ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра загальної та прикладної екології і зоології

Кваліфікаційна робота

бакалавра

на тему АНАЛІЗ ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД В МЕЖАХ М. ЗАПОРІЖЖЯ
ANALYSIS OF SURFACE WATER QUALITY WITHIN THE CITY OF ZAPORIZHZHIA

Виконав: студентка 4 курсу, групи 6.1011
спеціальності 101 Екологія
освітньо-професійної програми Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування
Гусєва Вікторія Олександрівна
Керівник доцент, доцент, к.б.н. Воронова Н. В.
Рецензент доцент, доцент, к.с/г.н. Притула Н.М.

Запоріжжя – 2025

ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Біологічний факультет

Кафедра загальної та прикладної екології і зоології

Рівень вищої освіти бакалавр

Спеціальність 101 Екологія

Освітньо-професійна програма «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування»

ЗАТВЕРДЖУЮ

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

_____ О.Ф. Рильський

« » 2025 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ

Гусєва Вікторія Олександрівна

1. Тема роботи Аналіз якості поверхневих вод в межах м. Запоріжжя Analysis of surface water quality within the city of zaporizhzhia керівник роботи Воронова Н.В., доцент, доцент, к.б.н.
затверджена наказом ЗНУ від «29» січня 2025 року № 160-с
2. Строк подання студентом роботи червень 2025 року.
3. Вихідні дані до роботи: польові дослідження.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): 1) Визначити вміст деяких гідрохімічних показників у воді питних водозаборів міста Запоріжжя та порівняти їх зі значеннями ГДК. 2) Проаналізувати які саме гідрохімічні показники води водойм перевищують нормативи ГДК. 3) Оцінити якість води питних водозаборів міста Запоріжжя за значеннями індексу забруднення води та встановити клас якості води водойми.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): 5 таблиць, 5 рисунків.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 31 січня 2025 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1.	Огляд літературних джерел. Написання відповідного розділу роботи.	лютий-березень 2025 р.	Виконано
2.	Вивчення, засвоєння методик дослідження. Написання відповідного розділу роботи.	березень 2025 р.	Виконано
3.	Засвоєння правил техніки безпеки під час виконання експериментальної частини. Написання відповідного розділу роботи.	березень-квітень 2025 р.	Виконано
4.	Проведення експериментальних досліджень. Оформлення результатів експерименту	березень-квітень 2025 р.	Виконано
5.	Оформлення кваліфікаційної роботи. Передзахист роботи.	квітень 2025 р.	Виконано
6.	Рецензування кваліфікаційної роботи	травень 2025 р.	Виконано
7.	Захист кваліфікаційної роботи	травень 2025 р.	Виконано

Студентка _____ В.О. Гусєва

Керівник роботи _____ Н.В. Воронова

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер Н.М. Притула

РЕФЕРАТ

В роботі 49 сторінок, 5 таблиць, 5 рисунків, було використано 43 літературних джерел, із них 5 іноземною мовою.

Об’єктом дослідження є водні екосистеми питних водозаборів міста Запоріжжя.

Предметом дослідження є компоненти екосистеми водойм, зокрема гідрохімічні показники якості води за допомогою яких був розрахований індекс забруднення води та проведена оцінка якості води на досліджених водних об’єктах.

Методи досліджень: теоретичні (теоретичний аналіз, синтез і систематизація наукової літератури, вивчення літературних джерел та аналіз наявних даних щодо екосистеми водойм) і емпіричні (розрахунковий метод оцінки якості води за індексом забруднення води (ІЗВ)).

Метою кваліфікаційної робити є оцінка якості води в районі питних водозаборів міста Запоріжжя за гідрохімічними показниками.

Визначено вміст основних гідрохімічних показників Cl^-, SO_4^{2-}, NH_4^+, NO_3^-, NO_2^-, фосфат-іонів, $БСК_5$, ХСК, завислих речовин, розчинного кисню у воді поверхневих водних об’єктів та було зроблено порівняння їх зі значеннями ГДК. Проаналізовано, що $БСК_5$, ХСК, азот нітритний та азот амонійний перевищують нормативи ГДК. Проведена оцінка якості води поверхневих водних об’єктів за значеннями індексу забруднення води та встановлено клас якості води деяких питних водозаборів міста Запоріжжя.

ІНДЕКС ЗАБРУДНЕННЯ, ЯКІСТЬ ВОДИ, ГІДРОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ, ПИТНІ ВОДОЗАБОРИ, ПОВЕРХНЕВІ ВОДИ

ABSTRACT

This work comprises 49 pages, 5 tables, and 5 figure, and utilizes 43 literature sources, including 5 in foreign languages.

The object of the study is the aquatic ecosystems of drinking water intakes in the city of Zaporizhzhia.

The subject of the study is the components of the water body ecosystem, specifically hydrochemical indicators of water quality, using which the water pollution index was calculated and the water quality of the studied water bodies was assessed.

Research methods: theoretical (theoretical analysis, synthesis and systematization of scientific literature, study of literary sources, and analysis of existing data on the water body ecosystem) and empirical (calculation method for water quality assessment using the Water Pollution Index (WPI)).

The aim of the qualification work is to assess the water quality in the area of drinking water intakes in the city of Zaporizhzhia based on hydrochemical indicators.

The content of the main hydrochemical indicators Cl^-, SO_4^{2-}, NH_4^+, NO_3^-, NO_2^-, phosphate ions, BOD_5, COD, suspended solids, and dissolved oxygen in the water of surface water bodies was determined, and a comparison with their Maximum Permissible Concentrations (MPCs) was made. It was analyzed that BOD_5, COD, nitrite nitrogen, and ammonium nitrogen exceed the MPC standards. An assessment of the water quality of surface water bodies was carried out [1] based on the values of the Water Pollution Index, and the water quality class of some drinking water intakes in the city of Zaporizhzhia was established.

POLLUTION INDEX, WATER QUALITY, HYDROCHEMICAL PARAMETERS, DRINKING WATER INTAKES, SURFACE WATER

ЗМІСТ

ВСТУП..... 8
1.1. Водні ресурси та їх використання. 11
1.2. Гідробіологічна оцінка якості вод та стан гідробіоценозів. 13
1.3. Заходи щодо покращення стану водних об’єктів 20
2. ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕННЯ. МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ 21
2.1. Фізико - географічна характеристика Запорізької області 21
2.2. Географічне розташування та кліматичні особливості території 22
2.3. Загальна характеристика водного фонду..... 23
2.4. Методи оцінки якості поверхневих вод питних водозаборів міста Запоріжжя..... 26
3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА 30
3.1. Забруднення поверхневих вод 30
3.2. Стан поверхневих вод в межах м. Запоріжжя 31
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ 40
ВИСНОВКИ..... 42
ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ..... 44
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 45

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

ІЗВ – індекс забруднення вод;

ГДК – гранично допустима концентрація;

ІЗА – індекс забруднення атмосфери;

ПЗФ – природно-заповідний фонд;

КБО – комплекс біологічного очищення;

ПСЗ – пункт спостереження;

ГЕС – гідроелектростанція;

ГМВ – горизонт меженних вод;

ХСК – хімічне споживання кисню;

БСК – біохімічне споживання кисню;

$БСК_5$, $БСК_{20}$, $БСК_{повн}$ – споживання кисню для окиснення легкоокислюваних органічних речовин впродовж 5 діб, 20 діб та повністю відповідно;

ПАР – поверхнево-активні речовини;

СПАР – синтетичні поверхнево-активні речовини;

НЕБ – нормативи екологічної безпеки водних об’єктів.

ВСТУП

Актуальність проблеми. Війна в Україні завдає значної шкоди навколишньому середовищу, зокрема водним екосистемам, що відчутно впливає на якість поверхневих вод [1]. Від 2014 року військові дії спричинили масштабні екологічні наслідки, які тривають і нині [2]. Внаслідок бойових дій страждають не лише території безпосередньо в зоні конфлікту, а й регіони, що знаходяться на певній відстані через поширення забруднень, вибухові хвилі, пожежі та руйнування інфраструктури.

Річка Дніпро, як одна з основних водних артерій України, зазнала значних негативних змін через війну. Обстріли, підриви інфраструктури, пошкодження промислових і цивільних об’єктів спричинили потрапляння у воду токсичних речовин, важких металів, нафтопродуктів і хімічних сполук. Окрему небезпеку становить забруднення Дніпра та його водосховищ в межах Запорізької області. Руйнування промислових підприємств, обстріли гідротехнічних споруд, а також скиди неочищених стічних вод негативно позначаються на якості води та екосистемах регіону.

Воєнні дії також сприяють біологічному забрудненню річки Дніпро через потрапляння органічних і патогенних речовин. Внаслідок ударів по інфраструктурі відходи та шкідливі речовини можуть проникати у воду, що несе додаткові ризики для водопостачання Запорізької області. Подібні випадки вже фіксувалися в інших регіонах України, зокрема на Сіверському Дінці та Бузькому лимані, що підтверджує масштабність проблеми [5].

Крім того, зміна демографічної ситуації під час війни, зокрема переміщення значної кількості населення у відносно безпечні регіони, спричинила підвищене навантаження на природні водні ресурси. Це може призводити до погіршення якості води навіть у тих водоймах, що не зазнали прямих бойових ушкоджень.

Моніторинг стану водних об’єктів у Запорізькій області залишається складним через воєнну ситуацію. На тимчасово окупованих територіях спостереження практично не ведеться, а у звільнених районах він поступово відновлюється за можливості. В інших регіонах країни вже зафіксовано перевищення нормативних показників забруднення, наприклад, у Харківській області концентрація амонійного азоту зросла у 3,3–3,4 раза, а нітритів – у 6,1–6,5 раза [6]. Це свідчить про загальне погіршення екологічного стану водних ресурсів.

Національна система моніторингу водних ресурсів, що здійснюється Державним агентством водних ресурсів України, продовжує збір, обробку та аналіз даних про стан річки Дніпро та інших водних об’єктів країни. Інформацію про екологічний стан води можна знайти на офіційному електронному ресурсі «Моніторинг та екологічна оцінка водних ресурсів України» [8-10]. Отримані дані допоможуть визначити масштаби екологічних наслідків війни та розробити ефективні заходи для захисту водних ресурсів Запорізької області.

Дослідження сприятиме виявленню основних джерел забруднення, оцінці потенційних ризиків для здоров'я населення та розробці ефективних стратегій покращення якості води, що має вирішальне значення для забезпечення екологічної безпеки та підтримання високого рівня громадського здоров’я у Запоріжжі.

Мета кваліфікаційної роботи – оцінка якості води річки Дніпро в районах питних водозаборів міста Запоріжжя за гідрохімічними показниками.

Для досягнення поставленої мети були визначені такі *завдання*:

1. визначити вміст окремих гідрохімічних показників у воді питних водозаборів Запоріжжя та порівняти їх із гранично допустимими концентраціями (ГДК);
2. проаналізувати, які саме гідрохімічні показники води річки Дніпро перевищують нормативні значення ГДК;

3. оцінити якість води питних водозаборів Запоріжжя за значеннями індексу забруднення води (ІЗВ) та визначити клас якості води у водоймі.

Об'єкт дослідження – питні водозабори міста Запоріжжя.

Предмет дослідження – оцінка якості води річки Дніпро в районах питних водозаборів.

