовинами. В цих скидах міститься значна кількість органічних речовин, як наприклад сульфати, хлориди, шкідливі та хвороботворні бактерії та яйця гельмінтів. Після інтенсивних обстрілів шкідливі речовини які є містяться в снарядах, такі як паливо, важкі метали, паливо, яке іноді може бути навіть ядерним, а також вибухові речовини, проникають в ґрунти, а звідти до ґрунтових вод, внаслідок чого спричиняється хімічне забруднення, а в випадку з ядерним паливом і радіаційного. Наприклад, одна з найпопулярніших вибухових речовин під назвою тротил, який відноситься до нітроароматичних речовин, як і інші задіяні в вибухівці речовини вважається канцерогенним. Тротил має властивість впливати як на розвиток, так і взагалі розмноження тварин, в тому числі і тих, які проживають у вод. Вчені токсикологи вже спостерігали шкідливий вплив тротилу який потрапляє в воду з боєприпасів несе негативний вплив на гідробіонтів. Обстріли лісів, промислових об'єктів призводять до пожеж, що тягне за собою забруднення повітря, ґрунту та води викидами горіння. Бо вони містять токсичні гази а також тверді частинки, які забруднюють повітря. Частина яких осідає в поверхневих водах, а також хмарах з яких з осадками потрапляє в поверхневі води, ґрунтові

воді і тим самим забруднює їх. Також при гасінні пожеж водні ресурси забруднюються і складовими пожежної піни [6]. Також однією з глобальних проблем є затоплена техніка та боєприпаси. Так наприклад на морському дні однієї тільки німецької частини Балтійського та Північного моря іржавіє 1,6 мільйона тон військових боєприпасів. В процесі їх розкладання в воду виділяються токсини, що загрожує екосистемі впливаючи як на рівень забруднення води так і на те, що в рибі накопичуються токсичні речовини, які потім потрапляють в організми тих, хто її споживає [7]. Також, кожна одиниця техніки яка була затоплена забруднює водні об'єкти великою кількістю нафтопродуктів а саме: мастила, дизельне паливо, бензин, керосин тощо. Вони являють собою суміш надзвичайно токсичних вуглеводів які можуть знаходитися в різних міграційних формах. У воді нафтопродукти можуть бути підданими одному з таких процесів (рис. 1.2.).



Рис. 1.2. Процеси яким можуть бути піддані нафтопродукти у воді

Також, при потраплянні нафтопродукті в водойми, після чого утворюють плівку, яка перекриває доступ кисню в воду, що призводить до мору організмів залежних від нього. З цієї плями легкі фракції поступово випаровується (25% складу плями випаровуються за декілька днів), в свою чергу низькомолекулярні

компоненти зникають в результаті їх розчинення. Один з факторів який робить забруднення нафтопродуктами ще небезпечнішими є їх здатність концентрувати в собі інші забруднювачі які було перераховано вище, що створює умови для протікання хімічних реакцій між ними (рис. 1.3.) [8].



Рис 1.3. Категорії впливу нафтопродуктів на організми [8]

Також великим фактором впливу на водні об'єкти є підриви дамб гідротехнічних споруд, що завдає великої шкоди екосистемі вцілому. Частіше всього це робиться з метою використання водного об'єкта як зброї, щоб зупинити просування ворога або для завдання йому втрат, або проявами терору. Прикладом таких дій може бути Повінь Жовтої річки, яка відбувалася в 1938 р, до якої призвели цілеспрямовані дії націоналістичного уряду в Центральному Китаї під час другої Японо-Китайської війни, головна мета яких була зупинка просування наступаючих японських військ [9].

Також можна загадати про підрив дамби Оскільського водосховища, яку окупанти підірвали в час наступу Сил Оборони, для того, щоб призупинити його. Тоді перший затворний механізм замінували зарядом в 1.5 т вибухівки, який зніс частину дамби та дорожні проліт над нею. Із того часу Оскільського водосховища фактично не існує. Внаслідок чого відбулося підтоплення найближчих населених пунктів. А також до стрімкого зростання рівню води річки Сіверський Дінець та її виходу з берегів, а потім його критичного зниження [9].

Також актом екоциду та водного тероризму є підрив дамби Каховської ГЕС 6 червня 2023 р. який призвів до екологічної катастрофи, в наслідок чого відбулося затопленням значних територій, жертвами серед населення втратою унікальних екосистем та їх забрудненням. забрудненням довкілля і величезними збитками. Також це призвело до того, що 700 тис. людей не мають можливості користуватися чистою питною водою.

1.3. Методи оцінки впливу військових дій на навколишнє середовище

В сучасних реаліях нашої країни проблема оцінки наслідків бойових дій на стан природнього середовища є набагато нагальнішою та масштабною. Бо з часі другої світової війни світ більше не стикався з такими масштабними бойовими діями. Тому методів оцінки впливу саме військових дій на навколишнє середовище як таких не існує. В 2022 року наказами Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України було затверджено декілька методик визначення шкоди та збитків які були заподіяні ґрунтам, землі, атмосферному повітрю, водним ресурсам і об'єктам природно-заповідного фонду внаслідок військової агресії Рф проти України. В цих методиках передбачено збір даних, за можливості проведення польових чи лабораторних досліджень, після чого вже слідує стадія розрахунку, на основі проведених досліджень. Але ці дослідженні більше направлені на розрахунок збитків завданих екосистемам.

Найпоширенішими ж основними методами оцінки впливу на навколишнє середовище являються 5 методів як доповнюють один одного (рис. 1.4).

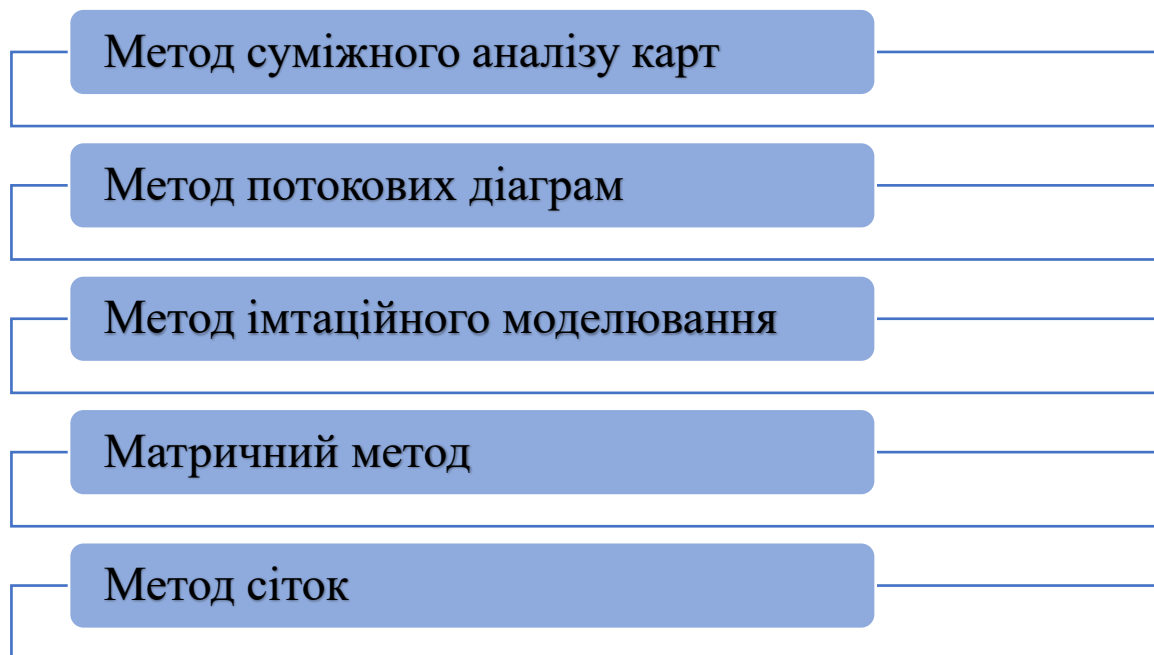


Рис. 1.4. Методи оцінки впливу на навколишнє середовище

Таким методом є метод суміжного аналізу карт, який дозволяє визначати та продемонструвати масштаби розповсюдження впливу. Також існує система поточкових діаграм, за допомогою якої екосистеми можуть бути описані складними структурами масообміну. Також завдяки розвитку технологій зараз сильно розвивається та застосовується метод імітаційного моделювання. Мета цього методу полягає у відтворенні піддослідної системи та її поведінки, на основі чого складаються результати аналізу виділяються взаємозв'язки між елементами цієї системи. Ще використовується метод експертних груп. Попри його явні недоліки, такі як суб'єктивність оцінювання. Він використовується для того, щоб визначити граничні параметри впливу та побудувати шкали впливу з ранжуванням та різного спрямування матриць. Ще є матричний метод оцінки впливу. Під час його застосування задля оцінки впливу на навколишнє середовище зазвичай використовуються різні матриці, такі як наприклад: матриці переліку типів впливу, також можуть бути використані прості причинно-наслідкові матриці, за допомогою яких встановлюється як взаємодіють типи впливу й об'єкти які зазнають цього впливу, також можуть застосовуватися

складні матриці екологічних, які є пов'язаними з наслідками антропогенного впливу людини на природу та зворотних реакцій на нього. Для того щоб визначити первинні зміни та послідовності їх наслідків використовують метод сіток, який являє собою ступінчасту матрицю, яку розробив вчений Дж. Соренс. Він передбачає складання переліку різноманітних варіантів землекористування а також характерних для цих варіантів впливів. Внаслідок чого виявляються пов'язані з ними зміни стану окремих компонентів екосистеми, й послідує порушення екосистемі. Цей метода дає змогу відстежувати динаміку впливу [10].

1.4. Геоінформаційні технології у дослідженні екологічного стану водних ресурсів

Геоінформаційна система (ГІС) – це система, яка дозволяє об'єднати модельне зображення певної території, а саме відображення карт, картосхем, космо-, аерознімків Землі, систематизованих в таблиці статистичні дані, списки та дозволить ними управляти [11].

Геоінформаційні системи являються інструментом просторового аналізу. Їх можливості дозволяють аналізувати безліч просторових запитів та вирішити задачі пов'язані з ними в різних галузях використання.

Задачі просторового аналізу можна розділити на 5 узагальнених категорій (рис. 1.5.).



Рис. 1.5. Задачі просторового аналізу

ГІС забезпечують оперативну обробку значних обсягів даних та автоматично оновлюють ці дані; допомагають у формуванні нових баз даних на основі вже існуючих; також вони забезпечують швидку вибірку даних з подальшим їх аналізом; також вони забезпечують візуалізацію динаміки зміни стану водних об'єктів.

Для повного та успішного моніторингу та подальшого аналізу стану водних об'єктів використовується така інформація як статистичні дані що до викидів забруднюючих речовин у водні об'єкти, дані стосовно моніторингу забруднень поверхневих вод за гідрохімічними показниками, інформація про особливості геохімічного фону, також важливою складовою для повноти аналізу є дані забруднення підземних вод та дані стосовно моніторингу донних відкладів.

Також важливим аспектом є дані ДЗЗ. Бо саме вони є одним з головних джерел отримання оперативної інформації на випадок надзвичайної ситуацій, тому їх використання є дуже доцільним напротязі всього моніторингу. Бо саме з їх допомогою можна визначити наявність на водній поверхні нафтових плівок які виникають внаслідок викидів нафтопродуктів, цвітіння води тощо. Таким чином, можна сформулювати наступні завдання, які вирішуються за допомогою ГІС. А саме оцінка якості та стану водних об'єктів, моделювання поширення ними забруднюючих речовин, також важливими будуть і можливість аналізу діяльності водокористувачів та використання цих даних в нормуванні екологічного навантаження на водні об'єкти [12].

Розглянемо деякі підходи до використання закордоном ДЗЗ та ГІС для дослідження екостану та моніторингу водних ресурсів. По-перше, є використання супутникових знімків, які дозволяють на регулярній основі отримувати оперативну та достовірну інформацію про стан водних об'єктів, зміни в площах водних об'єктів, рівня їх забруднення та їх динаміка, а також допомагають спостерігати за динамікою змін водного режиму. По-друге таке інтегроване управління водними об'єктами та їх ресурсами використовують

багато країн, яке поєднує в собі екологічний та соціальний аспекти під час управління та довгострокового його планування дозволяє більш точно та раціонально планувати. Прогнозування за допомогою комп'ютерного модулювання, яке дозволяє прогнозувати які зміни відбудуться в якісному та кількісному показниках вод у водних об'єктах, дозволяє проаналізувати можливі наслідки різних сценаріїв, таких як наприклад кліматичні зміни або будівництво нових гідротехнічних споруд [13].

Досвід такого використання ГІС та ДЗЗ в світі давно існує. Так наприклад в США змогли дослідити, проаналізувати та нанести на карту водний слід міста Флагстафф у штаті Аризона, а завдяки використанню бази даних гідроекономіки США на рівні округу, це надає міським службам надати міським службам можливість оперативно аналізувати інформацію про водний слід міста для вчасного реагування на негативні зміни у його стані та купувати їх, що підвищує стійкість водних об'єктів шляхом зменшення їх вразливості. зменшення вразливості і підвищення стійкості [14].

Можна зробити висновки, що геоінформаційні системи посідають одне з найголовніших місць у сучасних підходах до визначення екологічного стану, управління та підвищення стійкості водних ресурсів.

1.5. Огляд міжнародного досвіду щодо впливу війни на водні екосистеми та їх військових конфліктів

Якщо звернутися до міжнародного досвіду з відновлення екосистем, в тому числі і водних які постраждали в наслідок водних конфліктів, можна побачити такі ключові аспекти вирішення такої задачі.

Оскільки спрямоване пошкодження навколишнього середовища можна розцінити як екоцид під визначення екоцид, воно являється воєнним злочином. Тому Женевські конвенції й додаткові до них протоколи забороняють навмисно вести війну, методами які завдають негативного впливу довкіллю, особливо це

стосується водних екосистем, бо вода є однією з нагальних потреб людства, тому екоцид по відношенню до водних екосистем являється прямою загрозою для населення яке залежить від цієї екосистеми. Як приклад можна привести країни Африки, де через збройні конфлікти відчуває сильний дефіцит водних ресурсів.

Також була запроваджена конвенція про заборону військового або будь-якого іншого ворожого використання засобів впливу на природне середовище (ENMOD). В той же час програма ООН з навколишнього середовища (UNEP) робить оцінку впливу та наслідків збройних конфліктів на природне середовище, що є дуже важливим для розуміння шкоди якої завдав збройний конфлікт екосистемі, та подальшої розробки методів її відновлення.

