ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра біології лісу, мисливствознавства та іхтіології

Кваліфікаційна робота

Магістра

На тему: СТАН ВОДОПОЇВ ПРИРОДНИХ ЕКОСИСТЕМ ДЛЯ РАТИЧНИХ В ЗАПОВІДНИКУ О. ХОРТИЦЯ

Виконав студент ІІ курсу групи 8.2054
Спеціальності 205 Лісове господарство
Освітньої програми Мисливське господарство
Жучков Г. О.
Керівник зав. каф., д.б.н., проф., В. І. Домніч
Рецензент к.с/г.н., доцент Дударєва Г.Ф.

Запоріжжя – 2025

ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Біологічний факультет

Кафедра біології лісу, мисливствознавства та іхтіології

Рівень вищої освіти магістр

Спеціальність 205 Лісове господарство

Освітньо-професійна програма Мисливське господарство

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри біології лісу,
мисливствознавства та іхтіології,
д.б.н., проф.

В. І. Домніч

« » 2025 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Жучкову Глібу Олександровичу

1. Тема роботи Стан водопоїв природних екосистем для ратичних в заповіднику о. Хортиця

керівник роботи Домніч Валерій Іванович, зав. каф, д.б.н., проф.

затверджена наказом ЗНУ від « 31 » 10 2025 р. № 1580-с

2. Строк подання студентом роботи грудень 2025 року

3. Вихідні дані до роботи провести огляд літературних джерел на тему загальна та гідрологічна характеристика о. Хортиця, гідрологічний режим, стан підземних вод, якість води, вплив підриву Каховської ГЕС, фізико-географічна характеристика району досліджень та власних матеріалів.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): проаналізувати воду на якість води в період 2022-2023 рр., дослідити воду на жорсткість та водневий показник pH на о. Хортиця в 2024 р., порівняти отримані дані та зробити висновки щодо якості води.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):7 рисунків, 4 таблиці.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4			

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1.	Огляд літературних джерел. Написання відповідного розділу роботи.	Березень 2025	Виконано
2.	Вивчення, засвоєння методик дослідження. Написання відповідного розділу роботи.	Березень 2025– Квітень 2025	Виконано
3.	Засвоєння правил техніки безпеки під час виконання експериментальної частини. Написання відповідного розділу роботи.	Квітень 2025 –Травень 2025	Виконано
4.	Проведення експериментальних досліджень. Оформлення результатів експерименту.	Червень 2025 –Вересень 2025	Виконано
5.	Оформлення кваліфікаційної роботи. Передзахист роботи.	Жовтень 2025 – Листопад 2025	Виконано
6.	Рецензування кваліфікаційної роботи	Листопад 2025	Виконано
7.	Захист кваліфікаційної роботи	Грудень 2025	Виконано

Студент _____ Г.О. Жучков

Керівник роботи _____ В.І. Домніч

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер Г.Ф. Дударєва

РЕФЕРАТ

Робота представлена на 65 сторінках друкованого тексту, включає 4 таблиці, 7 рисунків. У переліку посилань зазначено 55 джерел, з яких 15 написані іноземною мовою.

Об’єктом дослідження є вода поблизу та безпосередньо на самому острові Хортиця.

Предметом дослідження є аналіз гідрохімічних показників води на о. Хортиця в період 2022-2024 рр.

Мета даної дипломної роботи заключалась в дослідженні основних показників якості води о. Хортиця.

Методи дослідження включали титриметричні, потенціометричні, спектрофотометричні методи досліджень та методи варіаційної статистики.

Новизна дослідження полягала в тому, що вперше за останні 5 років проведено аналіз показників якості води з метою контролю після підриву Каховської ГЕС.

Практичне та теоретичне значення у можливості використання результатів для контролю основних показників якості води в динаміці, для своєчасного виявлення негативних змін у водному середовищі, запобігання загрозам для екосистеми заповідника і збереження природної спадщини цього унікального регіону

В результаті дослідження проаналізовано гідрохімічний склад води на о. Хортиця в період 2022-2024 рр.

АНАЛІЗ ЯКОСТІ ВОДИ, ГІДРОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ, ГДК, ОСТРІВ ХОРТИЦЯ.

ABSTRACT

The work is presented on 65 pages of printed text and includes 4 tables and 7 figures. The list of references contains 55 sources, 15 of which are written in a foreign language.

The object of the study is water near and directly on the island of Khortytsia.

The subject of the study is the analysis of hydrochemical indicators of water on the island of Khortytsia in the period 2022-2024.

The purpose of this thesis was to study the main indicators of water quality on the island of Khortytsia.

The research methods included titrimetric, potentiometric, spectrophotometric research methods, and methods of variational statistics.

The novelty of the research was that for the first time in the last 5 years, an analysis of water quality indicators was carried out for the purpose of monitoring after the destruction of the Kakhovka Hydroelectric Power Plant.

The practical and theoretical significance lies in the possibility of using the results to monitor the main indicators of water quality in dynamics, to timely identify negative changes in the aquatic environment, to prevent threats to the ecosystem of the reserve, and to preserve the natural heritage of this unique region.

As a result of the study, the hydrochemical composition of water on Khortytsia Island was analyzed for the period 2022-2024.

WATER QUALITY ANALYSIS, HYDROCHEMICAL INDICATORS, MPC, KHORTYTSIA ISLAND.

ЗМІСТ

ЗМІСТ 6
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ 8
ВСТУП 9
1 ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ 11
1.1 Вплив стану водопоїв на ратичних тварин на о. Хортиця 11
1.2 Загальна та гідрологічна характеристики о. Хортиця 13
1.3 Гідрологічний режим р. Дніпро 14
1.4 Стан підземних вод р. Дніпро 15
1.5 Якість води р. Дніпро 17
1.6 Вплив підриву Каховської ГЕС 18
1.7 Фізико-географічна характеристика районів дослідження 21
2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ 24
2.1 Відбір проб води 24
2.2 Метод визначення pH 25
2.3 Метод визначення жорсткості води 28
2.4 Методика визначення загальної жорсткості 29
2.5 Статистична обробка даних 31
3 ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА 33
3.1 Гідрохімічний аналіз води на о. Хортиця в період 2022-2023 рр. 33
3.2 Дослідження показників якості води на о. Хортиця в період 2024 р. 39
3.2.1 Визначення жорсткості води на о. Хортиця 39
3.2.2 Визначення водневого показника pH води 41
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ 43
4.1 Правила безпеки при відборі проб води 43
4.2 Техніка безпеки в лабораторії 45
4.3 Перша допомога в умовах лабораторних досліджень 48

4.4 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії 50
4.5 Правила роботи з персональним комп’ютером 52
4.6 Пожежна безпека 55
ВИСНОВКИ 57
РЕКОМЕНДАЦІЇ 59
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ 60

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕ ТЕРМІНІВ

% – відсоток

га – гектар

°С – градус за Цельсієм

ГДК – Гранично-допустима концентрація

ГЕС – Гідроелектростанція

км – кілометр

м – метр

мг – міліграм

мл – мілілітр

км – кілометр

$дм^3$ – кубічний дециметр

$см^3$ – кубічний сантиметр

л – літр

мг – міліграм

млрд – мільярд

о. – острів

р – рік

р. – ріка

см – сантиметр

т – тонна

ВСТУП

Вода є однією з найважливіших речовин, необхідних для підтримання органічного життя. У біологічних організмах, як рослинних, так і тваринних, вміст води становить понад 60 % за масою. На поверхні Землі вода покриває близько 70,9 % території [1]. У природі відбувається постійний кругообіг води: вона випаровується з поверхні та повертається у вигляді атмосферних опадів. Вода відіграє суттєву роль у розвитку економіки, зокрема в сільському господарстві та промисловості, проте лише близько 2,5 % від загальної кількості є придатною для споживання людиною. Враховуючи це, нестача водних ресурсів може стати однією з ключових глобальних проблем у найближчі десятиліття [2].

Випаровуючись, вода здатна переміщуватися на значні відстані і випадати у вигляді дощу чи снігу, що визначає вологість повітря та кількість атмосферних опадів – основні фактори, що регулюють клімат і погодні умови [3]. Крім того, вода є важливим геологічним агентом, що змінює рельєф земної поверхні: вона розмиває гірські породи, формуючи долини та інші природні форми рельєфу, а також руйнує гірські породи як механічно, так і хімічно, взаємодіючи з мінералами та утворюючи нові сполуки [4].

Для життєдіяльності людини, тварин та рослин вода має критичне значення. Стан водопоїв є одним із ключових екологічних чинників, що визначають просторову структуру популяцій ратичних тварин, їхню добову активність, міграційну поведінку та загальний фізіологічний стан. На території острова Хортиця, де природні джерела води представлені обмеженою кількістю заток, озерних ділянок та штучних водних об’єктів, доступність якісної прісної води стає критичним фактором виживання та стабільності популяцій копитних [5, 6]. У зв’язку з цим актуальним є дослідження якості води у різних природних середовищах [7, 8]. Тема даної

випускної роботи присвячена оцінці стану та якості води на прикладі водних об’єктів острова Хортиця.

Об’єктом дослідження є вода поблизу та безпосередньо на самому острові Хортиця.

Предметом дослідження є аналіз води на основні показники на території о. Хортиця в період 2022-2024 рр.

Методи дослідження включали титриметричні, потенціометричні, спектрофотометричні методи досліджень та методи варіаційної статистики.

Мета даної дипломної роботи заключалась в дослідженні гідрохімічних показників якості води о. Хортиця.

Ця мета передбачала вирішення таких завдань:

1. проаналізувати воду на основні показники якості води в період 2022-2023 рр. на території о. Хортиця та порівняти з нормативними даними;
2. дослідити воду на жорсткість та водневий показник pH на о. Хортиця в 2024 р та порівняти з нормативними даними.
3. порівняти отримані дані та зробити висновки, щодо якості води.

Новизна дослідження полягала в тому, що вперше проведено аналіз показників якості води з метою контролю після підриву Каховської ГЕС.

В результаті дослідження проаналізовано гідрохімічний склад води на о. Хортиця в період 2022-2024 рр.

Актуальність даної роботи полягає в тому, що після підриву Каховської гідроелектростанції у червні 2023 року в басейні Дніпра відбулися значні гідрологічні, гідрохімічні та екологічні зміни, які безпосередньо вплинули на стан водних об’єктів нижче за течією, зокрема в районі острова Хортиця [9, 10]. Тому контроль якості води на території острова Хортиця після підриву Каховської ГЕС є необхідним для своєчасного виявлення негативних змін у водному середовищі, запобігання загрозам для екосистеми заповідника і збереження природної спадщини цього унікального регіону.

Практичне та теоретичне значення у можливості використання результатів для контролю основних показників якості води в динаміці.

1 ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Вплив стану водопоїв на ратичних тварин на о. Хортиця

Для ратичних тварин, вода є необхідною не лише для підтримання гідратації, але й для низки фізіологічних процесів: терморегуляції, травлення, виведення продуктів обміну, лактації у самок. У літній період потреба у воді зростає в 1,5-2 рази, що робить регулярні відвідування водопоїв обов'язковими. У зв'язку з цим доступність води прямо впливає на просторову активність тварин, вибір місць відпочинку та маршрути переміщення.

Надмірне наближення тварин до одного чи двох доступних водопоїв призводить до низки екологічних наслідків. У період спеки ратичні змушені здійснювати далекі переходи до води, що збільшує загальні енергетичні витрати та знижує їхню активність у денні години. Скупчення особин біля єдиного доступного джерела води підвищує ризик міжвидової та внутрішньовидової конкуренції, сприяє передаванню паразитарних та інфекційних захворювань. Часте відвідування одного й того ж місця, де можливі контакти з людьми чи хижаками, викликає в тварин стрес реакційного типу, що може негативно відображатися на репродуктивному успіху самок та загальній поведінці самців.

Стан води у водопоях визначає рівень ризику для здоров'я ратичних. При застійних процесах у невеликих водоймах відбувається накопичення органічних решток, що сприяє розвитку патогенних мікроорганізмів. Тварини, які регулярно вживають воду з таких джерел, можуть страждати від шлунково-кишкових розладів чи паразитарних інвазій;

Окрім кількісної доступності води, важливим чинником, що визначає її придатність для споживання ратичними тваринами, є якість, зокрема такі хімічні параметри, як pH та загальна жорсткість. Для дикої фауни показники складу води мають не менш важливе значення, ніж для свійських тварин,

оскільки відхилення від фізіологічних норм впливають на стан організму, поведінку та репродуктивні можливості особин.

Нормальний діапазон кислотності природної води, який є безпечним для ратичних тварин, становить pH 6,5-8,5. Вода цього діапазону не порушує кислотно-лужний баланс організму та не викликає негативних фізіологічних реакцій. Кисла вода (pH < 6,5) може спричиняти подразнення слизових оболонок ротової порожнини, підвищує ризик розвитку шлунково-кишкових розладів, у тривалий період може впливати на засвоєння мінералів, зокрема кальцію та магнію, тварини відзначаються зниженням апетиту, що ускладнює підтримання енергетичного балансу. Лужна вода (pH > 8,5) сприяє порушенню водно-сольового балансу, може викликати розлади травлення та діарею, у самок під час лактації може зменшуватись вироблення якісного молока через зміни електролітного балансу, спостерігається підвищена спрага та часті відвідування водопою.