При оцінці якості води було застосовано метод розрахунку індексу забруднення води (ІЗВ), що дозволяє оцінити загальний рівень забруднення водойми за гідрохімічними показниками.

Наукова новизна роботи полягає у тому, що на основі гідрохімічних показників уперше була проведена оцінка якості води річки Дніпро в районах питних водозаборів міста Запоріжжя із використанням індексу забруднення води.

Результати роботи доповідалися на XI Регіональній, I Всеукраїнської науково-практичної конференції «Актуальні проблеми та перспективи розвитку природничих, медичних та фармацевтичних наук» 26 квітня 2025 р.:

Гусева В.А. Екологічна оцінка якості поверхневих вод м. Запоріжжя. XI *Регіональна, I Всеукраїнська науково-практична конференції «Актуальні проблеми та перспективи розвитку природничих, медичних та фармацевтичних наук».* 26 квітня 2025 р. 2025. С.13-14.

1 ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Водні ресурси та їх використання

Водні ресурси України належать до її найцінніших національних багатств. Вода є справжнім природним багатством, основою життя на Землі, і її роль у нашому житті важко оцінити. Водні ресурси відіграють важливу роль у житті суспільства, розвитку економіки країни, покращенні стану навколишнього природного середовища. Окрім задоволення особистих потреб людини, вода використовується практично у всіх галузях економіки. Основними споживачами водних ресурсів в Запорізькій області є енергетична галузь, металургійна промисловість, машинобудування, житло комунальний сектор. Також, велика кількість води використовується у сільському господарстві на зрошення сільськогосподарських угідь [10].

Основні забруднювачі водних об'єктів (за сферами діяльності) у 2020 році скидання виробничих, дренажних та господарсько-побутових зворотних вод у водні об'єкти області здійснювали 88 водокористувачів, з них скидання забруднених і недостатньо очищених зворотних вод здійснювалося 21 водокористувачем. Основними забруднювачами водних ресурсів є підприємства житло комунального господарства та металургійної промисловості. Підприємствами житлово-комунального господарства у звітному році відведено 10,599 млн $м^3$ недостатньо очищених зворотних вод у водні об'єкти області, з них: Азовське море КП «Бердянськ водоканал» Бердянської міської ради – 5,196 млн $м^3$ недостатньо очищених зворотних вод, що на 0,380 млн м3 більше, ніж у 2019 році; р. Молочна КП «Водоканал» Мелітопольської міської ради – 3,832 млн $м^3$ недостатньо очищених зворотних вод, що на 0,022 млн $м^3$ більше, ніж у 2019 році; Каховське водосховище через р. Велика Білозерка Таврійським експлуатаційним цехом водопостачання та водовідведення КП «Облводоканал» Запорізької обласної ради – 0,590 млн $м^3$ недостатньо

очищених зворотних вод, що на 0,032 млн $м^3$ менше, ніж у 2019 році; Каховське водосховище Василівським експлуатаційним цехом водопостачання та водовідведення КП «Облводоканал» Запорізької обласної ради – 0,185 млн $м^3$ недостатньо очищених зворотних вод, що на 0,0067 млн $м^3$ менше, ніж у 2019 році; р. Конка ГКП ВКГ «Міськводоканал» Пологівської міської ради – 0,421 млн $м^3$ недостатньо очищених зворотних вод, що на 0,025 млн м3 менше, ніж у 2019 році; р. Конка КП «Оріхівський водоканал» Оріхівської міської ради – 0,123 млн $м^3$ недостатньо очищених зворотних вод, що на 0,014 млн $м^3$ менше, ніж у 2019 році. Головним забруднювачем водних об'єктів області ПАТ «Запорізький металургійний комбінат «Запоріжсталь» припинено скидання недостатньо очищених зворотних вод. Починаючи з 2019 року, категорія якості зворотних вод підприємства відповідає нормативним показникам і належить до категорії нормативно очищених. У 2020 році підприємством у р. Дніпро відведено 52,754 млн $м^3$ зворотних вод, що на 1,362 млн. $м^3$ менше, ніж у 2019 році, з них нормативно чистих без очищення – 4,324 млн $м^3$ проти – 4,461 млн $м^3$ у 2019 році, нормативно очищених – 48,430 млн $м^3$ проти – 49,665 млн $м^3$ у 2019 році. ТОВ «Запорізький титано-магнієвий комбінат» у звітному році відведено до водних об'єктів 1,234 млн. $м^3$ зворотних вод, з них 0,522 млн. $м^3$ недостатньо очищених зворотних вод. Сумарний обсяг скидання недостатньо очищених зворотних вод у водні об'єкти області іншими водокористувачами у 2020 році склав 0,200 млн. $м^3$. Скидання стічних вод без очищення здійснювали 6 водокористувачів, з них ТОВ «Південь – Агроінвест» відведено – 0,265 млн $м^3$ забруднених дренажних вод, що складає 96,3 % від загального обсягу скиду неочищених зворотних вод по області. Скидання очищених до нормативних показників зворотних вод у водні об'єкти здійснювали 32 водокористувачі, з них найбільш вагомі по обсягах скиду очищених зворотних вод: КП «Водоканал» м. Запоріжжя відведено 43,888 млн. $м^3$; АТ «Мотор Січ» відведено 1,721 млн $м^3$; СП Вільнянська дільниця водовідведення КП «Облводоканал» ЗОР відведено

0,324 млн $м^3$; КП «Комунсервіс» м. Гуляйполе відведено 0,082 млн. $м^3$; КП «Міськводоканал» Токмацької міської ради відведено 0,442 млн. $м^3$; ПрАТ «Запорізький завод важкого кранобудування» 0,059 млн. $м^3$. Скидання нормативно чистих без очищення зворотних вод у водні об'єкти здійснюють 46 водокористувачів, з них ВП «Запорізька ТЕС» ПАТ «ДТЕК Дніпроенерго» та ВП «Запорізька АЕС» ДП НАЕК «Енергоатом», якими відведено до Каховського водосховища 543,121 млн. $м^3$ та 161,582 млн. $м^3$ відповідно, що складає 97,3 % від загального скиду зворотних вод за даною категорією [8-10].

1.2 Гідробіологічна оцінка якості вод та стан гідробіоценозів

Гідробіологічні показники дають змогу оцінити якість води за видовим складом живих організмів та рослинністю у водоймах. Зміна видового складу екосистем може відбуватися за незначного забруднення водойм, яке не виявляється жодним способом [11]. Тому, гідробіологічні показники є найчутливішими. Гідробіоценоз є структурно-функціональною частиною водної екосистеми, її біоти. Це біологічна система, яка включає популяції різних видів рослин, тварин, мікроорганізмів, що населяють певну ділянку водного об'єкта (водної товщі, дна тощо), тобто певний біотоп (екотоп). Каховське водосховище. За інформацією Інституту рибного господарства НААН України, Каховське водосховище, у порівнянні з іншими водосховищами каскаду, характеризується відносно невисокою амплітудою коливань рівня води у нерестовий період, проте недорозвиненість нерестового фонду (чому значною мірою сприяє заростання замулення мілководних ділянок) та дискретний характер розташування нерестовищ призводить до виникнення їх дефіциту навіть при відносно невеликих (до 0,5 м) коливаннях рівня води [12-13]. Видове різноманіття фітопланктону у

верхній частині Каховського водосховища у 2020 році було представлено 49 таксономічними одиницями. Найбільш численними були зелені водорості – 23 таксони, діатомові та синьо-зелені налічували 12 та 10 таксонів відповідно, а евгленові – 2 та динофітові – 1 таксон. Середня чисельність фітопланктону влітку 2020 року на досліджених ділянках Каховського водосховища складала 122021 тис кл./л. при біомасі 6,379 мг/дм^3. Основу чисельності (99%) та біомаси (91%) фітопланктону формували ціанобактерії (синьо-зелені водорості). Середня чисельність зоопланктону в літній період на досліджених ділянках верхньої частини Каховського водосховища становила 40833 екз./м^3 при біомасі 0,245 г/м^3. Основу чисельності та біомаси зоопланктону формували коловертки (76% та 86%). Середня чисельність «м'якого» зообентосу на досліджених ділянках верхньої частини Каховського водосховища у 2020 р. становила 600 екз./м^2 при біомасі 0,719 г/м^2. Чисельність та біомасу «м'якого» зообентосу формували олігохети (57% та 65%) та личинки хіромонід (30% та 19%, відповідно). На даний час іхтіофауна Каховського водосховища нараховує 42 види риб, які належать до 15 родин, з яких промислове значення мають 20 видів. Основним видом, який формує понад 60 % промислового запасу, є сріблястий карась, тобто, тенденція, визначена в період 2005-2015 роки, в цілому, зберігається. 57 За даними облікового фільмування 2020 року на прибережних ділянках Каховського водосховища домінуюче становище за чисельністю та зустрічальністю стабільно займають гірчак (в середньому 35,3% чисельності в пробах) та псевдорасбора (16,0%). Серед промислових видів, як це характерно для останніх років, домінувала плітка (78,7 екз./100 м^2 або 2,9 %), у 2020 році значно збільшились показники улову сріблястого (китайського) карася (до 48,8 екз/100 м^2 або 8,0 %). Промисловою статистикою на Каховському водосховищі фіксується 18 видів риб, проте понад 70 % промислових уловів в останні роки формується шляхом адвентивних видів – сріблястого (китайського) карася, білого, строкатого товстолобів та їх гібриду. Серед аборигенних видів провідне місце в уловах

займають плітка (14,3 % загального річного вилову 2020 року) та лящ (8,5 %). Промисловий вилов риби на Каховському водосховищі в останні 10 років характеризується значною нестабільністю. У 2010-2012 роках він знаходився на рівні 2,3-2,4 тис т., певне його збільшення у 2013 році – до 2,6 тис т, головним чином, було забезпечене внаслідок тюльки. У 2014 – 2015 роках. вилов коливався в межах 1,8-2,2 т, у 2016-2018 роках відбулось його суттєве зростання – до 2,9-3,3 тис т. Основними видами, які зумовили зазначене зростання, були сріблястий карась (74,4 %), рослиноїдні риби (12,2 %), та, меншою мірою, плітка (4,8 %). У 2020 р. вилов склав 2,5 тис тонн, його зниження на 78,3% у порівнянні з попередніми роками було зумовлено, головним чином, зменшенням уловів сріблястого карася та рослиноїдних риб. В цілому, видова структура та види-домінати іхтіофауни Каховського водосховища характеризуються відносно стабільними показниками, за виключенням зниження питомої іхтіомаси плітки, екологічні ніші якої поступово заміщуються сріблястим карасем. Загальний розрахунковий промисловий запас іхтіофауни Каховського водосховища (без урахування інтродуцентів та тюльки) у 2020 році. склав 63,5 кг/га (проти 60-67 кг/га у 2017-19 роках), тобто, в останні роки спостерігається певна стабілізація даного показника. При цьому динаміка біомаси аборигенних видів – ляща, судака, щуки має загальну тенденцію до зниження; основним видом, який забезпечив збільшення запасу в останні 3 роки є сріблястий карась; якщо у 2018-2019 роках на частку цього виду припадало 62,5 % загального промислового запасу, то у 2020 році – 66,9 %, що вдвічі перевищує середній по каскаду рівень. [14-15].

