

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавра

на тему

ЕКОЛОГО-ТОКСИКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ

Р. ЛОПАНЬ У МЕЖАХ М. ХАРКІВ

Виконав: студент 4 курсу, групи ДЕ-42

спеціальності : 101 «Екологія»

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Автор _____ / Данило ВОРОБІЙОВ

(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 – 2024 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) бакалавр
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)

Данилу ВОРОБІОВУ
(ім'я та прізвище)

1. Тема роботи Еколого-токсикологічна оцінка якості води р. Лопань
у межах м. Харків

керівник роботи Олексій КРАЙНЮКОВ, д-р геогр. наук, професор
(ім'я, прізвище, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від “ 10 ” квітня 2024 року № 4301-5/790

2. Строк подання студентом роботи 01 травня 2024 р.

3. Перелік питань, які потрібно розробити:

1. провести аналіз літературних джерел з проблематики, що розглядається у роботі;
2. опрацювати методику біотестування для визначення хронічної токсичності води;
3. узагальнити результати лабораторних досліджень;
4. визначити динаміку змін властивостей та рівнів токсичності води р. Лопань.

4. План роботи

№ з/п	Назви етапів роботи
1	Загальні питання щодо забруднення водних екосистем специфічними хімічними речовинами
2	Принципи застосування екотоксикологічних тестів для оцінки забрудненості водних екосистем
3	Еколого-токсикологічна оцінка якості води річки Лопань у межах міста Харкова

5. Дата видачі завдання 05.06.2023 р.

Студент

_____ підпис

Данило ВОРОБІЙОВ

ім'я і прізвище

Керівник роботи

_____ підпис

проф. Олексій КРАЙНЮКОВ

посада, ім'я і прізвище

АНОТАЦІЯ

ЕКОЛОГО-ТОКСИКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ

Р. ЛОПАНЬ У МЕЖАХ М. ХАРКІВ

Данило ВОРОБІЙОВ

Кваліфікаційна робота «Еколого-токсикологічна оцінка якості води р. Лопань у межах м. Харків» містить 30 сторінок, 3 розділи, 1 таблиці, 6 рисунків, та 38 використаних джерел.

Мета роботи: Провести еколого-токсикологічну оцінку якості води річки Лопань у межах міста Харкова та класифікувати її за рівнями хронічної токсичності.

Об'єкт дослідження: вода річки Лопань (в межах міста Харкова).

Предмет дослідження: наявність токсичних властивостей води, залежно від впливу джерел забруднення.

Актуальність дослідження пов'язана з дослідженням забруднення поверхневих водних об'єктів токсичними речовинами, а саме нафтопродуктами. На сьогодні найбільш ефективними методиками дослідження якості поверхневих вод є біотестування із застосуванням різних тест-систем.

Завдання дослідження передбачали проведення експериментального визначення токсичних властивостей поверхневих вод території дослідження.

Методи. Визначення хронічної токсичності води водного об'єкту, у лабораторії еколого-токсикологічних досліджень за допомогою методики біотестування на ракоподібних *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg.

Результати. В результаті моніторингових досліджень зразків води, які було відібрано у різні пори року з р. Лопань можна зробити висновок, що вплив поверхневого стоку з урбанізованої території є головним чинником погіршення якості води в досліджуваному водному об'єкті. Виток нафтопродуктів з ушкодженої нафтобази також додає токсичного впливу, який може проявлятися впродовж тривалого терміну.

ВУГЛЕВОДНЕВЕ ЗАБРУДНЕННЯ, ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ, НАФТОПРОДУКТИ, РІВЕНЬ ХРОНІЧНОЇ ТОКСИЧНОСТІ, ПОВЕРХНЕВІ ВОДИ

ABSTRACT

ENVIRONMENTAL AND TOXICOLOGICAL ASSESSMENT OF THE WATER QUALITY OF THE LOPAN RIVER IN THE BOUNDARIES OF THE CITY OF KHARKIV

Danylo VOROBYOV

The qualification work "Ecological and toxicological assessment of the water quality of the Lopan River within the city of Kharkiv" contains 30 pages, 3 chapters, 1 tables, 6 figures, and 38 used sources.

