

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
Навчально - науковий інститут екології
Кафедра екологічної безпеки та екологічної освіти

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

магістра

на тему

ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ РІЧОК М. ХАРКОВА ЗА ІНДЕКСОМ МАЙЄРА

Виконала: студентка 2 курсу, групи ДЕ-61
спеціальності : 101 «Екологія»

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Автор _____ / Данієла ЄРМОЛОВА
(підпис) (ім'я та прізвище)

Керівник _____ / проф. Олексій КРАЙНЮКОВ
(підпис) (ім'я та прізвище)

Рецензент _____ / _____
(підпис) (ім'я та прізвище)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри _____ / проф. Алла НЕКОС
(підпис) (ім'я та прізвище)

Нормоконтроль _____ / Марина ЩОКІНА
(підпис) (ім'я та прізвище)

Секретар ЕК _____ / Світлана БУРЧЕНКО
(підпис) (ім'я та прізвище)

Харків – 2023 рік

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

Навчально-науковий інститут екології
Кафедра екологічної безпеки та екологічної освіти
Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень) магістр
Спеціальність 101 Екологія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____/ проф. Алла НЕКОС
підпис ім'я та прізвище

“ 5 ” травня 2023 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ (ПРОЕКТ)

Даніелі ЄРМОЛОВИЙ

(прізвище, ім'я, по батькові студента)

1. Тема роботи Оцінка екологічного стану річок м. Харкова за індексом Майєра
керівник роботи Олексій КРАЙНЮКОВ, доктор географічних наук, професор,
(ім'я, прізвище, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від “25” жовтня 2023 року № 4301-5/3070

2. Строк подання студентом роботи 21 листопада 2023 р.

3. Перелік питань, які потрібно розробити:

1. Опис та огляд наукових публікацій по темі: оцінка екологічного стану річок м. Харкова за індексом Майєра.
2. Вивчити загальну характеристику біологічних методів.
3. Оцінити можливості застосування індексу Майєра при оцінці якості поверхневих вод.
4. Розрахунок та оцінка екологічного стану вод річок Харків, Лопань, Уди м. Харкова за допомогою індексу Майєра.

5. Визначити хронічну токсичність води на ракоподібних *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg та вміст важких металів у пробах води з обраних створів.
6. Дати рекомендації щодо поліпшення стану водойм річок м. Харкова.
7. Зробити висновки.

4. План роботи

№ з/п	Назви етапів роботи
1	Огляд наукових публікацій по темі
2	Оцінка екологічного стану річок м. Харкова
3	Розрахунки, аналіз, написання роботи

5. Дата видачі завдання 08.06.2023

Студент _____
підпис

Даніела ЄРМОЛОВА
ім'я і прізвище

Керівник роботи _____
підпис

проф. Олексій КРАЙНЮКОВ
посада, ім'я і прізвище

АНОТАЦІЯ
ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ РІЧОК М. ХАРКОВА ЗА ІНДЕКСОМ
МАЙЄРА

Даніела ЄРМОЛОВА

Кваліфікаційна робота «Оцінка екологічного стану річок м. Харкова за індексом Майєра» містить 43 сторінки, 4 розділи, 1 таблиця, 1 формула, 10 рисунків, 15 використаних джерел та 5 додатків.

Мета роботи: провести комплексну оцінку екологічного стану створів рр. Харків, Лопань, Уди, що протікають у м. Харків.

Актуальність теми полягає у тому, що за допомогою біологічних методів можна оцінити забрудненість водних об'єктів.

Завдання. Провести натурні дослідження екологічного стану водойм, визначити та проаналізувати їх ступінь забруднення за індексом Майєра.

Методи. Робота включає аналітичний, порівняльний, методологічний та практичний методи дослідження.

Результати. Для дослідження було обрано шість дослідних ділянок, розташованих на річках Харків, Лопань та Уди. Ці пункти розташовані на відстані 1000 метрів вздовж берега річки та поблизу житлової забудови міста. Математичні розрахунки дали значення, що відповідають β -мезосапробних водних об'єктів з помірно забрудненою, 3 класом якості води. Загалом, такі водойми містять невелику кількість нестійких органічних речовин, які розкладаються, а продукти окислюються. Така якість води є характерною для більшості водойм в Україні.

ІНДЕКС МАЙЄРА, ВОДНІ ОБ'ЄКТИ, МАКРОЗООБЕНТОС, РІЧКИ,
МІСТО ХАРКІВ, БІОЛОГІЧНІ МЕТОДИ

ANNOTATION
ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL STATE OF THE RIVERS OF
KHARKIV BY THE MAYER INDEX

Daniela YERMOLOVA

Qualification work "Assessment of the ecological state of the rivers of Kharkiv by the Mayer index" contains 43 pages, 4 chapters, 1 table, 1 formula, 10 figures, 15 references and 5 appendices.

The purpose of the work: to conduct a comprehensive assessment of the ecological condition of the Kharkiv, Lopan, and Udy rivers flowing into Kharkiv.

Relevance of the topic lies in the fact that biological methods can be used to assess the pollution of water bodies.

Task. Conduct field studies of the ecological state of water bodies, determine and analyze their degree of pollution according to the Mayer index.

Methods. The work includes analytical, methodological and practical methods.

The results. For the study, we selected 6 research sites for the Kharkiv, Lopan, and Udy rivers, which are located at a distance of 1000 meters along the river coastline and are located in the city near residential buildings. Through mathematical calculations, we obtained a value that corresponds to moderately polluted β -mesosample water bodies with the third class of water quality. In general, it can be noted that such water bodies contain a small amount of unstable organic matter that decomposes to oxidation of products. This water quality is typical for most water bodies in Ukraine.

MAYER INDEX, WATER BODIES, MACROZOOBENTHOS, RIVERS,
CITY OF KHARKIV, BIOLOGICAL METHODS

ЗМІСТ

ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВИХ ПУБЛІКАЦІЙ БІОЛОГІЧНИХ МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ	10
1.1. Інноваційні підходи та технології у сфері біоіндикації	12
1.2. Важливість біологічних методів	12
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИ ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД	14
2.1. Переваги біоіндикації над іншими методами оцінки води	14
2.2. Види біоіндикатори	15
2.3. Методи біоіндикації	16
РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ АНАЛІЗУ ТА ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ РІЧОК М. ХАРКІВ ЗА ІНДЕКСОМ МАЙЄРА	19
3.1. Завдання та хід проведення експериментальної роботи	19
3.2. Опис місць відбору гідробіологічних проб у м. Харків	21
3.3. Аналіз отриманих результатів	23
3.4. Лабораторний аналіз води та визначення їх хронічної токсичності	25
РОЗДІЛ 4 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПОЛІПШЕННЯ СТАНУ РІЧОК М. ХАРКОВА	28
ВИСНОВКИ	31
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	33
ДОДАТКИ	35

ВСТУП

У сучасному світі екологічні проблеми, пов'язані з підтриманням якості водних екосистем, стають все більш актуальними через безперервний розвиток господарської діяльності та вилучення невідновлюваних водних ресурсів. Недбале використання водних ресурсів та скидання забруднюючих речовин призводить до серйозних порушень природних процесів у водних об'єктах. Як наслідок, формування та функціонування різних організмів, що мешкають у водоймах, опиняються під загрозою.

Господарська діяльність сучасного суспільства суттєво змінює природні екосистеми, порушує природну рівновагу і стає фактором, що призводить до негативних змін екологічного ландшафту водних об'єктів. Надмірне антропогенне навантаження знижує здатність водних екосистем саме до саморегуляції, ускладнює процес очищення води від антропогенних забруднювачів і загрожує екологічній рівновазі [1].

Під впливом антропогенних факторів знижується природна очисна здатність водних об'єктів, погіршується якість води та зменшується водне біорізноманіття. Тому для комплексної оцінки природної та антропогенної безпеки водних екосистем необхідно застосовувати методи біоіндикації. Використання біоіндикаційної оцінки дозволяє врахувати вплив різних забруднювачів та їх взаємодію, а також виявити зміни в найбільш чутливих елементах біотичного населення на ранній стадії. Крім того, цей метод дозволяє прогнозувати потенційні наслідки довгострокових і поточних впливів на водну екосистему в цілому.

Використання макробезхребетних як індикаторів для оцінки природної та антропогенної безпеки водних екосистем зумовлено їхньою особливою чутливістю до змін навколишнього середовища. Ці водні організми реагують на низку фізичних та хімічних параметрів, таких як рівень кисню, реакція води та концентрація розчинених речовин. Такий підхід дозволяє найбільш точно

визначити ступінь впливу антропогенних факторів на водні біотопи.

Ключові характеристики макробезхребетних, такі як видове різноманіття та чисельність, стають важливими індикаторами для оцінки стану водних систем. Високе видове різноманіття свідчить про стабільність екосистеми, тоді коли зниження цих параметрів може бути індикатором негативного впливу антропогенної діяльності.

Кращого розуміння механізмів антропогенного впливу на довкілля можна досягти, розглядаючи взаємодію між забруднювачами та макрозоопланктоном на різних стадіях життєвого циклу. Наприклад, дослідження метаболічної трансформації та накопичення забруднювачів у тканинах макрозоопланктону можуть вказати на рівні токсичності та потенційний вплив на вищі трофічні рівні водних екосистем. Загалом, використання макрозоопланктону в біоіндикаційних методах є обґрунтованим і перспективним напрямком для оцінки стану водних ресурсів та заходів з охорони довкілля [2].

Таким чином, проблема нашого дослідження випливає з об'єктивних вимог та необхідності використання біоіндикаційних методів для оцінки природної та антропогенної безпеки водних екосистем. Застосування цього методу дозволяє на ранній стадії виявити зміни найбільш чутливих компонентів біотичної популяції, спричинені впливом забруднювачів, та оцінити потенційний вплив тривалого впливу на всю водну екосистему.