Також ООН та інші міжнародні організації також сприяють укладенню договорів про відновлення водних екосистем між воюючими країнами та користуванню ними, якщо бойові дії виникли внаслідок боротьби за водні ресурси.

Так наприклад понад 30 років тому водна співпраця в Йорданії та Ізраїлі була важливою для деескалації бойових дій. Угода призвела до укладення договору про розподіл водних ресурсів, який з того часу діє [60].

Деякі приклади того які країни та організації мають досвід відновлення екосистем, які зазнали впливу бойових дій, наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Країни та організації які мають досвід відновлення екосистем в країнах світу

Країна або організація	
Камбоджа	Запровадження програм з розмінування та очищення територій від невибухнувших боєприпасів та мін
Балкани	Відновлення лісів та водно-болотних угідь які зазнали впливу конфлікту
Ірак	Розробка системи завчасного попередження що до екологічних небезпек в зонах

	конфлікту, а також використання даних отриманих завдяки безпілотникам, для використання їх в моніторингу екологічної ситуації в зонах небезпеки
Судан	Використання даних ДЗЗ в оцінці екологічних збитків
Перській затоці	Створення комісій задля розслідування екологічних злочинів
Збройні сили США	Включення аспектів екології в військову підготовку
Ініціатива ООН	Проведення тренінгів стосовно екологічної безпеки для миротворців
Кувейт	Організація міжнародних фондів для фінансування відновлення екології після війни в Перській затоці
програми НАТО	Обмін досвідом та технологіями пов'язаними з оцінкою та ліквідацією наслідків екоциду
НАТО	Запровадження безпечних для екології методів утилізації військових відходів

Також запроваджувалися превентивні заходи, направлені на попередження екоциду під час потенційно можливих збройних конфліктів:

- створення карт екологічно вразливих територій з метою планування бойових операцій (досвід НАТО),
- організація екологічних буферних зон у прикордонних районах (досвід Еквадору та Перу),
- запровадження систем моніторингу стану довкілля в потенційних зонах бойових дій (досвід ОБСЄ),
- розробка та запровадження безпечних з екологічної точки зору військової техніки та боєприпасів (ініціативи США та ЄС) [59].

Якщо ж розглянути досвід того, хто керує відновлення екосистем які зазнали воєнного впливу, то можна побачити таку картину. В США землі які були Забруднені речовинами військового походження віднесені до юрисдикції

Міністерства оборони. Саме воно відповідає за процес їхнього відновлення, внаслідок чого воно не може їх використовувати до того моменту, коли дослідження офіційно не затвердять можливість їх безпечного використання. Також є території колишнього воєнного впливу, якими керують Місцеві органи влади, мають право самостійно піднімати питання стосовно їх відновлення. Розуміючи, наскільки важливими є військові об'єкти в процесі збереження екосистем, в США розпочали реабілітацію вже невикористовуваних військових полігонів, задля використання їх як природних заповідників.

Забруднення речовинами військового походження у Великій Британії в свою чергу є результатом великої кількості авіаударів й використання різноманітних систем озброєння ще в період Другої світової війни. В результаті чого землі були забруднені токсичними речовинами. Але країна прибігла до діаметрально іншого підходу в реабілітації екосистем. Там за відновлення земель відповідають Власники, а не військові. Як правило, місцева влада підтримує таких землевласників, приходячи їм на допомогу та розділяючи з ними відповідальність в відновленні цих земель. Що призводить до їх тісної співпраці у процесі відновлення.

В той час політика Німеччини стосовно постраждалих та забруднених під час бойових дій земель така, що землі можна буде використовувати лише після того, як їх буде досліджено та відновлено. Військові об'єкти які не використовуються та були покинуті знаходяться у належать уряду Німеччини, тому саме він відповідає за більшість забруднених територій. Зазвичай такі землі не є очищеними від нерозірваних снарядів та мін, через що, екологічний стан більшості полігонів які були виведені з експлуатації є не дослідженим. В випадках, коли уряд все ж таки продає такі землі для використання, то відповідальність за їх відновлення переходить до нового власника. Як вже зазначалося вище, екосистеми будуть вважатися потенційно небезпечними через своє забруднення, до того моменту, доки дослідження не підтвердять, що територія більше представляє небезпеки для людей та природнього середовища.

Дослідження ж території здійснюються згідно екологічних стандартів та законів того регіону, в якому вона знаходиться.

Існують різноманітні підходи стосовно відновлення екосистем які зазнали впливу бойових дій. Зарубіжний же досвід таких відновлень відновлення висвітлює наскільки важливим є використання цілісного підходу, що вимагає врахування не тільки екологічного, а і економічних та соціальних елементів. Що вимагає багаторічного фінансування та співпраці між різними зацікавленими у цьому структурами, тільки внаслідок цього можна досягнути сталого відновлення екосистем.

РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ВПЛИВУ БОЙОВИХ ДІЙ НА ЕКОСИСТЕМУ РІЧКИ СІВЕРСЬКИЙ ДІНЕЦЬ

2.1. Загальна характеристика річки Сіверський Дінець та масштаби бойових дій в басейні річки

Сіверський Дінець являється четвертою за величиною річкою України, а також правою та найбільшою притокою Дону. Також він являється головною водоносною артерією сходу України. Саме Сіверський Дінець забезпечує населення та аграрний й промислові комплекси Харківської, Донецької та Луганської областей водою.

Місце витoku Сіверського Дінця знаходиться на Південному схилі Середньоруської височина, яка розташовується в Белгородській області. Так само він пересікає території Харківської, Донецької та Луганської областей, після чого вона знову перетинає кордон України та Росії й впадає в річку Дон у Ростовській області.

Басейн Сіверського Дінця межує з декількома річковими басейнами, на сході від Дінця знаходиться басейн Дону, на заході басейн Дніпра, на півдні ж розташовуються басейн річок Приазов'я.

Довжина русла річки Сіверський Дінець становить 1053 км. В Україні з них знаходиться 723 км. Найменша частина річки в Україні припадає на Донецьку область, де знаходиться всього лише 95 км. Найбільша ж знаходиться в Харківській і становить 375 км. На Луганську ж область припадає 253 км. Площа басейну Сіверського Дінця становить 98,9 тис км², з них межах України знаходиться 54,54 тис.км².

Через географічне положення та кліматичні особливості регіону де розташований басейн Сіверського Дінця класифікують як маловодний. Через що відповідальне водокористування, відтворення та охорона вод басейну Сіверського Дінця являється пріоритетним завданням, від яких буде залежати

водопостачання як населення так і промислового комплексу значної частини східного регіону України.

Сіверський Дінець являється дуже складною екологічною системою, яка сформувалася дуже нерівномірно розвиненою гідрографічною мережею. Крім того їй присутній складний водогосподарський комплекс, в який входять як магістральні водопроводи, купа ставків та водосховищ які націлені на утворення запасів води.

На території України басейн річки Сіверський Дінець має гідрографічну мережу до складу якої входять 259 річок довжиною більше 10 км, а їх загальна протяжність становить 7610 км.

Серед них налічується 11 середніх та 247 малих річок. Також в межах басейну Сіверського Дінця налічується 149 водосховищ загальний об'єм яких становить 1992,6 млн.м³. В свою чергу загальна кількість ставків та водосховищ складає 2679 об'єктів, а їх загальний об'єм становить 295,9 млн.м³.

Через те що, басейн Сіверського Дінця як вже зазначалося вище є маловодним регіоном, його забезпеченість водними ресурсами становить втричі менше середнього значення по Україні. Показники обсягу місцевого стоку Дінця на одну особу у Харківській області становить 0,74 тис. м³/рік, у Донецькій області 0,234 тис. м³/рік, у Луганській області – 0,650 тис.м³/рік [32].

Якщо подивитися на історію бойових дій та їх масштаби в басейні річки, то можна сказати, що Сіверський Дінець служив великою природною перепорою для окупантів під час їх просування з півночі у південному напрямку, на територію Донецької області. Стратегічне значення під час цього мало місто Ізюм, тому що саме там знаходиться гора Крем'янець, яка є найвищою точкою Харківської області.

Шостого березня частину міста було захоплено російськими військами, в той час у місті вже були підірвані всі наявні в місті автомобільні мости через річку Сіверський Дінець, цілим залишився тільки пішохідний міст. Але жителям

міста все одно доводилося йти пішки, по руслу річки більше 10 км задля того, щоб вийти з зони окупації.

Станом на перше квітня війська рф утримували контроль на містом та навели понтоні переправи через річку, які в подальшому було неодноразово зруйновано. Наприклад, на початку травня окупанти переправилися через русло річки Сіверський Дінець біля села Білогорівка, але 8 травня наші війська знищили їх понтонну переправу [15].

З того моменту війська рф на протязі 8 діб не залишали спроб форсувати Дінець й тимчасово сформували три плацдарми. Поступово збройні сили України вибили їх з кожного з них [16].

Також в вересні 2022 року було зруйновано дамбу Оскільського водосховища при спробі зупинити наступ Українських сил оборони. Що понесло за собою критичні наслідки для екосистеми річки.

З початку повномасштабного вторгнення Збройних сил РФ на територію України Печенізьке водосховище зазнало значних пошкоджень через бойові дії та вибухи, які відбувалися поблизу гідропоруди водосховища. Так наприклад, 24 та 25 лютого 2022 року, на березі водосховища, неподалік його гідровузла пройшов танковий бій, за результатами якого українські війська підірвали частину дорожнього покриття, щоб зупинити подальше просування окупантів. В майбутньому водосховище стало частиною лінії фронту на північно-сході Харківської області. 20 вересня 2022 року ворожі обстріли призвели до руйнування верхнього шлюзу дамби Печенізького водосховища. Внаслідок ракетного удару було пошкоджено три шлюзи, два з яких були повністю зруйновані. Станом на листопад 2023 року функціонували три шлюзи гідропоруди з восьми існуючих. Також через руйнування гідровузла водосховища відбувся розлив річки, який спричинив підтоплення берегів Сіверського Дінця [62, 17].

2.3. Вплив бойових дій на якість води

Біохімічне споживання кисню на 5 діб (далі БСК₅) являється важливим показником води, який дає змогу оцінити рівень забруднення води речовинами органічного походження. Він показує, яку кількість кисню споживають мікроорганізми які знаходяться в воді за 5 діб при температурі води в 20°C. Великі значення даного показника можуть вказувати на те, що воду забрудненою стічними водами, відходами промисловості тощо [18, 19]. Перевищень гранично допустимої концентрації (далі ГДК) БСК₅ яка становить 6 мг/дм³ не виявлено (рис. 2.2).

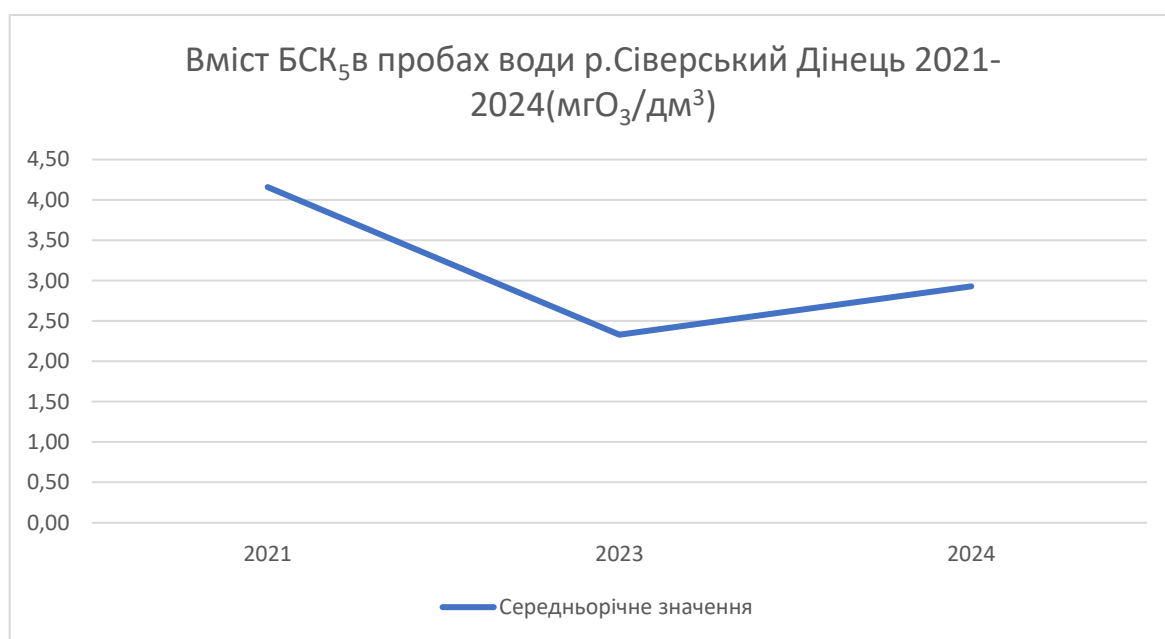


Рис. 2.2. Вміст БСК₅ в пробах води р. Сіверський Дінець 2021-2024 (мг/дм³)

На графіку можна побачити що в 2023 році він падає на фоні значень за 2021 рік. Що може бути пов'язано з тим, що через бойові дії зменшилася частка працюючої промисловості, що призвело до зменшення її викидів в води Дінця, а також через міграцію значної частки населення зменшилася кількість стічних вод, що також призвело до зменшення їх викидів. В 2024 році значення зростає але все одно не перевищує ГДК. Це може бути пов'язане з тим, що внаслідок масових обстрілів країни через які відбувалися виникнення світла,

функціонування очисних споруд комунальної власності та очисних споруд промисловості було значно погіршено, а також аварійні скиди нечистот частка органічних речовин в річці Сіверський Дінець зроста водно-болотною рослинністю (рис. 2.3.).