Азовське море. Головну роль у формуванні клімату Азовсько-Чорноморського басейну відіграють: географічне розташування, умови циркуляції атмосфери, тепловий вплив води, характер берега та рельєф навколишнього середовища. Азовське море, яке є дуже глибоко врізаним в суходіл в помірних широтах, характеризується континентальним кліматом. 58 Азовське море, внаслідок свого географічного розташування та невеликих

розмірів, характеризується високою просторовою та часовою мінливістю головних абіотичних факторів екосистеми. Одним зі значущих факторів є солоність води. Режим солоності Азовського моря визначається, головним чином, материковим стоком, його обсягами та розподіленням упродовж року. При цьому, південний район моря відчуває вплив чорноморських вод, які потрапляють Керченською протокою, а східне прибережжя моря та Таганрозька затока перебувають під безпосереднім впливом стоку Кубані та Дону. Починаючи 2006 року Азовське море перебуває в режимі «осолонення». Середня солоність Азовського моря в період з 2006 по 2012 рік дорівнювала 10.64‰ і в наступні роки продовжила щороку зростати. В останні два роки середня солоність Азовського моря знаходиться на рівні рекордних позначок – близько 14‰. За умов відсутності суттєвого зростання об'ємів прісноводного стоку, тенденція зростання солоності моря збережеться, тому, що найменше, на найближчу перспективу, з погляду на формування фактичних кліматичних умов останніх років, не простежується підстав в очікувані значного поліпшення екологічного режиму Азовського моря. За результатами проведених гідробіологічних досліджень Азовського моря у 2019-2020 роках встановлено, що наявні планктонні водорості належать до шести відділів: Bacillariophyta, Dinophyta, Cyanophyta, Chlorophyta, Chrysophyta, Euglenophyta, та мають різний генезис (морські, прісноводі, солонуватоводні). Морфологічний склад альгофлори включає водорості, які за будовою тіла поділяються на одноклітинні, колоніальні, багатоклітинні, та за формою тіла – кулясті, еліпсоподібні, ниткоподібні, стрічкоподібні та деякі інші. Основним структуроутворювачем був відділ Bacillariophyta. Фітопланктон літнього періоду складався з теплолюбних та евритермних видів водоростей. Головними частинами кількісного та якісного складу були діатомові водорості. Період максимальної сонячної інсоляції не викликав активної вегетації та великих спалахів розвитку водоростей, «цвітіння води» на глибоководній частині Азовського моря. Осіннє фіто угруповання Азовського моря було сформоване переважно з діатомових

водоростей. Показники чисельності та біомаси в усі сезони знаходилися в межах середніх багаторічних. Не зважаючи на масовий розвиток влітку медуз і реброплавів, середня щільність зоопланктону по морю не була замалою. У першій половині року домінуючою групою були інші, а саме представники море планктону (личинки вусоногих раків, молюсків), восени кількісні показники були сформовані шляхом веслоногих ракоподібних, зокрема, домінував циклоп вселенець *Oithona davisae*. Характеризуючи розвиток зоопланктону, потрібно відзначити, що попри достатній рівень середніх показників біомаси, харчова цінність пелагічної спільноти не є повністю задовільною для риб. У період інтенсивного нагулу молоді риб (липень – серпень), райони, де веслоногі ракоподібні мали біомасу вище за 70 мг/м^3, були дуже обмежені та розташовані тільки у південно-східній частині моря. Майже усю іншу акваторію займали реброплави та медузи, які почали розповсюджуватися по Азовському морю з червня.

Якісний склад зообентосу Азовського моря налічував 6 видів черв'яків, 6 видів двостулкових молюсків, 1 вид черевоногих молюсків, 3 види ракоподібних та 1 вид вусоногих раків – усього 17 таксонів донних безхребетних. Домінантою першого порядку серед черв'яків за щільністю населення був *Nephthys hombergii*. Серед двостулкових молюсків за щільністю населення домінував молюск *Scapharca cornea*. Черевоногі молюски були представлені одним видом – *Bittium reticulatum*. Вони зустрічалися у північній та західній частинах моря. Серед ракоподібних домінували звичайні представники – *Balanus improvises*, представники вільноіснуючих ракоподібних зустрічалися поодиноко. Середня щільність донних безхребетних Азовського моря в межах досліджуваних районів складала, в середньому, 1692 екз./м^2. Серед представників зообентосу домінували двостулкові молюски *S. cornea* (875 особ./м^2), субдомінантою виступали вусоногі раки (322 екз./м^2).

Найважливішим показником кормової бази водойми є біомаса безхребетних і особисто її кормова фракція – частина, яка доступна в їжу

рибам. Аналізуючи ці величини слід відзначити, що на фоні загальної біомаси, яка складала в середньому по морю 848,271 г/м^2, кормова частина становила лише 13,2%, або 111,978 г/м^2. Рівень розвитку зообентосу в останні роки був достатнім. Найбільш сприятливі умови для нагулу риб, які споживають у їжу бентос, формувалися у північній та частково північно-західній частинах моря, що знаходило відображення у високих індексах наповнення шлунково-кишкових трактів бичків – основних споживачів бентосу в Азовському морі. Основними кормовими об'єктами в харчуванні бичків були представники родини *Mytilaster* (північний район моря); *Cerastoderma* та *Scapharca* (західний район моря) [16-18].

Річка Мокра Московка. У червні-вересні 2020 року науковцями Запорізького національного університету [19]. Досліджувався макрозообентос малої річки Мокра Московка в межах міста Запоріжжя. В річці було виділено три ділянки (верхня, середня та нижня). При дослідженні макрозообентосу р. Мокра Московка було виявлено види донних безхребетних. Найбільшим видовим багатством характеризувались личинки бабок (6 видів). П’явок та напівтвердокрилих було зареєстровано по 5 видів, молюсків – 4 види, твердокрилих, личинок одноденок, хірономід, волохокрильців – по 2 види, інші групи (ізоподи, 60 гамариди, личинки вислокрилих та деяких двокрилих) представлені одним таксоном. Чисельність макрозообентосу коливалась у межах 1600−22200 екз./м^2, біомаса змінювалась від 25,6 до 543,6 г/м^2. В угрупованні макрозообентосу верхньої ділянки водотоку відмічено 17 видів безхребетних. Характеризуючи трофічну структуру макрозообентосу р. Мокра Московка слід зазначити, що в донному угрупованні верхньої ділянки водойми переважали сестоно-детритофаги (39,2% від загальної біомаси бентосу) внаслідок черевоногих молюсків *Bithynia tentaculata*. Проведений аналіз трофічної структури угруповань макрозообентос у р. Мокра Московка показав таке. Панівною трофічною групою в біоценозах є та, до якої належить (за характером живлення) домінуючий вид.

Вплив антропогенного забруднення (внаслідок скиду забруднених промислово-побутових стоків міста) суттєво змінює трофічні умови в річці, що призводить до реорганізації трофічної структури донних угруповань. Тому при підвищеній трофності водойми в складі донних угруповань підвищується частка тварин хижаків, особливо п'явок та тварин із спеціалізованим типом харчування – еврифагів. Вплив сестоно-детритофагів, навпаки, зменшується, а деякі з них (*Physa sp.*) і зовсім зникають зі складу макрозообентосу.

За результатами досліджень встановлено, що трофічна структура угруповань макрозообентосу р. Мокра Московка суттєво спрощується внаслідок антропогенного забруднення (постійний скид промислово побутових стоків м. Запоріжжя). Підвищується частка тварин хижаків та еврифагів, набувають переваги види з широкими екологічними спектрами – *Herpobdella octoculata, Baetis sp., p. Asellusaquaticus.* Вплив сестоно детритофагів від верхньої до нижніх ділянок водотоку, навпаки, зменшується, а деякі з них (*Physa sp.*) і зовсім зникають зі складу макрозообентосу. Якість води на всіх досліджених ділянках водотоку за трофо- сапробіологічними показниками оцінюється категорією 5 (помірно забруднена, посередня, α-мезосапробна, політрофна) із тенденцією переходу до категорії 6 (брудна, погана, полісапробна, політрофна) згідно з прийнятою в Україні класифікацією, що підтверджується динамікою сапробних форм, а також величинами індексу видового різноманіття. Показники індексу видового різноманіття макрозообентосу знаходяться в протилежній залежності від індексу сапробності. Встановлено від'ємний кореляційний зв'язок між показниками сапробності і індексом видового різноманіття ($r = -0,37 \pm 0,26$ при $p = 0,05$). Макрозообентос дослідженого водотоку бере активну участь у самоочисних процесах водної екосистеми [19].

1.3 Заходи щодо покращення стану водних об’єктів

З метою покращення екологічного стану водних об’єктів передбачено реалізацію водоохоронних заходів за наступними програмами: регіональна програма розвитку водного господарства та екологічного оздоровлення басейну річки Дніпро в Запорізькій області на період до 2021 року (рішення обласної ради від 28.03.2013 № 26); Питна вода Запорізької області на 2021-2025 роки (рішення обласної ради від 18.03.2021 № 143); регіональна програма будівництва, реконструкції, модернізації об’єктів інфраструктури, соціально-культурного та екологічного призначення по Запорізькій області на період до 2024 року (рішення обласної ради від 18.03.2021 № 141). На місцевому рівні (райони та міста області) діють програми природоохоронних заходів, спрямованих на охорону довкілля, раціональне використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки, які затверджені рішеннями міських, сільських, селищних та районних рад.

2. ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕННЯ. МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Фізико - географічна характеристика Запорізької області

Запорізький край – історична та природна перлина України. Сьогодні Запорізька область – це унікальна історична колиска першої в Європі демократичної республіки, заснованої запорізькими козаками, а також один із центрів економічного, технологічного та інтелектуального розвитку України.

Запорізька область була утворена 10 січня 1939 року. Її територія становить 27,2 тис. км², що складає 4,5 % території України. Протяжність області з півночі на південь – 208 км, із заходу на схід – 235 км [21-25].

У 2020 році було сформовано новий адміністративно-територіальний устрій. Відповідно до постанови Верховної Ради України від 17.07.2020 №807 "Про утворення та ліквідацію районів", у Запорізькій області створено 5 районів: Бердянський, Василівський, Запорізький, Мелітопольський та Пологівський з відповідними адміністративними центрами. За територіально-адміністративним поділом область включає 5 районів, 950 населених пунктів (36 – міських, 914 – сільських) та 67 територіальних громад (36 – сільських, 17 – селищних, 14 – міських).

Підземні води широко використовуються в економіці Запорізької області та є важливим резервом для забезпечення економічного та соціального розвитку. В умовах обмежених ресурсів поверхневих вод, придатних для питного водопостачання, вивчення підземної гідросфери має важливе загальнодержавне значення [26-29].

За різноманітністю та багатством мінерально-сировинних ресурсів область займає одне з провідних місць в Україні. Запорізька область – визначний геологічний регіон, наділений багатими природними ресурсами.

Тут зосереджені значні поклади марганцевих і залізних руд, гірничо-

хімічних та нерудних корисних копалин. Завдяки цьому регіон здатний забезпечувати державу стратегічно важливою сировиною для промисловості.