Актуальність теми. Метод біоіндикації дозволяє оцінювати наслідки як постійного, так і тимчасового забруднення. Зрештою, біологічні методи дозволяють оцінити здатність та інтенсивність процесів самоочищення у водоймі та відновлення екосистеми після впливу забруднювача. Оцінка якості води за допомогою біологічних методів, які використовують біологічні особливості видів та показники структури біоти водойми, стала практично застосовуватися тільки у другій половині XX століття. Однак на сьогодні ці методи здобули широку популярність і стрімко розвиваються.

Тема кваліфікаційної роботи - Оцінка екологічного стану річок м. Харкова за індексом Майєра.

Мета роботи - провести комплексну оцінку екологічного стану створів рр. Харків, Лопань, Уди, що протікають у м. Харків.

Завдання. Зробити огляд наукової літератури по темі: «Оцінка екологічного стану річок м. Харкова за індексом Майєра», вивчити загальну характеристику біологічних методів, надати характеристику можливих джерел забруднення річок, експериментально розрахувати екологічний стан вод річок м. Харкова, визначити хронічну токсичність води на ракоподібних, а також вмісту важких металів, розробити рекомендації покращення стану водойм, підвести висновки.

Об'єкт дослідження - вода водних об'єктів м. Харків.

Предмет дослідження - якість води водних об'єктів м. Харків.

Методи дослідження. Робота включає як теоретичні, так і практичні методи дослідження.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВИХ ПУБЛІКАЦІЙ БІОЛОГІЧНИХ МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ

До теперішнього часу розробці та застосуванню біологічних методів оцінки якості водних об'єктів присвячено значну кількість досліджень. Дослідники працюють над різними аспектами, включаючи використання різних біомів, таких як водорості, бентосні безхребетні, риби та інші біологічні індикатори стану водних екосистем.

Біологічні методи, зокрема біоіндикатори, є досить важливими інструментами вивчення водних екосистем. Вони засновані на використанні організмів як індикаторів забруднення, які дають інформацію про стан довкілля та екосистем.

Біоіндикація - це метод дослідження стану природних середовищ, наприклад водойм, за допомогою біоіндикаторів. Організми виступають як індикатори ступеня забруднення та загрози екосистемам. Для визначення різних аспектів забруднення і стану водних систем використовуються різні види організмів, такі як водорості, бактерії, рослини і тварини. Вважається, що різні біологічні показники дають комплексну оцінку стану водної системи з урахуванням особливостей реакції організмів на забруднення. Аналізуються переваги та обмеження біологічних методів при вивченні водних екосистем. Визначення ефективності цих методів та їх внесок у науку і практику охорони довкілля.

Використання біологічних методів є важливою складовою сучасних досліджень для отримання вичерпної інформації про стан водних екосистем. Ці методи відіграють важливу роль у вивченні наслідків антропогенного впливу на водні ресурси та допомагають визначити екологічну стійкість водних екосистем по відношенню до різних факторів. Зокрема, згідно з аналізами, проведеними нашими колегами з Національного університету цивільного захисту України,

дослідження якості води, що були проведені згідно за методикою екологічних нормативів у водних об'єктах басейну річки Харків, показали, що водні об'єкти перебувають у різному стані і всі водні об'єкти мають різні класи якості забрудненої води. Ці результати підкреслюють важливість використання біологічних індикаторів у комплексному аналізі впливу антропогенної діяльності на водні екосистеми та розробці стратегій захисту їх природних цінностей [3].

Біоіндикатори, що є елементом біологічного методу, ґрунтуються на специфічній реакції організмів на зміни в навколишньому середовищі. Характер реакції біоти на забруднення дає змогу отримати об'єктивні дані про стан довкілля. Біоіндикатори є специфічним засобом кількісної оцінки ступеня забруднення. Для порівняння чистих і забруднених водойм використовують різні критерії, як от біомаса та видове різноманіття. Помітною перевагою біологічних методів є те, що вони дають змогу виявити кумулятивний ефект забруднення та динаміку змін у водних екосистемах у часі. Крім того, вони можуть відтворювати взаємозв'язки між різними частинами екосистеми, що дає змогу краще зрозуміти її функціонування.

Одним з найважливіших елементів біологічних методів є вивчення донних організмів. Бентосні організми - це підводний світ, що вистилає дно водойми і включає широкий спектр організмів, включаючи макробезхребетних і водорості. Аналіз складу та чисельності бентичних організмів може надати важливу інформацію про екологічний стан водойм та зміни в навколишньому середовищі. Загальний опис біологічних методів дослідження водних екосистем створює основу для подальших досліджень, а також обговорюються специфічні аспекти застосування цих методів для вивчення річок Харкова.

Біологічні методи дозволяють науковцям та екологам визначати наслідки антропогенного впливу на водні екосистеми, виявляти джерела забруднення, покращувати якість води та розробляти заходи для захисту природного біорізноманіття. Використання різних типів біоіндикаторів, таких як макробезхребетні, водорості та мікроорганізми, може надати вичерпну та детальну інформацію про стан водних екосистем. Наприклад, зміни у складі або

чисельності макробезхребетних можуть свідчити про стабілізацію або деградацію водного середовища. Біоіндикатори також можна використовувати для дослідження екологічного стану водойм, виявлення джерел забруднення та розробки заходів для відновлення екологічної рівноваги.

1.1. Інноваційні підходи та технології у сфері біоіндикації

Розвиток біоіндикації зумовлений значним прогресом молекулярно-генетичних методів, спрямованих на підвищення точності та глибини аналізу водних екосистем. Важливими інноваціями є використання штрих-кодування ДНК та секвенування метагеному. Ці методи дозволяють ідентифікувати види, а також проводити кількісний аналіз біоти водних екосистем.

Метод ДНК-штрих-кодування базується на використанні дещо коротких фрагментів ДНК для унікальної ідентифікації різних видів. Що забезпечує досить швидкі та точні результати і спрощує процес визначення видового складу. Секвенування метагеному дозволяє проаналізувати весь генетичний матеріал у зразках води та визначити функціональне генетичне різноманіття, а також видовий склад [4].

Ще однією більш важливішою інновацією є використання дистанційного зондування та супутникових технологій. Ці методи дозволяють відстежувати динаміку екосистем на великих територіях [5]. Ці технології допомагають виявляти потенційно забруднені ділянки, що важливо для оперативного управління ресурсами та екологічної безпеки. Використання таких методів дозволяє отримати об'єктивні дані про стан водних екологічних систем, що є важливим для ефективного моніторингу та управління водними ресурсами.

1.2. Важливість біологічних методів

Біологічні методи, особливо біоіндикатори, відіграють важливу роль у

прогнозуванні та управлінні екосистемами водних об'єктів. Їх використання дозволяє не тільки визначити поточний стан водних об'єктів, але й спрогнозувати можливі зміни під впливом антропогенних та природних факторів.

Біологічні методи є інтегративними і можуть враховувати різні аспекти екосистеми та реагувати на зміни її складності. Ця інтегративна якість робить їх важливим інструментом у розробці стратегій управління для захисту та відновлення водних ресурсів.

Важливість біологічного підходу полягає в його здатності враховувати як екологічні, так і соціально-економічні фактори. Це дозволяє розглядати ресурси води як компоненти екосистем, що взаємодіють із суспільством. Використання біологічних методів для прогнозування та управління забезпечує стале використання водних ресурсів з урахуванням екологічних та соціально-економічних вимог. Такий підхід визначає біологічні методи як основу для розробки ефективних стратегій сталого управління водними екосистемами та сприяє збереженню природних ресурсів для майбутніх поколінь [6].

Наукові дослідження в галузі біоіндикаторів для водних екосистем вже дали важливі результати, але також підняли низку невирішених питань. Серед них - стандартизація методів біоіндикації, проблема інтеграції різних видів та врахування різних динамічних аспектів, зокрема в екосистемах. Наше дослідження спрямоване на вирішення цих питань з метою підвищення точності та застосовності біологічних методів в оцінці водних об'єктів. Але це можливо лише за умови комплексного використання біологічних та хімічних методів, які забезпечують достовірну оцінку якості води у водних об'єктах.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИ ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД

Оцінка якості води є ключовим питанням для всіх заходів у сфері природокористування, водокористування та спеціальної природоохоронної діяльності на водних об'єктах. Якість води оцінюється за широким спектром показників, включаючи фізичні, хімічні та біологічні.

У сучасних умовах надзвичайно складно знайти водойми, які не були б забруднені внаслідок антропогенної діяльності. Погіршення якості природних вод є серйозною та актуальною проблемою для України.

Основними джерелами забруднення води є підприємства житлово-комунального господарства (ЖКГ), промислові та сільськогосподарські підприємства, які скидають до 88% стічних вод. Вміст різних токсичних речовин, таких як нафтопродукти, нітрати, феноли, важкі метали та біологічні забруднювачі, може перевищувати санітарні норми в кілька разів [7]. Іншим негативним фактором є потрапляння забруднюючих речовин у водні об'єкти внаслідок поверхневого стоку з території населених пунктів. Перевищення рівня забруднюючих речовин у міських водоймах може призвести до виникнення надзвичайних ситуацій природного чи техногенного характеру.

Використання біоіндикації є ефективним інструментом для вирішення завдань екологічного моніторингу в ситуаціях, коли безпосередньо виміряти всю сукупність антропогенних впливів на біологічні екосистеми складно або недоцільно. Сучасне застосування біоіндикації значною мірою є феноменологічним і проявляється у спільному представленні дослідниками нових фактів про поведінку різних видів у конкретних умовах навколишнього середовища.

2.1. Переваги біоіндикації над іншими методами оцінки води

Зазвичай якість води вимірюється фізико-хімічними та бактеріологічними методами, які вимагають відбору проб води та подальшого аналізу в спеціалізованих лабораторіях. Однак наприкінці 20-го століття в практику визначення екологічного стану водних об'єктів були впроваджені біологічні методи. Особливо активно розвивалися методи біологічних індикаторів, засновані на взаємозв'язках між живими і неживими організмами в екосистемі. Ці методи використовуються для визначення екологічного стану водних об'єктів, а також забруднення водних об'єктів і погіршення якості води внаслідок впливу на організми, особливо водні рослини і тварини.