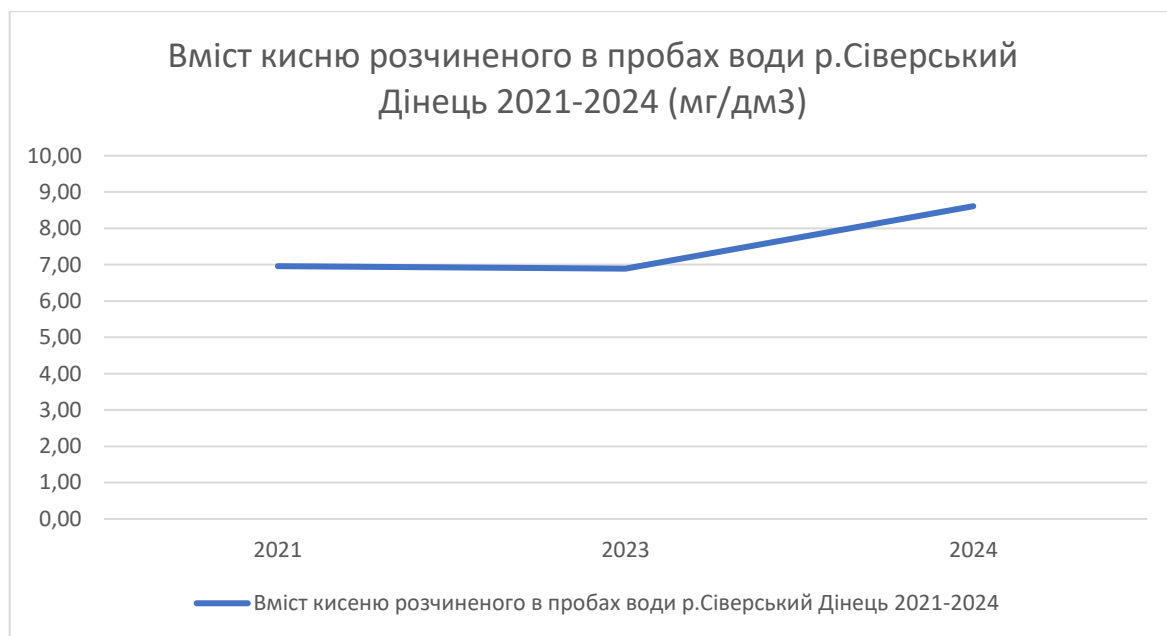


Рис. 2.3. Вміст кисню розчиненого в пробіях води р.Сіверський Дінець 2021-2024 (мг/дм³)

Показник вмісту розчиненого в воді кисню показує його частку в воді. Кисень потрапляє в воду завдяки процесу диференціації повітря диференціації повітря у воду. Деяка його частина утворюється завдяки тому, що водорості здійснюють процес фотосинтезу, тим самим насичуючи воду киснем. В воді кисень витрачається на окислення присутніх в ній органічних речовин, а також являється важливим для життєдіяльності гідробіонтів. Щоб не було ризику порушення процесів окиснення які відповідають за самоочищення водойми та було достатньо кисню для гідробіонтів, його концентрація повинна становити не менше ніж 4 мг/дм³. Збільшення частки органічних речовин розчинених у воді зазвичай відбувається через надходження у водойми стічних вод [19]. На графіку можна спостерігати підняття рівню розчиненого кисню у воді в порівнянні з

довоєнним, що може свідчити про зменшення кількості органічних речовин які потребують окиснення (рис. 2.4.).

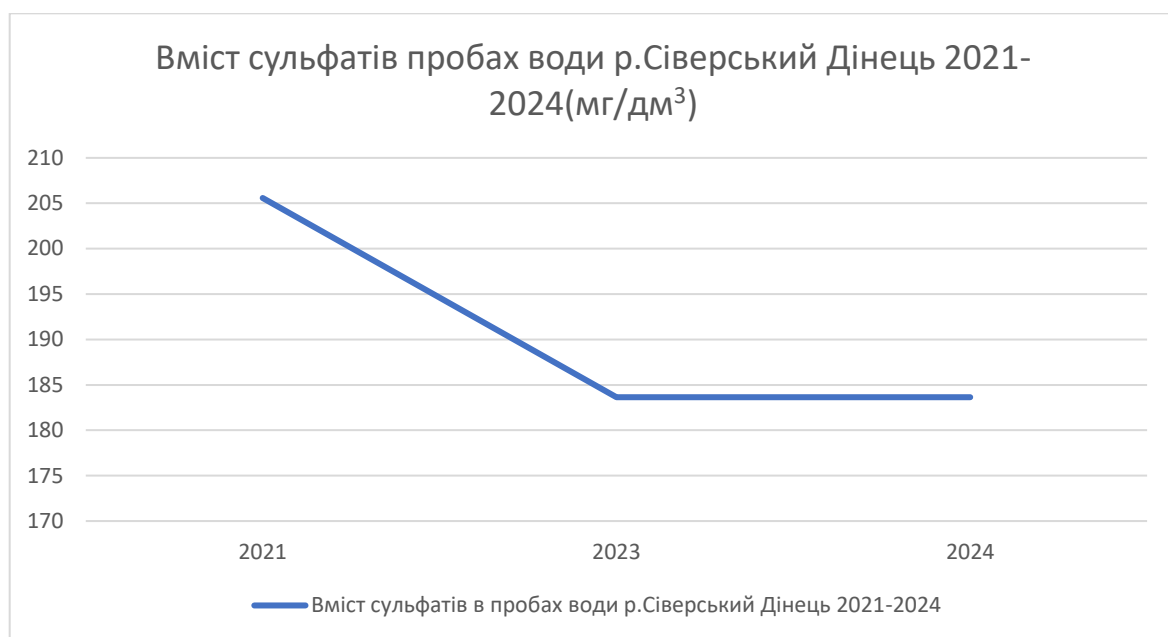


Рис.2.4. Вміст сульфатів пробах води р. Сіверський Дінець 2021-2024(мг/дм³)(значення в нуль означає відсутність даних)

Сульфати – це собою солі, які утворюються як наслідок реакції сірчаної кислоти з іншими хімічними речовинами. Сполуки сульфатів можуть вироблятися з рослинних та нафтових джерел, а також через потрапляння речовин які містять сульфатну кислоту. ГДК сульфатів становить – 100 мг/дм³ [20]. На графіку можна спостерігати те, що хоч ГДК сульфат-іонів є перевищеною, але в порівнянні з довоєнним знизилася. Це може відбуватися через те, що з початком повномасштабного вторгнення рф, багато підприємств промисловості знизили інтенсивність своєї роботи або взагалі були евакуйовані на захід країни, що призвело до зменшення викидів стоків у басейн р. Сіверський Дінець (рис. 2.5).

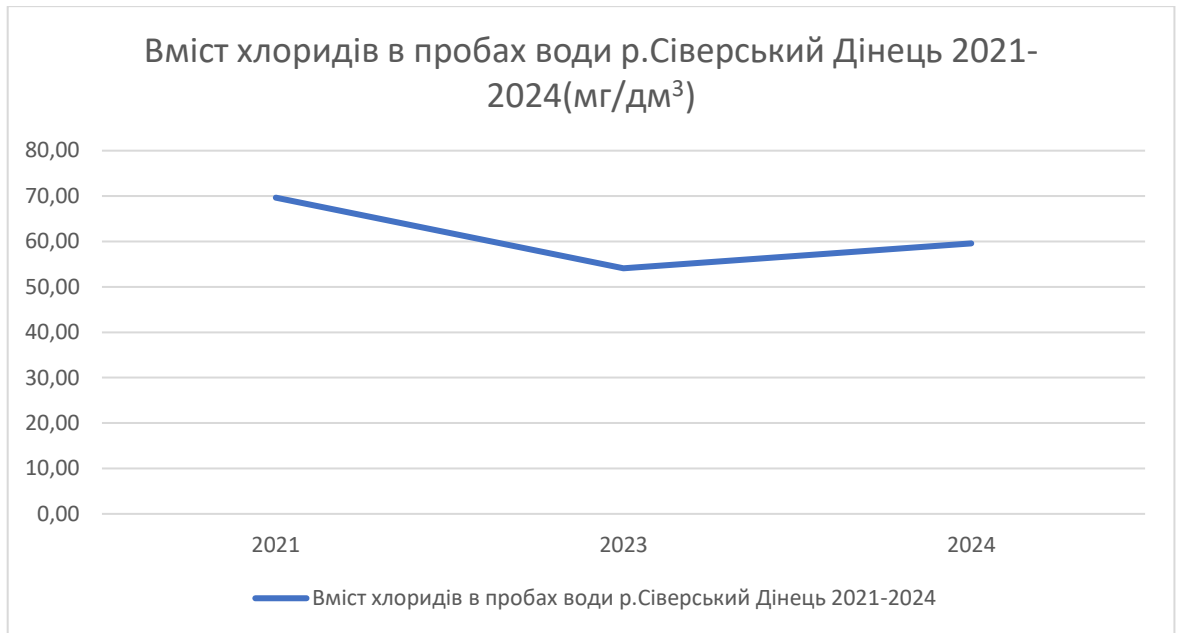


Рис.2.5. Вміст хлоридів в пробах води р. Сіверський Дінець 2021-2024 (мг/дм³)

Головним джерелом потрапляння мінеральних солей до води, включно з хлоридами, незалежно від джерела води являється розчинення мінеральних солей природнього походження [21].

На даному графіку можна побачити що рівень хлоридів трошки знижується. Так в 2021 році рівень хлоридів становить 69,65 мг/дм³, в 2023 ж році він складає 54,09 мг/дм³, а в 2024 році він становить 59,55 мг/дм³, що становить більше чим в 2023 році, але є меншим ніж довоєнний рівень. протягом є більш менш стабільним як до початку бойових дій, так і під час них (рис. 2.6.).



Рис. 2.6. Вміст азоту амонійного в пробах води р.Сіверський Дінець 2021-2024 (мг/дм³)

Амоній являє собою сполуку яка складається з азоту та водню. Амоній добре розчиняється у воді й має характерний різкий запах та безбарвний або слабо жовтуватий колір. Амоній є індикатором того, що забруднення води є свіжим. Зазвичай амоній потрапляє у воду завдяки розчиненню аміаку, що являється продуктом розкладу нітрогеномістких речовин. ГДК амонію становить 0,5 мг/дм³. Зростання концентрації амонію в воді зазвичай відбувається через води господарсько-побутових стічних вод, а також азотних та органічних добрив [22].

Аналізуючи графік можна побачити, що вміст амонію в воді р. Сіверський Дінець в 2021 році перевищував ГДК. В той час як в 2023 році, вже в воєнний час, його концентрація становить 0,4 мг/дм³ що є навіть трошки менше ГДК. Рівень амонію є стабільним, бо в 2024 він також становить 0.4 мг/дм³. А в 2023 році значення становить 0.8 мг/дм³, що є перевищенням ГДК. Це може бути пов'язане з тим, що через бойові дії рівень викидів стічних в воду ріки зменшився, як і зменшилася інтенсивність ведення сільського господарства, яке є одним з основних забрудників води амонієм (рис. 2.7.).

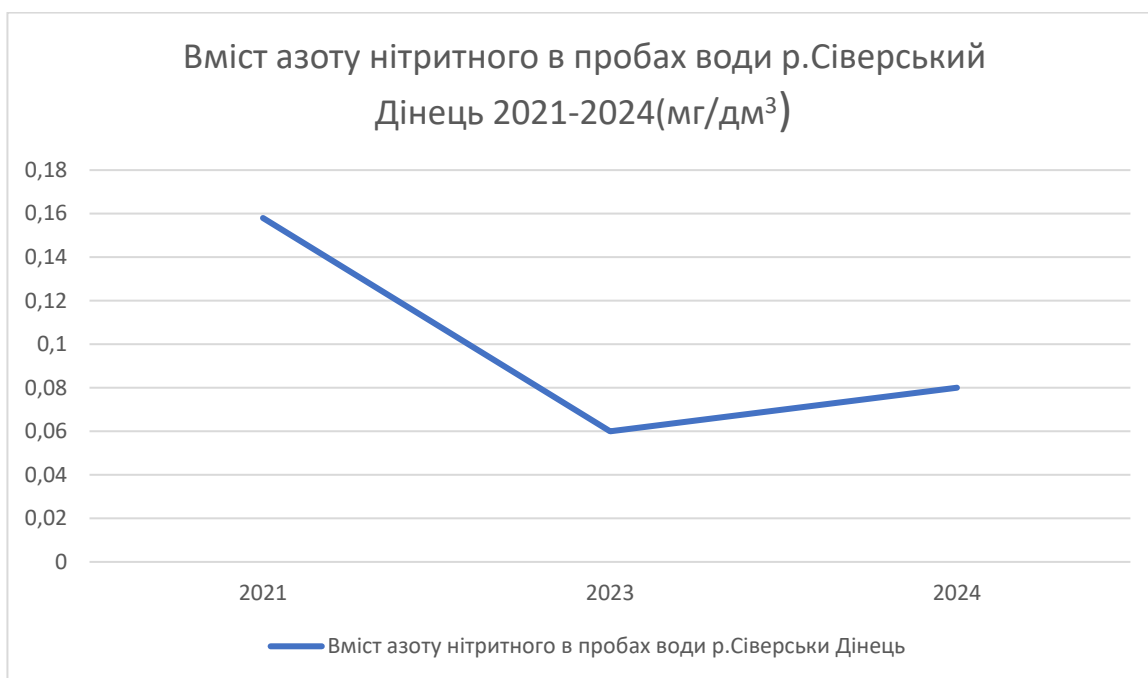


Рис.2.7. Вміст азоту нітритного в пробах води р.Сіверський Дінець 2021-2024(мг/дм³)

Нітрити – це солі нітритної кислоти, які утворюються як наслідок розпаду органічних сполук, в складі яких є азот. Кількість нітритів у воді напряду залежить від ефективності бактерій, які перероблюють забруднюючі речовини. ГДК нітритів складає 0,5 мг/дм³ [63]. На графіку видно, що вміст азоту нітритного не перевищувала ГДК ні до війни, ні під час неї. В 2021 році концентрація нітритів в воді складала 0,158 мг/дм³, воєнні ж часи станом на 2023 рік ця концентрація різко знизилася до 0,06 мг/дм³, після чого в 2024 році слідує невелике зростання рівню нітритів до 0,08 мг/дм³. Таке різке зниження як вже зазначалося вище, може бути пов'язане з тим, що побутових стічних вод, так і відходів промисловості стало менше через бойові які призвели до міграції населення і зменшення інтенсивності роботи промисловості або взагалі евакуації підприємств. Також знизилася і інтенсивність сільського господарства, яке є одним з головних джерел забруднення вод амонієм (рис. 2.8).



Рис. 2.8. Вміст азоту нітратного в пробах води р. Сіверський Дінець 2021-2024 (мг/дм³)

Нітрати являються солями нітратної кислоти і як нітрити утворюються внаслідок процесу розкладання сполук азоту. ГДК нітратів становить 50 мг/дм³. На графіку можна побачити, що вміст нітратів під час війни різко зростає в воєнний час. Так, до початку бойових дій в 2021 році, концентрація нітратів становить 1,19 мг/дм³. Під час же бойових дій, станом на 2023 рік концентрація нітратів складає 1,77 мг/дм³, після чого в 2024 році йде невеликий спад до 1,68 мг/дм³. Підвищення концентрації може бути пов'язане як з діяльністю людини, так і з бойовими діями. Але варто зазначити, що перевищень ГДК за весь наведений період не знайдено (рис.2.9.).