Показник жорсткості визначається вмістом солей кальцію та магнію. Для копитних оптимальною є помірно-жорстка вода, яка підтримує нормальний мінеральний обмін (4-7 ммоль/л). Значні відхилення від норми можуть впливати на фізіологічний стан тварин. М’яка вода бідна на кальцій та магній, що може ускладнювати формування кісткової тканини у молодняка, у самців у період формування рогів нестача кальцію може призводити до утворення деформованих або слабких рогів, тварини можуть відчувати хронічне мінеральне голодування, що стимулює пошук солонців.
Надмірно жорстка вода викликає підвищене навантаження на нирки через високу концентрацію солей, можливе утворення кристалів у сечовивідній системі при тривалому споживанні, у спекотний період сильно жорстка вода сприяє швидкому зневодненню через порушення осмотичного балансу.

1.2 Загальна та гідрологічна характеристики о. Хортиця

Хортиця є найбільшим островом на Дніпрі і витягнута в напрямку з північного заходу на південний схід. Її довжина становить близько 12,5 км, середня ширина – 2,5 км, а площа – приблизно 3000 га [11-13]. На північній стороні острова розташовувався останній дніпровський поріг, а сама Хортиця є частиною Українського кристалічного щита. Долина Дніпра в районі острова є єдиною збереженою ділянкою порожистої частини ріки. До будівництва Дніпрогесу русло Дніпра перетинало дев’ять порогів, безпосередньо біля Хортиці порогів не було, однак скельні острови та скельні структури північної частини острова мають характерні для порогів особливості. Враховуючи це, Хортиця та прилеглі острови оголошені геологічним заказником «Дніпровські Пороги».

Геологічною основою Хортиці є докембрійські гранітні породи віком близько 2,5 млн років, покриті молодшими осадовими відкладеннями. У північній частині острова над берегом піднімаються скелі висотою 40-50 м, які поступово спадають у південному напрямку [14]. Ця геологічна будова визначає характер рельєфу острова та впливає на формування його біотопів.

Хортиця є унікальним природним об’єктом, де зустрічаються різні природні зони: різнотравно-ковилові степи, дубові та хвойні ліси, заплавні луки. Загальна флора острова налічує понад 1000 видів вищих рослин, серед яких близько 15 % становлять ендемічні види. Особливий мікроклімат, обумовлений широкою течією Дніпра, сприяє формуванню рослинних угруповань, що суттєво відрізняються від материкових аналогів.

Північна частина Хортиці зберегла ліси в прибережних балках, а в післявоєнні роки північна територія була додатково залісена лісовим господарством на піщаних ґрунтах. Південна частина острова зберегла степові угруповання з реліктовими видами рослин, які колись зростали на

всій території півдня України. На крайньому півдні острова сформувалися плавні [15].

Таким чином, Хортиця є комплексним природним об’єктом, де геологічні, ландшафтні та флористичні характеристики взаємопов’язані і формують унікальні умови для існування різноманітних видів рослин і тварин.

1.3 Гідрологічний режим р. Дніпро

Водний режим Дніпра характеризується чітко вираженими сезонними коливаннями: весняною повінню, низькою літньою меженню з періодичними літніми паводками, регулярним осіннім підняттям рівня води та зимовою меженню. Площа басейну Дніпра становить 504 000 км², з яких на території України розташовано 291 400 км², що складає понад 48 % загальної площі водозбору річки. Лише окремі регіони Західної України, зокрема Галичина, західна частина Волині та Закарпаття, знаходяться поза межами басейну [16].

Басейн Дніпра розділяється на три основні частини залежно від рівня зволоження. Верхня частина розташована в зоні надмірного та достатнього зволоження (лісова зона), середня – у зоні нестійкого зволоження (лісостепова та північна степова зони), а нижня – у зоні недостатнього зволоження (степова зона). Живлення річки є змішаним: у верхній частині переважає снігове живлення (близько 50 %), тоді як дощове та підземне становлять 20 % і 30 % відповідно. У межах степової зони частка снігового живлення зростає до 85-90 %, підземного зменшується до 10-15 %, а дощове майже відсутнє [17].

Близько 80 % річного стоку формується у верхній частині басейну, де випадає значна кількість опадів, а випаровування невелике. Зокрема, верхній Дніпро з притоками Березиною та Сожем забезпечує 35 % річного стоку,

Прип’ять – 26 %, а Десна – 21 %. Середній річний стік поблизу Києва становить 43,4 млрд м³ (1 370 м³/с), у гирлі – 53,5 млрд м³ (1 700 м³/с). Найбільший стік (55-57 % річної кількості) припадає на весняні місяці (березень–травень), коли відбувається танення снігів, найменший – взимку (12 %), літній стік (червень–серпень) становить 17-21 %, а осінній (вересень–листопад) – 12-14 %. Відхилення від середніх показників можуть бути значними: весняний стік у Києві коливається від 46 % до 78 % [18].

Будівництво каскаду водосховищ на Дніпрі докорінно змінило природний водний режим річки. Річка перетворилася на систему довгих штучних озер, відділених греблями та штучними водоспадами, а по обидва боки прокладені канали з численними шлюзами. Водосховища вирівнюють рівень води, зменшують тривалість льодового покриву нижче гребель та уповільнюють природний водообмін, порівняно з природними умовами, в 14-30 разів.

Таким чином, регулювання Дніпра, хоча й забезпечує стабільність рівнів води для господарських потреб, істотно вплинуло на екологічну рівновагу та природний режим річки, що має важливе значення для гідрології, біотопів та використання водних ресурсів у басейні річки.

1.4 Стан підземних вод р. Дніпро

Інтенсивне забруднення підземних вод у басейні Дніпра є наслідком інтенсивної господарської діяльності людини. Найбільш забруднені ділянки локалізуються переважно поблизу великих промислових підприємств, сільськогосподарських комплексів та густонаселених територій. Найгостріша екологічна ситуація спостерігається в економічно розвинутих регіонах Дніпропетровської та Запорізької областей, де поєднуються висока щільність

населення, інтенсивний розвиток промисловості та сільського господарства [19].

Основними джерелами забруднення підземних вод є:

1. накопичувачі промислових та побутових рідких і твердих відходів;
2. шахтні та рудникові води з високим вмістом мінеральних солей;
3. мінеральні добрива та пестициди;
4. накопичувачі відходів на тваринницьких фермах та комплексах [20].

У межах басейну Дніпра розташовано близько 1000 фільтруючих накопичувачів, при цьому 80 % з них зосереджено в південній частині басейну. Загальний обсяг накопичених високомінералізованих вод досягає 1 км³, з яких 77 % припадає на Дніпропетровську область. Через ці накопичувачі у водоносні горизонти підземних вод потрапляють розчини солей, нафтопродукти, ароматичні сполуки та інші шкідливі речовини [21].

Особливо критичною є екологічна ситуація у районах міст Узин та Біла Церква. У першому випадку площа забруднення нафтопродуктами сягає близько 100 км², а у другому – під загрозою опинився дендрологічний парк «Олександрія».

У гірничодобувних регіонах Дніпропетровської, Запорізької, Донецької та Полтавської областей до підземних вод регулярно надходять шахтні, рудникові та високомінералізовані дренажні води. Наприклад, у районі Кривбасу площа забруднення підземних вод становить близько 300 км².

Серед великих осередків забруднених підземних вод у басейні Дніпра слід виділити такі:

1. Дніпропетровськ, Кам’янське (Дніпродзержинськ) – стічні води хімічних і металургійних підприємств;
2. Новомосковськ, Павлоград – шахтні води та відходи тваринницьких комплексів;
3. Кривий Ріг – шахтні води та стічні води металургійних заводів;

4. Житомир, Рівне – стічні води підприємств хімічної та легкої промисловості, а також господарсько-побутові стоки [22].

Таким чином, у басейні Дніпра сформувалися значні осередки забруднення підземних вод, що створює серйозну загрозу екологічній рівновазі, знижує якість водних ресурсів та негативно впливає на стан навколишнього середовища.

1.5 Якість води р. Дніпро

Інтенсивний вплив антропогенних факторів у басейні Дніпра призвів до деградації екосистеми річок та водосховищ, зокрема до погіршення якості води. Аналіз багаторічних спостережень показав, що найбільш поширеними забруднювачами є нітрити, амонійний азот, біогенні та органічні речовини, важкі метали, нафтопродукти та феноли. Концентрації цих сполук перевищують допустимі норми для водойм рибогосподарського та культурно-побутового призначення [23].

У зв’язку зі спадом виробництва в Україні загальний рівень забруднення водосховищ Дніпра зменшився. Проте спостерігається тенденція до збільшення вмісту легкоокислюваних органічних сполук, амонійного та нітритного азоту. За рівнем хімічного та бактеріального забруднення більшість річок басейну Дніпра класифікується як забруднена або брудна.

Найвищий рівень забруднення важкими металами виявлено у річках Горинь, Тетерів, Гнилоп’ять, Псел, Самара, Рось, Інгулець. Максимальна концентрація міді коливалася від 34 до 96 ГДК, цинку та марганцю – від 10 до 91 ГДК [24].

У річках Ірша, Ірпінь, Унава та Сейм спостерігається підвищений вміст амонійного азоту, фенолів та нафтопродуктів. Вміст амонійного азоту підвищується також у Десні, де фіксуються випадки забруднення цинком (до

19 ГДК), марганцем (до 12 ГДК) та нафтопродуктами (до 32 ГДК). У річках Рось, Сула, Удай, Псел, Хорол, Ворскла, Мерла, Оріль, Берестова, Самара, Вовча вода забруднена легкоокислюваними органічними речовинами, фенолами та сполуками міді і марганцю. У Мокрій Московці відзначено забруднення амонійним і нітритним азотом та важкими металами. На річках Самара, Вовча та Солона протягом року спостерігалися надмірні концентрації сульфатів [25].

Київське та Канівське водосховища забруднені переважно амонійним азотом, фенолами та сполуками міді, цинку й марганцю. Кременчуцьке та Дніпродзержинське водосховища – нітритним азотом та сполуками міді, цинку, марганцю. Основні забруднювачі Дніпровського водосховища – міді (до 11 ГДК), цинку (до 32 ГДК), марганцю (до 10 ГДК) та фенолів (до 8 ГДК). У окремі роки забруднення цинком сягало майже 100 ГДК.

За даними Держводгоспу України, у 2006 році у басейн Дніпра потрапило: 321 т нафтопродуктів (з них 194 т безпосередньо в русло річки), 820 т заліза, 18 т міді, 6,6 т нікелю, 70 т марганцю, 229 т фтору, 9936 т кальцію, 26 т калію, 3435 т натрію та 4074 т фосфатів.

Забруднення води у басейні Дніпра порушує природні процеси самоочищення водних об’єктів, ускладнює виробництво якісної питної води на водопровідних станціях. Сучасні очисні споруди не можуть ефективно видалити значну кількість неорганічних та органічних забруднювачів, спільна дія яких становить серйозну загрозу для здоров’я людини [26].

1.6 Вплив підриву Каховської ГЕС

6 червня 2023 року сталося руйнування дамби на Каховській ГЕС, що призвело до раптового скиду великого об’єму води з Каховського

водосховища у нижній басейн Дніпра. Ця подія є однією з найбільших екологічних катастроф за останні десятиліття на території України [27].

Через раптову зміну рівня води та погіршення якості середовища постраждали численні рослинні і тваринні угруповання.

Заплавні ліси, осоково-трав'яні зарості, чагарникові смуги вздовж Дніпра були фізично зруйновані або вимиті.

На острові Хортиця, який має унікальні флористичні комплекси (зокрема, реліктові степові види на півдні острова), зміна режиму затоплення й осушення призвела до ризику втрати частини цієї біорізноманітності.

Водні біоценози зазнали масової загибелі: водяні організми були вимиті або залишились без затоплених умов; рибі, що мала репродуктивні місця в затоплених придатних ділянках, загрожує колосальна втрата.

Викид забруднюючих речовин (нафтопродукти, важкі метали) внаслідок затоплення старих промислових зон і розмиву відкладень створив токсичне навантаження на екосистему[28].

Одним із найбільш тривалих ефектів є погіршення якості води та підземних горизонтів:

Осад, накопичений у водосховищі протягом десятиліть, включав понад 83 000 тонн важких металів; після руйнування частина їх могла потрапити у водну систему річки та далі [29].

Зменшення об'ємів води в річці призвело до підвищення концентрації забруднюючих речовин, погіршення аерації та підвищення температури води – сприятливих умов для евтрофікації.

Для острова Хортиця це означає зміну підводної і прибережної зони: зміщення рівня ґрунтових вод, зміна умов зволоження заплавних зон, що може вплинути на рослинність, яка адаптована до певного рівня підтоплення.

Раптове зниження об'єму води в колишньому водосховищі і повернення до природного русла Дніпра змінює структуру річкового середовища – зникли крупні плеса, зменшились глибини, що впливає на міграцію риб, зони нересту та затоплення прилеглих лук [30-32].