Біологічне управління якістю води має багато переваг над хімічними та фізичними методами. Популяції організмів реагують на різні фактори та забруднювачі і відображають всі зміни екологічного стану водного середовища. Даний метод дозволяє оцінити наслідки як постійного, так і тимчасового забруднення шляхом усереднення «ефект забруднення» у часі. Важливо зазначити, що для використання цього методу не вимагається ідентифікації конкретних забруднювачів і дозволяє безпосередньо оцінити якість води та визначити її придатність для використання [8].

2.2. Види біоіндикатори

Організми у водних екосистемах по-різному реагують на забруднення, виявляючи свою присутність або відсутність, а також зміну чисельності певних видів. Системи біоіндикаторів визначають чутливі організми, які першими реагують на забруднення і зникають з популяції, що свідчить про чистоту водойми. У протилежній групі знаходяться види, які переносять високий рівень забруднення і є важливими індикаторами забруднення. Існує також набагато більша група організмів, які є помірно чутливими. Це свідчить про важливість розрізнення видів відповідно до їхньої чутливості до забруднення води.

Організми, використовувані для оцінки якості води, визначаються, як біоіндикатори. Біоіндикатори представляють собою живі організми, що реагують

на комплексні фактори навколишнього середовища своєю присутністю чи відсутністю, зміною зовнішнього вигляду, хімічним складом, поведінкою або ступенем розвитку. Для оцінки якості водного середовища обирають види, які виявляють відносно вузьку «спеціалізацію», тобто живуть в обмеженому діапазоні умов середовища. У разі організації та проведенні екологічного моніторингу стану водойми використання біоіндикаторів часто надає більш цінну інформацію, ніж визначення забруднення хімічними методами або за допомогою спеціальних приладів, які фокусуються лише на окремих факторах забруднення. Відмінності у видів - біоіндикаторів можуть слугувати результатом їхньої чутливості до комплексу забруднювачів або загальних змін у зовнішніх умовах.

Кожна група організмів може слугувати біоіндикаторами для оцінки стану навколишнього середовища. Однак для екологів-початківців особливо важливо, щоб метод був відносно економічним, швидким і не вимагав значної наукової підготовки. У цьому випадку методика оцінки якості води на основі складу макрозообентосу є найбільш розробленою. На сьогоднішній день також активно досліджуються можливості використання в якості біоіндикаторів видів макрофітів, риб, а також мікроскопічних організмів, які мешкають у товщі води, таких як фітопланктон та зоопланктон [9].

Більш точні результати біоіндикації водойм можна отримати, досліджуючи організми, які, у випадку зміни умов середовища не можуть швидко та повністю покинути свій біотоп. Особливо до цієї категорії належать водні рослини, відомі, як макрофіти, а також тварини, що мешкають на дні водойми, відомі, як макрозообентос. Це досить крупні організми, яких можна легко зібрати у водоймі та ідентифікувати до певного таксономічного рівня без використання збільшувальних приладів чи спеціальної підготовки.

2.3. Методи біоіндикації

Одними з найпоширеніших біологічних індикаторів є система сапробності та біологічні індикатори Майєра, Вудівісса, Олігоцета та Зелінк-Марвана.

Основні принципи біологічної нотації були визначені на початку 20-го століття, коли вперше було введено поняття сапробності. З того часу система сапробності характеризується розвитком кількісних показників (Г. Пантле і Г. Бук), введенням поняття сапробної валентності (М. Зелінка і П. Марван) і розширенням переліку індикаторних організмів (Г. Лібман і В. Сладечек).

Залежно від ступеня органічного забруднення водного об'єкта можна виділити наступні ротиферні зони: поліротиферна зона, мезоротиферна зона, олігоротиферна зона та ксеноротиферна зона.

- Метод Пантле-Букка, модифікований Сладечеком, що є універсальним способом визначення еродованості водного об'єкта шляхом визначення наявності у ньому певних (планктонних, придонних або перифітонних) видів організмів.
- Найпростіший спосіб оцінити якість води різних типів водойм з різним ступенем забруднення - розрахувати біоіндикатор Майєра. Цей метод базується на тому, що різні групи донних безхребетних мешкають у водоймах з різним ступенем забруднення, від чистих вод до забруднених. Цей метод дозволяє оцінити екологічний стан водного середовища.
- Індекс Вудівісса використовується для оцінки якості водних об'єктів за структурними характеристиками репрезентативних фауністичних плазунів. Індикатор враховує різноманітність видів-індикаторів і дозволяє оцінити екологічний стан водного середовища.
- Індекс олігохет Гуднайта-Уїтлі - це відсоток олігохет у загальній кількості фауни бентосу. Діапазон вимірювання - 0-100%. Значення індексу пропорційне ступеню забруднення; чим вищий індекс, тим сильніше забруднення.
- Олігохетний індекс Пареле визначається, як співвідношення чисельності олігохет родини тубіфіцид до загальної чисельності всіх олігохет у дослідженому водному середовищі [10].

Тому в цьому розділі наведено огляд різних методів біологічних

індикаторів, що використовуються для оцінки ступеня забруднення води. Найпоширенішими з цих методів є системи сапробності та використання біологічних індикаторів, таких, як індекс Майєра, індекс Вудівісса та індекс Олігокате.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ АНАЛІЗУ ТА ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ РІЧОК М. ХАРКІВ ЗА ІНДЕКСОМ МАЙЄРА

Порівняно з водними макроводоростями, кількість видів безхребетних, що мешкають у водоймах, набагато більша, і їх використання як біоіндикаторів детально розроблено. Однак, оскільки різні види мають різний діапазон вимог до певних умов навколишнього середовища, більшість методів ґрунтується на використанні індикаторних характеристик окремих видів.

Найпростішим, найбільш універсальним і широко застосовуваним методом є індекс Майєра. Цей метод використовує великі форми безхребетних у донних відкладах і водних рослинних угрупованнях, які здебільшого видно неозброєним оком. Цей метод може дати лише приблизну оцінку екологічного стану та якості води у водоймі [9].

3.1. Завдання та хід проведення експериментальної роботи

Для здійснення відбору гідробіологічних проб ми використовували наступне обладнання та матеріали:

1. Підсака з нейлону для збору зразка з тестової зони.
2. Нейлонове сито для ретельного очищення зібраного матеріалу.
3. Пластикове відро для промивання зразків з метою видалення водної рослинності, сміття та мулу.
4. Контейнер з широким горлом для зберігання зібраних зразків.
5. Клейка стрічка для стікерів контейнера по відборі зразків.

Метод, що використовується для розрахунку індексу Майєра, базується на врахуванні специфіки положення індикаторних груп водних організмів у водному об'єкті по відношенню до рівня його забруднення. Основні види організмів

поділяються на три групи, як показано в таблиці 3.1.

Цей метод широко використовується і був розроблений Інститутом гідробіології Національної академії наук України. Він дозволяє оцінити вплив забруднення водних об'єктів на життєдіяльність водних організмів та визначити ступінь трофності водного середовища.

Таблиця 3.1

Індикаторні групи макробезхребетних за індексом Майєра

Безхребетні мешканці чистих вод А	Безхребетні мешканці помірно забруднених вод В	Безхребетні мешканці забруднених вод С
Личинки веснянок	Бокоплави	Личинки комарів дзвінців
Личинки одноденок	Річковий рак	Личинки мулової мушки
Личинки волохокрильців	Личинки бабок	Водяний віслучок
Личинки вислокрильців	Личинки комарів дзвінців	Молюски – ставковики, котушки
Крупні двостулкові молюски (перлівниці, жабурниці)	Дрібні двостулкові молюски (дрейсени, горошини, шарівки)	Личинки мошок
	Молюски живородки	Малощетинкові черви

Індекс Маєра (S) розраховується за формулою:

$$S = A \times 3 + B \times 2 + C \times 1$$

де А, В і С - кількість груп індикаторів (груп індикаторних організмів), виявлених у водному об'єкті або регіоні в кожному стовпчику. Значення індикаторів вказують на рівень чистоти або забруднення водного об'єкта.

- > 22 бали - вода першого класу якості (дуже чиста, зона олігосапроб);
- 17-21 бал - вода другого класу якості води (чиста, зона олігозабруднення);
- 11-16 балів - вода третього класу якості води (помірно забруднена, зона бета-середнього відбору проб);
- < 11 балів - вода з 4 або 5 класом якості (забруднена, зона α - мезозонду або полізонду).

Перевагою цього методу є простота і швидкі результати. Однак його недоліком є низька точність. Тому регулярний відбір проб води та систематичне дослідження умов забруднення дозволяє визначити динаміку змін екологічного стану водного середовища. Процес дослідження включає наступні етапи: оцінка кількості видів у пробах води, визначення видового показника забруднення води та визначення значення цього показника для конкретного водного об'єкта [11].

3.2. Опис місць відбору гідробіологічних проб у м. Харків

Для виконання роботи нами було обрано шість створів досліджень, для річки Харків 1 та 2, річка Лопань 3-4, річка Уди 5-6, котрі розміщуються на відстані 1000 метрів вздовж берегової лінії річок, та розташовуються на території міста поряд із житловими будинками.

Дослідження проводилися з початку літа (червень) до середини осені (жовтень). Зазначені вище райони дослідження були позначені на картах (рис. 3.1, рис.1.2), щоб можна було ідентифікувати місцезнаходження обраних об'єктів і визначити їхні географічні координати.