2.2 Географічне розташування та кліматичні особливості території

Запорізька область розташована на південному сході України, переважно на лівобережжі Дніпра. Вона лежить у степовій зоні Східноєвропейської рівнини, межує з Дніпропетровською, Херсонською та Донецькою областями, а на півдні її омиває Азовське море [30-34].

Рельєф області складається з двох частин: окраїн Приазовської і Придніпровської височин та приморських рівнин. Область поділяється на три природно-сільськогосподарські зони: степову (50,8 %), посушливу степову (34,8 %) і сухостепову (14,4 %).

Запорізька область має два водозабірні басейни: Дніпра та Азовського моря. Головна річка регіону – Дніпро, важлива транспортна артерія з великим Каховським водосховищем. Берегова лінія Азовського моря перевищує 300 км. Басейн Дніпра охоплює Каховське та Дніпровське водосховища і є основним джерелом водопостачання для промисловості та населення. Азовське море має рибогосподарську та рекреаційну цінність.

Клімат області – атлантико-континентальний, зі значною зміною циклонів та антициклонів. Зима малосніжна, помірно холодна, із частими відлигами. Весна настає в березні, є короткою та теплою. Літо спекотне, сухе, можливі грози, шквали та град. Осінь починається в кінці вересня, характеризується зниженням температури та першими заморозками.

На півдні області розташована приморська кліматична зона шириною близько 50 км. Завдяки бризовій циркуляції там більше сонячних днів, узимку м’який клімат, а влітку – менша спека. Середньорічна температура в області коливається від +8,2°С до +10,2°С. Липень – найтепліший місяць

(+22°C, максимум +40°C), січень – найхолодніший (−4,1°C, мінімум −33°C). Вітри переважно північні та північно-східні, середньою швидкістю 3 м/с. Максимальна зафіксована швидкість вітру – 40 м/с (1969 р.).

Річна кількість опадів: у північній частині – 480-510 мм, у південній – 430-475 мм. Випадають вони нерівномірно, більша частина припадає на теплий період року. Середньорічна вологість повітря – 71-77 %.

2.3 Загальна характеристика водного фонду

Водний фонд Запорізької області включає ріку Дніпро з Каховським (18,2 км³) та Дніпровським (3,3 км³) водосховищами, 3 середні та 62 малі річки (довжиною понад 10 км), на яких створено 28 водосховищ і 1205 ставків [35-39].

Густота та водність річкової мережі розподілені нерівномірно. На північному заході протікає головна водна артерія – ріка Дніпро (167,5 км у межах області). В її заплаві водозабезпечення достатнє, але 90% території області є маловодною, із середньою густотою річкової мережі 0,12 км/км², що менше, ніж у степовому Криму.

Область поділена на два водозбірні басейни: р. Дніпро та Північного Приазов'я. До басейну Дніпра належать 25 річок, зокрема Вовча, Гайчур, Верхня Терса, Конка, Янчекрак, Карачекрак, Велика Білозерка. До басейну Приазов’я входять 40 річок, серед яких Великий та Малий Утлюк, Молочна, Берда, Обіточна, Лозоватка, Джекельня, Домузла, Корсак.

Загальна характеристика річок області наведена у таблиці 2.1.

Відповідно до ст. 79 Водного кодексу України, річки Запорізької області класифікуються так:

Середні річки – р. Гайчур (2145 км² водозбору, 132,2 км довжини, з них 109,8 км у межах області), р. Конка (2616 км², 152,2 км) і р. Молочна (3450

км², 197 км). Загальна довжина середніх річок – 481,4 км, у межах області – 459 км.

Таблиця 2.1. – Загальна характеристика річок Запорізької області

з/п	Назва річки (довжиною більше 10 км)	Місце впадіння	Довжина річки, км	Площа водозбору. км^2	Кількість притоків (крім приведених гр.2), од.	Загальна довжина притоків. км
Середні ріки						
1	Ганчур	Вовча	132,2	2145,0	101	136,2
2	Конка	Дніпро	152,2	2616,0	56	242,3
Малі річки						
3	Кам'янка	Гайчур	21,2	91,4	8	28,0
4	Янчур	Гайчур	76,2	901,0	48	309,8
5	Солона	Янчур	28,6	302,6	8	88,2
6	Верхня Терса	Вовча	111,6	1677,0	59	146,8
7	Солона 1	Верхня Терса	14,6	67,8	7	26,4
8	Солона 2	Верхня Терса	20,1	112,0	11	40,9
9	Солона 3	Верхня Терса	45,5	365,0	29	146,5
10	Любаппвка	Верхня Терса	23,7	152,0	16	68,6
11	Кобильня	Мокрі Яли	11,0	375,0	2	2,0
12	Плоска Осокорівка	Дніпро	28,0	426,0	5	12,0
13	Вільнянка	Дніпро	19,6	207,0	7	35,6
14	Суха Московка	Дніпро	15,0	86,9	5	9,0
15	Мокра Московка	Дніпро	45,5	465,0	14	106,0
16	Середня Хортиця	Старий Дніпро	24,1	92,8	3	6,0
17	Нижня Хортиця	Старий Дніпро	17,9	81,6	1	1,0
18	Сухий Янчекрак (б.Суха)	Дніпро	17,0	129,0	-	-
19	Янчекрак	Дніпро	26,3	241,4	4	14,0
20	Карачекрак	Дніпро	27,0	357,6	4	7,0
21	Томаківка	Дніпро	51,0	1020,0	5	12,0
22	Велика Білозерка	Білозерський лиман	84,8	1401,0	10	113,1
23	Суха Конка	Конка	21,6	102,0	5	16,0
24	Мала Токмачка	Конка	44,6	216,0	4	9,0
25	Жеребець	Конка	65,8	511,0	19	69,1
Разом по басейну річок Придніпров'я:			1125,1	14142,1	431	1645,5
у т.ч. середні річки:			284,4	4761,0	157	378,5
малі річки:			840,7	9381,1	274	1267,0

Примітка: використана інформація з офіційного сайту Басейнового управління річок Приазов’я.

1. Малі річки – 62 річки (водозбір до 2000 км²), загальна довжина – 2396,2 км, у межах області – 2189,7 км.

Річки області мають сніго-дощове живлення. На півдні Запорізька область омивається Азовським морем, її берегова лінія перевищує 300 км. На території знаходяться 4 лимани: Білозерський, Утлюцький, Тубальський і Молочний (загальна площа 655,5 км²).

Штучні водойми області – 27 водосховищ (73,21 млн м³ об'єму, 2394,7 га площі водного дзеркала) та 1178 ставків. Серед найбільших водосховищ: Бердянське (р. Берда), Білозерське, Калинівське, Чапаївське (р. Велика Білозерка). Вони створені для регулювання весняної повені, захисту населених пунктів і підтримання рівня води в літній період.

Середній багаторічний транзитний стік Дніпра в межах області – 53 км³/рік, а місцевий поверхневий стік – 0,425 км³/рік (в маловодний рік – 0,252 км³/рік, у дуже маловодний – 0,106 км³/рік). Водність малих і середніх річок у 2017-2020 рр. була нижчою за норму через природні чинники. У 2020 р. вона становила 0,252 км³/рік. Запаси підземних вод – 302,669 тис. м³/добу.

За рахунок Дніпра область має високу водозабезпеченість – 31,9 тис. м³/рік на особу. Проте місцевий стік у маловодний рік становить лише 0,151 тис. м³/рік, підземні води – 0,066 тис. м³/рік. Водночас середній показник для України – менше 2 тис. м³/рік. У маловодні роки на жителя припадає 0,5 тис. м³ (з транзитним стоком – близько 1 тис. м³).

За класифікацією ООН, країни з водозабезпеченістю менш як 1,5 тис. м³ на особу вважаються недостатньо забезпеченими водою. Попри значні водні ресурси, їх розподіл у межах області нерівномірний. Найкраще забезпечені водою міста та райони в заплавах Дніпра. Він є головним джерелом питного та технічного водопостачання Запоріжжя, Бердянська, Вільнянська, а також населених пунктів Вільнянського, Запорізького, Новомиколаївського районів і південних територій.

З Дніпра здійснюється забір води для промислових підприємств, зокрема: ПАТ «Запоріжсталь», ВП «Запорізька ТЕС» ПАТ «ДТЕК

Дніпроенерго», ВП «Запорізька АЕС» ДП НАЕК «Енергоатом», АТ «Мотор Січ».

Вода також використовується для зрошення сільськогосподарських угідь.

Запорізька область розташована в степовій зоні, бідній на водні ресурси. Густота та водність річок розподілені нерівномірно. За мінералізацією та хімічним складом вода малих і середніх річок не придатна для питного водопостачання. Вона використовується переважно для рибного господарства, технічних потреб, зрошення та рекреації.

Придатні для питного водопостачання підземні води розташовані нерівномірно: 9 із 20 районів області не мають власних запасів питної води. Водночас область не має технічних можливостей транспортування води з Дніпра в безводні райони.

Через нерівномірний розподіл водних ресурсів регіон стикається з гострою проблемою водопостачання. Дефіцит покривається за рахунок Дніпра та Каховського магістрального каналу. З 20 районів області 11 мають системи зрошення для поливу (Якимівський, Василівський, Веселівський, Вільнянський, Запорізький, Великобілозерський, Кам’янсько-Дніпровський, Мелітопольський, Михайлівський, Оріхівський, Токмацький).

Загальна довжина каналів для транспортування води в маловодні райони – 478 км, зрошувальної мережі – 5101,7 км.

2.4 Методи оцінки якості поверхневих вод питних водозаборів міста Запоріжжя

Для оцінки якості води поверхневих водойм використовують індекс забруднення води (ІЗВ). Перевага ІЗВ полягає в тому, що він дозволяє порівняти якість води в різних річках між собою, при наявності в них різних

забруднювальних речовини. Також визначення ІЗВ дозволяє виявляти тенденцію зміни якості води впродовж декількох років. Тому для оцінки якості води питних водозаборів міста Києва використовували саме індекс забруднення води ІЗВ [26].

Розрахунок індексу забруднення води (ІЗВ) визначається за шістьма інгредієнтами. Обов'язковими являються розчинений кисень та біохімічне споживання кисню за 5 діб ($БСК_5$). Обчислюється середнє арифметичне значення результатів хімічних аналізів по кожному з шести компонентів. Знайдене середнє арифметичне значення кожного з параметрів порівнюється з їх ГДК (табл. 2.2) [27]. Розрахунок ІЗВ проводили за наступною формулою [28]:

$$ІЗВ = (1/6) \sum(C_i/ГДК_i), \quad (2.1)$$

де C_i – значення і-го показника якості води;

$ГДК_i$ – гранично допустима концентрація і-го показника якості води.

На відміну від інших показників, для розчиненого кисню при розрахунках ІЗВ береться співвідношення норматив / реальна концентрація.

За величинами розрахованих ІЗВ виконували оцінку якості води у водосховищі. Відповідно до методики оцінки якості води за індексом забруднення води виділяють наступні критерії та класи якості води (табл. 2.1).

Нами для розрахунків були обрані наступні параметри якості води: $БСК_5$, ХСК, завислі речовини, розчинений кисень, сульфати, хлориди, амоній, нітрати, нітрити, фосфати [29].