На острові Хортиця порушилися взаємозв’язки між водною і сухопутною частинами екосистеми: заплави, які регулярно затоплювались, тепер можуть залишатись пересушеними, що веде до зміни трав’яного покриву, вторгнення чужорідних видів, деградації біотопів.

Довгостроково це може означати зменшення екологічної стійкості району: біорізноманіття знижується, а здатність системи до відновлення – ускладнюється [33].

З аграрної точки зору зникнення системи зрошення, що базувалась на Каховському водосховищі, створює ризик секторальної кризи в південному степу України і пов’язаний з великим тиском на природні екосистеми, включно із заплавами Дніпра [34].

Для екосистеми острова Хортиця це означає підвищену необхідність моніторингу: змінено режим водообміну, що вимагає регульованих заходів з охорони біотопів, адаптації управління природоохоронними територіями [35].

В довгостроковій перспективі неможливо просто «повернутись до колишнього стану»: екосистема зазнала суттєвих змін, і її відновлення вимагатиме адаптивного управління та врахування нових гідрологічних умов.

Руйнування Каховської ГЕС стало каталізатором глибоких екологічних змін у басейні Дніпра та на острові Хортиця. Зміни гідрологічного режиму, зниження об’ємів води, посилення забруднення, руйнування біотопів – усе це створює нові умови для функціонування екосистеми [36]. Для збереження біорізноманіття острова Хортиця та прилеглих територій потрібна інтегрована стратегія: від моніторингу якості води і стану фауни до адаптивного управління територіями. Екологічна стійкість цієї частини Дніпра в значній мірі залежатиме від того, чи будуть оперативно впроваджені заходи з охорони природи та відновлення природних процесів [37].

1.7 Фізико-географічна характеристика районів дослідження

Острів Хортиця є найбільшим на річці Дніпро та знаходиться в межах міста Запоріжжя. Він простягається з північного заходу на південний схід, має довжину близько 12,5 км, середню ширину приблизно 2,5 км та загальну площу близько 3000 га. Географічно острів розташований у місці злиття водосховищного та річкового русла Дніпра, що формує специфічний гідрологічний режим із численними затоками, старицями та плавнями. Північна частина острова відзначається горбистим рельєфом із залишками давніх дніпровських порогів, а південна частина – низинна, степова та заплавна.

Хортиця розташована на території Українського кристалічного щита. Основу острова становлять докембрійські гранітні породи віком близько 2,5 млрд років, покриті палеозойськими та мезозойськими осадовими відкладеннями. Гранітні масиви утворюють характерні скелі висотою 40-50 м у північній частині острова, які поступово спадають до південного узбережжя. Рельєф острова має хвилясту структуру:

1. північна частина — скельні та горбисті ділянки;
2. центральна частина — піщані пагорби та яри;
3. південна частина — низовинні степи та заплавні ділянки.

Скельні утворення півночі Хортиці відображають геологічні залишки давніх дніпровських порогів і створюють унікальні умови для розвитку специфічних біоценозів. Крім того, скелі формують природні захисні бар’єри для рослинних та тваринних угруповань, створюючи мікрорельєфні зони з підвищеною вологістю та температурною стабільністю.

Ґрунтовий покрив острова різноманітний. У північній частині переважають піщані, малоплодючі ґрунти, на яких ростуть дубові та хвойні ліси, що були висаджені лісовим господарством у післявоєнні часи. Центральна частина острова представлена піщано-суглинковими ґрунтами, що сприяють розвитку чагарниково-лісових угруповань. Південна частина має чорноземи та типові степові ґрунти, які є родючими та забезпечують збереження реліктових видів степових рослин [38-40].

Хортиця омивається водами Дніпра та його приток, утворюючи численні затоки, стариці та плавні. Водний режим характеризується сезонними коливаннями: весняна повінь забезпечує підняття рівня води, літні паводки – тимчасове підвищення водного стоку, а зимова межень – мінімальний рівень води. Плавні на південному узбережжі є важливими біотопами для риб, водоплавних птахів та дрібних ссавців. До будівництва Дніпрогесу на Хортиці спостерігався природний режим порогів, що формував сильну течію та унікальні місця нересту риб.

Флора острова налічує понад 1000 видів вищих рослин, із яких близько 15 % є ендемічними. Рослинні угруповання острова відображають поєднання різних природних зон:

1. степи: різнотравно-ковилові, з реліктовими видами, збереглися у південній частині острова;
2. ліси: дубові та хвойні, переважно в північній частині;
3. заплавні луки: у прибережних низовинах, підтримувані сезонним підтопленням.

Особливий мікроклімат, створений потужною течією Дніпра, сприяє існуванню рослинних угруповань, які відрізняються від материкових за видовим складом, структурою та тривалістю вегетаційного періоду.

Фауна острова представлена численними видами ссавців, птахів, амфібій та рептилій. Степові та лісові зони острова є притулком для оленя плямистого, косулі, зайця-русака та дрібних гризунів. Плавні та заплавні ділянки формують місця проживання водоплавних птахів, риб та безхребетних. Унікальні умови мікрорельєфу та водного режиму сприяють збереженню рідкісних видів, включених до Червоної книги України.

Острів Хортиця є геологічним та природоохоронним об’єктом. Його скелі, яри та піщані пагорби формують унікальний рельєф, який впливає на мікроклімат, розподіл рослинності та фауни. Острів оголошено геологічним заказником «Дніпровські пороги», що забезпечує охорону біорізноманіття та збереження рідкісних геологічних структур [41].

Завдяки різноманіттю природних умов та унікальності ландшафту, Хортиця є важливим об’єктом для наукових досліджень флори, фауни та гідрології Дніпра. Острів також має велике рекреаційне та культурно-історичне значення, будучи привабливим місцем для екологічного туризму, навчальних експедицій та спостережень за біологічними процесами [42].

2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Відбір проб води

Відбір проб води є одним із ключових етапів гідрохімічних та екологічних досліджень річок, оскільки забезпечує отримання репрезентативних даних про фізико-хімічні та органічні показники води. Для коректного визначення середнього складу води необхідно дотримуватись певних методичних рекомендацій [43].

У малих та середніх річках проби води слід брати безпосередньо на струмені потоку на глибині 0,2-0,5 м від поверхні. Це обумовлено тим, що в поверхневому шарі відбуваються активні процеси аерації, фотосинтезу та транспортування забруднень, а вода є найбільш репрезентативною для оцінки якості.

У разі глибоких річок для отримання середнього складу води відбір необхідно проводити з декількох горизонтів. Важливо зазначити, що не можна обмежуватися однією пробою з поверхні або стрижня річки, оскільки це не відображає вертикальної стратифікації води, яка виникає через різні температурні та фізико-хімічні умови на різних глибинах. Такий підхід дозволяє коректно оцінити концентрації забруднюючих речовин, кисню, солей та інших показників, що мають вертикальний градієнт.

Якщо ширина річки перевищує 200 м, проби води необхідно брати мінімум у трьох пунктах: дві – біля берегів і одна – на стрижні річки. Це дозволяє врахувати горизонтальну неоднорідність водного потоку, вплив берегових потоків, промислових чи господарських скидів, а також змішування води в центральній частині річки.

Важливим фактором є сезонність відбору проб, оскільки концентрація забруднювачів, мінералізація та температура води значно змінюються протягом року:

1. зима: проби беруть до початку танення снігу, коли вода характеризується мінімальною кількістю забруднень з поверхні;

2. весна: відбір проводять під час весняного водопілля, коли змив з заплав і стічних вод збільшує концентрацію біогенних речовин;

3. літо: проби беруть у період літньої межені, коли рівень води найнижчий, а концентрація забруднень найбільш локалізована;

4. осінь: відбір здійснюють перед замерзанням річок, що дозволяє оцінити кінцевий річний баланс хімічних та біогенних речовин.

Щодо часу доби, оптимально відбирати проби близько 13 години за місцевим часом, оскільки в цей період температура води і концентрації розчинених речовин досягають стабільного середнього значення. Для скороченого відбору допустимо проводити між 12 та 17 годинами, що забезпечує репрезентативність проб і мінімізує вплив ранкової та вечірньої стратифікації.

2.2 Метод визначення pH

Склад природних вод умовно поділяють на п’ять груп [44]:

1. головні іони (макрокомпоненти), до яких належать хлорид, сульфат, гідрокарбонат, карбонат, а також іони натрію, калію, магнію і кальцію;

2. розчинні гази – кисень, азот, діоксид вуглецю, сірководень та інші;

3. біогенні елементи – сполуки Нітрогену, Фосфору та Силіцію;

4. мікроелементи – сполуки всіх інших хімічних елементів;

5. органічні речовини.

Активна реакція води характеризує її кислотність або лужність. Як і кислоти, солі та луги, вода частково дисоціює на іони.

$$H2O \rightleftharpoons H^+ + OH^- \quad (2.1)$$

Ступінь дисоціації води є незначним: з 55,56 молів води в 1 дм³ дисоціює лише 10^{-7} молей. У хімічно чистій воді концентрація іонів водню дорівнює концентрації гідроксид-іонів:

$$[H^+] = [OH^-] = 10{-}7 \text{ моль/дм}^3 \quad (2.2)$$

При 22°С добуток концентрації цих іонів:

$$kw = [H^+] \cdot [OH^-] = 10{-}14 \quad (2.3)$$

Добуток цих концентрацій, відомий як іонний добуток води, залишається сталим навіть у присутності речовин, які дисоціюють на іони водню та гідроксид-іони: kw = const [24]. Це дозволяє, знаючи концентрацію одного з іонів (H^+ або OH^-), визначити концентрацію іншого. На практиці використовують водневий показник pH, що є від'ємним десятковим логарифмом концентрації іонів водню:

$$pH = - \lg [H^+] \quad (2.4)$$

Електрометричний метод визначення pH ґрунту базується на вимірюванні електро-рушійної сили (ЕРС) електрохімічного ланцюга, що складається з проби води, скляного електрода і електрода порівняння. Цей метод забезпечує точність до $\Delta pH \leq 0{,}05$ (ISO 10523) [25].

Лабораторний pH-метр використовує скляний електрод для вимірювання та хлорсрібний електрод порівняння. При зануренні скляного електрода у розчин виникає обмін іонами, завдяки якому зовнішні шари скла заміщуються іонами водню, утворюючи водневий електрод. Між поверхнею електрода і розчином виникає потенціальна різниця, пропорційна pH.

Перед вимірюванням електроди промивають дистильованою водою і просушують паперовим фільтром [44]. Температуру визначають за термометром pH-метра і встановлюють за ручкою «Температура розчину». Електроди опускають у досліджуваний розчин, обирають діапазон вимірювання 1-14 та визначають pH спочатку приблизно, а потім точно з точністю до 0,05. Після завершення визначення електроди занурюють у дистильовану воду [44].

Іонометричний метод визначення нітратів ґрунтується на вимірюванні активності нітрат-іонів за допомогою іонселективного електрода в 1 % сольовому розчині алюмокалієвих галунів при співвідношенні проби та розчину 1:5.

Величина pH характеризує стан водного середовища:

− в нейтральному середовищі $[H^+] = [OH^-] = 10{-}7$ моль/дм^3,

тож pH = 7;

− якщо $[H^+] > [OH^-]$, pH < 7 – середовище кисле;

− якщо $[H^+] < [OH^-]$, 7< pH < 14 – середовище лужне.

Активна реакція води є важливим показником її якості, що впливає на протікання хімічних і біохімічних процесів у природних водах та очисних спорудах. Від pH залежать розвиток водних організмів, форма існування хімічних сполук, корозійна активність води щодо металів і бетону. Значення pH також важливе при коагулюванні, реагентному пом’якшенні, знезалізненні, виділенні сполук кремнію та марганцю, а також для хімічного аналізу.

Значення pH річкової води зазвичай коливається в межах 6,5-8,5, болотної – 5,5-6,0, океанської – 7,0-8,3. Воно залежить від сезону: взимку pH річкових вод знижується (6,8-7,4), влітку зростає (7,4-8,2). ДержСанПіН України регламентує pH річкової води в межах 6,5-8,5 [44].

2.3 Метод визначення жорсткості води

Жорсткість природної води визначається наявністю в ній іонів кальцію та магнію. У природних умовах солі потрапляють у воду внаслідок взаємодії розчиненого в ній діоксиду вуглецю (CO_2) з карбонатними мінералами, такими як доломіти та вапняки, а також в результаті хімічного вивітрювання і розчинення гірських порід. Крім того, джерелом кальцію та магнію є стічні води силікатної, металургійної та хімічної промисловості, а також поверхневий стік із сільськогосподарських угідь, оброблених мінеральними добривами, що містять кальцій. Надмірна кількість солей кальцію та магнію у воді є небажаною [44].

Жорсткість поверхневих вод піддається сезонним коливанням, досягаючи максимальних значень наприкінці зими та мінімальних під час паводку. Жорсткість підземних вод більш стабільна.

Розрізняють карбонатну (Жк), некарбонатну (Жнк), кальцієву (ЖСа), магнієву (ЖMg) та загальну жорсткість (Жзаг).

Карбонатна жорсткість обумовлена наявністю гідрокарбонатів кальцію та магнію ($Ca(HCO_3)_2$ і $Mg(HCO_3)_2$), а некарбонатна – кальцієвих та магнієвих солей сильних кислот ($CaCl_2$, $MgCl_2$, $CaSO_4$, $MgSO_4$ та ін.). Соли кальцію визначають кальцієву жорсткість, а солі магнію – магнієву.