Рис. 2.9. Вміст фосфатів в пробах води р. Сіверський Дінець 2021-2024 (мг/дм³)

Фосфати являють собою солі фосфорної кислоти, частіше всього це сполуки фосфорної кислоти з певними металами [64]. На графіку можна побачити, що рівень фосфатів знизився на фоні довоєнного рівню. В 2021 році концентрація фосфатів становила 0,81 мг/дм³, після чого можна побачити спад і станом на 2023 рік концентрація вже становила 0,7 мг/дм³, в 2024 році спад продовжувався і показник фосфатів становить 0,69 мг/дм³.

2.3. Наслідки руйнування інфраструктури та аналіз ризиків для біорізноманіття річки Сіверський Дінець

Одна з глобальних змін, в екосистемі річки Сіверський Дінець, це руйнування затворів гідротехнічної споруди Оскільського водосховища яке знаходиться біля Харківської та Донецької областей. Під час цього відбувся спуск води, який призвів до того, що приблизно 355,5 млн кубічних метрів води були вивільнені з водоймища, що спочатку призвело до підняття рівня води в річці, а потім до його критичного заниження, що оголило близько 9000 гектарів

замуленого дна водосховища [23]. Гребля за час війни була атакована двічі: спочатку в лютому, потім у жовтні 2022 року [24].

За даними екоінспекції, це водосховище було створене та використовувалось задля постачання води в Донецьку та Луганську області, також задля обводнення річок, рибного господарства а також гідроенергетики. По оцінкам експертів, внаслідок цього акту екоциду природному середовищу завдано шкоди на суму в майже 4 млрд гривень [25].

Також впливу бойових дій зазнала і дамба Печенізького водосховища. Яка через ракетні удари під час яких були прямі влучанням в дамбу водосховища, які відбувалися в 2022 році з березня до вересень зазнали руйнування затвори гідровузла, що призвело до незворотних втрат накопиченої в водосховищі води загальний обсяг яких становить 111,8 млн м³ [26, 33]. Фахівці Державної екологічної інспекції Харківській області оцінили, що завдані довікілью збитки внаслідок втрат накопиченої води становлять 7 млрд 261 млн 410 тис. гривень [27].

Воєнні дії значною мірою впливають на стан водних екосистем спричиняючи їх забруднення небезпечними та токсичними хімічними речовинами. Вибухи та потрапляння снарядів, військової техніки та ще багатьох інших видів озброєння як вже зазначалося раніше в нашій роботі, призводить до того, що у воду потрапляють важкі метали, отруйні сполуки, паливо і тд. Водні об'єкти які піддаються такому впливу, через свій сильний рівень забруднення стають непридатними для використання, що має значний вплив на біорізноманіття. Висока концентрація таких речовин може призвести до евтрофікації, це явище коли надлишок поживних речовин призводить до стимулювання розмноження водоростей, що буде призводити до зниження рівню кисню в воді, через що може спричинити до вмирання гідробіонтів. Також, через накопичення важких та токсичних металів, в водних організмах, буде порушувати їх життєдіяльність, спричиняти їх вмирання, та передавати отруйні речовини людям внаслідок споживання забрудненої токсинами риби тощо. Всі

ці проблеми будуть мати довгострокові наслідки для не тільки для річки Сіверський Дінець, а і для всієї її екосистеми [28].

Також великий вплив на біорізноманіття матиме і руйнування інфраструктури. Так наприклад внаслідок руйнування дамби Оскільського водосховища, через критичне скид води та спричинене ним зниження рівню води в річці загинуло 1 млн 997 тис. особин риб, також скид призвів до руйнування сотень нерестовищ. Що також є дуже сильним негативним впливом на біорізноманіття річки [29].

РОЗДІЛ 3. ЗАХОДИ З ВІДНОВЛЕННЯ ТА ЗАХИСТУ ВОДНИХ РЕСУРСІВ РІЧКИ СІВЕРСЬКИЙ ДІНЕЦЬ ПІСЛЯ БОЙОВИХ ДІЙ

3.1.Оцінка поточних та перспективних екологічних заходів для відновлення річки Сіверський Дінець

Одним з перших кроків до подолання згубних наслідків впливу війни на водні об'єкти є неперервний моніторинг ситуації у стоках річок, для моніторингу, а також постійні польові дослідження, за для знаходження джерел забруднення, їх локалізації та усунення. Тому проблема оперативного моніторингу водних об'єктів є дуже нагальною та потребує вирішення якомога швидше. Бо хоча і існує низка досліджень стану водних об'єктів, вони не є систематизованими, та зведеними в єдину систему, що знижує їх ефективність, та не дає змоги оперативно спостерігати та оцінювати екологічний стан водних ресурсів та прогнозувати подальші сценарії розвитку екологічної ситуації.

Внаслідок бойових дій щоденно піддаються обстрілам об'єкти як військового так і цивільного призначення. До них відносяться і такі як очисні споруди, промислові підприємства, склади тощо, що спричиняє забруднення водойми. Зважаючи на порушення системи управління водними ресурсами є дуже серйозною проблемою.

Під час ведення бойових дій на території Харківської області, було пошкоджено дамбу Оскільського водосховища, яке є найбільшим на території Лівобережної України, воно було своєрідним резервом води яка підтримувала рівень р. Сіверський Дінець в яку впадає р. Оскіл, задля сталого забезпечення водою маловодних районів Донецької та Луганської областей. Після руйнування дамби відбувся розлив води і паводок дійшов аж до Святогірська. Також була знищена екосистема водосховища, так наприклад було знищено сотні кілометрів неристовищ риби. Також великого впливу зазнав регіональний ландшафтний

парк «Оскільський», до якого відноситься 4 тисячі гектарів території водосховища. Що є великомасштабною екологічною катастрофою, через суттєві зміни в екосистемах, що можна класифікувати як екоцид. Також це призвело до підтоплення господарських об'єктів людської діяльності, що призвело до змивання каналізаційних нечистот, токсичних органічних речовин, при підтопленні кладовищ, потраплянні нафтопродуктів, отрутохімікатів та добрив при підтопленні складів. Також до серйозних проблем можна віднести те, що було порошено живлення маловодних районів Луганської та Донецької області, що класифікується як водний тероризм (рис. 3.1.) [34, 45].



Рис. 3.1. Оскільське водосховище після підриву греблі [39]

Також варто розглянути факти пошкодження або руйнування водоканалів, що призводить до руйнування очисних споруд, та резервуарів для вже очищеної води. Це призводить до екстреного неконтрольованого скидання забрудненої води у водойми, що призводить до їх забруднення.

Схожа ситуація і з промисловими об'єктами, які через руйнування, пошкодження чи знеструмлення зливають нечистоти в річки без фільтрації. Також відбувається деградування водних систем та зниження якості води в них,

через потрапляння до них вибухонебезпечних речовин, продуктів горіння, забруднення водних об'єктів важкими металами, уламками снарядів, військової техніки. Також одним із дуже небезпечних для існування екосистеми є зміна гідрологічних режимів водних об'єктів, в наслідок наприклад руйнування дамб водосховищ. Також це відбувається і внаслідок інженерних робіт, задля будівництва оборонних споруд, що може призводити зміни русел річок, їх зарегульованості та заболочення, або взагалі повного пересихання, та поступового заростання рослинністю, що є повною зміною ландшафту, що тягне за собою докорінні зміни в екосистемі. Також обміління річок може відбуватися через лісові пожежі, бо ліси затримують воду і притягують її до себе, а масштабні лісові пожежі дуже сильно знижують кількість рослинності в лісах. Зважаючи на вищезазначені факти, можна зробити висновки, що екологічний стан водних об'єктів в умовах війни значно погіршився, та несе серйозну загрозу як для екосистеми так і для населення при його подальшому погіршенні та потребує прийняття серйозних мір по його покращенню покращення.

Що стосується поточних та перспективних методів покращення екостану річки, то першочерговим потрібно зайнятися налагодженням постійного комплексного моніторингу стану річки Сіверський Дінець, наскільки це є можливим в умовах бойових дій.

Моніторинг – це система комплексного науково-інформаційних спостережень, які здійснюються задля оцінки стану природнього середовища, а також його подальшого прогнозування розвитку ситуації.

Головним принципом моніторингу є постійне та безперервне спостереження [44]. До основних завдань екологічного моніторингу відносяться є створення системи державного контролю за складовими навколишнього середовища. Ще одним з головних завдань є створення та налагодження системи автоматизованого збору, обробки та систематизації з подальшим зберіганням зберігання інформації стосовно стану природних ресурсів та їх даних. Також необхідною є регулярна оцінка наявного природно-ресурсного потенціалу та

його змін, задля планування рівня використання ресурсів. Під час створення та подальшого функціонування системи екологічного моніторингу є регулярна інвентаризація джерел забруднення та подальшого вивчення інтенсивності антропогенного впливу на екосистеми. Ще одним завданням екомоніторингу є моделювання на основі якого проводиться прогноз змін екологічної ситуації. До завдань екомоніторингу також входить розробка рішень, які будуть спрямовані задля забезпечення раціонального природокористування та сталого розвитку регіону [56, 59]. Оперативний моніторинг є першочерговою задачею для розробки стратегії з по відновленню екосистеми річки Сіверський Дінець. Під час моніторингу потрібно використовувати широкі можливості ГІС та ДЗЗ технологій, а також безпілотників, щоб зробити моніторинг як можна оперативніше. На ряді з моніторингом потрібно провести повний аудит, задля підрахунку збитків та оцінки уцербу який було нанесено екосистемі.

Також першочерговим методом є розмінування русла ріки та днопоглиблювальні роботи задля видалення відкладень, осаду який накопичився в мулі з дна водойм для збільшення глибини та покращення якості води. Також перспективною є ренатуралізація русла річки.

Ренатуралізація річок – це процес відновлення природного стану річкових екосистем [44]. Ренатуралізація річок полягає у тому, щоб видалити забруднюючі річку бетонні та інші конструкції які знаходяться в її руслі, а також на їх берегах з заміною їх природними рішеннями, які допоможуть відновити біорізноманіття річки та покращити її стан. Одним із способів покращення екологічно стану є розробка заходів по видаленню з води шкідливих домішок, відновлення та модернізація вже існуючих очисних споруд, та побудова нових, які будуть більш технологічні та ефективніші. Нижче будуть розглянуті методи та способи очищення води та доцільність їх введення та використання.

Механічний, суть якого полягає в тому, щоб завдяки фільтрації та відстоюванню видалити домішки у вигляді твердих частинок, які уловлюються сітками та іншими фільтрами первинної очистки, а якщо мова йде про поверхневі

води, то зазвичай використовуються і бензомаслоуловлювачі задля відфільтрування частини нафтопродуктів. Частіше всього механічне очищення води являється першим етапом комплексної очистки води. Також використовується і хімічний метод очистки води, який заключається в використанні спеціалізованих хімічних реагентів які перетворюють забруднюючі речовини в нерозчинний осад, який потім можна відфільтрувати. Це метод зазвичай застосовують задля глибокої очистки промислових стоків, а також дезинфекції, що є основним етапом підготовки води до біологічного очищення вод. Також використовується фізико-хімічний метод очистки, який використовується задля видалення з води розчинених та тонкодисперсних частинок поєднанням хімічного та фізичного методів. Ще існує біологічний метод очищення води, який ґрунтується на застосуванні мікроорганізмів, які внаслідок своєї життєдіяльності роблять природне біохімічне очищення води внаслідок процесу окислення, що повторює процес самоочищення водойм в природі. У штучних умовах процес біологічного очищення води роблять за допомогою використання спеціальних біологічних фільтрів або інших призначених для цього систем.

Якщо ж говорити про способи очистки які можна залучати та використовувати зараз, то можна виділити так як коагуляція яка заключається в процесі додавання до води коагулянтів, що прискорять виділення з води частково розчинних та взагалі нерозчинних речовин, які зазвичай не випадають в осад. Процес випадання таких речовин в осад називають седиментацією. Також можна залучати використання процесу нейтралізації, який допоможе очистити воду від лугів та кислот шляхом знищення кислот в воді за допомогою лугів та навпаки. Перспективним методом є сорбція. Це процес під час якого спеціальна речовина поглинає з води гази, розчинні речовини та пар. Ще існує метод флоатації, який полягає в очищенні вод від забруднюючих речовин за допомогою бульбашок повітря які підіймаються на поверхню води проходячи через нею [53, 54].

Флотація є дуже ефективним способом очистки води від нафти та нафтопродуктів, що робить її використання необхідним в умовах бойових дій, коли багато водних об'єктів забруднено викидами нафтопродуктів з промислових об'єктів та військової техніки. Також флотація має ще низку переваг таких як високий рівень очистки вод навіть з великими концентраціями як нафтопродуктів, так і завислих речовин, а також жирів. Також цей спосіб передбачає мінімальний рівень відходів а а також витрат на утилізацію цих відходів завдяки зменшенню вологості осаду на 90 відсотків, якщо порівнювати його з загальноприйнятими методами очистки вод. Ще один плюс цього методу заключається в тому, що він потребує мінімальної площі задля монтажу обладнання для проведення флотації. Також до головних плюсів можна включити і низькі затрати як хімічних реагентів та електроенергії для роботи обладнання при порівнянні з загальноприйнятими методами очистки води [54]. Всі вище перераховані плюси є дуже важливими в умовах бойових дій в країні, бо енергоефективність, низькі затрати матеріалів та площі для експлуатації систем, в умовах коли можуть бути перебої з енергопостачанням та дефіцитом енергії, потребами як можна швидше та ефективніше проводити очищення води від одного з основних забрудників у вигляді нафтопродуктів, несе у собі дуже великі перспективи для даного методу очистки водних ресурсів.

Сорбція також може бути дуже корисним та перспективним методом очищення води за для зменшення забруднення водних об'єктів які зазнають забруднення внаслідок бойових дій, бо існують і менш очевидні забруднювачі водних ресурсів. Такі як наприклад лісові пожежі, під час яких у повітря потрапляє велика кількість продуктів горіння, таких як шкідливі гази, попіл, зола, які осідають у воді під час руху з повітряними масами та під час атмосферних опадів. Також прильоти і вибухи снарядів та ракет призводять до викидів в атмосферу шкідливих продуктів горіння, які є ще більш шкідливими ніж ті які виділяються при горінні лісів, через хімічну природу горіння. Тому сорбція також є дуже важливою, для очистки води від розчинених у воді газів та

розчинних речовин. Це повинно проводитися в комплексі із зовнішніми способами очистки, таких як нейтралізація, щоб нейтралізувати речовини які потрапляють внаслідок кислотних дощів.

Також варто загадати про метод біоремедіації води. Тобто комплекс методів з очистки води, атмосфери та ґрунтів, за допомогою використання метаболічних процесів біологічних об'єктів та їх потенціалу, або потенціалу їх ферментів.