Таблиця 2.1 – Критерії оцінки якості вод за індексом забруднення води

Клас якості води	Характеристика класу	Значення ІЗВ
I	Дуже чиста	≤0,3
II	Чиста	0,31 – 1,0
III	Помірно забруднена	1,01 – 2,5
IV	Забруднена	2,51 – 4,0

V	Брудна	4,01 – 6,0
VI	Дуже брудна	6,01 – 10,0
VII	Надзвичайно брудна	>10,0

Таблиця 2.2 – Нормативи якості води водойм рибогосподарського призначення

Речовина	ГДКр.
$БСК_5$ мг $O_2/дм^3$	2,0
Завислі речовини мг/$дм^3$	20,0
Розчинений кисень мг $O_2/дм^3$	≥ 6,0
Сульфат-іони мг/$дм^3$	100,0
Хлорид-іони мг/$дм^3$	300,0
Амоній-іони мг/$дм^3$	0,5
Нітрат-іони мг/$дм^3$	40,0
Нітрит-іони мг/$дм^3$	0,08
Фосфат-іони мг/$дм^3$	3,50
Перманганатна окислюваність мг/$дм^3$	3,0
ХСК мг/$дм^3$	2,0

Вихідними даними для розрахунку ІЗВ слугували матеріали басейнової лабораторії моніторингу вод МОЗМ Дніпровських водосховищ. Використовували дані гідрохімічних показників за 2024-2025 роки. Аналізувалися результати спостережень за 2 пунктами моніторингу (рис. 2.1).

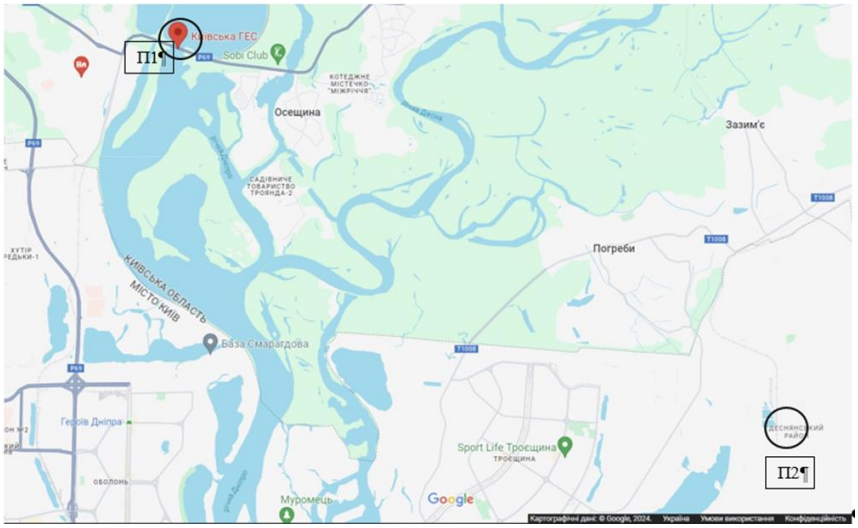


Рисунок 2.1 – Розташування постів контролю якості води (Карта: Google Maps, 02.02.2025 р.).

До класу I належать водні об’єкти, які зазнають незначного антропогенного впливу. Значення хімічного складу води та водно-біологічних показників близькі до природних значень для даної місцевості. Клас II − водні об’єкти, де зміни під впливом антропогенного навантаження є незначними, але екологічна рівновага не порушена. До III класу належать водні об’єкти, які демонструють значні зміни порівняно з природними водами, а рівень змін наближається до меж екологічної стійкості. Водні об’єкти IV і VI класів − це об’єкти з порушеними екологічними параметрами, екологічний стан, яких оцінюється як екологічний спад.

Для оцінки якості води на ділянках питних водозаборів було використано відкриті дані щодо моніторингу якості поверхневих вод Державного агентства водних ресурсів України (за 2023 рік).

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Забруднення поверхневих вод

Сучасний екологічний стан поверхневих водних об’єктів в межах Запорізької області формується під впливом антропогенних факторів господарської діяльності. Найбільш суттєвими чинниками, що визначають екологічний стан водних об’єктів, є:

1. скидання забруднених та недостатньо очищених зворотних вод через неефективну роботу або відсутність очисних споруд, особливо в житлово-комунальному господарстві тимчасово окупованих територій (міста Оріхів, Бердянськ, Мелітополь, Пологи, Дніпрорудне, смт Якимівка та інші населені пункти);

2. змив забруднюючих речовин з урбанізованих територій. Ця проблема є особливо актуальною для великих населених пунктів (міста Запоріжжя, тимчасово окуповані: Мелітополь, Бердянськ, Пологи, Оріхів, Токмак та інші);

3. надходження дренажних вод до малих річок під час захисту зрошуваних сільськогосподарських угідь і населених пунктів від підтоплення, що призводить до вимивання у водні об’єкти мінеральних солей, фосфатів, органічних речовин, мінеральних добрив, пестицидів та гербіцидів;

4. відсутність водоохоронних зон та прибережних смуг водних об'єктів, руйнування греблі Каховської ГЕС;

5. порушення режиму господарської діяльності в межах прибережних захисних смуг і водоохоронних зон;

6. надмірна зарегульованість річок ставками та водосховищами;

7. порушення правил експлуатації водозаборів та штучних водойм, що призводить до не гарантування збереження санітарного мінімуму витрат води на нижче розташованих ділянках річок.

3.2 Стан поверхневих вод в межах м. Запоріжжя

Загальна довжина р. Дніпро в межах м. Запоріжжя складає 24,2 км, середній багаторічний об’єм стоку (у створі м. Запоріжжя) складає 53 км^3, у маловодний рік він знижується до 32,7 км^3. На формування гідрологічного і гідрохімічного режимів Дніпровського водосховища та нижнього б’єфу річки Дніпро, у районі міста, впливає режим стоку р. Дніпро, зарегульований каскадом дніпровських водосховищ, розташованих вище за течією, а також погодні умови та пори роки. На території Запорізької області державний моніторинг вод здійснюється суб’єктами державного моніторингу: Басейновим управлінням водних ресурсів річок Приазов’я та Запорізьким обласним центром з гідрометеорології.

Оцінку якості поверхневих вод області здійснено на основі аналізу інформації стосовно величин гідрохімічних показників у порівнянні з відповідними значеннями їх граничнодопустимих концентрацій (ГДК).

Гідрохімічні показники поділені на наступні групи у відповідності до їх типу та/або кількісних характеристик:

1. компоненти сольового складу: (сума іонів (мінералізація), гідрокарбонати, хлориди, сульфати, іони магнію, кальцію, натрію);
2. показники трофо – сапробіологічного стану (санітарно – екологічного стану): завислі речовини, розчинений кисень, розчинені органічні речовини (за показниками $БСК_5$ та ХСК), водневий показник (pH), сполуки головних біогенних елементів (азот амонійний, азот нітратний, азот нітритний, фосфати);
3. специфічні речовини: нафтопродукти, СПАР, важкі метали (залізо загальне, мідь, цинк, хром загальний, свинець, нікель, кадмій, марганець), феноли.

У таблиці 3.1 наведено нормативи (ГДК) гідрохімічних показників, за якими здійснюється оцінка.

Таблиця 3.1 – Гранично допустимі величини (ГДК) гідрохімічних показників

№	Гідрохімічний показник	Для водних об'єктів рибо господарського призначення[1]	Для водних об'єктів господарсько-побутового використання[2]	У внутрішніх морських водах та територіальному морі України[3]
1	Завислі речовини, мг/дм³	25	+0,75 до фону	
2	Розчинений кисень, мг/дм³	>4,0	>4,0	>4,0
3	Водневий показник, од.pH	6,5-8,5 3,0	6,5-8,5 3,0	6,5-8,5 3,0
4	БСК$_5$, мгO$_2$/дм³	50,0	30,0	
5	ХСК, мг/дм³	1000,0	1000,0	
6	Сума іонів (мінералізація), мг/дм³	300,0	350,0	11900
7	Хлориди, мг/дм³	100,0	500,0	3500
8	Сульфати, мг/дм³	40,0	50,0	
9	Іони магнію, мг/дм³	180,0	200,0	
10	Іони кальцію, мг/дм³	120,0	200,0	
11	Іони натрію, мг/дм³	0,5 (по азоту	2,0	0,5
12	Азот амонійний, мг/дм³	0,39)	10,0	
13	Азот нітратний, мгN/дм³	9,1	1,0	
14	Азот нітритний, мгN/дм³	0,02	3,5	2,14
15	Фосфати, мг/дм³	2,14	1,0	
16	Мідь$^{2+}$, мг/дм³	+0,001 до фону, але не	1,0	
17	Цинк$^{2+}$, мг/дм³	>0,01	0,1	
18	Марганець, мг/дм³	0,01	0,05	
19	Хром$^{6+}$, мг/дм³	0,01	0,03	
20	Свинець, мг/дм³	0,001	0,1	
21	Нікель$^{2+}$, мг/дм³	0,1	0,001	
22	Кадмій$^{2+}$, мг/дм³	0,01	0,3	0,05
23	Залізо загальне, мг/дм³	0,005	0,3	0,05
24	Нафтопродукти, мг/дм³	0,1	0,5	
25	СПАР, мг/дм³	0,05	0,001	
26	Феноли, мг/дм³	0,1	45,0	40,0
27	Нітрати, мг/дм³	0,001	3,3	0,08
	Нітрити, мг/дм³	40,0 0,08		

[1]Узагальнений перелік гранично допустимих концентрацій (ГДК) та орієнтовно безпечних рівнів (ОБРВ) шкідливих речовин для води рибогосподарських водойм.

[2]Гігієнічні нормативи якості води водних об’єктів для задоволення питних, господарсько – побутових та інших потреб населення, затверджені Наказом Міністерства охорони здоров’я від 02.05.2022 № 721, зареєстровано в Міністерстві юстиції України 16 травня 2022 р. № 524/37860.

[3]Правила охорони внутрішніх морських вод і територіального моря України від забруднення та засмічення. Постанова Кабінету Міністрів України від 29 березня 2002 р. № 431 [32-33].

Нормативи екологічної безпеки водних об’єктів, що використовуються для потреб рибного господарства, щодо гранично – допустимих концентрацій органічних та мінеральних речовин у морських та прісних водах (біохімічного споживання кисню (БСК-5), хімічного поживання кисню (ХСК), завислих речовин та амонійного азоту), затверджені наказом Міністерства аграрної політики та продовольства України від 30.07.2012 №471; зареєстровано в Міністерстві юстиції України 14.08.2012 за №1369/21681

Методичні рекомендації з розроблення нормативів гранично допустимого скидання забруднюючих речовин у водні об’єкти, затверджені наказом Міндовкілля від 05.03.2021 № 173.

З січня 2024 року Басейновим управлінням водних ресурсів річок Приазов’я розпочато ведення моніторингу у районі питного водозабору КП «Біленьке» Біленківської ТГ Запорізького району (Каховське водосховище).

За 2024-2025 роки Басейнове управління водних ресурсів річок Приазов’я Державного агентства водних ресурсів України надало результати гідрохімічних аналізів моніторингу поверхневих вод (р. Дніпро, 328 км, верхній б'єф Дніпровської ГЕС, питний водозабір м. Запоріжжя, а також Каховське водосховище, питний водозабір КП «Біленьке» Біленківської ТГ Запорізького району).