Загальна жорсткість – це сума кальцієвої і магнієвої жорсткості:

$$Ж\ заг = Ж\ Ca + Ж\ Mg; \qquad (2.5)$$

або карбонатної і не карбонатної:

$$Ж\ заг = Ж\ к + Ж\ нк. \qquad (2.6)$$

Одиницею вимірювання жорсткості води є ммоль/дм³ (мг-екв/дм³). Згідно з ДержСанПіН України, жорсткість питної води не повинна перевищувати 7 ммоль/дм³.

Загальна жорсткість ґрунтових і поверхневих вод, а також питної води визначається титриметричним методом, який непридатний для мінералізованої та морської води [44].

Метод базується на реакції іонів кальцію та магнію з трилоном Б з утворенням комплексних сполук. Кінець реакції фіксують за зміною кольору індикатора еріохром-чорного – з винно-червоного на синій. Оскільки комплекси Ca^{2+} та Mg^{2+} з трилоном Б є малостійкими, титрування проводять у лужному середовищі, застосовуючи аміачний буферний розчин (гідроксид амонію з хлоридом натрію) з pH = 10.

2.4 Методика визначення загальної жорсткості

У конічну колбу об’ємом 250 см³ наливають 50 см³ досліджуваної води, додають 4 см³ аміачного буферного розчину та кілька кристаликів сухої суміші індикатора еріохром-чорного з хлоридом натрію. Колір отриманого розчину стає винно-червоним. Далі пробу титрують стандартним розчином трилону Б (10 ммоль/дм³) при енергійному перемішуванні до зміни кольору на синій.

Загальну жорсткість, Жз, обчислюють за формулою, ммоль/дм^3 (мг-екв/дм^3):

$$Ж_3 = V_1 \text{ x } C_1 / V_0 \qquad (2.7)$$

де v_1 – об’єм розчину трилону Б, витраченого на титрування, см^3; C_1 – концентрація розчину трилону Б, ммоль/дм^3 (C_1 = 10 ммоль/дм^3); v_0 – об’єм проби води, взятої на аналіз, см^3 (як правило, v_0 = 50 см^3).

Під загальною лужністю води розуміють суму гідрокарбонатних (HCO_3^-), карбонатних (CO_3^{2-}), гідроксидних (OH^-) іонів та аніонів слабких

кислот. Відповідно до цього виділяють гідрокарбонатну, карбонатну та гідроксидну лужність. У більшості природних вод переважають вуглекислі сполуки (зокрема іони HCO_3^-), тому зазвичай враховують лише гідрокарбонатну та карбонатну лужність [45].

При pH ≥ 8,3 або при застосуванні певних методів очистки води (наприклад, вапняного чи содово-вапняного пом'якшення) необхідно враховувати і гідроксидну лужність.

Головними джерелами гідрокарбонатних і карбонатних іонів у поверхневих водах є процеси хімічного вивітрювання та розчинення карбонатних порід (вапняків, мергелів, доломітів). Значна кількість гідрокарбонатів надходить із атмосферними опадами та ґрунтовими водами. Крім того, карбонатні та гідрокарбонатні іони потрапляють у водойми зі стічними водами хімічних, силікатних, содових та інших промислових підприємств.

У річкових водах вміст гідрокарбонатних і карбонатних іонів коливається від 30 до 400 мг HCO_3^-/дм³, у підземних водах – 150-900 мг HCO_3^-/дм³.

Лужність води не входить до числа жорстко регламентованих показників якості, проте ДержСанПіН України рекомендує її як показник фізіологічної повноцінності складу води, із допустимими значеннями 0,5-6,5 мг-екв/дм³. Лужність є важливим показником під час багатьох процесів очистки води, зокрема при обробці коагулянтами та пом'якшенні.

Визначення лужності води здійснюють через реакцію іонів HCO_3^- із соляною кислотою в присутності індикатора – суміші бромкрезолового зеленого та метилового оранжевого (ISO 9963-1).

Реакція відбувається за рівнянням:

$$HCO_3^- + H^+ = CO_2\uparrow + H_2O. \qquad (2.8)$$

На закінчення реакції вказує зміна кольору з зеленувато-блакитного на сірий.

2.5 Статистична обробка даних

Середньою арифметичною – називають величину, сума негативних і позитивних відхилень від якої дорівнює нулю. В статистиці її позначають буквою X (читається «ікс» з межею). Середня арифметична визначається за формулою 2.1:

$$X = \frac{\Sigma \tilde{o}}{n}, \qquad (2.1)$$

де: n – кількість випадків; Σ – сума варіант.

Середня квадратична дорівнює кореню квадратному з суми квадратів варіант, віднесеної до їх загального числа, і знаходиться за формулою 2.2:

$$\delta = \sqrt{\frac{\Sigma\left(x - \bar{x}\right)^2}{n}}, \qquad (2.2)$$

Стандартне відхилення, що позначається як сигма, вказує на рівень мінливості ознаки. Воно залежить не лише від рівня різноманітності значень, але й від одиниці вимірювання середнього значення. Тому сигму можна використовувати для порівняння мінливості лише одних і тих самих ознак, але неможливо порівняти стандартні відхилення різних ознак за їх абсолютними значеннями.

Щоб порівняти рівні мінливості ознак незалежно від одиниць вимірювання, та уникнути впливу масштабу середнього значення на стандартне відхилення, використовують спеціальний коефіцієнт варіації. Цей коефіцієнт (2.3) є, по суті, нормалізацією величин, що дозволяє порівнювати їх на однаковій основі і має наступний вигляд [46]:

$$C_v = \frac{\delta}{\bar{\sigma}} \times 100\%, \qquad (2.3)$$

3 ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Гідрохімічний аналіз води на о. Хортиця в період 2022-2023 рр.

Об’єктом дослідження була вода з території заповідника «Хортиця», який омивається водами Дніпра, а також вода з річок та озер. Упродовж двох сезонів (2022-2023 рр.) здійснювався відбір проб води для якісного та кількісного аналізу з річок і озер, де мешкають тварини, а також із менш вивчених ділянок заповідника.

Зразки відбиралися з глибини та проточних водойм (озер, річок) у декількох точках. Біля однієї точки проби брали з глибини близько 0,5 м, об’ємом приблизно 1 л кожна. Упродовж сезону відбиралося загалом 10-12 проб у різних ділянках заповідника «Хортиця».

Точки відбору знаходилися в межах території та охоплювали води Дніпра (Новий та Старий Дніпро), поверхневі водойми (Кам’яне, Коржове, Осокорове, Безіменне, Підкручне, Утине, Піщане) і протоки біостанції ЗНУ. Зведені дані зазначені в таблиці 3.1 та таблиці 3.2.

Аналізуючи показники мікроелементів та якість води (табл. 3.1, табл. 3.2, рис 3.1), слід зазначити, що на острові Хортиця протягом року спостережень, незважаючи на значні коливання температури (від 15 °C до 30 °C), спостерігалось поступове зниження водневого показника (pH) від 8,3 у жовтні 2022 р. до 7,55 у червні 2023 р., що свідчить про незначне зростання кислотності водного середовища, однак показник залишався у межах норми весь період дослідження.

Таблиця 3.1 Гідрохімічна характеристика якості води на о. Хортиця в період 2022 р.

Мг-екв./л	Жовтень	Травень	Червень	Норма*
Водневий показник pH	7,9-8,7 ±8,3	-	-	6,5-8,5
Загальна жорсткість ммоль/дм^3	4,1-4,9 ±4,5	-	-	≤7
Загальна лужність ммоль/дм^3	2,2-2,8 ±2,5	-	-	≤6,5
Кальцій мг/дм^3	2,8-3,1 ±3,0	-	-	Не нормується
Магній мг /дм^3	1,5-1,7 ±1,6	-	-	Не нормується
Натрій мг/дм^3	0,4-0,8 ±0,6	-	-	≤200
Калій мг /дм^3	0,05-0,12 ±0,09	-	-	Не нормується
Карбонати мг /дм^3	2,1-2,6 ±2,4	-	-	Не нормується
Фтор мг /дм^3	0,20-0,20 ±0,20	-	-	≤1,5
Марганець мг /дм^3	-	-	-	0,05-0,1
Залізо мг /дм^3	0,08-0,15 ±0,12	-	-	≤0,2
Сульфати мг /дм^3	1,8-2,5 ±2,15	-	-	≤500,0
Хлориди мг /дм^3	0,55-0,65 ±0,6	-	-	≤350,0

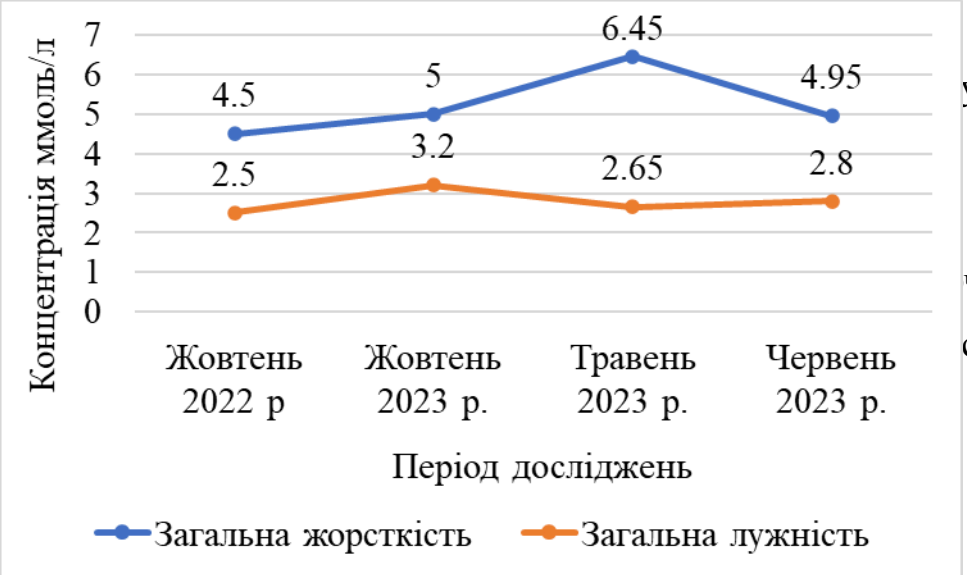
Таблиця 3.2 Гідрохімічна характеристика якості води на о. Хортиця в період 2023 р.

	Жовтень	Травень	Червень	Норма*
Водневий показник pH	7,5-8,4 ±8,0	7,4-8,1 ±7,75	7,2-7,9 ±7,55	6,5-8,5
Загальна жорсткість ммоль/дм^3	3,3-11,2 ±5,0	3,7-9,2 ±6,45	3,8-6,1 ±4,95	≤7
Загальна лужність ммоль/дм^3	2,1-4,3 ±3,2	2,2-3,1 ±2,65	2,6-3,0 ±2,8	≤6,5
Кальцій мг/дм^3	1,7-2,0 ±1,9	2,1-8,0 ±5,05	2,0-5,4 ±3,7	Не нормується
Магній мг /дм^3	1,2-2,2 ±1,7	1,0-1,2 ±1,1	1,6-1,9 ±1,75	Не нормується
Натрій мг/дм^3	0,4-1,2 ±0,8	0,6-1,0 ±0,8	0,3-0,8 ±0,55	≤200
Калій мг /дм^3	0,03-0,11 ±0,07	0,05-0,15 ±0,1	0,04-0,15 ±0,1	Не нормується
Карбонати мг /дм^3	2,5-4,1 ±3,3	2,9-4,2 ±3.55	2,8-3,5 ±3,15	Не нормується
Фтор мг /дм^3	0,15-0,22 ±0,19	0,12-0,19 ±0,16	0,15-0,25 ±0,2	≤1,5
Марганець мг /дм^3	0,01-0,005 ±0,0075	0,004-0,006 ±0,005	0,02-0,06 ±0,04	0,05-0,1
Залізо мг /дм^3	0,12-0,18 ±0,15	0,12-0,16 ±0,14	0,15-0,2 ±0,18	≤0,2
Сульфати мг /дм^3	0,7-1,5 ±0,6	0,9-2,0 ±1,45	1,5-2,2 ±1,85	≤500,0
Хлориди мг /дм^3	0,8-5,5 ±3,15	0,6-6,9 ±3,75	0,6-5,5 ±3,05	≤350,0



Рисунок 3.1 – Зміна водневого показника pH під час досліджень на о. Хортиця в період 2022-2023 рр.

Загальна жорсткість води мала тенденцію до підвищення: з 4,5 мг/л у 2022 р. до 6,45 мг/л у травні 2023 р., після чого знизилася до 4,95 мг/л у червні. Показник лужності був відносно сталим і змінювався від 2,5 мг/л до 2,8 мг/л (рис. 3.2).