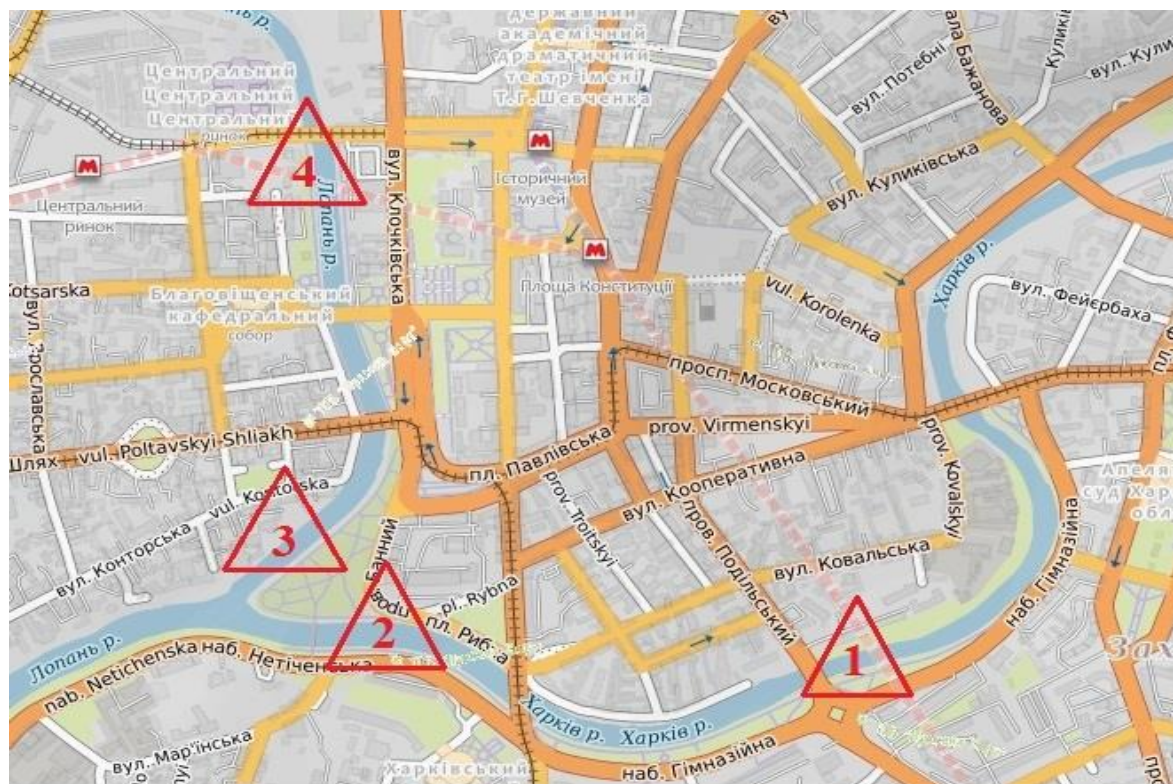


Рис. 3.1 - Місце відбору проб річки Харків та річки Лопань

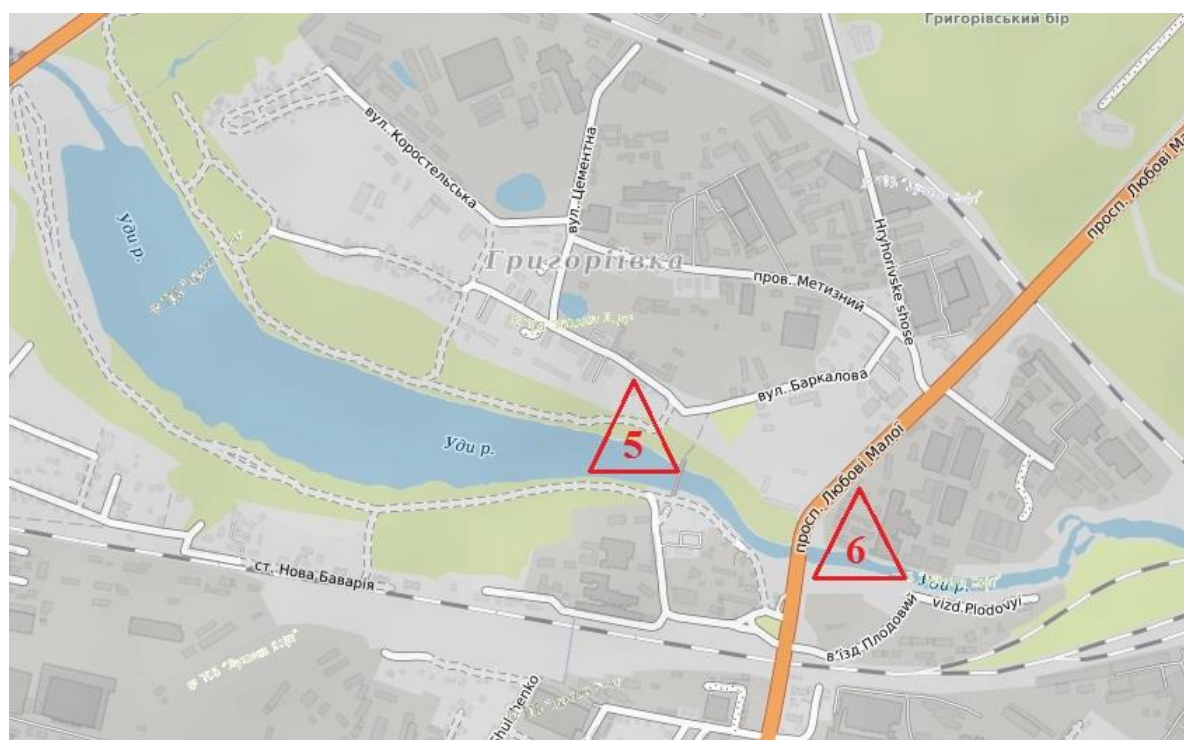


Рис. 3.2 - Місце відбору проб річки Уди

Зразки відбирали з поверхні дна ставка за допомогою підсаки (Додаток 1). Вміст переносили на сито і ретельно промивали водою, щоб видалити залишки ґрунту. У лабораторії бентосні організми були відсортовані та відібрані у спеціальні контейнери. Виявлені організми переносили в чашки Петрі для філогенетичної ідентифікації. Для більш детального визначення філогенетичного положення тварин за ними уважно спостерігали в бінокль, використовуючи наступні ідентифікатори [8].

3.3. Аналіз отриманих результатів

Здійснивши відбір водних біологічних зразків на визначених ділянках річок Харків, Лопань і Уди, було проведено аналіз їхнього вмісту та визначено таксономічні групи безхребетних донних організмів, можемо детально проаналізувати отримані результати (Додаток 2).

У пробі р. Харків знайдені такі донні безхребетні: личинки ододенок, крупні двостулкові моллюски (перлівниця), личинки бабок, моллюски живородки, дрібні двостулкові моллюски, а саме дрейсени, моллюски - ставковики, катушки, малошетенкові черви. З них дві групи (личинки ододенок, крупні двостулкові моллюски) зазначені у першому стовпчику таблиці (А), інші три (личинки бабок, моллюски живородки та дрібні двостулкові моллюски) - у другому (В), і дві (моллюски - ставковики, малошетенкові черви) - у третьому (С).

Підрахувавши вміст таксономічних груп, ми отримали такі результати:

$$S = 2 \times 3 + 3 \times 2 + 2 \times 1 = 14$$

Згідно відібраних гідробіологічних проб у р. Лопань було знайдено такі водні організми, як: личинки веснянок, крупні двостулкові моллюски (перлівниця), моллюски живородки, дрібні двостулкові моллюски, а саме дрейсени, водяний вісліючок, моллюски - (ставковики, катушки). З них дві групи (личинки

веснянок, крупні двостулкові молюски) зазначені у першому стовпчику таблиці (А), інші дві (дрібні двостулкові молюски, молюски живородки) - у другому (В), і останні дві (водяний вісліючок, молюски) - у третьому (С).

Таким чином підрахувавши отримані результати:

$$S = 2 \times 3 + 2 \times 2 + 2 \times 1 = 12$$

У гідробіологічній пробі р. Уди було знайдено такі донні безхребетні: личинки одноденок, крупні двостулкові молюски (перлівниці), бокоплави, молюски живородки, личинки мошок. З них дві групи (личинки одноденок, крупні двостулкові молюски) зазначені у першому стовпчику таблиці (А), дві інші (бокоплави, молюски живородки) - у другому (В), і останній (личинки мошок) - у третьому (С).

Після проведення підрахунку вмісту таксономічних груп ми отримали такі результати:

$$S = 2 \times 3 + 2 \times 2 + 1 \times 1 = 11$$

Отже, згідно отриманих результатів за річками Харків, Лопань, Уди ми отримали значення, що відповідає помірно забрудненим β - мезосапробним водоймам, з третім класом якості води [12]. В таких водоймах відзначається невелика кількість нестійких органічних речовин, які розкладаються до окислення продуктів (Додаток 2). Характеризується низькими концентраціями амонію, нітратного азоту та сірководню і переважанням нітратів. Розчинений кисень зазвичай присутній у великих кількостях. У цих водах присутня дуже різноманітна біота, а надмірне розростання фітопланктону призводить до "цвітіння". Така якість води є типовою для більшості водойм в Україні. За результатами проведеного нами дослідження водних ресурсів у м. Харкові необхідні подальші заходи з метою покращення якості води в річках (Додаток 3) щодо впливу людської діяльності на якість водних ресурсів та розроблення

заходів для їх збереження та охорони [13].

3.4. Лабораторний аналіз води та визначення їх хронічної токсичності

Для того, щоб більш об'єктивно оцінити екологічний стан вод річок Харків, Лопань та Уди в Харкові, ми звернулися за допомогою до науково-навчальної лабораторії екології та токсикології та аналітичної екологічної науково-навчальної лабораторії Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Відповідно до заздалегідь наданих інструкцій були відібрані проби води для визначення хронічної токсичності води на ракоподібних *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg та вмісту важких металів.