The purpose of the work: to carry out an ecological and toxicological assessment of the water quality of the Lopan River within the city of Kharkiv and to classify it according to the levels of chronic toxicity.

Object of research: water of the Lopan River (within the city of Kharkiv).

The subject of research: the presence of toxic properties of water, depending on the influence of pollution sources.

The relevance of the study is related to the study of pollution of surface water bodies by toxic substances, namely oil products. Today, the most effective methods of surface water quality research are biotesting using various test systems. The tasks of the study included the experimental determination of the toxic properties of the surface waters of the study area.

Methods. Determining the chronic toxicity of the water of a water body in the laboratory of ecological and toxicological studies using the biotesting method on the crustacean *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg.

The results. As a result of monitoring studies of water samples that were taken at different times of the year from the Lopan River, it can be concluded that the influence of surface runoff from the urbanized area is the main factor in the deterioration of water quality in the studied water body. The leakage of petroleum products from a damaged oil base also adds to the toxic effect, which can manifest itself over a long period of time.

HYDROCARBON POLLUTION, ENVIRONMENTAL EFFECTS, OIL PRODUCTS, CHRONIC TOXICITY LEVEL, SURFACE WATERS

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ ЩОДО ЗАБРУДНЕННЯ ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ СПЕЦИФІЧНИМИ ХІМІЧНИМИ РЕЧОВИНАМИ....	9
РОЗДІЛ 2. ПРИНЦИПИ ЗАСТОСУВАННЯ ЕКОТОКСИКОЛОГІЧНИХ ТЕСТІВ ДЛЯ ОЦІНКИ ЗАБРУДНЕНОСТІ ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ.....	13
2.1. Міжнародний досвід використання тестових систем у дослідженні забрудненості водних екосистем.....	13
2.2. Методика біотестування для визначення хронічної токсичності води на ракоподібних <i>Ceriodaphnia affinis Lilljeborg</i>	15
РОЗДІЛ 3. ЕКОЛОГО-ТОКСИКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ Р. ЛОПАНЬ У МЕЖАХ М. ХАРКІВ.....	17
3.1. Гідрографічна характеристика річки Лопань.....	17
3.2. Дослідження еколого-токсикологічного стану р. Лопань.....	18
ВИСНОВКИ.....	24
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	26

ВСТУП

У сучасній цивілізації надмірне використання хімічних речовин у різних сферах для задоволення людських потреб стало серйозною проблемою для навколишнього середовища. Люди, тварини та інші живі хребетні піддаються впливу десятків тисяч хімічних речовин. Нажаль, хімічні речовини використовуються надмірно без належної екологічної та токсикологічної оцінки можливого ризику. Хімічні речовини використовуються в різних галузях промисловості, наприклад у сільському господарстві, фармацевтиці, косметиці, барвниках, продуктах харчування, текстильних виробках повсякденного побуту тощо. Хімічні відходи цих галузей безпосередньо утилізуються у водні середовища, такі як річки, океани чи інші водойми прісної води. Добрива, пестициди або інші хімічні сполуки, що використовуються на сільськогосподарських полях, потрапляють з дощовою водою, або просочуються через поверхню щоб досягти водойм і поверхонь ґрунтових вод, таким чином забруднюючи систему прісної води. Скидання хімічних відходів у водні системи та їх наявність у водоймах (навіть у слідових кількостях) може спричинити серйозні ризики для здоров'я людей, рослин, тварин і водної біоти. Крім того, хімічні речовини можуть змінювати смак, запах і колір води, зменшуючи проникнення сонячного світла (небезпека для існування водної флори і фауни) і аерацію, що призводить до зниження фотосинтетичної ефективності.

Фітопланктон, що складається з різних видів водних рослин і водоростей, відіграє вирішальну роль у забезпеченні необхідного харчування для широкого кола водних організмів, включаючи равликів, комах, риб, ракоподібних та інших мікроорганізмів. Вони є незамінними компонентами водних екосистем, оскільки служать біоаккумуляторами хімічних забруднювачів, присутніх у воді. Накопичення цих забруднюючих речовин у фітопланктоні може призвести до токсичності не тільки для інших організмів, таких як дафнії, а й людям через харчовий ланцюг і біомагніфікацію. Хронічна токсичність дафнії та церіодафній служить цінним індикатором токсичних ефектів хімічних забруднювачів, які

знаходяться в водному середовищі, оскільки вони займають друге місце в енергетичній піраміді. Ракоподібні є важливим прісноводним організмом, який широко використовується для визначення хронічної токсичності та небезпечної оцінки хімічних речовин.