ужності під час

чатку знизилася з

ся до 5,05 мг/л у

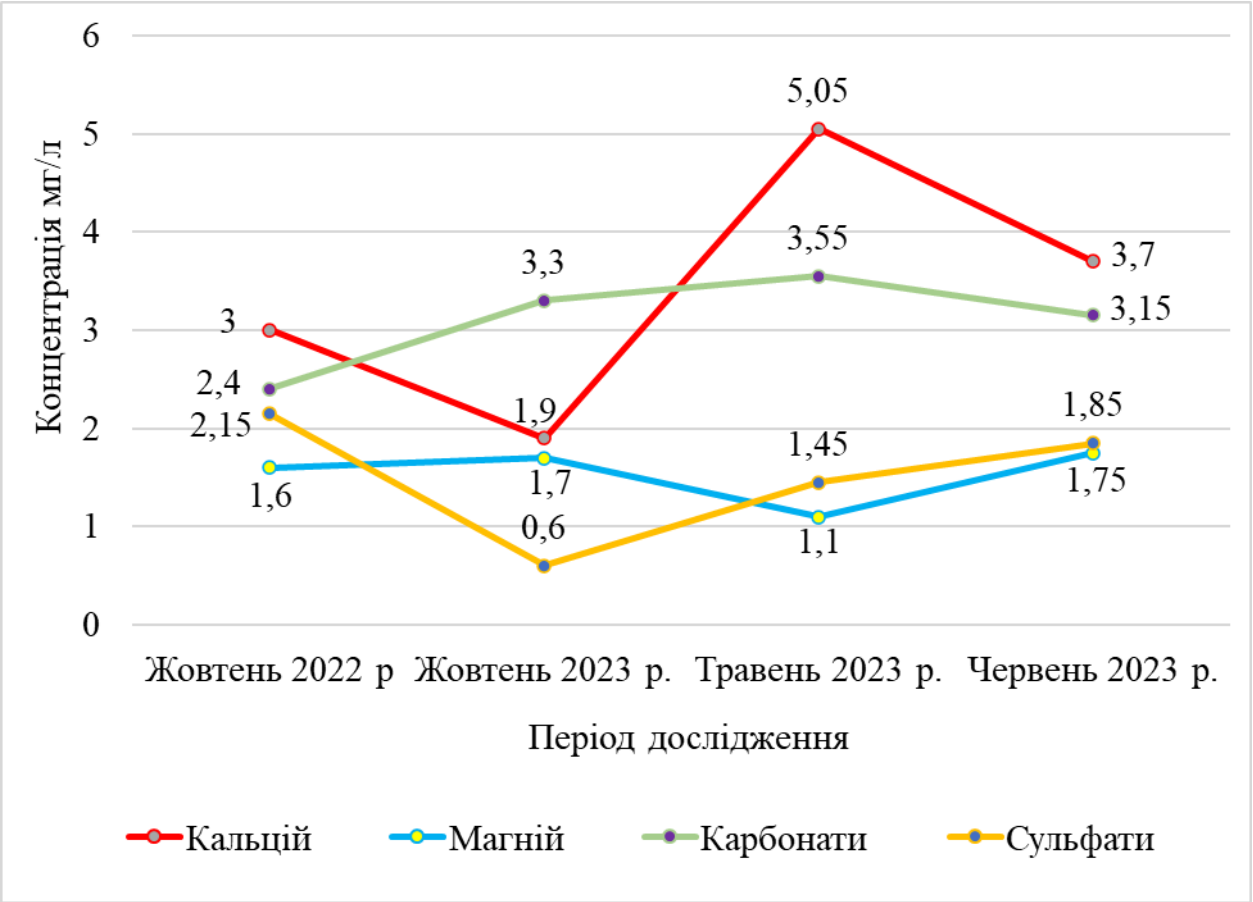


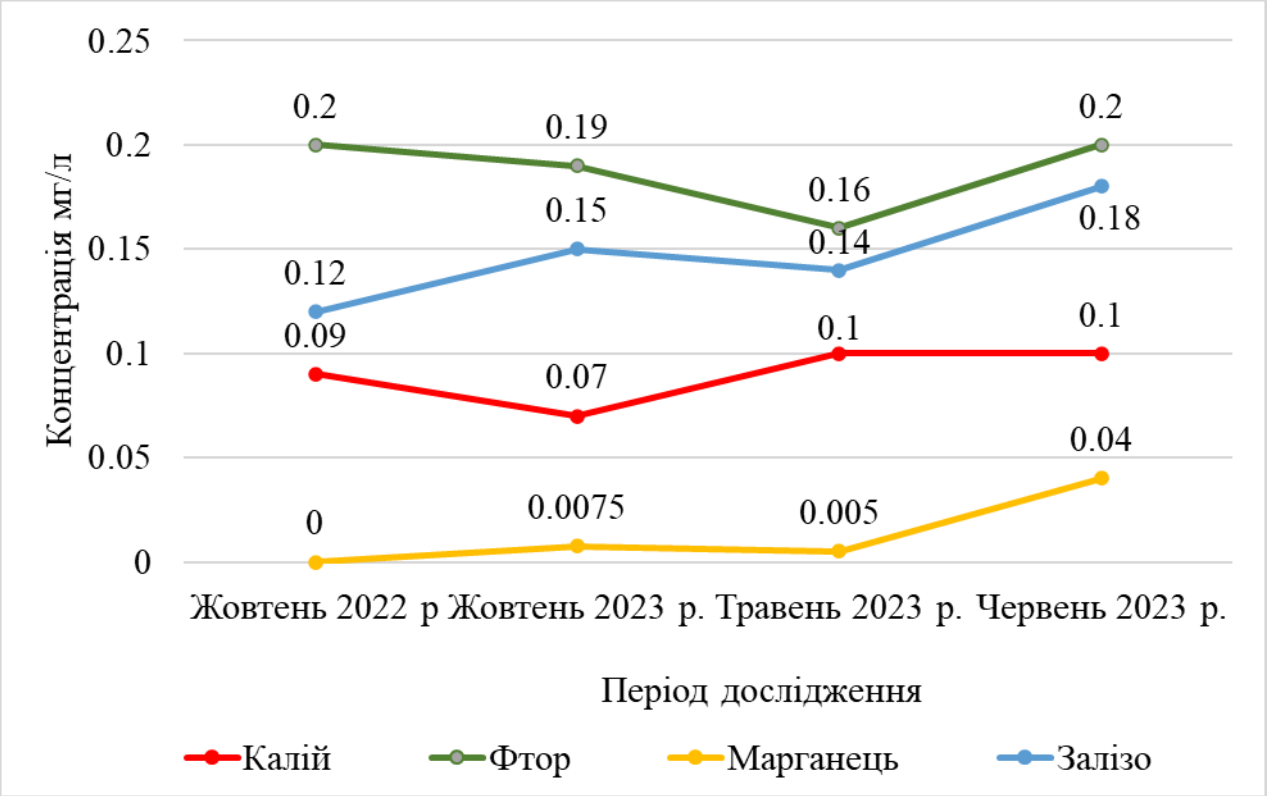
Рисунок 3.3 – Концентрація кальцію, магнію, карбонатів та сульфатів на о. Хортиця в період 2022-2023 рр.

Вміст магнію протягом періоду коливався в межах від 1,1 мг/л до 1,75 мг/л, із найменшими значеннями навесні, що може бути пов’язано з сезонним розведенням води внаслідок танення снігів і збільшення стоку (рис. 3.1). Показник карбонатів демонстрував відносну стабільність, змінюючись у межах 2,4-3,55 мг/л (рис. 3.3). Концентрація сульфатів на початку досліджень зменшилась з 2,5 мг/л до 0,6 мг/л, після чого виросла до 1,85 мг/л в червні 2023 р.

На рисунку 3.4 подано зміну концентрацій мікроелементів – калію, фтору, марганцю та заліза. Концентрація калію залишалася стабільною протягом усього дослідження, варіюючи в межах 0,07-0,1 мг/л, що вказує на сталість цього показника у водному середовищі (рис. 3.4).

Вміст фтору протягом усього періоду коливався у межах 0,16-0,2 мг/л. Найнижчі значення спостерігалися у травні 2023 р., що може бути пов’язано

зі збільшенням водного об’єму та розведенням мінеральних компонентів під час весняного стоку (рис. 3.4).



періоду (рис. 3.5). У жовтні 2022 р. вона становила 0,6 мг/л, у жовтні 2023 р. та травні 2023 р. – 0,8 мг/л, а в червні 2023 р. дещо зменшилась до 0,55 мг/л.

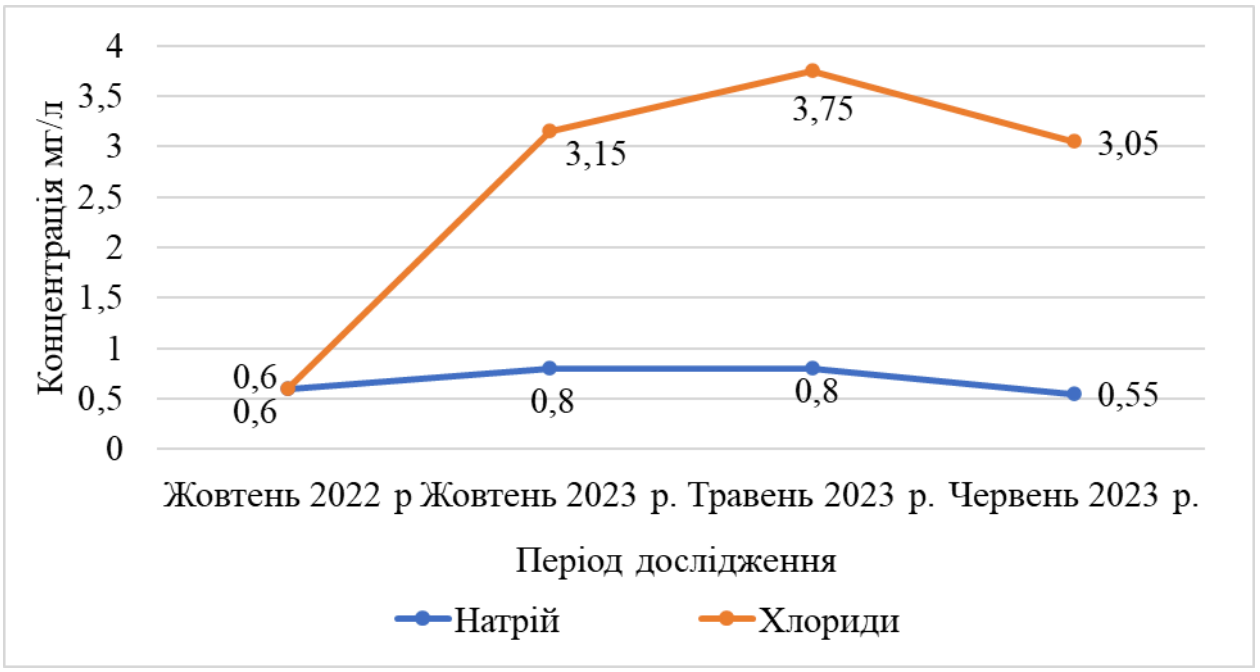


Рисунок 3.5 – Концентрація натрію та хлоридів на о. Хортиця в період 2022-2023 рр.

Концентрація хлоридів була найбільшою серед усіх елементів і коливалась значно більше. Вона зросла з 0,6 мг/л у жовтні 2022 р. до 3,15 мг/л у жовтні 2023 р., досягнувши максимуму 3,75 мг/л у травні 2023 р. У червні 2023 р. показник дещо знизився до 3,05 мг/л (рис. 3.5).

Загалом спостерігалось, що всі досліджувані показники перебували у межах нормативних значень, а їхні сезонні коливання зумовлені природними гідрологічними процесами та температурними змінами водного середовища.

3.2 Дослідження показників якості води на о. Хортиця в період 2024 р.

3.2.1 Визначення жорсткості води на о. Хортиця

Після підриву Каховської ГЕС 06.06 2023 р. подальше дослідження в місцях відбору проб унеможливилось. Тому в 2024 р. нами були обрані інші 3 точки для подальшого контролю основних трьох показників якості води. Проби води брались на причалі навпроти о. Байда, у джерелі на О. Хортиця, а також на південному березі острова.

Для питної та господарсько-побутової води оптимальними значеннями жорсткості вважається значення 7 мг/л. Результати дослідження загальної жорсткості води представлені в таблиці 3.3 (рис. 3.6).

Таблиця 3.3 Жорсткість води о. Хортиця 2024 р.

№	Місце відбору проб	Жорсткість, мг/л	Норма*	Перевищення норми	
				у %	разів
1	Причал навпроти о. Байда	1,1	≤7	-	-

2	Джерело на о. Хортиця	0,65	≤7	-	-
3	Південний берег о. Хортиця	1	≤7	-	-

Примітки:

1. * ДСанПіН 383 Вода питна.
2. - відсутність перевищення норми.