Цей метод є дуже ефективним для очищення води від органічних забруднювачів, таких як продукти життєдіяльності людини, які в зв'язку с руйнуванням або знеструмлення очисних споруд проникають зі стічними водами до водних об'єктів. Працює цей метод за принципом розкладання мікроорганізмами токсичних речовин на менш токсичні або не токсичні речовини. Біоремедіація також допомагає очистити воду від деяких важких та токсичних металів, таких як наприклад ртуть. Також вона стала б у нагоді і для вирішення проблеми яка була нагальною і до війни, а саме очистка водних об'єктів від сільськогосподарських хімікатів. Також біоремедіація успішно показала себе у боротьбі з розливами нафти.

Як приклад можна навести такі розливи нафти як: Exxon Valdez на Алясці (1989), Розлив нафти Prestige в Іспанії (2002), розлив в Середземне море з ліванської електростанції (2006,) і зовсім недавно, розлив нафти BP в Мексиканській затоці (2010). Які було успішно усунуто за допомогою цього методу.

Можна виділити ряд переваг таких як вартість/ефективність біоремедіації, які можна використати в районах, які недоступні без розкопок. Наприклад, забруднення підземних вод розливами нафти та хлорованими розчинниками, які легше обробити за допомогою біоремедіації, ніж за допомогою звичайних класичних підходів до очищення ґрунтових вод. Це, зазвичай, Набагато дешевше, аніж земельні роботи, після яких буде слідувати утилізація в других місцях, або спалювання яке буде нести додатковий шкідливий вплив на екостан

стан природнього середовища. Також біоремедитація мінімізує або взагалі прибирає потребу в перекачуванні та обробці. Цей підхід може бути використаним на ділянках забруднення чистих ґрунтових вод вуглеводнями. Перевага в використанні прокаріотів задля біоремедитації вуглеводнів в тому, що забруднюючі речовини руйнуються на рівні молекул, в той час як від звичайного методу хімічного диспергування забруднювача [55, 56]. Зважаючи на вище наведені переваги, біоремедитація може стати одним із основних інструментів відновлення забруднених внаслідок бойових дій водних екосистем.

Також потрібно буде проводити розмінування русел річок, бо снаряди які лежать на дні несуть небезпеку не тільки, тим що можуть здетонувати, а і тим, що розкладаючись від корозії металу та інших процесів, до води будуть потрапляти небезпечні речовини, такі як важкі метали, компоненти вибухівки, та призводити до деградування екосистем, про що вже згадувалося вище. Також задля ефективного вирішення проблем потрібне проведення комплексних екологічних аудитів у зонах бойових дій та розробка планів з реабілітації екосистем водних об'єктів. Також важливою частиною є співпраця з міжнародними організаціями для отримання технічної та фінансової допомоги для відновленні та збереженні водних ресурсів України.

3.2. Використання ГІС та дистанційного зондування для моніторингу відновлення екосистеми річки

Sentinel-2 – це космічна місія Європейського космічного агентства (ESA) мета якої заключається в дистанційному зондуванні Землі яка діє в межах програми «Копернікус». До її задач входить моніторинг змін покриву Землі, лісів а також наслідків спричинених стихійними лихами. До цієї місії входить два однакових супутника Sentinel-2A та Sentinel-2B, що було зроблено задля забезпечення регулярної відвідуваності супутниками одних і тих же широт та її високої доступності.

Місія супутників Sentinel-2 надає широкі можливості, а саме: мультиспектральні дані знімання в 13 спектральних діапазонах, від видимого до інфрачервоного короткохвильового спектру; також супутники забезпечують систематичне покриття земної поверхні. Бо їхні траєкторії охоплюють ті самі зони раз в 5 днів під одним й тим же кутом огляду. Крім того, проходи супутників перекриваються над високими широтами, а деякі регіони взагалі спостерігаються кілька разів протягом 5 днів, але під різними кутами огляду. Роздільна здатність супутників складає 10, 20 та 60 м, а їх поле зору становить 290км. Супутникові знімки супутників Sentinel-2 можна використовувати з допомогою різного програмного забезпечення та сервісів. Ми будемо використовувати для роботи зі знімками супутників сервіс Sentinel Hub EO Browser [61].

Почнемо з підбору знімків для проведення аналізу. У відповідних вікнах було обрано знімки якого з супутників на потрібно, рівень допустимої хмарності на знімку, а також часовий відрізок за який потрібно переглянути знімки, а на карті обрана потрібна територія (рис. 3.2.).

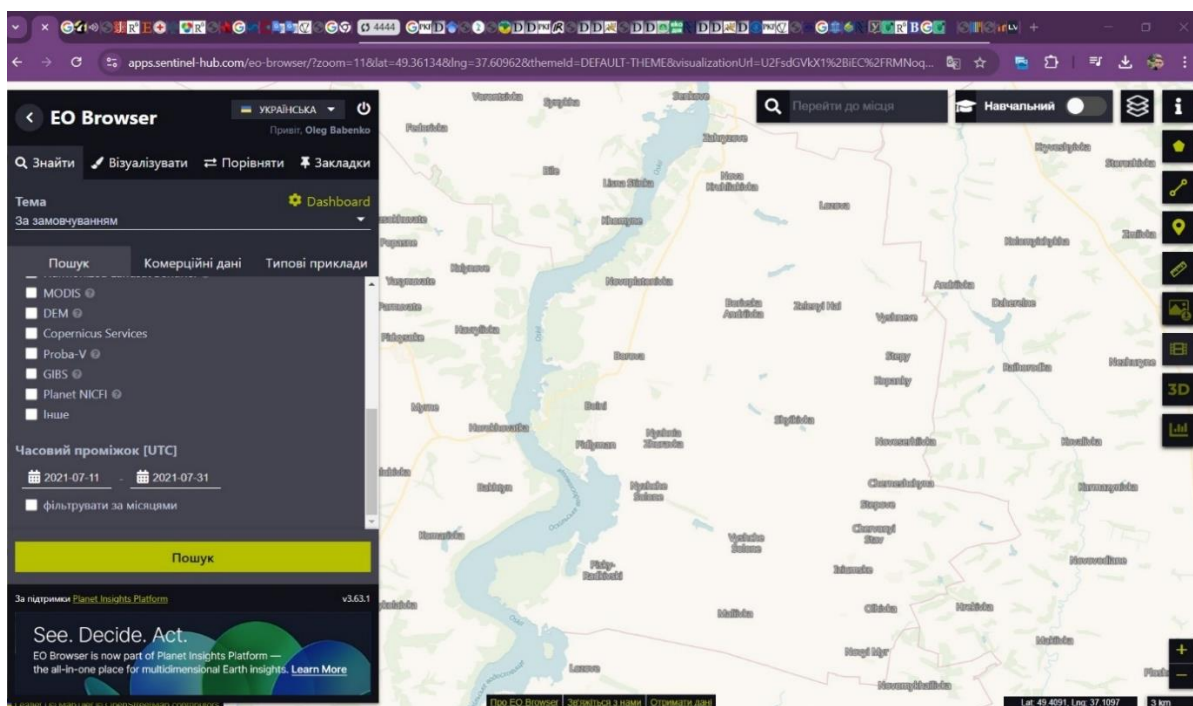


Рис. 3.2 Процес вибору параметрів знімку

Далі обирається потрібний знімок, після чого нас направляє в режим роботи ним, де ми можемо вибрати на основі яких каналів буде відбуватися візуалізація знімка. За замовчуванням сервіс виставляє візуалізацію True Color яка будується на основі 4, 3 та 2 каналів але ми для кращої наочності будемо використовувати False Colors яка базується на каналах 8, 4, 3, та пункт Moisture index який відповідає нормалізованому диференційному індексу вологості (NDMI). Цей індекс використовується для моніторингу посух та вологи. Діапазон його значень становить від -1 до 1. Значення які наближаються до -1 відповідають відкритому ґрунту. Значення які знаходяться в діапазоні від 0 до 0.4 зазвичай кажуть про водний стрес. Значення вище 0.4 та до 1 ж відповідають рослинному покриву, що не несе ніякого водного стресу.

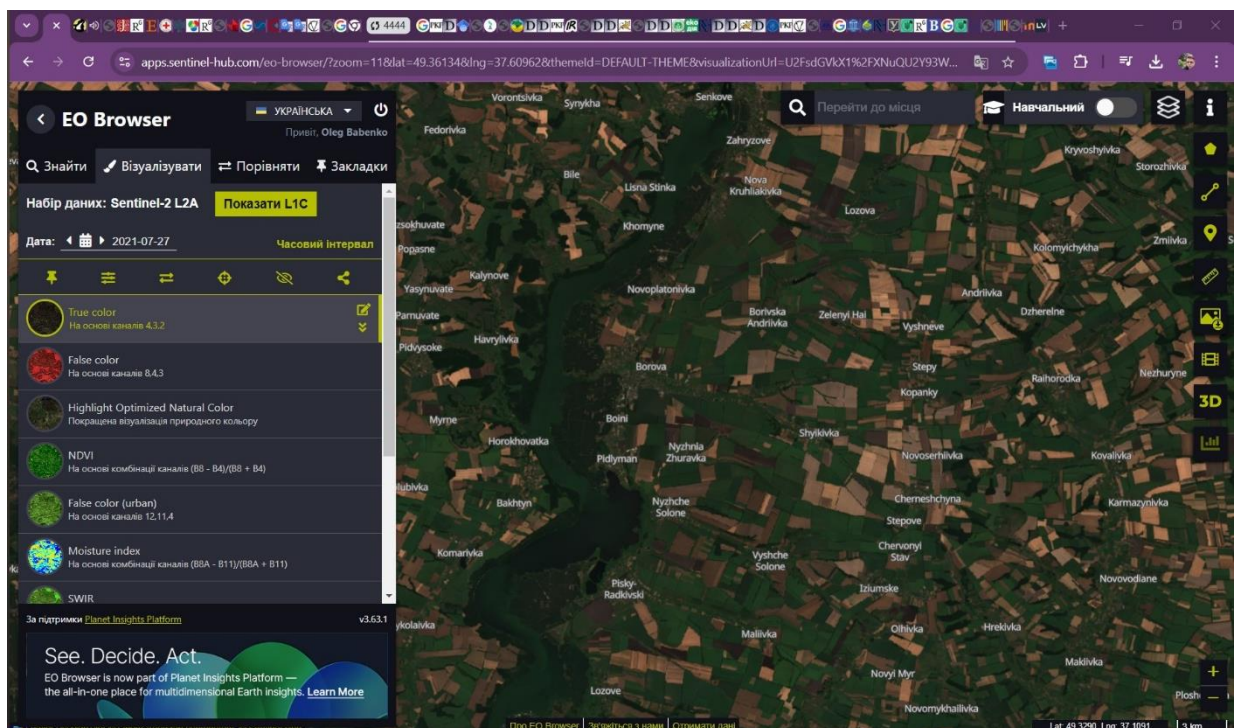


Рис. 3.3. Процес вибору параметрів візуалізації знімку

Далі ми додаємо всі потрібні знімки до порівняння для більш комфортного аналізу (рис. 3.4, 3.5.).

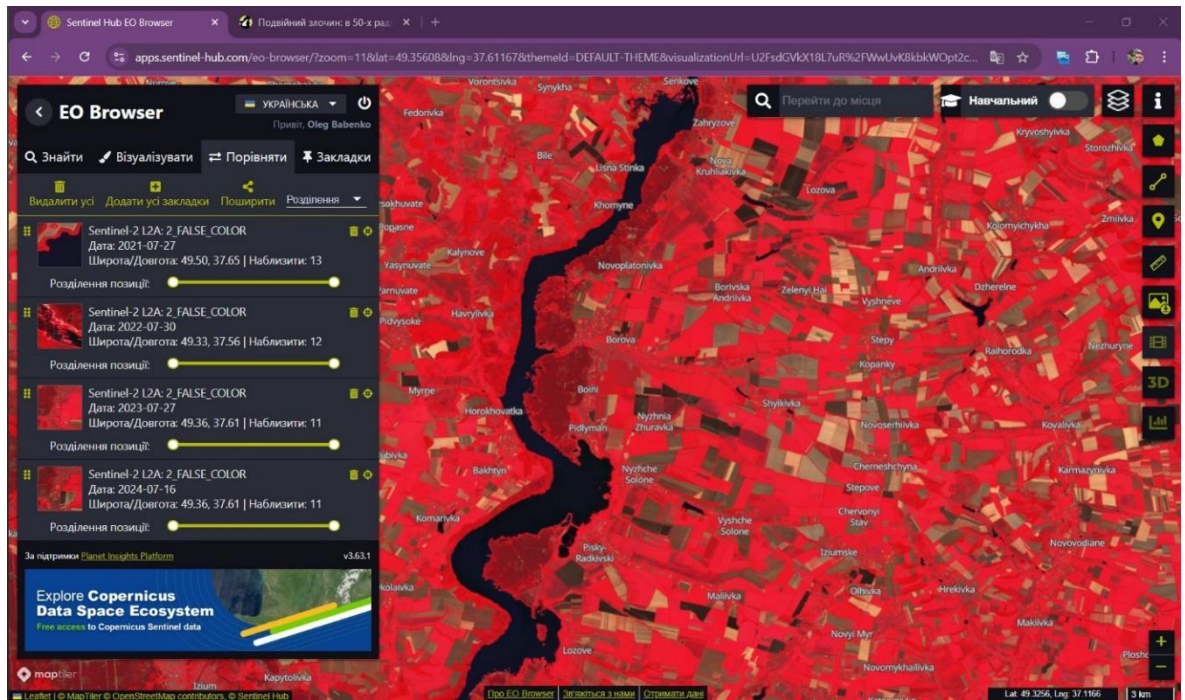


Рис. 3.4. Вікно порівняння знімків

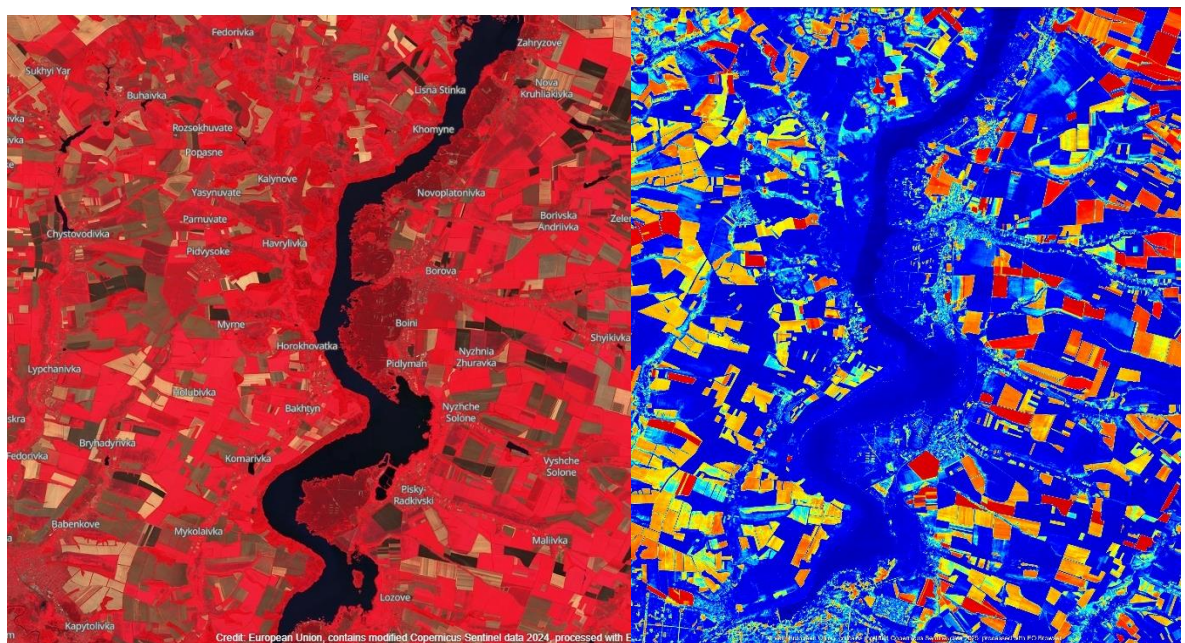


Рис. 3.5. Космічні знімки території Оскільського водосховища за 27.07.21.