Водні об’єкти, що розташовані в межах міста Запоріжжя належать до категорії водних об’єктів господарсько-побутового призначення, за межами міста – до ІІ категорії рибогосподарського призначення.

Результати гідрохімічний аналіз компонентів сольового складу у поверхневих водах (точка відбору – р. Дніпро 328 км, верхній б'єф Дніпровської ГЕС, питний водозабір м. Запоріжжя) представлено на рисунку 3.1.

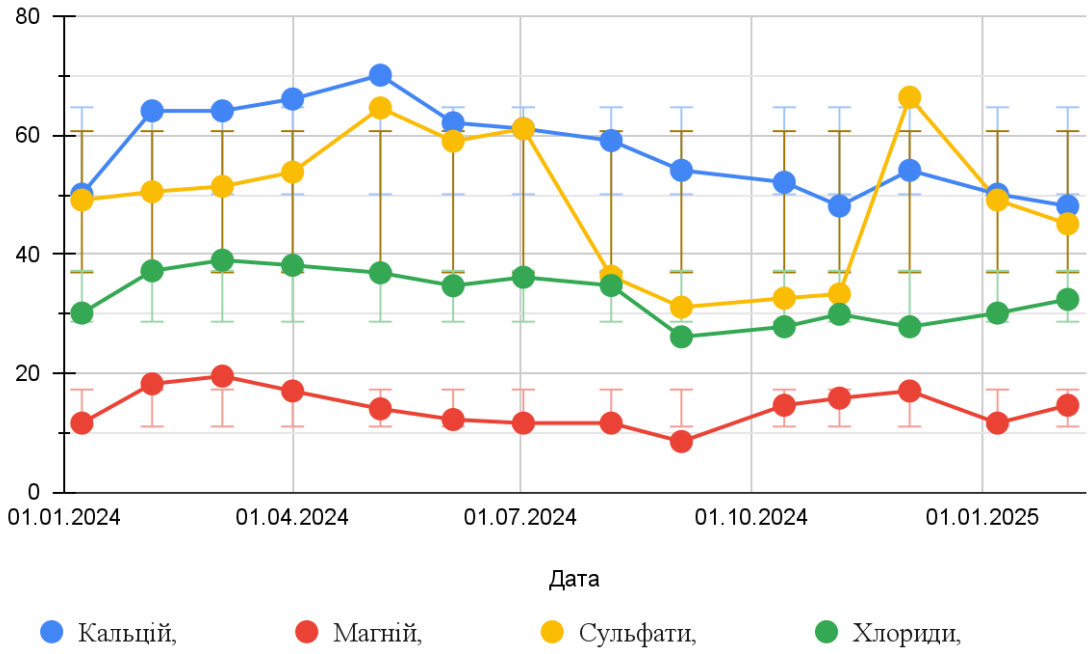


Рисунок 3.1 – Гідрохімічні показники води у поверхневих водах (точка відбору – р. Дніпро 328 км, верхній б'єф Дніпровської ГЕС, питний водозабір м. Запоріжжя).

Гідрохімічні показники води у поверхневих водах такі: Кальцій: 48,1 – 70,1 мг/дм³ та Магній: 8,5 – 19,5 мг/дм³ знаходяться в межах рекомендованих значень; а Сульфати: 31,1 – 66,4 мг/дм³ та Хлориди: 26,1 – 39,0 мг/дм³, мають показники значно нижче ГДК 500 та 350 мг/дм³ відповідно).

Гідрохімічний аналіз показників трофо – сапробіологічного стану у поверхневих водах (точка відбору – р. Дніпро 328 км, верхній б'єф Дніпровської ГЕС, питний водозабір м. Запоріжжя) наведено на рисунку 3.2.

Результати дослідження якості води показали, що показник pH коливався в межах 6,78 – 8,5, що відповідає гранично допустимій концентрації (ГДК) для водних об'єктів господарсько-побутового водокористування (6,5-8,5). Вміст завислих речовин був значно нижчим за встановлений ГДК (25 мг/дм³), не перевищуючи 5,0 мг/дм³. Концентрація розчиненого кисню знаходилася в діапазоні 8,6 – 10,4 мгO^2/дм³, що є вищим за ГДК (>4,0 мгO^2/дм³) і свідчить про достатнє насичення води киснем. Хімічне споживання кисню (ХСК) варіювалося від 20,2 до 26,0 мгO^2/дм³, що також не перевищує ГДК для господарсько-побутового водокористування (30

мг/дм³). Водночас, біологічне споживання кисню за п'ять діб (БСК5) показало незначне перевищення ГДК (3,0 мгО^2/дм³) у деяких пробах, фіксуючись в межах 2,5-3,7 мгО^2/дм³. Як зазначено у звіті, саме за цим показником спостерігається перевищення встановленої норми для господарсько-побутового водокористування.

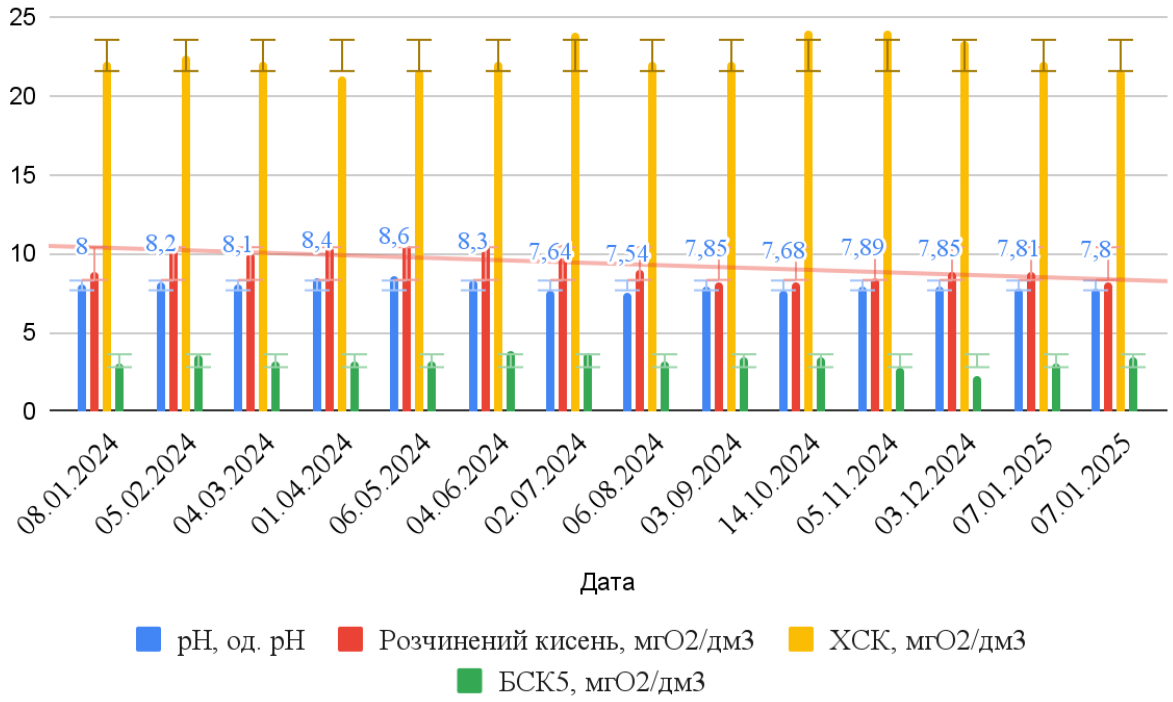


Рисунок 3.2 – Результати гідрохімічний аналіз показників трофо – сапро-біологічного стану у поверхневих водах (точка відбору – р. Дніпро 328 км, верхній б'єф Дніпровської ГЕС, питний водозабір м. Запоріжжя)

Гідрохімічний аналіз показників трофо – сапробіологічного стану сполук головних біогенних елементів у поверхневих водах (точка відбору – р. Дніпро 328 км, верхній б'єф Дніпровської ГЕС, питний водозабір м. Запоріжжя) проаналізовано на рисунку 3.3.

Продовжуючи аналіз якості води, вміст сполук азоту знаходився на низькому рівні та не перевищував встановлених гранично допустимих концентрацій. Так, концентрація азоту амонійного коливалася в межах 0,016 – 0,298 мг/дм³, азоту нітритного – 0,010 – 0,059 мг/дм³, а азоту нітратного – 0,221 – 0,672 мг/дм³. Щодо вмісту фосфатів, зафіксовано коливання від менше ніж 0,05 до 0,7 мг/дм³. При цьому в окремих пробах спостерігається

перевищення ГДК, однак для остаточної оцінки необхідно здійснити перерахунок отриманих значень на вміст фосфору.

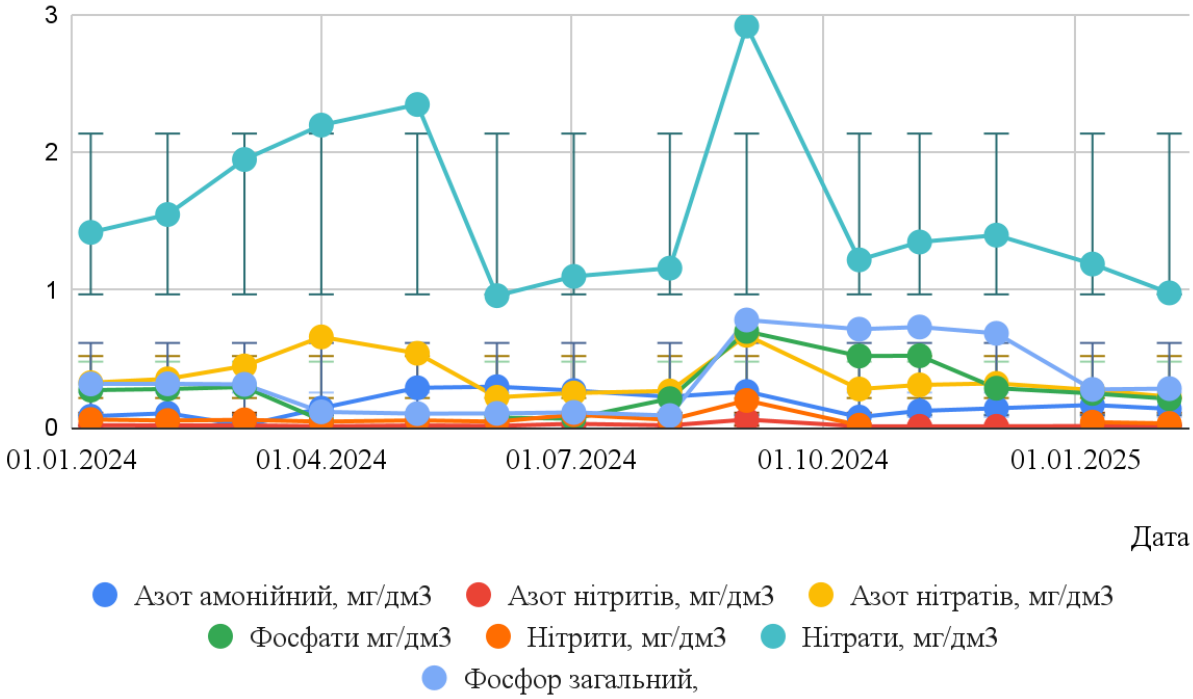


Рисунок 3.3 – Гідрохімічний аналіз показників трофо – сапробіологічного стану сполук головних біогенних елементів у поверхневих водах (точка відбору – р. Дніпро 328 км, верхній б'єф Дніпровської ГЕС, питний водозабір м. Запоріжжя).