Методика визначення хронічної токсичності ґрунтується на встановленні різниці між виживаністю і(або) плодючістю церіодафній у воді, що аналізується (дослід) та у воді, в якій церіодафнії утримуються (контроль). Критерієм хронічної токсичності є статистично значиме зменшення виживаності і(або) плодючості церіодафній у досліді порівняно з контролем впродовж біотестування. Тривалість біотестування становить (7 ± 1) діб [14]. Результати враховують, якщо під час біотестування кількість загиблих церіодафній у контролі не перевищувала 10 %. Якість води оцінюють за рівнем її хронічної токсичності та ступенем забрудненості відповідно до класифікаційної шкали. За висновками лаборантів проведення дослідження показали, що у трьох пробах води виявили хронічну токсичність (слабо токсична) за допомогою методик біотестування з використанням в якості тест-об'єкту ракоподібних церіодафній (Додаток 4).

За своєю токсичною дією особливу небезпеку складають важкі метали, як: ртуть, кадмій, свинець, мідь, цинк, хром, миш'як. Під впливом мікробіологічних процесів токсичні метали перетворюються в більш токсичні органічні форми. За допомогою навчально – дослідної лабораторії аналітичних екологічних досліджень було проведено хімічний аналіз, а саме за органолептичними показниками, мінералізацією та вмісту важких металів [15]. За результатами було

визначено незначні перевищення хлоридів в 1,5 рази (Рис. 3.3) у всіх трьох річках м. Харкова, а вміст важких металів не перевищував фонових значень (Додаток 5).

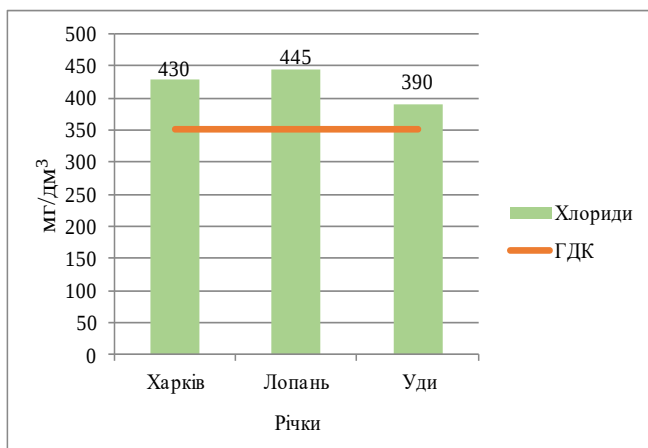


Рис. 3.3 - Результати визначення вмісту хлоридів

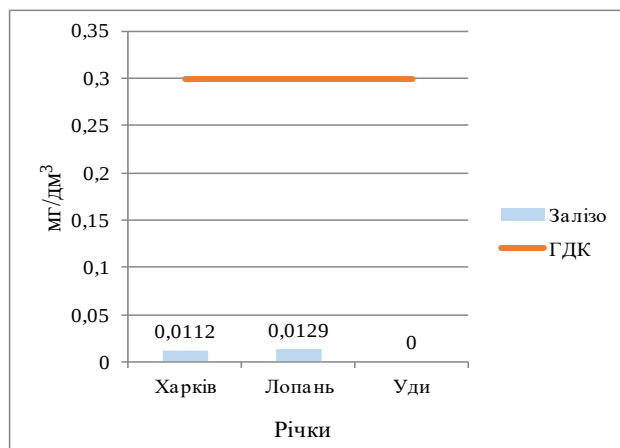


Рис. 3.4 - Результати визначення вмісту заліза

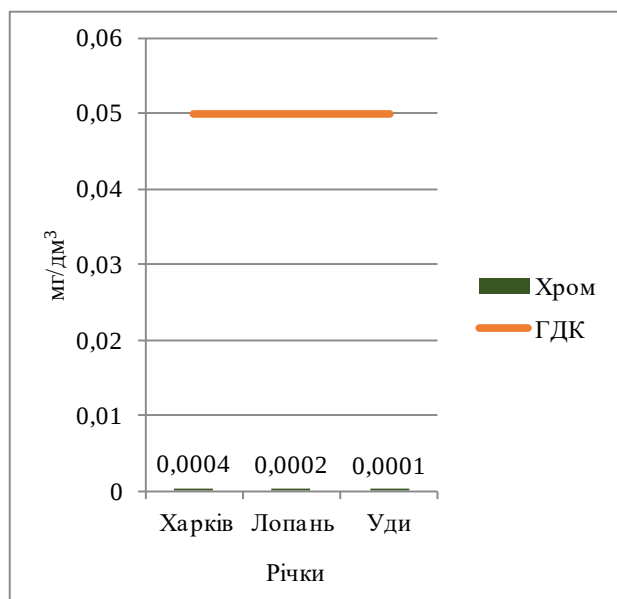


Рис. 3.5 - Результати визначення вмісту хрому

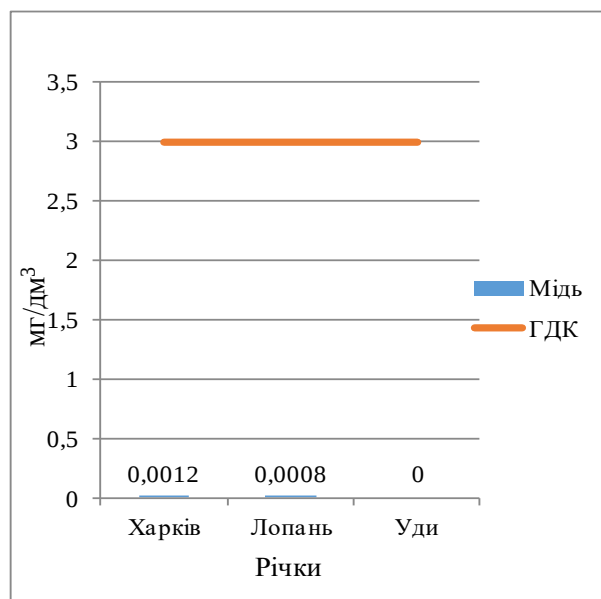


Рис. 3.6 – Результати визначення вмісту міді

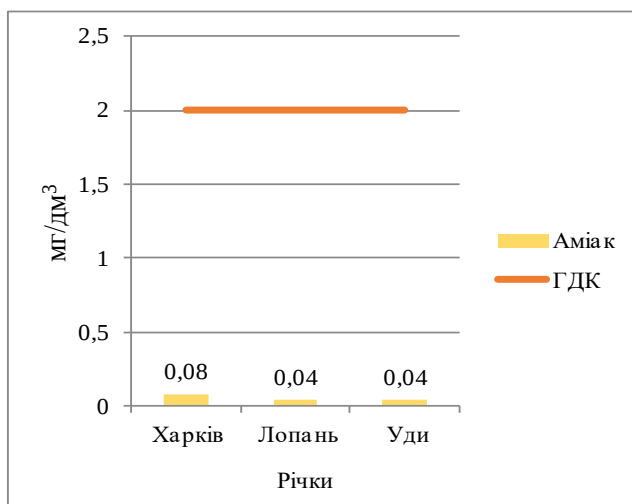


Рис. 3.7 - Результати визначення
вмісту аміаку

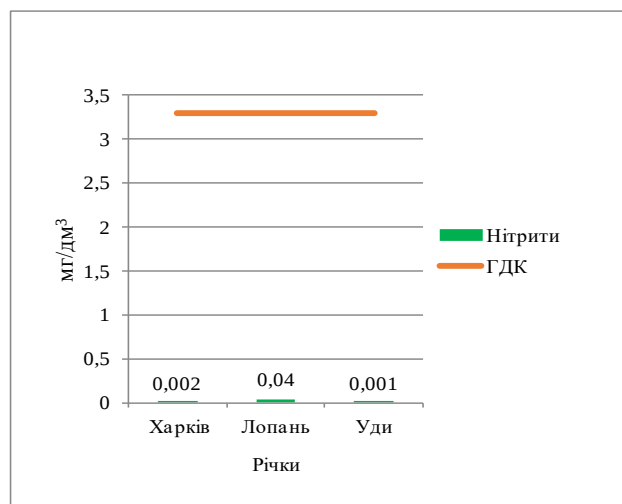


Рис. 3.8 - Результати визначення
вмісту нітритів

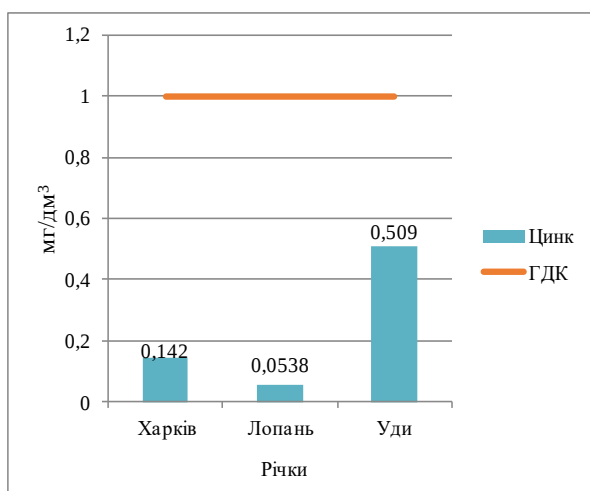


Рис. 3.9 - Результати визначення
вмісту цинку

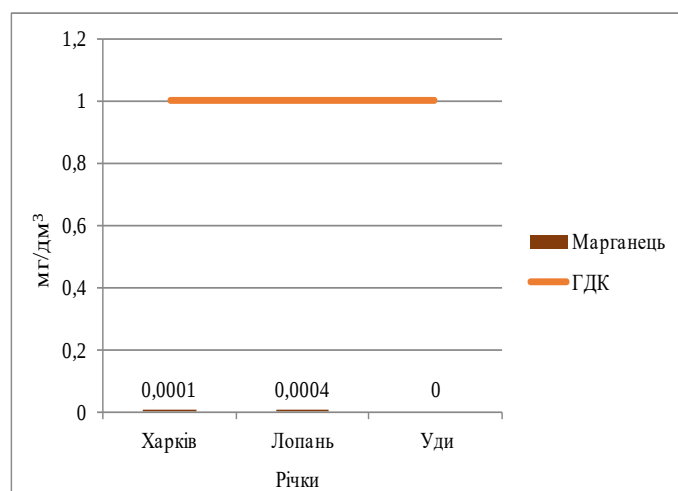


Рис. 3.10 - Результати визначення
вмісту марганцю

РОЗДІЛ 4

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПОЛІПШЕННЯ СТАНУ РІЧОК М. ХАРКОВА