Перший в візуалізації False color, другий NDMI [61]

На весні 2022го року окупанти здійснили акт екоциду, шляхом підриву дамби Оскільського водосховища. Розглянемо та проаналізуємо за допомогою даних ДДЗ до яких змін в екосистемі річки Сіверський Дінець. Якщо подивитися на знімки з рис.3.5., які були зроблені ще до початку бойових дій, на них ми

можемо спостерігати що річка є повноводною, знаходиться в своєму нормальному стані.

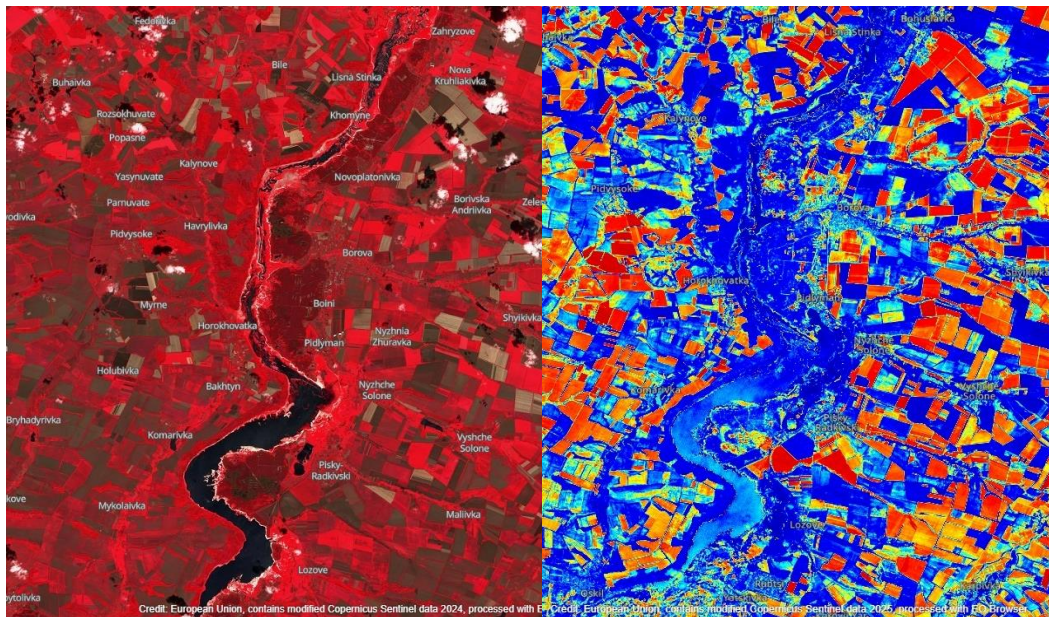


Рис. 3.6. Знімок території Оскільського водосховища за 30.07.22. Перший в візуалізації False color, другий NDMI [61]

Знімки на рис. 3.6. зроблені вже трохи пізніше руйнування шлюзу на дамбі водосховища. На обох з них ми можемо бачити доволі стрімке обміління русла річки, що вже призводило до змін в екосистемі, таких як вимирання риби, заростання та заболочення й заростання змілілої частини русла, але обміління ще не досягло критичного рівня. Що стосується нормалізованому диференційному індексу вологості, то за ним також можна побачити де раніше була вода, а зараз оголений ґрунт або острівки посеред русла ріки, що призводить до того що на цих ділянках спостерігається погіршення стану (рис. 3.7.).

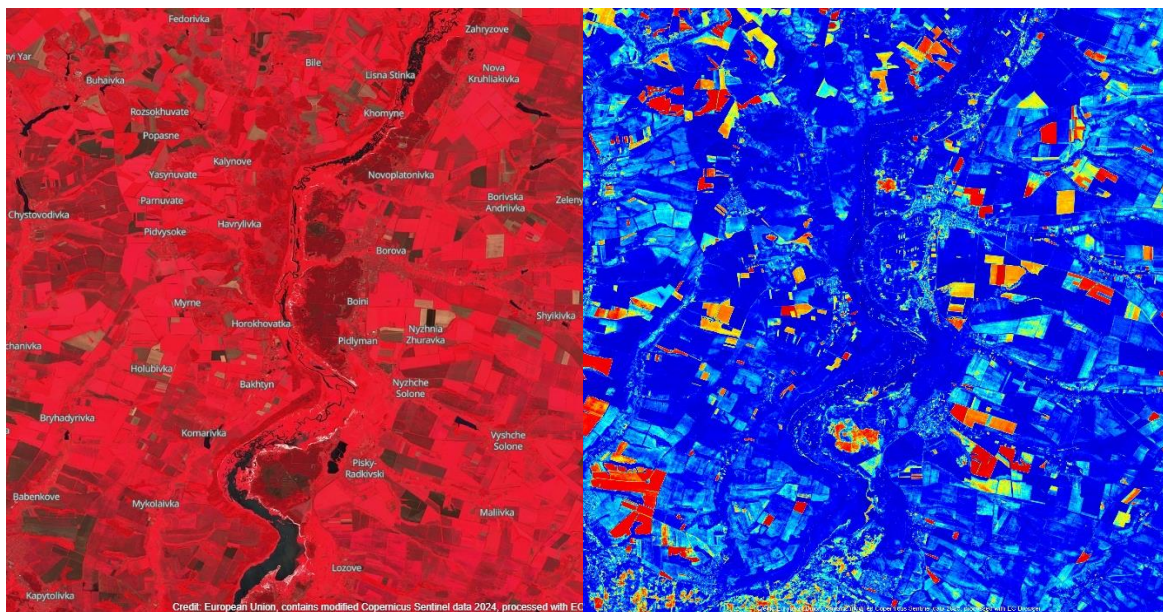


Рис. 3.7. Знімки території Оскільського водосховища за 27.07.23. Перший в візуалізації False color, другий NDMI [61]

Аналізуючи та порівнюючи знімки за 2022 рік (рис. 3.6) та 2023 рік (рис. 3.7) можна побачити що за рік обміління русла Сіверського Дінця доходить до зовсім критичних позначок, коли ріка повернулася до річища, яке було до побудови водосховища. Також можна побачити сильне заростання рослинністю осушеної частини русла річки, що також сильно виділяється за нормалізованим диференційним індексом вологості, за яким можна побачити доволі великі зони з відкритим ґрунтом та островки які відчувають водний стрес. Що також може свідчити і про їх заростання рослинністю.

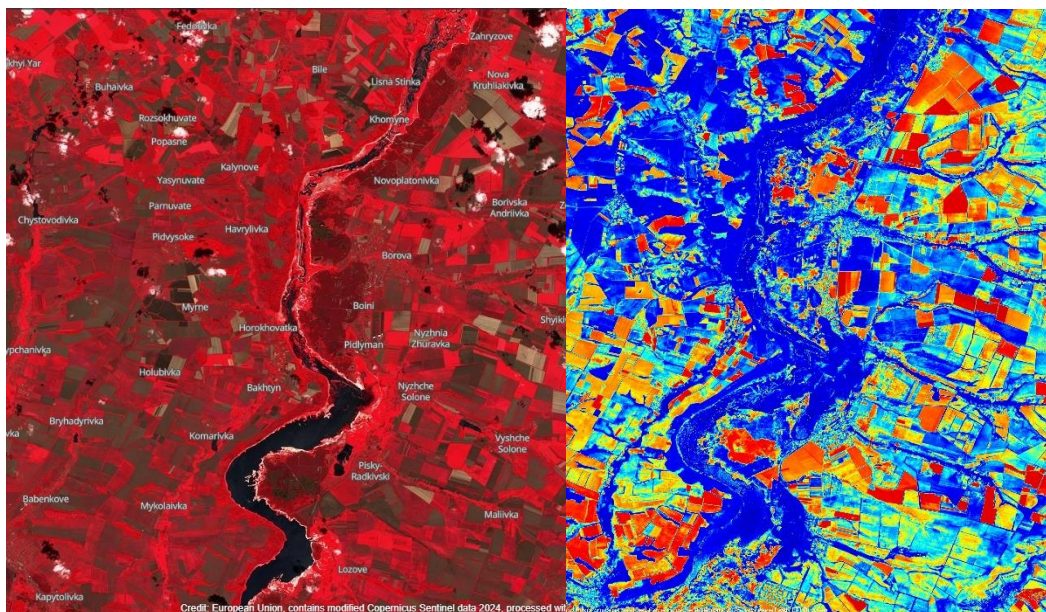


Рис.3.8. Знімки території Оскільського водосховища за 16.07.24. Перший в візуалізації False color, другий NDMI [61]

На знімках за 2024 рік (рис. 3.8) можна побачити покращення стану екосистеми, та підвищення рівня води, але він ще все одно не досягає рівня 2023 року який спостерігається на рис. 3.5., що добре видно за допомогою нормалізованого диференційного індексу вологості. До підвищення рівню призвело те, що після деокупації водосховища, внаслідок контрнаступу восени 2022 року, стало можливим оцінити стан зруйнованої гідротехнічної споруди та з часом провести ремонт її шлюзів, після чого стало можливим почати заходи з відновлення рівня водосховища.

Також, впливу бойових дій зазнало і Печенізьке водосховище, яке є дуже важливим гідротехнічним об'єктом басейну Сіверського Дінця. Через що, важливою задачею є розглянути як саме бойові дії та їх вплив на водосховище відобразилися на його стані [30].

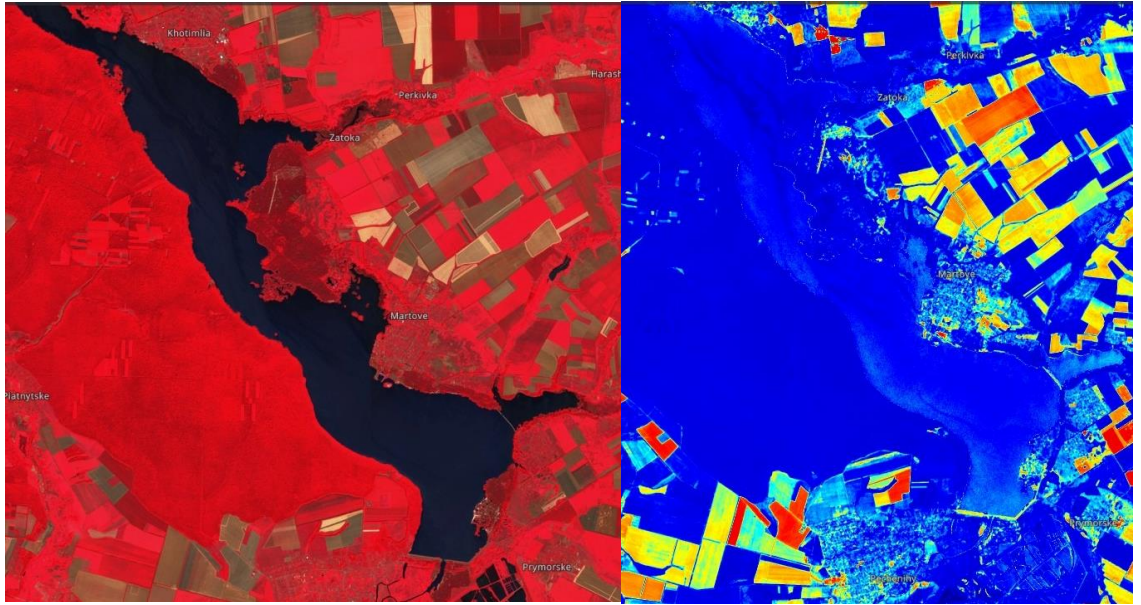


Рис.3.9 Знімки території Печенізького водосховища за 20.07.21. Перший в візуалізації False color, другий NDMI [61]

На рис. 3.9. показані знімки зроблені до початку бойових дій, на них водосховище знаходиться в своєму нормальному стані. Але з початком бойових дій та їх перебігом можна поступово простежувати як стан гідротехнічної споруди водосховища погіршувався, що впливало в цілому на його стан.