Тому визначення токсикологічних властивостей поверхневих водних об'єктів за допомогою хронічного тесту із застосуванням *Daphnia magna* Straus та *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg є практично обов'язковим компонентом природоохоронної діяльності у всіх розвинутих країнах.

Виходячи з вищенаведеного, наші дослідження були спрямовані на оцінку якості води важливого для м. Харків водного об'єкту – річки Лопань, тому що саме біологічне благополуччя є запорукою стійкості водної екосистеми.

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ ЩОДО ЗАБРУДНЕННЯ ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ СПЕЦИФІЧНИМИ ХІМІЧНИМИ РЕЧОВИНАМИ

Сира нафта є складною сумішшю органічних сполук, включаючи аліфатичні (алкани та циклоалкани) та ароматичні вуглеводні, а також азото-, кисень-, сірковмісні речовини та невеликі кількості металів, таких як нікель, ванадій та залізо [1]. Нафта (тобто сира нафта та нафтопродукти) має велике значення як джерело енергії та сировини для виробництва органічних сполук і відіграє домінуючу роль у соціально-економічному розвитку будь-якої країни [2, 3]. Викиди нафтових вуглеводнів у навколишнє середовище під час процесів розвідки, виробництва, зберігання, транспортування, переробки та споживання ненавмисно або навмисно, антропогенна діяльність, а також природні просочування призводять до значного забруднення нафтовими вуглеводнями [4-7]. Значна частина нафтових вуглеводнів, що надходять у водне середовище, швидко втрачається шляхом випаровування, деяка частина розчиняється у воді, накопичується в планктонних організмах і відкладеннях і може розподілятися по харчовому ланцюгу [8]. Ці забруднювачі чинять значний руйнівний вплив на поверхневі та підземні води, спричиняють негативний економічний вплив (збитки) на рибну промисловість, рекреацію та туризм [9, 10]. Отже, нафтові вуглеводні є одними з найважливіших органічних забруднювачів наземних і водних екосистем [11].

Нафта та її продукти є одними з найбільш складних і різноманітних сполук, які підлягають екотоксикологічній оцінці завдяки їхнім хімічним і фізичним характеристикам [12, 13]. Усі вуглеводневі сполуки, отримані із сирової нафти, загалом визначаються як загальні вуглеводні нафти, які є потенційно токсичними речовинами для живих організмів [14, 15].

Комплексна програма моніторингу включає три типи біологічних, хімічних і фізичних методів моніторингу. Біологічні методи повинні супроводжуватися відповідними фізичними та хімічними аналізами як ефективними додатковими підходами для інтерпретації результатів [16]. Хімічні або фізичні аналізи, такі як високоефективна рідинна хроматографія, газова хроматографія і індуктивно зв'язана плазма, зазвичай використовуються для вимірювання забруднювачів навколишнього середовища. Ці методи здатні виявляти та визначати концентрацію забруднювачів з високою точністю та чутливістю, але не відображають жодної інформації про небезпеку та токсикологічний вплив на організми [17, 18]. Біологічні методи, включаючи біотести та біосенсиори, відображають токсичну реакцію живих організмів на фізичні та хімічні зміни в навколишньому середовищі, за допомогою яких визначаються екологічні ризики, особливо на рівні скринінгу [19, 20]. Ці методи мають багато переваг, таких як економічність, швидка реакція, висока чутливість, простота виконання та надійність результатів [21]. Крім того, ці методи можна застосовувати для вимірювання токсичності окремих сполук або синергічного ефекту складних сумішей хімічних речовин [22]. З цих причин було розроблено використання різноманітних біотестів і біосенсорів для оцінки якості повітря, ґрунту та води [23].