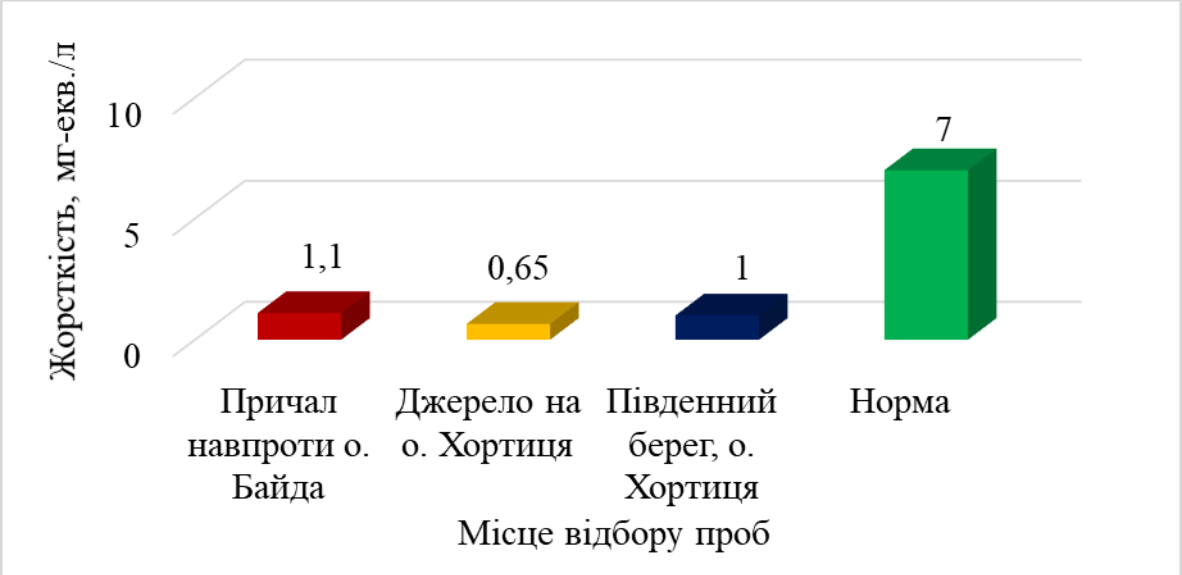


Рисунок 3.6 – Показник жорсткості води на о. Хортиця 2024 р.

У воді з о. Хортиця перевищення ГДК жорсткості води не спостерігаються. Вода по цьому показнику відповідає нормативним даним. Вода з о. Хортиця класифікується як м’яка.

3.2.2 Визначення водневого показника pH води

pH води є одним із ключових показників її якості, оскільки визначає характер перебігу хімічних і біологічних процесів у водному середовищі. За

низьких значень pH вода виявляє високу корозійну активність, тоді як при підвищених рівнях (вище 11) вона набуває мильної консистенції, неприємного запаху та може спричиняти подразнення шкіри й слизових оболонок очей. Для питної та господарсько-побутової води оптимальними вважаються значення pH у межах 6,5-8,5. Результати дослідження водневого показника pH води представлені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 Водневий показник pH води о. Хортиця 2024 р.

№	Місце відбору проб	Водневий показник, pH	Норма*	Перевищення норми	
				у %	разів
1	Причал навпроти о. Байда	8,35	6,5-8,5	-	-
2	Джерело на о. Хортиця	7,92	6,5-8,5	-	-
3	Південний берег о. Хортиця	8,51	6,5-8,5	2,5	0,01

Примітки:
1. * ДСанПіН 383 Вода питна.
2. - відсутність перевищення норми.

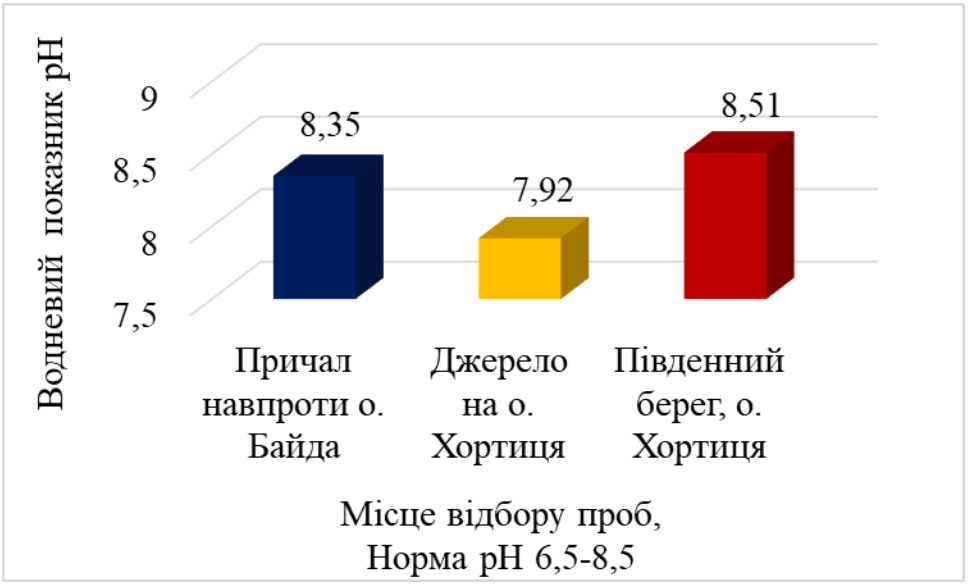


Рисунок 3.7 – Водневий показник pH води на о. Хортиця 2024 р.

Вода з причалу знаходить на межі перевищення ГДК водневого показника pH але не перевищує його – 8,35. Вода з джерела на о. Хортиця не має перевищення за показником pH і дорівнює 7,92 відповідно. У воді на південному березі о. Хортиця має місце перевищення pH у 0,01 рази – 8,51. Вода за pH відноситься до слаболужної (рис.3.7).

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Оскільки практичне виконання моєї дипломної роботи передбачало проведення лабораторних досліджень із використанням хімічних реактивів, скляного лабораторного посуду та електричних приладів, особливу увагу було приділено питанням дотримання вимог охорони праці та безпечного виконання всіх лабораторних операцій. Забезпечення безпеки під час роботи з хімічними речовинами та обладнанням має важливе значення для запобігання нещасним випадкам, ушкодженням здоров’я та виникненню аварійних ситуацій, тому даному аспекту присвячено окремий розділ дипломної роботи [47, 48].

4.1 Правила безпеки при відборі проб води

Відбір проб води належить до робіт, що виконуються безпосередньо у природних умовах – на берегах або в руслі водойм, тому потребує суворого дотримання правил техніки безпеки. Основними потенційними небезпеками під час виконання цих робіт є ризик падіння у воду, переохолодження, поранення гострими предметами, контакт із шкідливими або забрудненими речовинами, а також ураження електричним струмом при використанні переносного електрообладнання.

Перед початком робіт необхідно:

1. пройти інструктаж з охорони праці та ознайомитися з методикою відбору проб;
2. перевірити справність інструментів, посуду, переносного обладнання та засобів індивідуального захисту;

3. підібрати зручний, водонепроникний одяг і взуття, що не ковзає на вологих поверхнях;

4. підготувати аптечку для надання першої медичної допомоги.

Під час роботи біля водойми слід:

1. виконувати відбір проб лише з безпечних ділянок берега або з використанням спеціальних містків і майданчиків;

2. не нахилятися над водою занадто низько, не працювати стоячи на слизьких або нестійких поверхнях;

3. при відборі проб із човна дотримуватись рівноваги, не здійснювати різких рухів, проби відбирати лише у рятувальному жилеті;

4. уникати контакту шкіри з водою, що може містити шкідливі речовини, — використовувати гумові рукавички та захисні окуляри;

5. не брати проби поблизу місць скидання стічних вод без попереднього узгодження та спеціальних заходів безпеки.

Після завершення відбору проб необхідно:

1. герметично закрити посудини з пробами, промаркувати їх і зафіксувати дані у польовому журналі;

2. ретельно вимити руки з милом або обробити дезінфікуючим засобом;

3. провести огляд робочого місця, переконатися у відсутності залишених інструментів або реактивів.

Дотримання зазначених правил забезпечує безпечне проведення робіт, збереження здоров’я виконавців і достовірність отриманих результатів аналізів [49].

4.2 Техніка безпеки в лабораторії

Під час роботи в хімічній лабораторії необхідно суворо дотримуватись вимог охорони праці та техніки безпеки, оскільки лабораторні досліди пов’язані з використанням хімічних реактивів, нагрівальних приладів, скляного посуду та електрообладнання. Недотримання правил може призвести до отруєнь, опіків, порізів або займання речовин.

Загальні вимоги безпеки.

Перед початком роботи працівник або студент повинен пройти вступний та первинний інструктаж з охорони праці, ознайомитись із правилами поведінки в лабораторії та розташуванням засобів пожежогасіння і аптечки. Забороняється працювати самостійно без дозволу викладача або керівника робіт.

У лабораторії не дозволяється приймати їжу, пити, зберігати особисті речі поруч із хімічними реактивами. Робоче місце має бути охайним, усі речовини – промаркованими і розставленими у спеціально відведених місцях. Під час роботи слід користуватися лабораторним халатом, захисними окулярами та рукавичками.

Правила роботи з хімічними речовинами

1. Усі реактиви необхідно брати лише у кількостях, зазначених у методиці досліду. Надлишки не слід повертати у посудину з вихідною речовиною, щоб уникнути її забруднення.

2. Під час роботи з леткими, токсичними або їдкими речовинами досліди виконують у витяжній шафі.

3. Забороняється нюхати реактиви безпосередньо – для цього використовують обережне рухання рукою повітря у напрямку до обличчя.

4. При роботі з кислотами та лугами необхідно уникати їх потрапляння на шкіру або в очі. Розбавляючи кислоту, слід додавати кислоту до води, а не навпаки, щоб запобігти розбризкуванню.

5. У разі потрапляння хімічних речовин на шкіру її потрібно негайно промити великою кількістю води, а при опіках – звернутись за медичною допомогою.

Робота з лабораторним посудом та приладами.

Скляний посуд перед використанням перевіряють на наявність тріщин. Нагрівання рідин проводять у термостійкому посуді, використовуючи штативи та захисні екрани. Забороняється спрямовувати горло пробірки або колби у бік себе чи інших осіб під час нагрівання.

При роботі з електричними приладами (нагрівальними плитками, мішалками, фотометрами) потрібно переконатися у справності шнурів, вилок і розеток. Після завершення роботи обладнання необхідно вимкнути з мережі.

Завершення роботи.

Після закінчення дослідів усі відходи реактивів збирають у спеціально відведені контейнери, відповідно до типу речовини. Скляний посуд ретельно промивають і ставлять на сушку. Робоче місце приводять у порядок, вимикають електроприлади, закривають газові пальники та витяжну шафу.

Дотримання правил техніки безпеки в хімічній лабораторії гарантує не лише збереження здоров’я виконавців, а й точність отриманих експериментальних результатів.

Концентровані кислоти (сірчана, азотна, хлоридна, оцтова, ортофосфорна тощо) і концентровані основи (натрій гідроксид, калій гідроксид, аміак, вапняне молоко тощо) належать до небезпечних хімічних речовин, які при неправильному поводженні можуть спричинити хімічні опіки, отруєння або пошкодження органів дихання. Тому під час роботи з ними необхідно суворо дотримуватись вимог техніки безпеки.

Загальні правила:

1. до роботи з концентрованими кислотами та лугами допускаються лише особи, які пройшли спеціальний інструктаж із техніки безпеки та ознайомлені з властивостями речовин;

2. усі операції з концентрованими кислотами й основами слід проводити у витяжній шафі, щоб уникнути вдихання шкідливих парів;

3. обов'язковим є використання індивідуальних засобів захисту: лабораторного халата, захисних окулярів, гумових рукавичок, у разі потреби – лицьового щита або респіратора;

4. забороняється працювати з концентрованими кислотами й лугами поблизу відкритого вогню, нагрівальних приладів або на неусталеній поверхні;

5. не дозволяється залишати відкриті посудини з реактивами без нагляду.

Правила поводження з кислотами:

1. концентровані кислоти зберігають у спеціальних шафах, виготовлених із матеріалів, стійких до їх дії, з маркуванням «КИСЛОТИ»;

2. при розбавленні кислот завжди слід додавати кислоту до води, а не навпаки, оскільки під час додавання води до концентрованої кислоти можливе інтенсивне кипіння та розбризкування, що може призвести до опіків;

3. для відмірювання кислот не можна використовувати ротори або пробірки з гумовими пробками, оскільки гума руйнується під їх впливом;

4. у разі випадкового потрапляння кислоти на шкіру уражену ділянку необхідно негайно промити великою кількістю води (не менше 10-15 хвилин), а потім обробити слабким розчином соди (2-3 %). Якщо кислота потрапила в очі – терміново промити їх водою та звернутися до лікаря;

5. при розливі кислоти на стіл або підлогу її необхідно засипати сухою содою або крейдою, потім зібрати речовину та місце проливу ретельно промити водою.

Правила поводження з основами:

1. концентровані луги ($NaOH$, KOH, NH_4OH) також є сильними корозійними агентами. Їх пари можуть подразнювати слизові оболонки, а потрапляння на шкіру – спричинити опіки;

2. роботу з лугами виконують тільки у захисних окулярах і гумових рукавичках, а також бажано в щільно закритому одязі, що закриває руки та ноги;

3. під час приготування розчинів лугів порошкоподібну речовину або концентрований розчин додають у воду невеликими порціями, постійно перемішуючи скляною паличкою. Забороняється додавати воду до концентрованого лугу;

4. якщо луг потрапив на шкіру, уражену ділянку слід ретельно промити водою, після чого обробити слабким розчином борної кислоти (1-2 %). У разі потрапляння в очі – негайно промити водою та звернутися до лікаря.