У процесі моніторингу екологічного стану водних об'єктів на рівні міста можна стверджувати, що лише поєднання біологічних та хімічних методів дозволяє достовірно оцінити якість водного об'єкта. Однак, слід також враховувати недоліки та переваги використання такого комплексного підходу, як:

1. Обмежена просторова репрезентативність. Використання обмеженої кількості станцій моніторингу може призвести до недооцінки або переоцінки стану екосистеми, оскільки не враховує всі важливі аспекти та варіації функціонування екосистеми в різних частинах водного об'єкта.
2. Труднощі з інтеграцією результатів. Різні підходи до дослідження та часові періоди створюють невизначеність і ускладнюють порівняння отриманих даних.
3. Відмінності у часових рядах дослідження. Різні сезони та роки можуть призводити до різного стану води, включаючи коливання температури води, сезонні коливання та інші фактори. Такі відмінності можуть суттєво впливати на мінливість показників якості води, ускладнюючи їх інтерпретацію та вимагаючи проведення додаткових аналізів для забезпечення точності та достовірності результатів. Врахування цих факторів при плануванні майбутніх досліджень дасть змогу більш стійко та об'єктивно оцінювати екологічний стан водних об'єктів.
4. Вплив антропогенного навантаження. Врахування антропогенного тиску є важливим для інтегрованого підходу, оскільки антропогенне навантаження може спричинити антропогенні зміни в результатах досліджень. Антропогенний тиск від людської діяльності може спотворювати екологічні показники та спричиняти непередбачувані зміни у водних об'єктах.

Якщо звернути увагу до вищезазначених аспектів та впровадити

інноваційні стратегії, то вони можуть бути вирішені шляхом впровадження конкретних заходів:

1. Розширення обсягу моніторингу. Пропонується розширити обсяг моніторингу за рахунок включення додаткових параметрів якості води та врахування впливу антропогенних і природних факторів. Такий підхід спрямований на отримання більш повної та достовірної інформації про екологічний стан річки.
2. Вдосконалення лабораторних досліджень. Рекомендується розробити методи лабораторних досліджень, включаючи більше параметрів і кращі методи вимірювання. Це дозволить отримати більш точні та репрезентативні дані для кращого розуміння стану водних ресурсів.
3. Розробка програм збереження водних живих ресурсів. Як важливий індикатор екологічного стану річок пропонується розробляти програми збереження та управління водними організмами. Це стане ефективним інструментом моніторингу та охорони водних організмів і сприятиме покращенню стану довкілля.
4. Покращення та розвиток екологічної освіти. Організація освітніх та інформаційних кампаній для залучення громадськості до охорони та покращення стану водних ресурсів необхідна для впровадження рекомендацій та підвищення екологічної обізнаності. Цей крок сприяє позитивній взаємодії та підтримці громадськості для досягнення спільної мети - захисту водних екосистем.

Запропоновані заходи відіграють важливу роль у покращенні якості води харківських річок та сприяють створенню більш динамічної та збалансованої екосистеми. Ці заходи в основному спрямовані на врахування екологічних аспектів і різних факторів, що впливають на водні ресурси. Розширення сфери моніторингу, вдосконалення лабораторних досліджень, розробка програм з охорони водних ресурсів та забезпечення участі громадськості складають комплексний підхід до управління та охорони природних водних ресурсів.

Ці заходи взаємодіють, щоб забезпечити найбільш точну та повну

інформацію про стан водної системи, включаючи хімічні та біологічні аспекти. Крім того, враховуючи унікальність всіх водних екосистем та різноманітність їхніх компонентів, вони дозволять більш ефективно реагувати на виявлені проблеми та розробляти стратегії для їх вирішення. Завдяки спільним зусиллям науковців, громадян та влади запропоновані заходи сприятимуть створенню сталого та здорового середовища у водній системі міста та забезпечать добробут і екологічну стійкість майбутніх поколінь.

ВИСНОВКИ

Аналізуючи можливості застосування індексу Майєра при оцінці якості поверхневих водних об'єктів, можна зробити наступні висновки:

1. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод має важливе значення для створення бази оцінки стану водних об'єктів відповідно до європейського законодавства та забезпечення стійкого розвитку водних ресурсів. Індекс Майєра є одним із методів біоіндикації, що використовують для цієї оцінки.

2. Індекс Майєра базується на аналізі бентосних організмів, зокрема макрозообентосів, які виступають індикаторами стану екосистеми води. Використання біологічних показників дозволяє отримати комплексну інформацію про якість водного об'єкта.

3. Застосування індексу Майєра при оцінці якості поверхневих водних об'єктів має декілька переваг. По-перше, він ґрунтується на об'єктивних параметрах, що дозволяють отримати конкретні числові значення. По-друге, індекс Майєра є чутливим до змін у водних екосистемах, що дозволяє виявляти негативні впливи та зміни в середовищі. По-третє, він враховує якісні характеристики бентосних організмів, що дозволяє отримати комплексну оцінку стану водного об'єкта. По-четверте, індекс Майєра дозволяє порівнювати отримані значення зі встановленими стандартами якості води.

4. Застосування індексу Майєра є ефективним інструментом для моніторингу та контролю якості поверхневих водних об'єктів. Цей метод додатково виявляє забруднення та зміни в екосистемі, а також планує заходи щодо збереження та відновлення водних ресурсів.

5. Результати дослідження свідчать про необхідність комплексних заходів для покращення якості води річок міста Харкова. Рекомендації з розширення моніторингу, вдосконалення лабораторних методів, захисту водних макрофітів та залучення громадськості мають на меті не лише виявлення, але й

ефективного вирішення екологічних проблем. Ці заходи спрямовані на створення сталої екосистеми річок, забезпечення їхньої стійкості та сприяння збереженню природних ресурсів для майбутніх поколінь.

Таким чином, використання індексу Майєра для оцінки якості поверхневих вод забезпечує сталий розвиток водних ресурсів та захист водних екосистем. Цей метод дозволяє об'єктивно, точно та комплексно оцінити якість води, сприяючи покращенню здоров'я людей та стану навколишнього природного середовища.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Екологічний контроль у водному господарстві України: навч. посіб./ М.О. Лазарчук та ін. Рівне: РДГУ, 2012. 126 с.
2. Дубовий В. І., Воробйов В. І. Біоіндикаційна оцінка якісної і кількісної складової природно - техногенної безпеки водних екосистем. *Екологія - філософія існування людства* : зб. матеріалів доповідей VII міжнар. науково-практ. конф. студентів, аспірантів і молодих вчен. Київ : НУБіП України. 2021. С. 48-50.
3. Рибалова О. М, Кусков О. Д., Кусков О.Д. Оцінка екологічного стану річки Лопань на основі визначення екологічного індексу. *Trends in the scientific development: II International Scientific and Practical Conference*. Vancouver. Canada. 2021. P. 35-43.
URL: <https://isg-konf.com>. (дата звернення: 17.11.2023).
4. Towards next-generation biodiversity assessment using DNA metabarcoding / P. TABERLET et al. *Molecular Ecology.*, 2012. Vol. 21 (8). P. 2045–2050. URL: <https://doi.org/10.1111/j.1365-294x.2012.05470.x> (дата звернення: 17.11.2023).
5. Satellite remote sensing for applied ecologists: opportunities and challenges / N. Pettorelli et al. *Journal of Applied Ecology*. 2014. Vol. 51 (4). P. 839–848. URL: <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12261> (дата звернення: 17.11.2023).
6. Економіка довкілля і природних ресурсів: навчальний посібник / за заг. ред. П. Т. Бубенка; Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Х.: ХНУМГ, 2014. 280 с.
7. Малахова В. Головні причини й джерела забруднення малих річок Харкова. *Шляхи подолання екологічної кризи* : Каразінський колоквіум. Шоста обласна конференція. Харків, 2007. С. 219-220.
8. Карпова Г., Зуб Л., Мельничук В., Проців Г. Оцінка екологічного стану водойм методами біоіндикації. Перші кроки до оцінки якості води. –

Бережани, 2010. 32 с.

9. Мальцев В.І., Карпова Г.О., Зуб Л.М. Визначення якості води методами біоіндикації: науково-методичний посібник. К.: Науковий центр екомоніторингу, 2011. - 112 с.

10. Хижняк М. І., Євтушенко М. Ю. Методологія вивчення угруповань водних організмів: навчальний посібник. К.: Український фітосоціологічний центр, 2014. 269 с.

11. Литвиненко А. В. Біоіндикаційна оцінка якісної і кількісної складової природно-техногенної безпеки водних екосистем: маг. дис. Київ, 2018. 24 с.

12. Єрмолова Д. Р., Наумець Д. Ю., Крайнюков О. М. Вплив промислового за-бруднення на біорізноманіття бентосних макроінвертебратів у річках м. Харків. *Охорона довкілля: зб. наук. статей XIX Всеукраїнських наукових Таліївських читань*. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна. 2023. С. 50-51.

13. Єрмолова Д. Р., Наумець Д. Ю., Крайнюков О. М. Оцінка якості води річок м. Харкова за допомогою індексів Майєра та Вудівісса. *Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування: освіта – наука – виробництво – 2023: зб. мат. XXV Міжнародної науково-практичної конференції*. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна. 2023. С. 82-84.