Деякі організми, які зазвичай використовуються для моніторингу токсичних властивостей води, включають мікроорганізми, риби, рослини, водорості та безхребетні, які використовуються як біоіндикатори та біомонітори [24]. Випробування на токсичність систем вищих організмів, наприклад тварин і риб, можуть бути обмежені через тривалий час експозиції, великий об'єм зразків і громадський резонанс щодо принесення організмів в жертву [25]. У таких біотестах оцінка токсичності виражається шляхом вимірювання біологічних кінцевих точок, таких як виживання, ріст і розмноження [26].

Мікробні біотести на основі бактеріальних методів проводилися для скринінгу токсичності. Застосування люмінесцентних бактерій виявилось

корисним інструментом для оцінки та моніторингу токсичності, оскільки вони є неінвазивними, швидкими, відтворюваними та зручними для користувача. Біоломінесценція тісно пов'язана з клітинним метаболізмом, і тому вона є чутливим індикатором метаболічного стану бактерій. У присутності шкідливих речовин активність клітин пригнічується, а інтенсивність світла зменшується. Інгібування біоломінесценції можна розрахувати, вимірявши інтенсивність світла зразка, який піддався стресору, і порівнявши його з відповідним контрольним зразком [27]. Найважливішим показником для вираження токсичності в дослідженнях біологічного аналізу є напівмаксимальна ефективна концентрація (EC_{50}), яка є концентрацією токсичної речовини, яка зменшує випромінювання світла на 50% [28].

Водне середовище є багатоелементною системою, що складається з багатьох середовищ, яка включає велику кількість факторів забруднення, і має високу випадковість, складність і комплексність. Однак для більшості оцінок якості води вибір індикаторів більше схиляється до фізичних індикаторів та загальних хімічних індикаторів якості води, і ці традиційні параметри не можуть сигналізувати про токсичні властивості води. Якщо деякі токсичні та шкідливі забруднювачі накопичуються у воді протягом тривалого часу, це створює велику загрозу для здоров'я людини та навколишнього середовища. Зараз існує мало пов'язаних матеріалів щодо оцінки якості поверхневих та підземних вод з токсикологічними показниками як об'єктом дослідження, а загальнозживані методи оцінки не повністю сумісні з токсикологічними показниками. Крім того, процес оцінки якості води передбачає прийняття рішень за багатьма критеріями, і він має велику невизначеність, тоді як більшість методів не можуть усунути випадковість і нечіткість у процесі оцінки, іншими словами, у процесі оцінки немає єдиної основи для судження про вплив різних методів на зменшення або уникнення випадковості та нечіткості.

Поліциклічні ароматичні вуглеводні, що містяться в нафтопродуктах, дуже токсичні для організмів. Дослідження показали, що поліциклічні ароматичні вуглеводні мають сильну канцерогенну, тератогенну та мутагенну дію.

За даними Агентства з охорони навколишнього середовища США (USEPA), поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАВ) внесені до списку пріоритетних забруднювачів і продовжують досліджуватися в різних дослідженнях у всьому світі [29]. Крім того, антропогенне надходження токсичних металів у водні об'єкти може змінити їх початковий розподіл в осадах і створити потенційний ризик для водних екосистем і здоров'я людини через їх накопичення в харчових ланцюгах [30]. Таким чином, наукова оцінка та прогнозування впливу нафтопродуктів та поліциклічних ароматичних вуглеводнів на водні екосистеми стало головним пріоритетом для активного вжиття ефективних превентивних заходів та захисту водних екологічних ресурсів [31].

Оцінку ризику, в тому числі токсикологічного вперше запропонувало Національне агентство з охорони навколишнього середовища США. Його основною структурою є «три кроки» формування проблеми, аналізу та характеристики методу. Європейський Союз визначає низку основних вимог до надання даних для оцінки екологічної небезпеки промислової виробничої діяльності [32]. Існує три типи оцінки екологічного ризику, які базуються на різних теоріях. Розподіл чутливості видів (SSD) є одним із методів оцінки екологічного ризику. Це відноситься до оцінки екологічного ризику хімічного забруднення, де багато джерел ризику та багатовидова зона рецепторів [32]. Вона може математично зіставляти дані про токсичність кожного виду для певної сполуки, щоб побудувати криву розподілу, чутливу до виду. Метод SSD є основним методом, який використовують багато країн для визначення контрольного показника водного середовища. Для оцінки токсичності нафтових вуглеводнів для водних організмів накопичено велику кількість відповідних даних про гостру токсичність. Проте рідко повідомлялося про дослідження шкідливої концентрації або контрольної концентрації нафтових вуглеводневих забруднювачів у водному середовищі з використанням методу SSD.