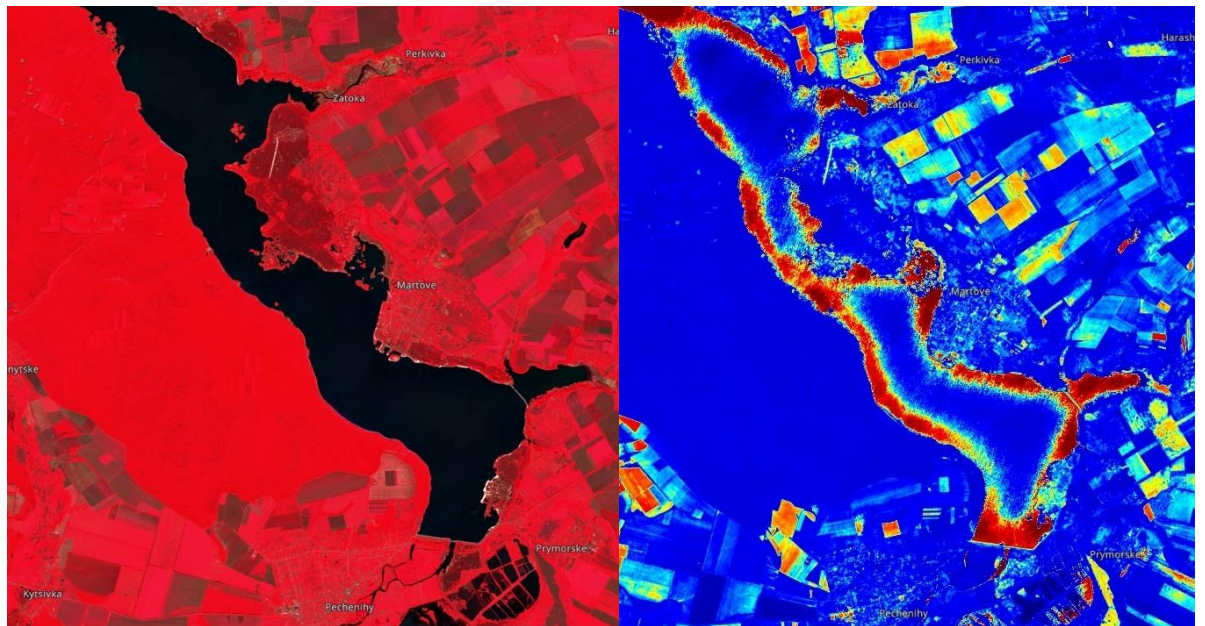


Рис.3.10 Знімки території Печенізького водосховища за 30.07.22. Перший в візуалізації False color, другий NDMI [61]

Таким чином, на рис. 3.10. можна спостерігати сильне обміління водосховища, яке можна простежити на знімках по збільшенню берегової лінії в глибину площі водного об'єкту яке відбулося внаслідок того, що під час обстрілів відбулося потрапляння в дамбу, що призвело до спуску води з водосховища. Цей випадок є унікальним в історії Печенізького водосховища, бо за весь час свого існування воно не піддавалося ні впливу бойових дій, ні руйнаціям дамби. На знімках добре видно, білий контур навколо води, це і є та сама берегова лінія яка збільшилася. Також можна спостерігати і островки, яких не існувало за нормальних умов, що також призводить обміління водосховища. Сильне обміління доводить і нормалізований диференційний індекс вологості, який своїми значеннями вказує на те, що там де була вода зараз відкритий ґрунт.

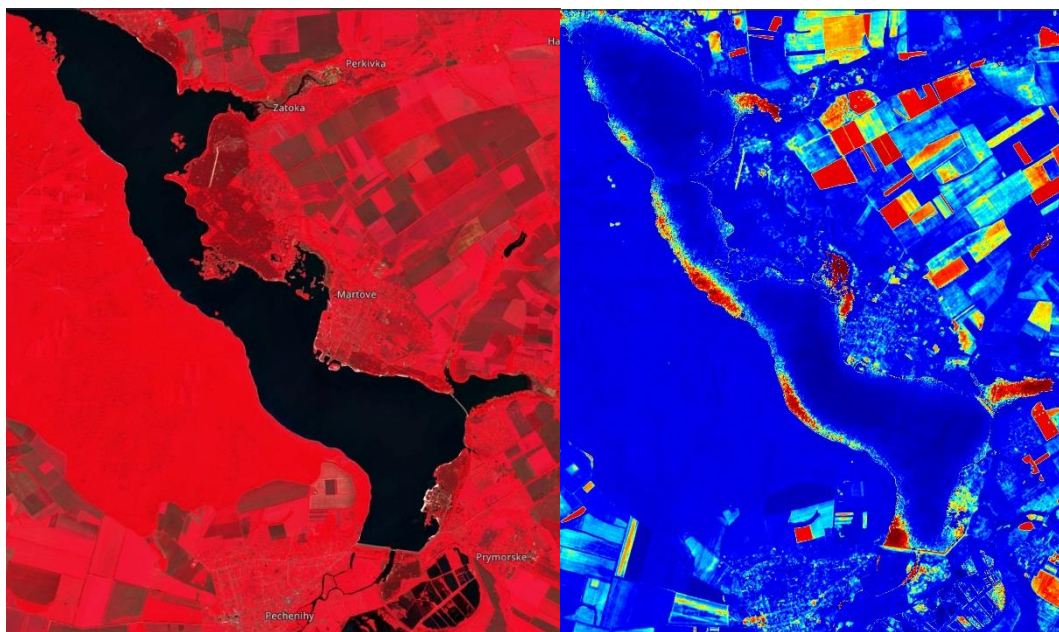


Рис. 3.11. Знімки території Печенізького водосховища за 27.07.23.

Перший в візуалізації False color, другий NDMI [61]

На рис. 3.11. можна побачити стан водосховища влітку 2023 року, на ньому видно, що водосховище не відновилося до довоєнного рівня, але ситуація з рівнем води покращилася, що дуже добре показано нормалізованим диференційним індексом вологості. Можна побачити і зникання островців, що також вказує на підвищення рівню води.

3.3. Рекомендації щодо покращення системи управління водними ресурсами підвищення їх стійкості в умовах військових загроз

Управління водними ресурсами є дуже важливим як в мирний час, так і в умовах бойових дій, коли потреба в оперативному рішенні проблем пов'язаних з ними. Тому її вдосконалення та оптимізація є стратегічним питанням.

По-перше, на державному рівні потрібно розробити схеми водозабезпеченості регіонів країни та її покращення, як для надзвичайних умов, так і для нештатних ситуацій, таких як стихійні лиха, техногенні катастрофи, бойові дії тощо.

Також важливим для ефективного управління водокористуванням є визначення його пріоритетні. Як наприклад ресурси певної річки доцільніше буде використовувати для зрошення сільськогосподарських угідь чи для побудови додаткової ГЕС, яка збільшить виробляему кількість електроенергії.

Також потрібно зайнятися розподілом функцій управління водними ресурсами. На даний момент цим займається Державне агентство водних ресурсів, яке законодавчо більше спрямоване на контроль та управління інфраструктурою, а забезпечення управління самими водними ресурсами річкових басейнів є більш вторинним. Тому задля оптимізації важливо розділити функції управління та створити окрему структуру яка буде займатися конкретно контролем, моніторингом стану та управлінням конкретно водних ресурсів.

Ще одним рішенням є створення фонду який буде займатися нагромадженням коштів, які будуть використовуватися тільки на потреби пов'язані з розв'язання екологічних проблем та покращення її якості водних ресурсів.

Стійкість водних об'єктів у період військового часу є дуже важливою задачею. Бо від стану водних ресурсів залежить стан країни, її населення, функціонування сфер господарської діяльності тощо. Тому можна сказати що задача носить стратегічний пріоритет.

Однією з головних задач, є створення системи раннього оповіщення про можливі екологічні загрози на всій території країни де це можливо. З цього випливає потреба у створенні багаторівневої системи безперервного моніторингу стану водних об'єктів.

Також потрібно розробити заходи по підвищенню очистки води та максимально підвищити автономність очисних споруд, задля мінімізації скидів нечистот які не пройшли очистку внаслідок екстрених вимкнень світла.

Ще одним способом підвищення стійкості водних об'єктів під час бойових дій є забезпечення безпеки гідротехнічних споруд, таких як дамби водосховищ, очисні споруди та інші об'єкти руйнування яких внаслідок влучання ракет або артилерійських снарядів може призвести до катастроф, як наприклад руйнування дамби Оскільського водосховища або Каховської ГЕС.

ВИСНОВКИ

Проблема, що стосується впливу бойових дій на водні об'єкти є дуже важливою. Тому її вивчення, аналіз та розробка методів для його поменшення та відновлення водних екосистем які його зазнали є дуже важливою, особливо для таких річок як Сіверський Дінець, які кожного дня зазнають цього впливу та є артеріями цілих регіонів. Під час цього дослідження було поставлено ряд задач, були поставлені на його початку, внаслідок чого, були отримані такі результати:

1. Розглянуто та проаналізовано довідні джерела інформації, на основі чого був обґрунтований та систематизований поняттєвий апарат. Було визначено, які фактори мають найбільший вплив на водні екосистеми під час бойових дій, як наприклад викиди важких металів, нафтопродуктів тощо; також було проаналізовано які ризики вони несуть. Також був проаналізований міжнародний досвід ряду країн та міжнародних організацій таких як Ірак, Камбоджа, Судан, ООН тощо, які зіштовхнулися з відновленням екосистем які зазнали впливу бойових дій або запроваджували ініціативи задля зменшення впливу бойових дій на навколишнє середовище. Що дає змогу враховуючи ці дані скласти та корегувати стратегію відновлення забруднених внаслідок війни землі. Це допоможе уникнути помилок та невірних рішень, через це стратегія буде більш ефективною, а її розробка займе менший проміжок часу.

2. Було зібрано та проаналізовано ряд даних та інформації, які допомогли сформувані загальні характеристики Сіверського Дінця. А за допомогою даних отриманих у лабораторії Харківського регіонального центру гідрометеорології були проаналізовані хімічні, фізичні та біологічні показники якості води, завдяки чому було встановлено екологічний стан р. Сіверський Дінець. Що в свою чергу дало можливість оцінити те, як бойові дії вплинули на якість води в річці, та які ризики можуть нести ці зміни.

3. Також в межах дослідження були вивчені та проаналізовані заходи екологічні заходи які використовуються зараз, та ті які можуть бути корисними в перспективі для відновлення річки Сіверський Дінець. Що є дуже важливим

аспектом як на перших етапах післявоєнного відновлення екосистеми, так і зараз задля покращення нагального стану водного об'єкту та запобігання подальшому погіршенню його стану.

4. Було оброблено та проаналізовано дані дистанційного зондування землі, а саме космічні знімки супутнику Sentinel-2, які допомогли більш глибоко дослідити та скласти загальну картину того, як змінюється екосистема Сіверського Дінця внаслідок бойових дій, а також було проаналізовано яких руйнувань зазнали об'єкти водної інфраструктури річки (Печенізьке та Оскільське водосховища). На основі вище зібраної та обробленої інформації було укладено рекомендації які допоможуть покращити систему управління водними ресурсами та зробити її ефективнішою, як наприклад нові методи моніторингу, що є дуже важливо в умовах військової загрози. Також було розроблено і стратегічні пропозиції, які будуть корисні для підвищення стійкості водних об'єктів у військовий час.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Дорогунцов С.І., Коценко К.Ф., Хвесик М.А. Екологія: підручник. Київ : КНЕУ, 2005. 371 с.
2. Клименко В. Г. Загальна гідрологія : навчальний посібник для студентів. Харків : ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2012. 254 с.
3. Якість питної води та її вплив на здоров'я населення. *Головне управління Держпродспоживслужби в Хмельницькій області*. вебсайт. URL : <https://consumerhm.gov.ua/3632-yakist-pitnoji-vodi-ta-jiji-vpliv-na-zdorov-ya-naselennya> (дата звернення: 15.04.2025)
4. Вода – основа життя (до Всесвітнього дня водних ресурсів). *Буковинський державний медичний університет*. вебсайт. URL : <https://www.bsmu.edu.ua/blog/voda-osnova-zhyttya-do-vsесvitnogo-dnya-vodnyh-resursiv/> (дата звернення: 17.04.2025)
5. Скакун, В., Чинчик, А. та Страхов, А. Економічні підходи до оцінки екологічних наслідків війни в Україні: *Шляхи підвищення ефективності будівництва* збірник наукових праць Випуск 50. Частина 2. Київ : КНУБА, 2022. 340с.
6. Війна в Україні: як боєприпаси отруюють ґрунти. *Deutsche Welle*. Веб-сайт. URL : <https://www.dw.com/uk/vijna-v-ukraini-ak-boepripasi-otruut-grunti/a-64906233> (дата звернення: 20.04.2025)
7. Ангурець О., Хазан П., Колесникова К., Куц М., Чернохова М., Гавранек М. Наслідки для довкілля війни росії проти України : Електронне науково-популярне видання. вебсайт. URL : <https://cleanair.org.ua/wp-content/uploads/2023/03/cleanair.org.ua-war-damages-ua-version-04-low-res.pdf> (дата звернення: 17.04.2025)
8. Вплив війни на довкілля. *Вікіпедія* . вебсайт. URL : https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BF%D0%BB%D0%B8%D0%B2_%D0%B2%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%B8_%D0%BD%D0%B0_%D0%B4%D0

%BE%D0%B2%D0%BA%D1%96%D0%BB%D0%BB%D1%8F/ (дата звернення: 17.04.2025)

9. Знищення Оскільського водосховища: Як Кремль забирає воду в жителів Донбасу. *Думка*. вебсайт. URL : <https://dumka.media/ukr/war/1694600851-znishchennya-oskilskogo-vodoshovishcha-yak-kreml-zabirae-vodu-v-zhiteliv-donbasu/> (дата звернення: 18.04.2025)

10. Коза М. І., Шаравара В. В., Федорчук І. В. Оцінка впливу на довкілля. Конспект лекцій : навчально-методичний посібник [Електронний ресурс]. Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2024. 146 с. URL: <http://elar.kpnu.edu.ua/xmlui/bitstream/handle/123456789/7913/Otsinka-vplyvu-na-dovkillia-Konspekt-lektsii.pdf?sequence=3/> (дата звернення: 20.04.2025)

11. Геоінформаційна система. *Вікіпедія*. вебсайт. URL : https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BE%D1%96%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%B0_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0/ (дата звернення: 20.04.2025)

12. Мамонов К.А., Кондращенко О.В., Метешкін К.О., Вяткін К.І., Нестеренко С.Г, Касьянов В.В., Бабанін О.В. Дослідження формування та використання водних ресурсів на міському і регіональному рівнях із застосуванням геоінформаційних систем : стаття. Харків: ХНУ міського господарства ім. О.М. Бекетова, Харків, 2017. <https://eprints.kname.edu.ua/46058/1/4997-9926-1-SM.pdf/> (дата звернення: 21.04.2025)

13. Стригунов І.А., Король О.М. Висвітлення проблем штучних водойм засобами геоінформаційних технологій. : стаття. Суми: СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2024. <https://repository.sspu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/814b1b00-0dfd-405a-8735-b36146bdc862/content/> (дата звернення: 21.04.2025)

14. Безсонний В. Л., Метод аналізу вразливості водних ресурсів у нестабільному середовищі на основі ентропійного підходу. *Людина та довкілля. Питання неоекології*. 2023. Вип. 39. С 65-76.