14. ДСТУ 4174-2003. Якість води. Визначання гострої сублетальної та хронічної токсичності хімічних речовин та води на *Daphnia magna* Straus та *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg (Cladocera, Crustacea). [Чинний від 2004-07-01]. Вид. офіц. Київ. 2004. 22 с.

15. Єрмолова Д. Р., Наумець Д. Ю., Крайнюков О. М. Моніторинг якості річок у м. Харків. *Екологічна безпека та раціональне природокористування : Всеукраїнська наукова конференція здобувачів вищої освіти та молодих учених*. Житомир. 2023 (прийнято до друку)

Відбір гідробіологічних проб



УДК 574.64:504.064

Охорона довкілля, 2023

ВІПЛИВ ПРОМИСЛОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ НА БІОРІЗНОМАНІТТА БЕНТОСНИХ МАКРОІНВЕРТЕБРАТІВ У РІЧКАХ М. ХАРКІВ

Єрмалова Д. Р., Наумець Д. Ю., Крайнюков О.М.

daniela.yermolova@studconf.karazin.ua, daniil.naumets@gmail.comkraiynukov@karazin.ua

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, м. Харків, Україна

У даній роботі проведена оцінка якості води річок м. Харків, зокрема річок Харків та Лопань, з використанням фізико-хімічних та біоіндикаційних методів. Проведена оцінка рівня забруднення і його вплив на бентосні організми.

Ключові слова: біоіндикація, оцінка забруднення, бентосні організми, забруднення.

In this study, the assessment of water quality in the rivers of Kharkiv city, specifically the Kharkiv and Lopan rivers, is conducted using physico-chemical and bio-indication methods. An evaluation of the pollution level and its impact on benthic organisms has been carried out.

Key words: bioindication, pollution assessment, benthic organisms, contamination.

На сьогоднішній день м. Харків є одним з найбільших промислових центрів України, що стикається із значним забрудненням своїх водних об'єктів. Річки, що протікають через місто, відіграють важливу роль у житті його мешканців, проте антропогенний вплив став справжнім випробуванням для їх екосистем [2]. З ростом промисловості, збільшенням населення та розширенням міста, річки Харкова стали приймати більше забруднюючих речовин. Відходи промисловості, домогосподарства та транспортні викиди погіршують якість води, що призводить до змін у біорізноманітті та взаємодії між видами.

Один з сучасних та ефективних методів визначення стану забруднення водних об'єктів є біоіндикація. Вона базується на вивченні живих організмів, які є чутливими до змін водного середовища [1]. Наприклад, деякі види макроінвертебратів, такі як ракоподібні, моллюски або личинки комах, реагують на зміни у якості води. Їхня присутність чи відсутність може свідчити про певний ступінь забруднення або про екологічну стабільність середовища.

На карті позначено кілька місць, де проводилися дослідження. У цих локаціях були взяті проби води та проведено гідробіологічні дослідження донних відкладів

XIX Всеукраїнські наукові Талійські читання

(рис. 1).

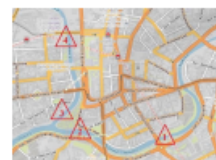


Рис. 1. Місця відбору проб рр. Харків та Лопань (червень – вересень 2021 р.)

Для оцінки та контролю стану річок використовувався метод біоіндикації, що дозволяє не лише визначати рівень забруднення, але й планувати заходи для поліпшення стану водойм.

Відібрав гідробіологічні проби на обраних нами ділянках річок Харків, Лопань (рис. 1) та проаналізував їх на вміст різних таксономічних груп донних безхребетних організмів, було отримано наступні результати за якістю води цих річок, всі вони відповідають помірно забрудненим – мезосапробіям водоймам, з третім класом якості води. За результатами визначення певного переліку фізико – хімічних показників якості води досліджувані річки можна констатувати, що виявлено незначні перевищення нормативних показників за хлоридами в 1,5 рази у всіх річках м. Харкова. Норма хлоридів становить 350 мг/л. Таке перевищення можливе із-за підвищеної мінералізації, а саме через скиди промислових та господарсько – побутових вод.

Отже, з огляду на екологічні виклики, які стоять перед сучасним суспільством, важливо акцентувати увагу на збереженні водних ресурсів і гарантуванні їх якості. Реалізація цього завдання вимагає впровадження новітніх очисних технологій, зокрема, систематичного моніторингу води та активізації екологічної освіти серед громадян.

Список використаних джерел:

1. Литвиненко А. В. Біоіндикаційна оцінка якості і кількісної складової природноекосистемної безпеки водних екосистем. URL: <http://surl.li/m5wb> (Дата звернення: 21.10.2023).
2. План дій зі сталого енергетичного розвитку і клімату м. Харкова до 2030 року. URL: <http://surl.li/m5wb> (Дата звернення: 21.10.2023).

III ПРИРОДООХОРОННА ДІЯЛЬНІСТЬ ТА ЗАПОВІДНА СПРАВА

УДК 574.64:504.064

ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ РІЧОК М. ХАРКОВА ЗА ДОПОМОГОЮ ІНДЕКСІВ МАЙЄРА ТА ВУДІВІССА

Крайнюков М.О., д-р геогр. н., проф. ¹, Єрмолова Д.Р., магістрантка ¹,
Наумець Д.Ю. магістрант ¹

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Вода є одним із важливих природних ресурсів, і якість води в річках та озерах є ключовим фактором для забезпечення здоров'я людей та екосистем. У зв'язку з цим, необхідно проводити регулярну оцінку якості водойм, щоб вчасно виявляти та усувати можливі загрози для здоров'я та екології [1].

Екологічна оцінка якості водойм була здійснена за допомогою індексів Майєра та Вудівісса. Ці індекси базуються на біотичних та абіотичних параметрах водойм, таких як рівень кисню, концентрація органічних речовин та наявність біоти [2].

Для проведення дослідження були взяті зразки води з трьох річок: Харків, Лопань та Уди. Результати експериментальних досліджень показали, що за індексом Майєра вода у річці Уди належить до III класу – забруднена, а – мезосапробна, що вказує на значну кількість органічних речовин та забруднення води. Порівняно з цим, за індексом Вудівісса, вода у річці Уди також належить до III класу – забруднена, але – мезосапробна, що вказує на меншу кількість органічних речовин у воді. Для річок Харків та Лопань, отримані результати за індексом Майєра (табл. 1) були ідентичними: вода належить до III класу - забруднена, а - мезосапробна. Водні ресурси цих річок мають велике значення для міста Харкова та прилеглих населених пунктів, тому дослідження їх якості має важливе значення для охорони довкілля та забезпечення населення чистою водою.

Таблиця 1. Визначення рівня забруднення та класу якості води згідно індексу Майєра [2]

Сума балів	Клас якості води
	I - дуже чиста
	- чиста
	III - помірно забруднена
	IV-V - брудна

За індексом Вудівісса для річки Уди було отримано значення, відповідне III класу якості води - забруднена, а - мезосапробна, що відображається жовтим кольором (табл. 2). Ця річка є однією з важливих водойм Харківської області, яка використовується для питного та промислового водопостачання. Для забезпечення належної якості води необхідно проводити систематичне спостереження та контроль за станом водних ресурсів та вживати заходів з їх збереження та очищення.

Таблиця 2. Визначення біотичного індексу Вудівісса [2]

Індикаторні групи та організми	Кількість видів - індикаторів	Загальна кількість груп макробезхребетних				
Личинки веснянок <i>Plecoptera</i>	>1 виду					
	1 вид					
Личинки одноденок <i>Ephemeroptera</i>	>1 виду					
	1 вид					
Личинки волохокрилець <i>Trichoptera</i>	>1 виду					
	1 вид					
Бокоплави, рід <i>Gammarus</i>	Усі відсутні					
Рівноногі раки <i>Asellus aquaticus</i>	Усі відсутні					
Трубочник (<i>Tubifex</i>) або личинки к	Усі відсутні					
Усі групи відсутні	Деякі присутні					

З аналізу показників водного середовища річок Харків, Лопань та Уди, згідно індексів Майєра та Вудівісса встановлено, що вода у річках Харків та Уди належать до III класу якості води, що свідчить про її забрудненість, а вода у річці Лопань належить до II класу якості води, тобто є чистою.

За результатами використання індексу Вудівісса, вода річки Уди віднесена до III класу якості води і має мезосапробний індекс. Ці результати свідчать про те, що водне середовище річок Харків та Уди є забрудненим, що може негативно впливати на їх екосистему та життя мешканців, які залежать від цих річок.

Застосування методики індексу Майєра та індексу Вудівісса є важливим інструментом для оцінки екологічного стану водного середовища та визначення класу якості води. Враховуючи зростаючий вплив людської діяльності на природні ресурси, важливо забезпечувати постійний моніторинг якості водних ресурсів та приймати заходи для їх збереження та відновлення.

Індекс Майєра використовується для оцінки екологічного стану водойм, зокрема для визначення класу якості води, тоді як індекс Вудівісса забезпечує комплексну оцінку стану водних екосистем.

Отже, можна зробити висновок, що за результатами проведеного нами дослідження водних ресурсів у м. Харкові необхідні подальші заходи з метою покращення якості води в річках щодо впливу людської діяльності на якість водних ресурсів та розроблення заходів для їх збереження та охорони.

Література:

- В. М. Шенчук, М. В. Іванова, О. В. Криворучко. *Водні ресурси України: екологічний стан та перспективи використання* - Київ: НТУУ "КПІ", 2013. 408 с.
Литвиненко А. В. Біоіндикаційна оцінка якості і кількості складової природотехногенної безпеки водних екосистем. URL: https://ela.kpi.ua/bitstream/12345_6789/25_9_41/3/Lytvyenko_A_magistr.pdf (Дата звернення: 09.04.2023).