РОЗДІЛ 2

ПРИНЦИПИ ЗАСТОСУВАННЯ ЕКОТОКСИКОЛОГІЧНИХ ТЕСТІВ ДЛЯ ОЦІНКИ ЗАБРУДНЕНOSTІ ВОДНИХ ЕКОСИСТ

2.1. Міжнародний досвід використання тестових систем у дослідженні забрудненості водних екосистем

Однією з ключових екологічних проблем прісноводних систем є зростаючий світовий тиск антропогенних хімічних факторів стресу [33]. Хоча більшість із хімічних речовин присутні у компонентах довкілля у низьких концентраціях, вони викликають екотоксикологічне забруднення, оскільки зустрічаються у складних сумішах разом із продуктами трансформації та невизначеними хімічними речовинами, які можуть взаємодіяти один з одним. Що ще більше ускладнює ситуацію, так це виявлення хімічних речовин у навколишньому середовищі за допомогою хімічного аналізу, що не обов'язково означає, що вони є біодоступними, а також те, що вони спричинятимуть помітний або шкідливий вплив на біологічні системи. Таким чином, для оцінки ризику того, що хімічні суміші можуть завдати шкоди водним екосистемам, хімічний моніторинг буде дедалі менш інформативним і забезпечуватиме слабкий зв'язок із негативним впливом на екосистеми.

Насправді хімічний моніторинг часто проводиться не окремо, а в поєднанні з екологічним моніторингом. Екологічні індекси є найпоширенішим методом оцінки екологічного стану в усьому світі та включають вибірку організмів у системі моніторингу для оцінки структурних або функціональних кінцевих точок. Індекси узагальнюють видове різноманіття в одне значення та додатково служать для опису загального екологічного стану. Отже, основною перевагою екологічного моніторингу є висока екологічна значущість, оскільки він надає вичерпну інформацію про екосистему та об'єднує загальний вплив хімічних факторів стресу, включаючи ефекти сумішей і біодоступність. Однак недоліком екологічних індексів є їхня обмежена здатність ідентифікувати

приховані стресори, що викликають негативні екологічні наслідки. Крім того, виміряні реакції відображають зміни в екосистемі, які вже відбулися, і менш корисні як профілактичний інструмент.

Очевидно, що існують деякі вади щодо хімічного та екологічного моніторингу, і зростає потреба щодо необхідності додаткових методів. Ці потреби можна вирішити за допомогою еколого-токсикологічних методів досліджень, які можуть створити міст між хімічним моніторингом та екологічними показниками. Еколого-токсикологічні експериментальні дослідження визначаються як системи випробувань, які піддають вплив біологічних компонентів навколишнього середовища та згодом оцінюють біологічні ефекти хімічних стресорів на різних рівнях біологічної організації, від молекулярного до спільнот та екосистем. Ці тести варіюються від вимірювання реакцій суборганізмів у моделях *in vitro* до ефектів на рівні екосистем *in vivo*, включають методи, засновані на ефектах, (стандартні) тести на токсичність, біотести, біомаркери, а також мікро-, мезо космічні експерименти, і можуть бути виконані в лабораторіях або в польових умовах (*in situ*). Інтеграція тестів на екотоксичність, що вимірюють біологічні ефекти, у практику моніторингу може подолати обмеження екологічних індексів та моніторингу на основі хімічних речовин трьома шляхами: 1) шляхом надання більш повної та реалістичної оцінки впливу та реакції водних організмів на хімічні стресори [34]; 2) допомагати розглядати основні механізми, що призводять до несприятливого впливу на водні екосистеми [35, 36]; 3) функціонувати як сигнал раннього попередження, що дозволяє вживати превентивних заходів [37]. Це робить методи екотоксикологічного тестування адекватним інструментом як для проспективної, так і для ретроспективної оцінки ризику токсикологічного забруднення.