5. пролитий луг нейтралізують розчином борної або оцтової кислоти, після чого місце проливу знову промивають водою [50].

4.3 Перша допомога в умовах лабораторних досліджень

Під час виконання лабораторних досліджень існує ризик виникнення нещасних випадків, пов’язаних із впливом хімічних речовин, електричного струму, нагрівальних приладів, а також механічних пошкоджень. Тому кожен працівник лабораторії повинен знати основи надання першої допомоги, порядок дій у разі травмування та вміти користуватись аптечкою [51].

Загальні положення:

1. при будь-якому нещасному випадку необхідно негайно припинити роботу, усунути дію шкідливого фактора (вимкнути прилади, прибрати реактив, ізолювати джерело небезпеки) та повідомити керівника лабораторії;

2. до прибуття медичного працівника потерпілому надають першу долікарську допомогу, користуючись засобами аптечки;

3. у разі тяжких ушкоджень або отруєнь потрібно викликати швидку медичну допомогу та забезпечити спокій потерпілому.

Перша допомога при хімічних опіках:

1. при потраплянні кислот на шкіру уражену ділянку негайно промивають великою кількістю проточної води протягом 10-15 хвилин, після чого обробляють 2-3 % розчином питної соди ($NaHCO_3$);

2. при опіках лугами шкіру промивають водою, а потім 1-2 % розчином борної або оцтової кислоти;

3. якщо хімічна речовина потрапила в очі, їх слід негайно промити чистою водою або фізіологічним розчином не менше 10 хвилин і терміново звернутися до лікаря;

4. у разі потрапляння кислот або лугів усередину організму потерпілому забороняється викликати блювання; необхідно дати випити велику кількість води або молока і терміново доставити до медичного закладу.

Перша допомога при термічних опіках:

1. уражене місце необхідно негайно охолодити проточною водою протягом 10-20 хвилин для зниження болю та запобігання поширенню ушкодження;

2. після охолодження слід накласти стерильну суху пов’язку, не застосовуючи мазей або масел;

3. у разі утворення пухирів заборонено їх проколювати, оскільки це підвищує ризик інфікування.

Перша допомога при порізах та механічних травмах

1. у разі незначного порізу необхідно зупинити кровотечу, обробити рану розчином антисептика (перекис водню, йод, хлоргексидин) та накласти чисту пов’язку;

2. якщо кровотеча сильна, накладають джгут або тиск пальцями вище місця поранення і терміново викликають лікаря;

3. при потраплянні сторонніх предметів у рану не можна їх самостійно видаляти – це має робити медичний працівник [52].

Перша допомога при ураженні електричним струмом:

1. передусім потрібно негайно вимкнути джерело електричного струму або відокремити потерпілого від струмопровідних частин, користуючись сухими дерев'яними або гумовими предметами;

2. після звільнення потерпілого оцінюють стан дихання та пульсу;

3. у разі відсутності дихання або серцебиття негайно проводять штучне дихання та непрямий масаж серця до прибуття лікаря;

4. потерпілого необхідно укласти горизонтально, укрити й забезпечити повний спокій.

Перша допомога при отруєннях парами хімічних речовин:

1. постраждалого необхідно вивести на свіже повітря або у добре провітрене приміщення;

2. забезпечити доступ кисню, послабити одяг, що стискає дихання;

3. при втраті свідомості – покласти на бік, щоб уникнути западання язика, та викликати швидку допомогу;

4. не можна давати потерпілому пити чи приймати ліки без дозволу медичного працівника [53].

4.4 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

Раціональна організація робочого місця, оптимальні мікрокліматичні умови, належне освітлення та забезпечення чистоти повітряного середовища є важливими складовими гігієни праці та виробничої санітарії. Ці заходи спрямовані на збереження здоров'я працівників, підвищення продуктивності праці та запобігання професійним захворюванням.

До основних параметрів мікроклімату належать температура, відносна вологість і швидкість руху повітря.

1. температура повітря у виробничому приміщенні повинна відповідати характеру роботи: для робіт, що не потребують значного фізичного навантаження, – 18-22 °С; для робіт середньої важкості – 16-20 °С;

2. вологість повітря підтримують у межах 40-60 %, що запобігає пересиханню слизових оболонок і знижує накопичення статичної електрики;

3. швидкість руху повітря має бути в межах 0,1-0,3 м/с, залежно від сезону.

Для забезпечення комфортного мікроклімату використовують системи вентиляції та кондиціонування повітря. У хімічних лабораторіях особливе значення має місцева витяжна вентиляція, яка запобігає потраплянню шкідливих випарів у зону дихання працівника.

Якісне освітлення сприяє зниженню втоми очей, покращує точність і швидкість роботи:

1. освітлення має бути комбінованим – природним і штучним;

2. для лабораторних робіт рекомендується освітленість 300-500 лк;

3. лампи повинні бути розташовані так, щоб не створювати відблисків і тіней на робочій поверхні;

4. у місцях з роботою з оптичними приладами використовують дифузне освітлення для запобігання контрастним тіням.

Робоче місце має бути сплановане з урахуванням ергономічних вимог:

1. робоча поверхня розташовується на висоті, зручній для працівника (80-100 см);

2. предмети, які часто використовуються, мають бути в зоні досяжності рук;

3. всі хімічні реактиви та обладнання повинні бути розміщені з урахуванням безпеки – кислоти, луги, токсичні речовини зберігають у спеціальних шафах;

4. на робочому місці має бути аптечка, засоби нейтралізації кислот і лугів, а також очна ванночка.

4. Забезпечення чистоти повітря та води:

1. повітря лабораторій очищається за допомогою витяжних шаф і фільтраційних систем;

2. при роботі з леткими або токсичними речовинами обов’язкове використання індивідуальних засобів захисту органів дихання (респіратори, маски);

3. вода, що використовується у виробничих або лабораторних цілях, має відповідати санітарно-хімічним нормам; за необхідності проводять її очищення, знезараження та контроль складу.

Працівники забезпечуються:

1. халатами або комбінезонами з натуральних матеріалів;

2. гумовими рукавичками, фартухами, окулярами, захисними щитками;

3. у разі роботи з концентрованими кислотами — спеціальними кислотостійкими костюмами.

У приміщеннях лабораторій мають бути облаштовані:

1. умивальники з підведенням холодної та гарячої води;

2. шафи для зберігання особистого одягу та ЗІЗ;

3. приміщення для відпочинку, прийому їжі, а також душові – у разі роботи з небезпечними речовинами [47, 48].

4.5 Правила роботи з персональним комп’ютером

Раціональна та безпечна робота з персональним комп’ютером (ПК) потребує дотримання санітарно-гігієнічних норм, ергономічних вимог і правил техніки безпеки. Метою цих правил є запобігання перевтомі,

збереження зору, опорно-рухового апарату, а також попередження електротравм і пожеж.

Робоче місце користувача ПК повинно бути обладнане ергономічним столом і стільцем, висота яких регулюється відповідно до зросту працівника. Відстань від очей до екрана монітора має становити 50-70 см, а верхня частина екрана – бути на рівні очей або трохи нижче. Монітор слід розташовувати під кутом 90° до вікна, щоб уникнути відблисків і засліплення від природного чи штучного освітлення. Робоче місце повинно мати достатнє освітлення – 300-500 лк, без різких контрастів між яскравістю екрана та навколишнього середовища. Поверхня столу має бути матовою, щоб не відбивати світло.

Температура повітря повинна становити 18-24 °С, відносна вологість – 40-60 %, швидкість руху повітря – 0,1-0,3 м/с. Не допускається робота в приміщеннях із підвищеною запиленістю або сухим повітрям. Рівень шуму від техніки не повинен перевищувати 50 дБ, а вібрація – до 2 дБ. Для зменшення шуму використовують м’які амортизуючі підкладки під системний блок.

До роботи з ПК допускаються лише особи, які пройшли інструктаж з охорони праці. Перед увімкненням обладнання слід перевірити справність шнурів, розеток, заземлення та цілісність ізоляції. Забороняється: торкатися задньої панелі системного блоку під час роботи; використовувати несправні подовжувачі або вилки; працювати з комп’ютером у вологому середовищі. Усі електроприлади повинні бути заземлені. У разі виявлення диму, запаху гару чи сторонніх звуків комп’ютер потрібно негайно вимкнути з мережі.

Перед початком роботи: увімкнути освітлення; перевірити стан обладнання; прибрати зі столу зайві предмети; переконатися, що вентиляційні отвори системного блоку не закриті.

Під час роботи: не торкатися одночасно металевих частин комп’ютера та заземлених предметів; не ставити на системний блок чи монітор ємності з

рідиною; не перегрівати комп’ютер – забезпечити вільний доступ повітря для охолодження.

Після завершення роботи: закрити всі програми та завершити роботу операційної системи; вимкнути комп’ютер і монітор; від’єднати обладнання від електромережі (у разі тривалого простою).

Тривалість безперервної роботи за ПК не повинна перевищувати:

1. для дорослих користувачів – 2 години з подальшою перервою 10-15 хвилин;
2. для студентів – 45 хвилин із перервою не менше 10 хвилин.

Кожні 1–1,5 години необхідно робити перерви для очей і рук:

1. вправи для зору (переведення погляду на далекі предмети, моргання, кругові рухи очима);
2. розминка кистей і плечового поясу.

Рекомендується підтримувати правильну поставу:

1. спина пряма, плечі розслаблені;
2. ступні стоять повністю на підлозі;
3. руки зігнуті під кутом 90° у ліктях.

Заходи пожежної безпеки:

1. не залишати комп’ютер увімкненим без нагляду;
2. не використовувати несправні електроподовжувачі;
3. на робочому місці повинен бути вогнегасник (вуглекислотний або порошковий), придатний для гасіння електрообладнання;
4. у разі займання електроприладу заборонено гасити його водою – слід знеструмити обладнання і лише тоді застосовувати вогнегасник.

Вимоги після закінчення роботи:

1. завершити всі активні процеси, вийти з програм і системи;
2. вимкнути комп’ютер, монітор і периферійні пристрої;
3. перевірити справність освітлення, вимкнути його;
4. закрити вікна, переконатися у відсутності сторонніх предметів на робочому місці;

5. повідомити відповідальну особу у разі виявлення несправностей обладнання [48].

4.6 Пожежна безпека

Кожен працівник або студент, який перебуває на об’єкті, повинен знати: місце розташування первинних засобів пожежогасіння (вогнегасників, пожежних щитів, гідрантів); шляхи евакуації та виходи; порядок дій у разі виникнення пожежі.

У приміщеннях слід підтримувати належний санітарний та протипожежний стан, не захаращувати проходи, двері та евакуаційні виходи.

Усі електричні прилади повинні бути справними, заземленими і відповідати технічним вимогам експлуатації.

Забороняється зберігати легкозаймисті матеріали поблизу нагрівальних або електричних пристроїв [54].

Куріння дозволяється лише у спеціально відведених місцях.

Не допускати перевантаження електромереж, використання пошкоджених шнурів, розеток або подовжувачів.

Не залишати без нагляду ввімкнене електрообладнання, особливо при завершенні роботи.

Не накривати електроприлади тканиною або папером, що може призвести до їх перегрівання.

Не використовувати відкритий вогонь або нагрівальні прилади у невідповідних умовах.

У лабораторіях, де використовуються легкозаймисті речовини, необхідно дотримуватись спеціальних інструкцій з пожежної безпеки, а також забезпечити наявність витяжної вентиляції.

У кожному приміщенні повинні бути наявні вогнегасники відповідного типу: вуглекислотні (ВВК) – для гасіння електроустановок під напругою; порошкові (ВП) – для гасіння рідких і твердих речовин; водні або пінні (ОВП, ОП) – для гасіння звичайних матеріалів (дерево, тканини, папір).

Вогнегасники повинні бути заряджені, опломбовані та мати чинне технічне обслуговування.

Використання вогнегасника: зірвати пломбу, висмикнути запобіжну чеку; направити насадку на осередок вогню; натиснути важіль і рівномірно розпилювати речовину знизу вверх, поки полум’я не зникне.

Дії у разі виникнення пожежі. Негайно повідомити про пожежу за телефоном 101 (або внутрішнім зв’язком адміністрацію установи). Вказати точну адресу, місце займання, своє прізвище та наявність постраждалих. Знеструмити електрообладнання, якщо це можливо зробити без ризику. Розпочати гасіння пожежі первинними засобами (вогнегасником, піском, ковдрою) – лише якщо немає загрози для життя. Організувати евакуацію людей з приміщення через основні та запасні виходи, уникаючи паніки. У разі задимлення пересуватись у нахиленому положенні або навкарачки, прикривши рот і ніс вологою тканиною [55].

ВИСНОВКИ

1. На острові Хортиця протягом 2022-2023 рр. спостерігалось поступове зниження водневого показника (pH) від 8,3 до 7,55 у червні 2023 р., однак показник залишався у межах норми весь період дослідження. Загальна жорсткість води максимально підіймалась до 6,45 мг/л у травні 2023 р. Показник лужності був відносно сталим і змінювався від 2,5 мг/л до 2,8 мг/л.