Гідрохімічний аналіз показників специфічних речовин у поверхневих водах (точка відбору – р. Дніпро 328 км, верхній б'єф Дніпровської ГЕС, питний водозабір м. Запоріжжя) наведено на рисунку 3.4.

Аналіз вмісту важких металів та нафтопродуктів показав наступні результати. Концентрація заліза коливалася в межах від менше ніж 0,05 до 0,205 мг/дм³, що не перевищує встановлений ГДК у 0,3 мг/дм³. Вміст міді знаходився в діапазоні 0,011 – 0,062 мг/дм³, що також є значно нижчим за ГДК у 1,0 мг/дм³. Концентрація нафтопродуктів варіювалася від 0,010 до 0,019 мг/дм³, не перевищуючи ГДК 0,3 мг/дм³. Водночас, вміст марганцю у досліджених пробах склав 0,044 – 0,061 мг/дм³, що є нижчим за встановлений ГДК у 0,1 мг/дм³.

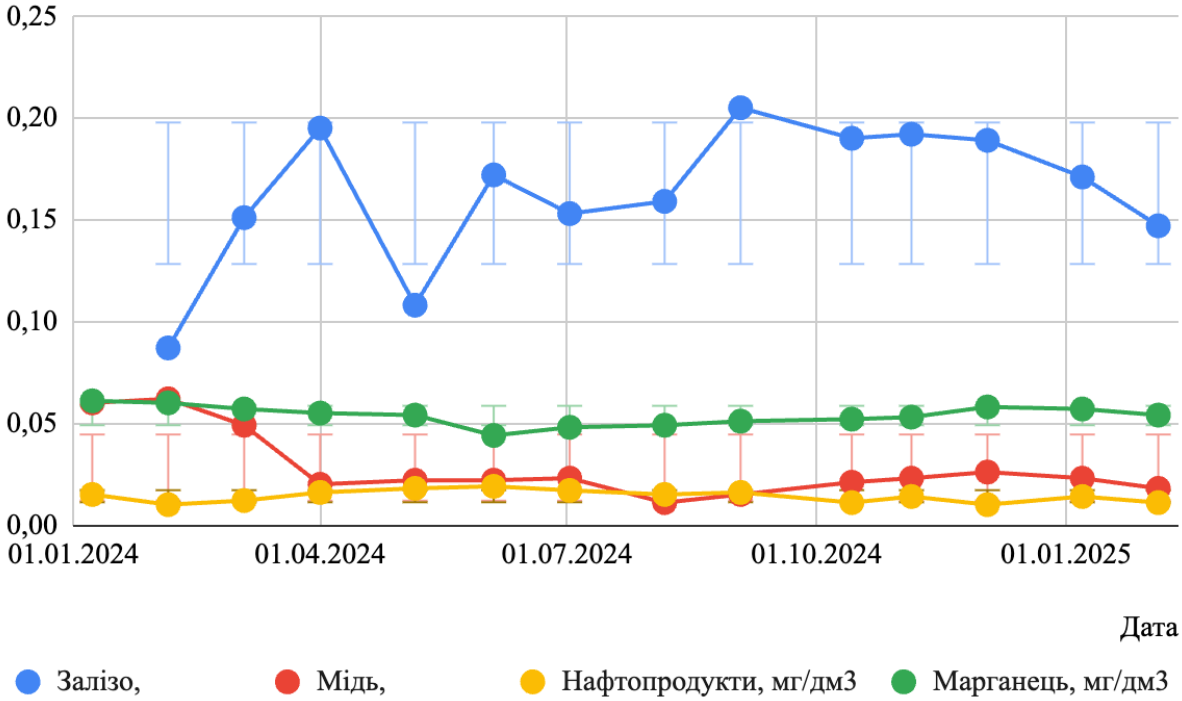


Рисунок 3.4 – Гідрохімічний аналіз показників специфічних речовин у поверхневих водах (точка відбору – р. Дніпро 328 км, верхній б'єф Дніпровської ГЕС, питний водозабір м. Запоріжжя).

Для розрахунку ІЗВ використаємо формулу:

$$ІЗВ = (1/6) \sum(Ci/ГДКi),$$

де Ci – значення і-го показника якості води;

ГДКі – гранично допустима концентрація і-го показника якості води.

Оскільки у нас є дані за місяцями, розрахуємо ІЗВ для кожного місяця та річний ІЗВ. Для розрахунку ІЗВ, використовуємо наступні дані: БСК5, ХСК, завислі речовини, розчинений кисень, сульфати, хлориди. Оскільки завислі речовини, сульфати та хлориди в межах норми, то вони не впливають на ІЗВ.

Таблиця 3.2 – Розрахунок ІЗВ для р. Дніпро

Дата	БСК5	ХСК	Розчинений кисень	ІЗВ	Клас якості води
08.01.2024	3	22,2	8,8	1,87	III
05.02.2024	3,5	22,5	10,3	1,95	III
04.03.2024	3,2	22,2	10	1,88	III
01.04.2024	3,1	21,2	10,4	1,83	III
06.05.2024	3,2	21,6	10,6	1,85	III
04.06.2024	3,8	22,2	10,9	2,03	III
02.07.2024	3,7	24	10,6	2,06	III
06.08.2024	3,2	22,2	8,9	1,88	III
03.09.2024	3,4	22,2	8,2	1,9	III
14.10.2024	3,4	24,2	8,2	1,94	III
05.11.2024	2,7	24,2	8,4	1,83	III
03.12.2024	2,2	23,5	8,8	1,76	III
07.01.2025	3	22,2	8,8	1,87	III
04.02.2025	3,4	21,6	8,2	1,88	III
Річний ІЗВ	3,25	22,78	9,35	1,9	III

За результатами проведеного дослідження якості води в річці Дніпро можна зробити висновок про її загальну відповідність вимогам, що пред'являються до водних об'єктів господарсько-побутового водокористування. Більшість досліджених фізико-хімічних показників, таких як pH, вміст завислих речовин, розчинений кисень, ХСК, азоту амонійного, нітритного та нітратного, заліза, міді та нафтопродуктів, знаходилися в межах або значно нижче встановлених гранично допустимих концентрацій (ГДК).

Проте, слід зазначити, що аналіз виявив певні аспекти, які потребують

уваги. Зокрема, показник біологічного споживання кисню за п'ять діб (БСК5) у деяких пробах демонстрував незначне перевищення ГДК, встановленого для господарсько-побутового водокористування. Крім того, отримані дані щодо вмісту фосфатів вказують на наявність перевищень ГДК в окремих пробах, що потребує подальшого перерахунку на вміст фосфору для більш точної оцінки та визначення потенційного впливу на екологічний стан річки.

Окремої уваги заслуговує вміст марганцю, концентрації якого в окремих пробах наближаються до встановленого ГДК. Хоча на момент дослідження перевищення не зафіксовано, така тенденція може свідчити про потенційні ризики у майбутньому та необхідність подальшого моніторингу цього показника.

Разом з тим, отримані результати аналізу якості води свідчать про її придатність для рибогосподарського використання, оскільки більшість ключових показників відповідають необхідним нормативам для даного типу водокористування.

Таким чином, загальний стан води в річці Дніпро на досліджуваній ділянці є задовільним для господарсько-побутових потреб, проте потребує постійного контролю за вмістом БСК5, фосфатів та марганцю для запобігання можливим негативним змінам у майбутньому.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Перед початком експериментальної частини дослідження мною було пройдено інструктаж з охорони праці та пожежної безпеки, проведений науковим керівником відповідно до чинних інструкцій №2 та №62.

У процесі виконання практичної частини кваліфікаційної роботи я керувалася знаннями, отриманими під час вивчення курсу «Охорона праці», що дозволило усвідомлено підходити до питань безпеки.

Експериментальна частина дослідження, яка включала статистичну обробку отриманих даних, передбачала використання комп'ютерної техніки. Одним із пріоритетних завдань на цьому етапі було створення безпечних та комфортних умов праці.

На робочому місці було забезпечено належний рівень освітлення в межах 300-400 люкс, що відповідає вимогам будівельних норм і правил СНіП 11-4-79 «Природне та штучне освітлення. Норми проєктування». Температурний режим у приміщенні підтримувався відповідно до пори року: у міжсезоння він залежав від зовнішньої температури, а в опалювальний період знаходився в комфортному діапазоні 20-25 °С.

Вологість повітря коливалася в межах 40-75% залежно від погодних умов. Швидкість руху повітря підтримувалася на рівні 0,25-3 м/с, що забезпечувало сприятливі умови для роботи [40-42].

Обробка значного обсягу даних здійснювалася з використанням комп'ютерної техніки та засобів візуалізації. З метою мінімізації потенційних шкідливих факторів було дотримано наступних правил:

Для зменшення впливу альфа- та бета-частинок я розташовувалася на безпечній відстані 50-70 см від екрана монітора, що сприяє втраті цими частинками заряду та знижує їхній негативний вплив на організм. Враховуючи потенційну небезпеку іонізуючого випромінювання, яке може

спричиняти мутації ДНК, впливати на кровотворну функцію та знижувати імунітет, дотримання цієї відстані було важливим.

Гамма-випромінювання, що утворюється при гальмуванні електронів на поверхні екрана, характеризується високою проникною здатністю. Рентгенівське випромінювання спрямоване у протилежний від екрана бік, тому було уникнено розташування за спинами інших працюючих комп'ютерів для запобігання негативному впливу цих променів на здоров'я.

Тривала робота за комп'ютером може призводити до зміни аеронного складу повітря, викликаючи втому, головний біль та зниження працездатності. Для підтримання оптимального рівня аеронів у приміщенні (160-5000 на 1 куб. см) кожні 1,5 години робилися перерви, під час яких здійснювалося провітрювання приміщення для забезпечення надходження свіжого повітря.

Оскільки робота з комп'ютером пов'язана з тривалим перебуванням у статичному положенні, під час перерв виконувалися фізичні вправи та спеціальна гімнастика для очей, що сприяло покращенню кровообігу та зменшенню напруги очних м'язів [41-43].

ВИСНОВКИ

У ході виконання кваліфікаційної роботи було досягнуто поставлених завдань щодо оцінки якості води питних водозаборів міста Запоріжжя та річки Дніпро в межах міста:

1. Аналіз вмісту основних гідрохімічних показників у воді питних водозаборів Запоріжжя показав, що більшість з них, зокрема pH, вміст завислих речовин, розчинений кисень, ХСК, азоту амонійного, нітритного та нітратного, заліза, міді та нафтопродуктів, знаходяться в межах встановлених гранично допустимих концентрацій (ГДК) для водних об'єктів господарсько-побутового водокористування.

2. Дослідження якості води річки Дніпро виявило незначне перевищення гранично допустимої концентрації за показником біологічного споживання кисню за п'ять діб (БСК5) в окремих пробах. Крім того, було зафіксовано перевищення ГДК за вмістом фосфатів у деяких пробах, що потребує подальшого перерахунку на вміст фосфору для більш детальної оцінки. Також слід відзначити тенденцію до наближення концентрацій марганцю до встановленого ГДК, що вимагає посиленого моніторингу.