У всьому світі порогові рівні впливу під назвою «регуляторно прийнятні концентрації», «прогнозовані концентрації без ефекту» тощо визначаються за результатами екотоксикологічних тестів. На нижчих рівнях, наприклад, системи

оцінки ризику пестицидів, результати стандартних тестів на токсичність, проведених із стандартними тестовими видами, використовуються для визначення захисних порогових рівнів ефектів [37]. Однак на вищих рівнях нестандартні тести з використанням нестандартних досліджуваних видів і нестандартних кінцевих точок ефекту також дозволені для уточнення ризиків, визначених нижчим рівнем, і можуть стосуватися будь-якого рівня біологічної організації, який має відношення до оцінки рівня забрудненості.

2.2. Методика біотестування для визначення хронічної токсичності води на ракоподібних *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg

В роботі, для визначення хронічної токсичності зразків води з річки Лопань було використано методику біотестування з визначення хронічної токсичності води на ракоподібних *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg, яка ґрунтується на встановленні різниці між виживаністю і/або плодючістю церіодафній у воді, що аналізується (експеримент) та у воді, в якій церіодафнії культивуються (контроль) [38].

Критерієм хронічної токсичності води з водного об'єкта є визначаємо статистичними засобами значиме зменшення виживаності і (або) плодючості церіодафній у досліді порівняно з контролем впродовж терміну біотестування.

Експериментальні дослідження проводились у лабораторії еколого-токсикологічних досліджень навчально-наукового інституту екології Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна.

Порівняльна оцінка якості поверхневих вод проводилась відповідно до таблиці 2.1 [38]. Визначення токсикологічних властивостей води водних об'єктів є необхідною складовою з оцінки екологічного стану поверхневих вод і моніторингових досліджень в межах досліджуваного басейну.

Таблиця 2.1

Класифікація якості води за рівнями хронічної токсичності

Клас якості води	Ступінь забрудненості	Рівень хронічної токсичності, OT_x
I	чиста	1,0
II	слабозабруднена	1,1-2,0
III	помірно забруднена	2,1-4,0
IV	брудна	4,1-8,0
V	дуже брудна	більше 8,0

РОЗДІЛ 3

ЕКОЛОГО-ТОКСИКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ РІЧКИ ЛОПАНЬ У МЕЖАХ МІСТА ХАРКОВА

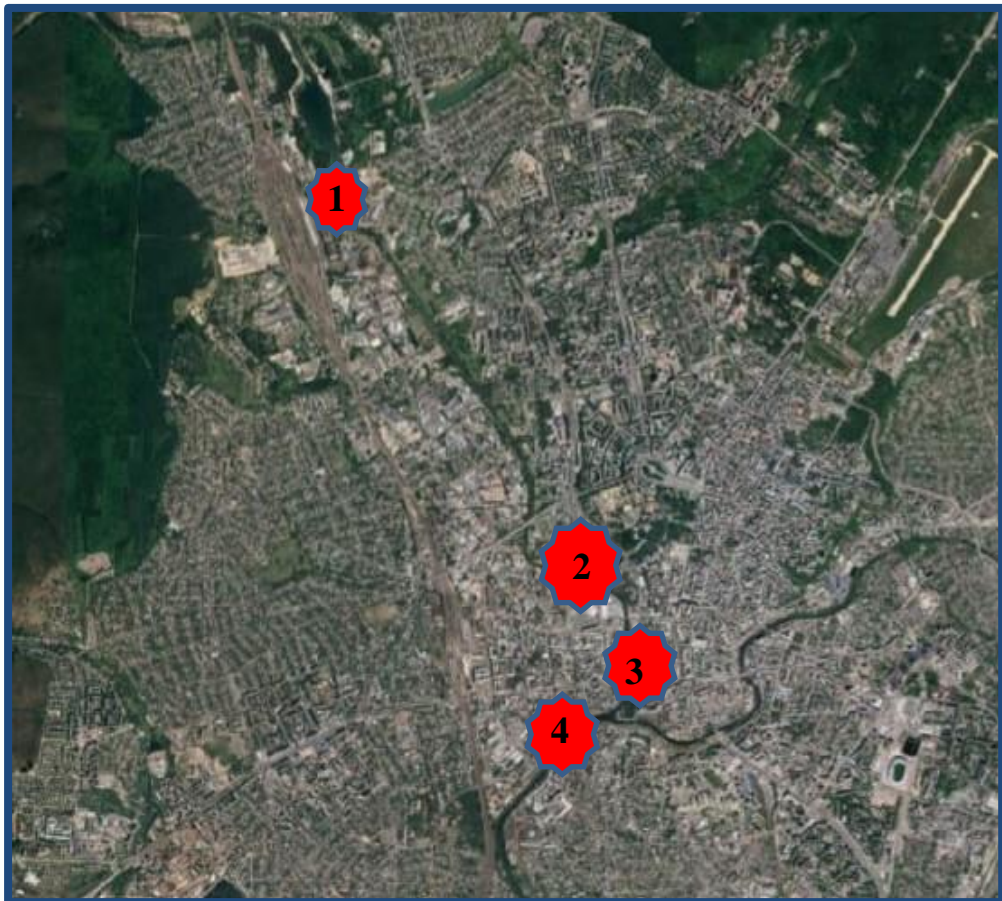
3.1. Гідрографічна характеристика річки Лопань