15. Сіверський Донець. *Вікіпедія*. вебсайт. URL : https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%96%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%94%D0%BE%D0%BD%D0%B5%D1%86%D1%8C/ (дата звернення: 23.04.2025)

16. Форсування Сіверського Донця. *Вікіпедія*. вебсайт. URL : https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%BE%D1%80%D1%81%D1%83%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F_%D0%A1%D1%96%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D0%94%D0%BE%D0%BD%D1%86%D1%8F/ (дата звернення: 23.04.2025)

17. Печенізьке водосховище. *Вікіпедія*. вебсайт. URL : https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%87%D0%B5%D0%BD%D1%96%D0%B7%D1%8C%D0%BA%D0%B5_%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D1%81%D1%85%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%89%D0%B5 (дата звернення: 23.04.2025)

18. БСК5 : ключовий показник забруднення водойм. *Державна екологічна інспекція Південно-Західного округу Офіційний веб-портал Державної екологічної інспекції України*. веб-сайт. URL: <https://sw.dei.gov.ua/post/3776/> (дата звернення: 23.04.2025)

19. Значення розчиненого кисню у воді водойм. *Долинська міська рада. Офіційний інформаційний сайт*. вебсайт. URL: <https://rada-dolyna.gov.ua/news/znachennya-rozchynenoho-kysnyu-u-vodi-vodoym> (дата звернення: 03.05.2025)

20. Чи знаєте Ви що таке сульфати? Як вони потрапляють до водойм? Чи шкідливим є вживання та використання води із сульфатами? *Держводагенство офіційний сайт*. вебсайт. URL: <https://davr.gov.ua/news/chi->

znayete-vi-tsho-take-sulfati-yak-voni-potraplyayut-do-vodojm-chi-shkidlivim-ye-vzhivannya-ta-vikoristannya-vodi-iz-sulfatami/ (дата звернення: 03.05.2025)

21. Звідки беруться хлориди у воді та що з ними робити? *Ecosoft*. вебсайт. URL: <https://ecosoft.ua/ua/blog/chlorides-in-water/?srsltid=AfmBOopczQ7wR90GUtM0kH9gwz5sjQWWO92smwjwMt1BmdeLmt3zqmkZ/> (дата звернення: 03.05.2025)

22. Амоній у питній воді та його вплив на людський організм. *Богородчанська селищна рада*. вебсайт. URL: <https://bogo-rada.gov.ua/?p=15869>

23. Хімічне споживання кисню. *Вікіпедія*. веб-сайт. URL :https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D1%96%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B5_%D1%81%D0%BF%D0%BE%D0%B6%D0%B8%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F_%D0%BA%D0%B8%D1%81%D0%BD%D1%8E/ (дата звернення: 04.05.2025)

24. Розслідування злочинів. Руйнування Оскільського водосховища. *Без Брехні*. вебсайт. URL: <https://without-lie.info/factcheck/rozsliduvannia-zlochyniv-ruynuvannia-oskilsko-ho-vodoskhovyshcha/> (дата звернення: 04.05.2025)

25. Ідентифіковано російських генералів, які віддавали накази про знищення греблі Оскільського водосховища на Харківщині. *Суспільне Харків*. веб-сайт. URL : <https://suspilne.media/kharkiv/952859-ros-general-i-oskol/> (дата звернення: 04.05.2025)

26. Екологи розповіли про збитки від втрати води Печенізького водосховища. *Слобідський край*. веб-сайт. URL : <https://www.slk.kh.ua/news/suspilstvo/zbitki-vid-vtrati-vodi-na-harkivsini-ocinili-v-milardi.html> (дата звернення: 05.05.2025)

27. Екологи підраховали збитки від руйнування Печенізької дамби. *Status Quo*. веб-сайт. URL : <https://www.sq.com.ua/ukr/novini/28.04.2025/ekologi-pidrahuvali-zbitki-vid-ruinuvannya-pecenizkoyi-dambi>

28. Кот І.Т., Вплив воєнних дій на забруднення водних об'єктів. *Державний університет «Житомирська політехніка»*. Вебсайт. URL :

<https://conf.ztu.edu.ua/wp-content/uploads/2025/01/112.pdf> (дата звернення: 10.05.2025)

29. Майже 2 млн рибин загинули внаслідок руйнування окупантами греблі Оскільського водосховища. *Суспільне Харків*. вебсайт. URL : <https://suspilne.media/kharkiv/261037-majze-2-mln-ribin-zaginuli-vnaslidok-rujnuvanna-okupantami-grebli-oskilskogo-vodoshovisa/> (дата звернення: 11.05.2025)

30. Babenko O. V. Remote monitoring of ecosystem changes in the Siverskyi Dinets river as a result of the destruction of the Oskil reservoir. *Географічні дослідження: історія, сьогодення, перспективи*: збірник наукових праць (за матеріалами щорічної наукової конференції студентів та аспірантів, присвяченої пам'яті професора Г. П. Дубинського; 10 квітня 2025 року, м. Харків). С. 8-11.

31. Річка Сіверський Донець. *Атлас річок України* : вебсайт. URL : <https://river.land.kiev.ua/seversky-donets.html> (дата звернення: 28.11.2024).

32. Інформація про річку Сіверський Донець. Сіверсько-Донецьке басейнове управління водних ресурсів. *Державне агентство водних ресурсів України. Офіційний вебсайт.* вебсайт. URL : https://sdbuvr.gov.ua/sites/sdbuvr.gov.ua/files/inline-files/infa_sivdonec.doc

33. Огляд року війни для водних ресурсів України. *Екологія. Право. Людина* : вебсайт. URL : <http://epl.org.ua/announces/oglyad-roku-vijny-dlya-vodnyh-resursiv-ukrayiny/> (дата звернення: 28.11.2024).

34. Строкаль В. П., Ковпак А. В. Воєнні конфлікти та вода: наслідки й ризику. *Екологічні науки*. 2022. № 5(44). С. 94-102.

35. Leclerc G. Russia's war on Ukraine: High environmental toll / European Parliamentary Research Service. 2023. вебсайт. URL : [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/ATAG/2023/751427/EPRS_ATA\(2023\)751427_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/ATAG/2023/751427/EPRS_ATA(2023)751427_EN.pdf) (дата звернення: 28.11.2024).

36. Mitigating the Impact of Hostilities on Water Resources in Ukraine: The Role of State Regulation. *European Water Regulators* : вебсайт. URL :

<https://www.wareg.org/articles/mitigating-the-impact-of-hostilities-on-water-resources-in-ukraine-the-role-of-state-regulation/> (дата звернення: 27.10.2023).

37. The Environmental Impact of the Conflict in Ukraine: A Preliminary Review / United Nations Environment Programme. Kenya, 2022. URL: https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/40746/environmental_impact_Ukraine_conflict.pdf (дата звернення: 01.12.2024).

38. Schillinger, J., Özerol G., GüvençGriemert Ş., Heldeweg, M. Water in war: Understanding the impacts of armed conflict on water resources and their management. Wiley Interdisciplinary Reviews. 2020. Volume 7, Issue вебсайт. URL : <https://wires.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/wat2.1480>. Електронна версія друк. публікації (дата звернення 01.12.2024).

39. Вп'ятеро менше води: як під час війни обміліло Оскільське водосховище на Харківщині. *Суспільне Мовлення* : веб-сайт. URL : <https://suspilne.media/kharkiv/302934-vpatero-mense-vodi-ak-pid-cas-vijni-obmililo-oskilske-vodoshovise-na-harkivsini/> (Дата звернення: 01.12.2024)

40. Аналітичний огляд якісного стану поверхневих водних об'єктів району басейну річки Дон у серпні 2022 року. *Сіверсько-Донецьке басейнове управління водних ресурсів. Державне агентство водних ресурсів України*. Офіційний вебсайт. URL : <https://sdbuvr.gov.ua/news/analitichnyu-ohlyad-yakisnoho-stanu-roverkhnevykh-vodnykh-obyektiv-rayonu-baseynu-richky-don-u> (Дата звернення: 01.12.2024)

41. "Артерія життя": як війна вбиває Сіверський Донець. *Сіверсько-Донецьке басейнове управління водних ресурсів. Державне агентство водних ресурсів України. Офіційний вебсайт.* вебсайт. URL : <https://sdbuvr.gov.ua/news/arteriya-zhyttya-yak-viyna-vbyvaye-siverskyu-donets> (Дата звернення: 01.12.2024)

42. Сіверський Донець. *Електронна версія «Великої української енциклопедії».* вебсайт. URL : <https://vue.gov.ua/%D0%A1%D1%96%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%81%D1%>

8C%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%94%D0%BE%D0%BD%D0%B5%D1%86%D1%8C (Дата звернення: 02.12.2024)

43. Річки у містах. Частина I. Mistosite. вебсайт. URL : <https://mistosite.org.ua/en/articles/richky-u-mistakh-chastyna-i>

44. Маленко Я.В., Ворошилова Н.В., Перерва В.В., Поздній Є.В. Основи екології: підручник. Харків : Кривий Ріг: КДПУ, 2023. 197 с

45. Інститут географії НАН України. Проекти з екологічного моніторингу. вебсайт. URL : <http://igu.org.ua/ecoprojects> (Дата звернення: 02.12.2024)

46. Ситник К. М. Екологічний моніторинг: методи та інструменти. Київ: *Наукова думка*, 2007. 352 с

47. Анісімов О. О. Геоінформаційні системи та дистанційне зондування Землі. Київ: Видавничий дім "Києво-Могилянська академія", 2004. 320 с.

48. Злобін Ю. А. Основи екології. Київ: *Либідь*, 2008. 496 с.

49. Жук Л. М. Основи екологічного моніторингу. Київ: Видавництво *Либідь*, 2006. 272 с.

50. Трофименко Г. І. Географічні інформаційні системи в екологічному моніторингу. Київ: *Видавництво НПУ імені М. П. Драгоманова*, 2009. 224 с.

51. Корж М. В. Дистанційне зондування та ГІС в екології. Львів: *Видавництво ЛНУ імені Івана Франка*, 2012. 340 с.

52. Очисні споруди та користь для екології. *Акваполімер інжинірінг*. вебсайт. URL : <https://aquapolymer.com.ua/blog/ochysni-sporudy-ta-koryst-dlya-ekologiyi/> (Дата звернення: 12.08.2024)

53. Методи очищення стічних вод та їх вплив на водойми. *Державна екологічна інспекція у Сумській області*. вебсайт. URL : <https://deisumy.gov.ua/?p=2858/>

54. Н.І. Ніронович, І.Ю. Третьак, А.М. Копитін. Напірна флоатація як один з найефективніших способів попереднього очищення промислових стоків. *Енергоресурс-інвест*. вебсайт. URL : https://energoresurs.com/wp-content/uploads/2017/10/Energoresurs-Invest_stattya_4_2017.pdf

55. Біоремедіація. *Вікіпедія*. веб-сайт. URL:
[https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%96%D0%BE%D1%80%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%B4%D1%96%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F#:~:text=%D0%91%D1%96%D0%BE%D1%80%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%B4%D1%96%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F%20%E2%80%94%20%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%81%20%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D1%96%D0%B2%20%D0%BE%D1%87%D0%B8%D1%89%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20%D0%B2%D0%BE%D0%B4,%2C%20%D0%B1%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B5%D1%80%D1%96%D0%B9\)%20%D0%B0%D0%B1%D0%BE%20%D1%97%D1%85%20%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%96%D0%B2](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%96%D0%BE%D1%80%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%B4%D1%96%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F#:~:text=%D0%91%D1%96%D0%BE%D1%80%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%B4%D1%96%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F%20%E2%80%94%20%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%81%20%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D1%96%D0%B2%20%D0%BE%D1%87%D0%B8%D1%89%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20%D0%B2%D0%BE%D0%B4,%2C%20%D0%B1%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B5%D1%80%D1%96%D0%B9)%20%D0%B0%D0%B1%D0%BE%20%D1%97%D1%85%20%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%96%D0%B2)

56. Біоремедіація. *LibreTexts Ukrayinska*. веб-сайт. URL:
[https://ukrayinska.libretexts.org/%D0%91%D1%96%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F/%D0%95%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F/%D0%95%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%B1%D1%96%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F_\(Fisher\)/06%3A_%D0%95%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%87%D0%BD%D1%96_%D0%BD%D0%B5%D0%B1%D0%B5%D0%B7%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D0%B8_%D1%82%D0%B0_%D0%B7%D0%B4%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B2'%D1%8F_%D0%BB%D1%8E%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B8/6.04%3A_%D0%91%D1%96%D0%BE%D1%80%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%B4%D1%96%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F](https://ukrayinska.libretexts.org/%D0%91%D1%96%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F/%D0%95%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F/%D0%95%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%B1%D1%96%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F_(Fisher)/06%3A_%D0%95%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%87%D0%BD%D1%96_%D0%BD%D0%B5%D0%B1%D0%B5%D0%B7%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D0%B8_%D1%82%D0%B0_%D0%B7%D0%B4%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B2'%D1%8F_%D0%BB%D1%8E%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B8/6.04%3A_%D0%91%D1%96%D0%BE%D1%80%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%B4%D1%96%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F)

57. Соколовська А. В., Томченко О. В. Дослідження антропогенних змін екосистем засобами ГІС/ДЗЗ-технологій з використанням системних методів. Збірник наукових праць. 2013. №17. С. 57-60.

58. Дідковська Л. Водні конфлікти в Україні та світі. *Acta Academiae Beregsasiensis. Economicsg*. 2024. Випуск 5. С.69-85.

59. Григорєцька І. І., Кострицький І. Л., Пашенко О. М. Екоцид в умовах війни: актуальні питання забезпечення екологічної безпеки в Україні під час воєнних дій. *Воєнний стан: теоретико-практичні проблеми юриспруденції*. Львів – Торунь : Liha-Pres, 2024. С. 115-126.

60. Water: A platform for peace in the tides of war. SIWI. вебсайт. URL: <https://siwi.org/latest/water-a-platform-for-peace-in-the-tides-of-war/>

61. Sentinel Hub EO Browser. вебсайт. URL: https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/?lat=28.32924&lng=36.74819&zoom=14&time=2018-09-10&preset=3_NDVI&datasource=Sentinel-2%20L1C.

62. Borysenko K., Hutchinson S. M., Sinchuk, D. Manifestations and consequences of water conflicts: case study of the Pechenihy reservoir, Kharkiv region, Ukraine. *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University, Series "Geology. Geography. Ecology"*; 2024., p.173-187. URL: <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2024-60-12/>

63. Нітрити у воді. Зіко. *Лідер інженерії води*. вебсайт. URL: <https://ziko.com.ua/all-article-nitryty/?srsltid=AfmBOorlc1VEWvG6JZBxZkKdwZaQ9Y4tSLsE-2tXB1EyBvTgjGOxfFHG>

64. Фосфати в воді. *Ecosoft*. вебсайт. URL: https://ecosoft.ua/ua/blog/fosfaty-v-vode/?srsltid=AfmBOopVUUqYShDCqvD12Ve7nbffmS0iFbo7UEwbRiZd9Jr2LpxoULb_