Додаток 4

ПРОТОКОЛ № 670/21
визначення хронічної токсичності води на ракоподібних
Ceriodaphnia affinis Lilljeborg

Місце відбору проби: р. Уди

Дата і час відбору проби: 20.09.2021

Дата і час початку біотестування: 21.09.2021 15-00

Тривалість біотестування: 7 діб

ЛК₅₀₋₂₄ еталонної речовини для культури церіодафній: 2,55 мг/дм³

Повторність	Кількість новонароджених церіодафній			
	Контроль	Дослід, розбавлення проби води, рази		
		1	2	4
1	6	6	10	9
2	7	5	8	7
3	7	6	7	8
4	8	8	9	8
5	8	6	8	7
6	8	6	9	6
7	7	8	6	8
8	8	9	7	8
9	8	5	9	7
10	6	6	8	7
Кількість живих церіодафній	10	10	10	10
Середнє значення за виживаністю за плодючістю	1 7,30	1 6,50	1 8,50	1 7,50
Станд. відхилення за виживаністю за плодючістю	0,00 0,82	0,00 1,35	0,00 1,08	0,00 0,85
Похибка станд. відхилення за виживаністю за плодючістю	0,00 0,26	0,00 0,43	0,00 0,34	0,00 0,27
Дисперсія за виживаністю за плодючістю	0,00 0,68	0,00 1,83	0,00 1,17	0,00 0,72
Фактичне значення критерію Ст'юдента	за виживаністю за плодючістю	- 1,60	- -2,79	- -0,53
Критерій Фішера	за виживаністю за плодючістю	- 2,70	- 1,72	- 1,07
Кількість ступенів свободи	за виживаністю за плодючістю	18,00 18,00	18,00 18,00	19,00 18,00
Табличне значення критерію Ст'юдента	за виживаністю за плодючістю	2,1 2,1	2,1 2,1	2,09 2,1
Висновок	за виживаністю за плодючістю	нетоксична токсична	нетоксична нетоксична	нетоксична нетоксична

Результат визначення токсичності проби води: вода виявила хронічну токсичність (слабко токсична)

Мінімальна кратність розбавлення, за якої хронічна токсичність не виявляється: 2

Оператор

Кривицька І.А.

ПРОТОКОЛ № 671/21
визначення хронічної токсичності води на ракоподібних
Ceriodaphnia affinis Lilljeborg

Місце відбору проби: р. Харків

Дата і час відбору проби: 07.10.2021

Дата і час початку біотестування: 08.10.2021 15-30

Тривалість біотестування: 7 діб

ЛК₅₀₋₂₄ еталонної речовини для культури церіодафній: 2,55 мг/дм³

Повторність	Кількість новонароджених церіодафній			
	Контроль	Дослід, розбавлення проби води, рази		
		1	2	4
1	7	1	4	6
2	4	2	5	6
3	9	1	6	8
4	5	0	4	7
5	6	0	6	4
6	5	1	5	5
7	4	2	3	6
8	7	2	5	6
9	8	3	6	7
10	7	3	7	5
Кількість живих церіодафній	10	10	10	10
Середнє значення за виживаністю	1	1	1	1
за плодючістю	6,20	1,50	5,10	6,00
Станд. відхилення за виживаністю	0,00	0,00	0,00	0,00
за плодючістю	1,69	1,08	1,20	1,15
Похибка станд. відхилення за виживаністю	0,00	0,00	0,00	0,00
за плодючістю	0,53	0,34	0,38	0,37
Дисперсія за виживаністю	0,00	0,00	0,00	0,00
за плодючістю	2,84	1,17	0,38	0,37
Фактичне значення критерію Ст'юдента	за виживаністю за плодючістю	- 7,42	- 1,68	- 0,31
Критерій Фішера	за виживаністю за плодючістю	- -2,44	- 1,98	- 2,13
Кількість ступенів свободи	за виживаністю за плодючістю	18,00 18,00	18,00 18,00	19,00 18,00
Табличне значення критерію Ст'юдента	за виживаністю за плодючістю	2,1 2,1	2,1 2,1	2,09 2,1
Висновок	за виживаністю за плодючістю	нетоксична токсична	нетоксична нетоксична	нетоксична нетоксична

Результат визначення токсичності проби води: вода виявила хронічну токсичність (слабко токсична)

Мінімальна кратність розбавлення, за якої хронічна токсичність не виявляється: 2

Оператор

Кривицька І.А.

ПРОТОКОЛ № 672/21
визначення хронічної токсичності води на ракоподібних
Ceriodaphnia affinis Lilljeborg

Місце відбору проби: р. Лопань

Дата і час відбору проби: 07.10.2021

Дата і час початку біотестування: 08.10.2021 16-00

Тривалість біотестування: 7 діб

ЛК₅₀₋₂₄ еталонної речовини для культури церіодафній: 2,55 мг/дм³

Повторність	Кількість новонароджених церіодафній			
	Контроль	Дослід, розбавлення проби води, рази		
		1	2	4
1	6	6	10	9
2	7	5	8	7
3	7	3	7	8
4	8	3	9	8
5	8	6	8	7
6	8	6	9	6
7	7	8	8	4
8	8	5	7	8
9	8	5	8	4
10	6	4	4	7
Кількість живих церіодафній	10	10	10	10
Середнє значення за виживаністю за плодючістю	1 7,30	1 6,50	1 8,50	1 7,50
Станд. відхилення за виживаністю за плодючістю	0,00 0,82	0,00 1,35	0,00 1,08	0,00 0,85
Похибка станд. відхилення за виживаністю за плодючістю	0,00 0,26	0,00 0,43	0,00 0,34	0,00 0,27
Дисперсія за виживаністю за плодючістю	0,00 0,68	0,00 1,83	0,00 1,17	0,00 0,72
Фактичне значення критерію Ст'юдента	за виживаністю за плодючістю	- 1,60	- -2,79	- -0,53
Критерій Фішера	за виживаністю за плодючістю	- 2,70	- 1,72	- 1,07
Кількість ступенів свободи	за виживаністю за плодючістю	18,00 18,00	18,00 18,00	19,00 18,00
Табличне значення критерію Ст'юдента	за виживаністю за плодючістю	2,1 2,1	2,1 2,1	2,09 2,1
Висновок	за виживаністю за плодючістю	нетоксична токсична	нетоксична нетоксична	нетоксична нетоксична

Результат визначення токсичності проби води: вода виявила хронічну токсичність (слабко токсична)

Мінімальна кратність розбавлення, за якої хронічна токсичність не виявляється: 2

Оператор _____ Кривицька І.А.

Додаток 5

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ В.Н. КАРАЗІНА НАВЧАЛЬНО-
НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ЕКОЛОГІЇ НАВЧАЛЬНО-ДОСЛІДНА
ЛАБОРАТОРІЯ АНАЛІТИЧНИХ ЕКОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

ПРОТОКОЛ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИМІРЮВАНЬ № 1849-1850
від 01.11.2021 р.

Найменування об'єкта досліджень: Вода з річки

Відібрав студент: Єрмолова Д.Р.

Найменування об'єкту контролю: вода

Вид проби: разова

Місце відбору проби:

Проба №1 Вода р. Лопань, сквер «Стрелка»

Проба №2 Вода р. Харків, сквер «Стрелка»

Дата і час відбору проб: 07.10.2021

Вміст показників у пробах води:

Показники	Проба 1 (1849)	Проба 2 (1850)
рН водне	7,882	7,633
Нітрати, мг/дм ³	0	0
Нітроти, мг/дм ³	0,04	0,002
Прозорість, см	25	30
Запах, бал	0	0
Каламутність	1,5	1,5
Заг. мінералізація, мг/дм ³	731	639
Хлориди, мг/дм ³	448	424
Аміак, мг/дм ³	0,04	0,08
Цинк, мг/дм ³	0,0538	0,0142
Мідь, мг/дм ³	0,0008	0,0012
Марганець, мг/дм ³	0,0004	0,0001
Кадмій, мг/дм ³	0,0001	0
Залізо, мг/дм ³	0,0129	0,0112
Хром, мг/дм ³	0,0002	0,0004

Відповідальні виконавці:

хіміки-аналітики лабораторії

О. Л. Щуковська

В. О. Воронін

Зав. лабораторією,

канд. с.-г. наук, с.н.с., доц.

А. А. Лісняк

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ В.Н. КАРАЗІНА НАВЧАЛЬНО-
НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ЕКОЛОГІЇ НАВЧАЛЬНО-ДОСЛІДНА
ЛАБОРАТОРІЯ АНАЛІТИЧНИХ ЕКОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

ПРОТОКОЛ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИМІРЮВАНЬ № 1838

від 01.11.2021 р.

Найменування об'єкта досліджень: Вода з річки

Відібрав студент: Єрмолова Д.Р.

Найменування об'єкту контролю: вода

Вид проби: разова

Місце відбору проби:

Проба №1 Вода р. Уди, Новобоварський р-н

Дата і час відбору проб: 20.09.2021

Вміст показників у пробах води:

Показники	Проба 1 (1838)
рН водне	8,080
Нітрати, мг/дм ³	0
Нітрити, мг/дм ³	0,001
Прозорість, см	20
Запах, бал	0
Каламутність	1
Жорсткість заг., ммоль/дм ³	9,00
Хлориди, мг/дм ³	400
Лужність, мг/дм ³	5,90
Аміак, мг/дм ³	0,04
Цинк, мг/дм ³	0,0509
Мідь, мг/дм ³	0
Марганець, мг/дм ³	0
Кадмій, мг/дм ³	0
Залізо, мг/дм ³	0
Хром, мг/дм ³	0,0001

Відповідальні виконавці:
хіміки-аналітики лабораторії

Зав. лабораторією,
канд. с.-г. наук, с.н.с., доц.

О. Л. Щуковська
В. О. Воронін

А. А. Лісняк