2. Концентрація кальцію різко підвищувалась до 5,05 мг/л у травні 2023, а потім зменшилася до 3,7 мг/л у червні. Вміст магнію протягом періоду коливався в межах від 1,1 мг/л до 1,75 мг/л. Показник карбонатів змінювався у межах 2,4-3,55 мг/л. Концентрація сульфатів досягала 2,5 мг/л. Концентрація калію варіювалась в межах 0,07-0,1 мг/л. Вміст фтору коливався у межах 0,16-0,2 мг/л. Концентрація заліза мала тенденцію поступового зростання до 0,18 мг/л. Вміст марганцю був найнижчим серед усіх елементів і змінювався від 0 мг/л у жовтні 2022 р. до 0,04 мг/л у червні 2023 р. Концентрація натрію залишалась в середньому на рівні 0,6 мг/л. Концентрація хлоридів була найбільшою серед усіх елементів досягнувши максимуму 3,75 мг/л у травні 2023 р.

3. Загалом спостерігалось, що всі досліджувані показники перебували у межах нормативних значень, а їхні сезонні коливання зумовлені природними гідрологічними процесами та температурними змінами водного середовища.

4. В період досліджень 2024 р. у воді з о. Хортиця перевищення ГДК жорсткості води не спостерігаються. Найбільше значення зафіксовано на причалі навпроти о. Байда – 1,1. Вода по цьому показнику відповідає нормативним даним. Вода з о. Хортиця класифікується як м’яка.

5. Вода з причалу знаходиться на межі перевищення ГДК водневого показника pH але не перевищує його – 8,35. Вода з джерела на о. Хортиця не

має перевищення за показником pH і дорівнює 7,92 відповідно. У воді на південному березі о. Хортиця має місце перевищення pH у 0,01 рази – 8,51. Вода за pH відноситься до слаболужної.

РЕКОМЕНДАЦІЇ

Після підриву Каховської гідроелектростанції у червні 2023 р. в басейні Дніпра відбулися значні гідрологічні, гідрохімічні та екологічні зміни, які безпосередньо вплинули на стан водних об’єктів нижче за течією, зокрема в районі острова Хортиця. Острів Хортиця є унікальним природним і історико-культурним комплексом, який має статус національного заповідника, тому контроль якості води на території острова Хортиця після підриву Каховської ГЕС є необхідним для своєчасного виявлення негативних змін у водному середовищі, запобігання загрозам для екосистеми заповідника і збереження природної спадщини цього унікального регіону.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Vadez V., Kholova J., Zaman-Allah M. Water: the most important 'molecular'component of water stress tolerance research. Functional Plant Biology, 2013. Vol. 40. Iss. 12. P. 1310-1322.

2. Westall F., Brack A. The importance of water for life. Space Science Reviews, 2018. Vol. 214 (50). P. 926-934.

3. Kılıç Z. The importance of water and conscious use of water. International Journal of Hydrology, 2020. Vol. 4 (5). P. 239-241.

4. Chen S., Takata T., Domen K. Particulate photocatalysts for overall water splitting. Nature Reviews Materials, 2017. Vol. 2. Iss. 10. P. 601-609.

5. Minasny B., McBratney A. B. Limited effect of organic matter on soil available water capacity. European journal of soil science, 2018. Vol. 69. Iss. 1. P. 39-47.

6. Wang W., Lee X., Xiao W., Liu S. Wang Global lake evaporation accelerated by changes in surface energy allocation in a warmer climate. Nature geoscience, 2018. Vol. 11. P. 410-414.

7. Konapala G., Mishra A. K., Wada Y., Mann M. E. Climate change will affect global water availability through compounding changes in seasonal precipitation and evaporation. Nature communications, 2020. Vol. 11. P. 844-850.

8. Zhang Y., Chiew F. H. S., Peña‐Arancibia J. Global variation of transpiration and soil evaporation and the role of their major climate drivers. Journal of Geophysical Research, 2017. Vol. 122. Iss. 13. P. 6868-6881.

9. Yakovliev Y., Rogozhin O., Stefanyshyn D . Environmental and Geological Hazards After the Explosion of the Kakhovka Hydroelectric Power Plant and Rehabilitation Options. Systems, Decision and Control in Energy VI , 2024. Vol. 552. P. 537-557.

10. Environmental Consequences of the Explosion of the Kahovsky Hydroelectric Plant on Biodiversity. Revista de la Universidad del Zulia, 2024. Vol. 15. Iss. 42. P. 163-178.

11. Барабаш В. В. Геологічні особливості острова Хортиця: вивчення природних ресурсів. *Географія та природні ресурси України*. Київ, 2015. Вип. 4. С. 42-49.

12. Охріменко С. Г., Шелегеда О. Р., Козодавов С. В., Бусел В. А. Природа острова Хортиця. Колективна монографія. Запоріжжя : Національний заповідник «Хортиця», 2016. Вип. 2. 200 с.

13. Данилов О. В. Екологічні проблеми та перспективи природокористування на острові Хортиця. *Наукові записки Запорізького національного університету* : Географія і природокористування. Запоріжжя, 2013. № 5. С. 45-52.

14. Даценко Л. М., Молодченко В., Воровка В., Зав'ялова Т. Фізична географія запорізької області. Мелітополь: Вид-во МДПУ ім. Б. Хмельницького, 2014. 200 с.

15. Євенко П. П. Географія рідного краю. Запорізька область. Запоріжжя: Поліграф, 2002. 128 с.

16. Шевченко І. П. Сучасні підходи до раціонального природокористування на території національного заповідника Хортиця *Природничі науки та екологія*. Київ, 2017. Вип. 8. № 1. С. 67-74.

17. Байцар А. Л. Фізична географія України : навч. метод. посіб. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2012. 358 с. Волошина Н. О., Кармізова Л. О. Аналіз фіторізноманіття заплави Дніпра в межах мегаполісу. Питання степового лісознавства та лісової рекультивації земель, 2013. Т. 42. С. 45-47.

18. Волошина Н. О., Кармізова Л. О. Аналіз фіторізноманіття заплави Дніпра в межах мегаполісу. Питання степового лісознавства та лісової рекультивації земель, 2013. Т. 42. С. 45-47.

19. Запольський А. К., Шумигай І. В. Охорона питних вод від виснаження і забруднення. Агроекологічний журнал, 2015. № 3. С. 6-15.

20. Мосійчук Я., Хоружий П. кількісні та якісні показники природних і стічних вод у басейні Дніпра. Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки, 2021. № 36. С. 39-47.

21. Стельмах В. Структура та сучасний стан водопостачання в басейні Дніпра (в межах України). Collection of scientific papers «SCIENTIA», 2022. С. 190-192.

22. Касімов О., Удалов І., Кононенко А. Оцінка ступеня забруднення середньої течії р. Дніпро та розробка заходів його мінімізації. Вісник ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2025. Вип. 62. С. 412-423.

23. Пічура В. І., Шахман І., Бистрянцева А. М. Просторово-часова закономірність формування якості води в річці Дніпро. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2018. № 3. С. 44-57.

24. Пічура В. І. Геомоделювання зональної небезпеки забруднення біогенними речовинами поверхневих вод у транскордонному басейні Дніпра. Біоресурси і природокористування. 2017. Т. 9, № 1-2. С. 24-36.

25. Пічура В. І. Геомоделювання водно-ерозійних процесів у басейні річки Дніпро. Агроекологічний журнал, 2016. № 4. С. 66-75.

26. Лук’янова В. В. Оцінка якості природної води в р. Дніпро у м. Києві. Вісник Національного транспортного університету, 2015. № 2. С. 160-167.

27. Shubravska O., Popova O., Prokopenko K. Consequences of the destruction at the Kakhovka Hydroelectric Power Plant for agriculture in the South of Ukraine. Wydawnictwo Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, 2024. Vol. 4. P. 457-466.

28. Vyshnevskyi V., Shevchuk S., Komorin V. The destruction of the Kakhovka dam and its consequences. Water International, 2023. Vol. 48. Iss. 5. P. 631-647.

29. Мирошниченко А. Кризові екологічні комунікації у період воєнного часу (на прикладі Каховської ГЕС). Науково-теоретичний альманах Грані, 2023. Т. 26, № 5. С. 132-142.

30. Trofymchuk, O., Sheviakin, N., Tomchenko O. Destruction of the Kakhovka reservoir as a result of hostilities: dynamics of change and consequences for the environment. International Multidisciplinary Scientific , 2023. Vol. 23. Iss. 3.2. P. 1026-1035.

31. Лопушинський І. П., Пронін О. В. Підрив Каховської ГЕС: Наслідки для екологічної безпеки України. Вісник Херсонського, 2024. № 1 (88). С. 372-377.

32. Кепкін О. Реанімація земель заплави річки Дніпро після підриву Каховської ГЕС. Міністерство освіти і науки України, 2024.

33. Shekhunova S., Sanina I., Kril ., Syumar N. Kakhovska hydroelectric power plant dam explosion: impact on water resources and activation of hazardous exogenous geological processes. International Multidisciplinary Scientific , 2023. Vol. 23. Iss. 3.2. P. 1049-1058.

34. Nasedkin E. I., Gavrilyuk R. B., Balinsky V. M., Fedorenko L. V. Geoecological aspects of assessing the consequences of the destruction of the Kakhovka Reservoir. Mineral Resources of Ukraine, 2025. Vol. 3. P. 66-70.

35. Романь А. М. Підрив Каховської ГЕС: техногенна катастрофа чи шанс на екологічне майбутнє України. Науковий Журнал Метінвест Політехніки, 2024. № 2. С. 98-104.

36. Саніна І. В., Люта Н. Г. Екологічні наслідки підриву греблі Каховської ГЕС і шляхи вдосконалення водопостачання населення. Мінеральні ресурси України, 2023. № 2. С. 50-55.

37. Шостаківська Н. М., Пасько М. Збереження навколишнього середовища після екоциду на Каховській ГЕС. Мат. IV Міжнар. наук. конф. : Воєнні конфлікти та техтогенні катастрофи, 2024. С. 117-120.

38. Богомаз Р. В., Охріменко С. Г., Василенко С. В. До відтворення природного середовища Національного заповідника «Хортиця». Екологія :

наука, освіта, природоохоронна діяльність : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. Київ : Наук. світ, 2007. 156 с.

39. Про Національний заповідник Хортиця : Постанова Кабінету Міністрів України від 6 квітня 1993 р. № 254.

40. Панчук О. М. Характеристика природних комплексів о. Хортиця. Архівні матеріали Національного заповідника «Хортиця» Запоріжжя, 2001. № 194.1. 88 с.

41. Остапенко М. А., Мірущенко О. П. Заповідна Хортиця. Запоріжжя : Кругозір, 2016. 318 с.

42. Герасименко В. О. Кліматичні особливості острова Хортиця: вплив на екосистеми. *Запорізький науковий вісник природничих наук*. Запоріжжя, 2012. Вип. 4. С. 23-30.

43. Хільчевський В. К., Савицький В. М., Красова Л. А., Гончар О. М. Польові та лабораторні дослідження хімічного складу води. навчальний посібник Київ : Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2012. 143 с.

44. Горєв Л. М., Пелешенко В. І., Хільчевський В. К. Гідрохімія України : підручник. Київ : Вища шк., 1995. 307 с.

45. Хільчевський В. К. Хімічний аналіз вод : навчальний посібник. Київ : ВПЦ «Київський університет», 2004. 61 с.

46. Руденко В. М. Математична статистика. Навч. посіб. Київ : Центр учбової літератури, 2012. 304 с.

47. Жидецький В. Ц. Основи охорони праці. Львів, 2004. 250 с.

48. Курепін В. М. Основи охорони праці: навчальний посібник для студентів закладів вищої освіти аграрної галузі. Миколаїв : МНАУ, 2022. 347 с.

49. Набиванець Б. Й., Осадчий В. І., Осадча Н. М. Аналітична хімія поверхневих вод. Київ : Наук. думка, 2007. 455с.

50. Кравченко О. О., Харченко О. І., Остапченко Л. І. Техніка лабораторних робіт : посібник. Київ : Електронне видання, 2022. 192 с.

51. Домедична допомога (Долікарська медична допомога): методичні вказівки до практичних занять для здобувачів вищої освіти спеціальності 227 – Фізична терапія, ерготерапія (освітній ступінь бакалавр) / Укл.: В. І. Титаренко. Чернігів: НУ «Чернігівська політехніка», 2022. 16 с.

52. Усов В. А. Порядок надання домедичної допомоги постраждалим: методичний посібник. Вінниця, 2016. 21 с.

53. Плахтій П. Д., Соколенко Л. С., Гутарєва Н. В. Основи медичних знань: навчально-методичний посібник. Кам’янець-Подільский: ТОВ «Друкарня Рута», 2013. 268 с.

54. Рожков А., Грищенко А., Мацокіна А. Пожежна безпека та цивільний захист: Порадник для голів та управлінців освітою територіальних громад. Київ : Швейцарсько-український проєкт DECIDE – «Децентралізація для розвитку демократичної освіти», 2022. 72 с.

55. Третьяков О. В., Доронін Є. В., Халмурадов Б. Д., Зозуля С.В. Основи пожежної безпеки: підручник. Київ: Вид. «ЦУЛ», 2024. 356 с.