3. На основі розрахованих значень індексу забруднення води (ІЗВ) для питних водозаборів Запоріжжя, можна зробити висновок про ІІІ клас якості води у досліджуваних водозаборах. Це вказує на загалом задовільний стан води у водозаборах, проте наявність перевищень за окремими показниками у річці Дніпро, яка є джерелом водопостачання, підкреслює необхідність постійного контролю та впровадження заходів для покращення якості води у водному об'єкті.

Загалом, результати дослідження свідчать про те, що якість води у питних водозаборах Запоріжжя в більшості своїй відповідає встановленим нормативам. Однак, виявлені відхилення за окремими показниками у воді річки Дніпро, зокрема за БСК5 та фосфатами, а також наближення вмісту

марганцю до ГДК, вказують на потенційні екологічні проблеми, що потребують уваги та розробки відповідних природоохоронних заходів.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Необхідний посилений контроль за скидами промислових підприємств і очисних споруд.

2. Варто розглянути додаткові заходи для зменшення надходження фосфатів і органічних забруднень.

3. Важливо продовжити регулярний моніторинг, особливо в періоди зміни гідрологічного режиму.

Загалом ситуація з якістю води є контрольованою, але потребує покращення у сфері очищення стічних вод.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Барна І. Оцінка впливу на довкілля: аналіз викликів воєнного стану. Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: географія. 2023. 54(1). 233-240.

2. Кравченко О., Василюк О., Войціховська А., Норенко К. Дослідження впливу військових дій на довкілля на Сході України. Схід. 2015. (2):118-123.

3. Строкаль В. П., Ковпак А. В. Воєнні конфлікти та вода: наслідки й ризики. Науково-практичний журнал «Екологічні науки». 2022. 5(44). 94-102.

4. Федоров О. В., Андрійчук Т. В. Вплив воєнних дій на стан гідромережі (на прикладі Житомирської області). Наука та освіта в умовах воєнного часу: матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції (18 жовтня 2024 р., Дніпро). *Research Europe*. 2024. 132-135.

5. Дочинець В. В., Шуплат Т. І. Наслідки військових дій для водних ресурсів України. Відновлення довкілля України внаслідок збройної агресії росії: збірник тез доповідей Круглого столу (17 березня 2023 р., Львів). Львів: ЛДУ БЖД. 2023. 22-28.

6. Міщенко А. Р. Аналіз якісного стану поверхневих водних об’єктів району басейну річки Сіверський Донець. Проблеми та перспективи забезпечення цивільного захисту: матеріали міжнародної науково-практичної конференції молодих учених (20-21 квітня 2024 р., Харків). Харків: НУЦЗУ. 2023. 422.

7. Моніторинг поверхневих вод. Державне агентство водних ресурсів України. URL: https://davr.gov.ua/monitoring-poverhnevih-vod1

8. Моніторинг та екологічна оцінка водних ресурсів України. URL: monitoring.davr.gov.ua/EcoWaterMon/GDKMap/Index

9. Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України Про затвердження Нормативів екологічної безпеки водних об’єктів, що

використовуються для потреб рибного господарства, щодо гранично допустимих концентрацій органічних та мінеральних речовин у морських та прісних водах (біохімічного споживання кисню (БСК5), хімічного споживання кисню (ХСК), завислих речовин та амонійного азоту): 30.07.2012. No 471.

10. Про затвердження Гігієнічних нормативів якості води водних об'єктів для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення: наказ Міністерства охорони здоров'я України від 02.05.2022 No 721.

11. Шевчук В. Я., Васенко О. Г. Екологічний стан басейну річки Дніпро за результатами першої українсько-канадської експедиції. Харків: УкрНДІЕП, 1999. 52 с.

12. Яцик А. В., Яковлєв Є. О., Осадчук В. О. Екологічний стан бассейну річки Дніпро. До питання щодо спуску Київського водосховища / за ред. А. В. Яцика. Київ: Оріяни, 2002. 206 с.

13. Geisseler D, Horwath W, Scow K Terrestrial ecosystem moisture and plant residue addition interact in their effect on extracellular enzyme activity. *Pedobiologia 54:71–78.* 2011. URL: https://doi.org/10.1016/j.pedobi. 2010.10.001 (дата звернення: 11.10.2022).

14. Hasan A., Lee K. H., Azamathulla H. M., Ghani A. A. Flow simulation for Lake Harapan using CCHE2D - a case study. *Int J Model Simul 31:85–89.* URL: https://doi.org/10.2316/Journal.205.2011.1.205-5460 (дата звернення: 12.10.2022).

15. Домбровський, К. О., Попов, Р. С. Екологічна оцінка якості поверхневих вод річки верхня Хортиця за організмами макрозообентосу. In *The 9 th International scientific and practical conference "Science and society: modern trends in a changing world"(August 5-7, 2024) MDPC Publishing, Vienna, Austria. 2024. 334 p.* P.20.

16. Пічура В. І., Потравка Л. О., Скок С. В. Екологічний стан акваторії ріки Дніпро у зоні впливу урбосистем (на прикладі міста Херсона).

18. Rylskyi O. F., Dombrovskyi K., Masikevych Y., Masikevych A., Malovanyy M. Evaluation of Water Quality of the Siret River by Zooperiphyton Organisms. *Journal of Ecological Engineering*. 2023. Vol. 24. № 6. P. 294-302. (SCOPUS, Web of Science). URL: http://www.jeeng.net/pdf-163166-89214?filename=Evaluation%20of%20Water.pdf

19. Рильський О. Ф., Домбровський К. О., Воронова Н. В., Горбань В. В., Дударєва Г. Ф., Притула Н. М. Екологічні аспекти формування біорізноманіття р. Мокра Московка. *Екологічні науки.* 2023. № 4 (49). С. 73-81. URL: http://ecoj.dea.kiev.ua/archives/2023/4/10.pdf

20. Домбровський К. О., Рильський О. Ф. Мікро- та макрофауна донних безхребетних гирлової ділянки малої річки Мокра Московка в межах міста Запоріжжя. *Українській гідрометеорологічний журнал.* 2022. № 29. С. 85-94. URL: http://www.uhmj.org.ua/index.php/journal/article/view/193

21. Географічна енциклопедія України : у 3 т. / редкол.: О. М. Маринич (відповід. ред.) та ін. Київ : «Українська радянська енциклопедія» ім. М.П. Бажана, 1989. Т.1. 416 с.

22. Каталог річок України: кат.-довід. / уклад. Г. І. Швець та ін. Київ : Видавництво «АН УРСР», 1957. 192 с.

23. Енциклопедія сучасної України: у 24 т. / редкол.: І. М. Дзюба та ін. Київ: Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2008. Т.8. 716 с.

24. Вишневський В. І. Річки і водойми України: стан і використання. Київ : Віпол, 2000. 376 с.

25. ДСТУ ISO 5813:2004. Якість води. Визначення розчиненого кисню. Йодометричний метод (ISO 5813:1983, IDT). [Чинний від 2006-01-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2005. 12 с.

26. Trishala K. Parmar, Deepak Rawtani & Y. K. Agrawal (2016) Bioindicators: the natural indicator of environmental pollution. *Frontiers in Life Science*. 2016. No. 9:2, P.110-118. URL: https://doi.org/10.1080/21553769.2016.1162753 (дата звернення: 13.02.2025).

27. ДСТУ 4078-2001. Якість води. Визначання нітрату. Частина 3. Спектрометричний метод із застосовуванням сульфосаліцилової кислоти (ISO 7890-3:1988, MOD). [Чинний від 2003-01-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2002. 6 с.

28. ДСТУ 4077-2001. Якість води. Визначення pH (ISO 10523:1994, MOD). [Чинний від 2003-07-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2003. 16 с.

29. Bruvold, W. H. Scales for rating the taste of water. *Journal of Applied Psychology*. 1968. No. 52(3), P. 245-253. URL: https://doi.org/10.1037/h0025734.

30. ДСанПіН 2.2.4-171-10. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною щодо якості питної води: наказ Міністерства охорони здоров'я України від 12.05.2010 №400. [Чинний від 2022-03-22]. URL: http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text (дата звернення: 13.10.2024).

31. ISO 17993:2002. Water quality. Determination of 15 polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) in water by HPLC with fluorescence detection after liquid-liquid extraction. [Чинний від 2019-03-18]. Вид. офіц. Женева : Міжнародна організація по стандартизації, 2002. 20 с.

32. Про питну воду, питне водопостачання та водовідведення: Закон України від 10.01.2002 № 2918 – II. Відомості Верховної Ради України. 2002. № 16. Ст. 112. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2918-14#Text (дата звернення: 13.03.2025).

33. ДСТУ 7525:2014. Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості. [Чинний від 2015-02-01]. Відп. оф. Тексту. Київ : Мінекономрозвитку України, 2014. 28 с.

34. Cohen, J. M., Kamphake, L. J., Harris, E. K. and Woodward, R. L. Taste Threshold Concentrations of Metals in Drinking Water. *Journal - American Water Works Association*. 1960. No. 52. P. 660-670. URL: https://doi.org/10.1002/j.1551-8833.1960.tb00518.x.

35. ГН 6.6.1.1-130-2006. Державні гігієнічні нормативи. Допустимі рівні вмісту радіонуклідів 137Cs та 90Sr у продуктах харчування та питній воді: наказ Міністерства охорони здоров'я України від 3 травня 2006 р. № 256. [Чинний від 2008-07-15]. URL: https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0255282-97#Text (дата звернення: 14.02.2025).

36. Дніпро сьогодні: тільки стогне, але вже не реве. Про доцільність розробки проекту спуску водосховищ та повернення екосистеми головної водної артерії України до природного стану. URL: https://zn.ua/ECOLOGY/dnepr_segodnya_tolko_stonet,_no_uzhe_ne_revet.html (дата звернення: 15.04.2025).

37. Водна Ініціатива Плюс Європейського Союзу для країн Східного партнерства (EUWI+). Результат 2. Скринінговий моніторинг річкового басейну Дніпра. URL: https://mepr.gov.ua/files/skrin_dnipro/Скринінг%20вод%20басейну %20Дніпра.docx.pdf (дата звернення: 15.12.2024).

38. Горєв Л. М., Пелешенко В. І., Хільчевський В. К. Гідрохімія України. Київ : Вища школа, 1995. 307 с.

39. Хільчевський В. К., Осадчий В. І., Курило С. М. Основи гідрохімії. Київ : Ніка-Центр, 2012. 312 с.

40. ДСТУ 7239:2011. Національний стандарт України. Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту. Загальні вимоги та класифікація.

41. ДСТУ EN 954-1:2003. Безпечність машин. Елементи безпечності систем керування. Частина 1. Загальні принципи проектування.

42. Випромінювання іонізуюче: Словник-довідник з екології : навч.-метод. посіб. / уклад. О. Г. Лановенко, О. О. Остапішина. Херсон : ПП Вишемирський В., 2013. С. 36.

43. Криволапчук В. О. та ін. Особиста безпека : навч.-практ. посіб. Київ: ВПЦ МВС України, 2006. 169 с.