Річка Лопань належить до басейну р. Сіверський Донець, що є найбільшою річкою в Харківській області. Басейн річки Лопань розташовано в межах південного відрігa Середньо - Російської височини. Рельєф та клімат цього регіону в цілому є сприятливими для інтенсивного промислового і сільськогосподарського освоєння даної території. Пріоритетними тут є лісостепові ландшафти на півночі (до лінії Старовірівка – Зміїв – Балаклея – Куп'янськ) і степові розчленовані ландшафти на більшій частині басейну р. Сіверський Донець, що відрізняються помірно–континентальним кліматом з відносно холодною та малосніжною зимою, жарким та посушливим літом. Період з температурою понад $+10^{\circ}\text{C}$ становить 145 – 155 днів, сума активних температур 2750 – 3200 $^{\circ}\text{C}$. Опадів випадає 3765 – 540 мм на рік, найбільше – в межах Донецького кряжа. У теплий період року випадає приблизно 75 – 80% опадів. Особливості рельєфу та кліматичних умов цього району сприяло формуванню специфічного ґрунтового покриву. Більшу частину даної ділянки басейну р. Сіверський Донець займають середньогумусні чорноземи, на півночі поширені звичайні чорноземи. Зрідка зустрічаються опідзолені різновиди, дерново-глеєві, алювіальні, солонцюваті і супіщані ґрунти. Переважна більшість ґрунтів мають підвищений рівень родючості, що також сприяє розвитку сільського господарства. Пріоритетними процесами в басейні річки Лопань є яруго утворення (приблизно 1/4 території), плоска ерозія та заболочування. Аналіз даних показав, що басейн річки Лопань характеризується ерозійними процесами на схилах долин, заплави й русла, визначена частково певна дефляція, невеликі зсуви, що сприяє замуленню русла, підйому рівня ґрунтових вод і

підтопленню прилягаючих територій. Ці процеси вимагають проведення спеціальних природоохоронних заходів щодо запобігання негативних наслідків таких процесів.

3.2. Дослідження еколого-токсикологічного стану р. Лопань

Основним джерелом забруднення річки Лопань в межах м. Харків до військової агресії РФ був поверхневий стік з урбанізованих територій та скиди стічних вод підприємствами комунального господарства. До джерел забруднення поверхневих водних об'єктів також слід віднести порушення режиму землекористування прибережних водоохоронних смуг і наявність на цих територіях стихійних звалищ побутових відходів.



- створи з відбору зразків води

Рис. 3.1 Місця відбору зразків води з р. Лопань

Відбір зразків поверхневих вод з річки Лопань було здійснено восени 2023 року та взимку та навесні 2024 року (рис. 3.1). Метою досліджень було визначення токсичних властивостей у зразках води з річки Лопань у межах м. Харків.

Зразки відбирались у 4 створах з р. Лопань:

1. р. Лопань, Павлівська Гребля;
2. р. Лопань, Рогатинський міст;
3. р. Лопань, Лопанський міст;
4. р. Лопань, Гончарівська гребля.

За результатами проведених восени 2023 року еколого-токсикологічних досліджень зразків води з р. Лопань були отримані наступні результати (рис. 3.2):

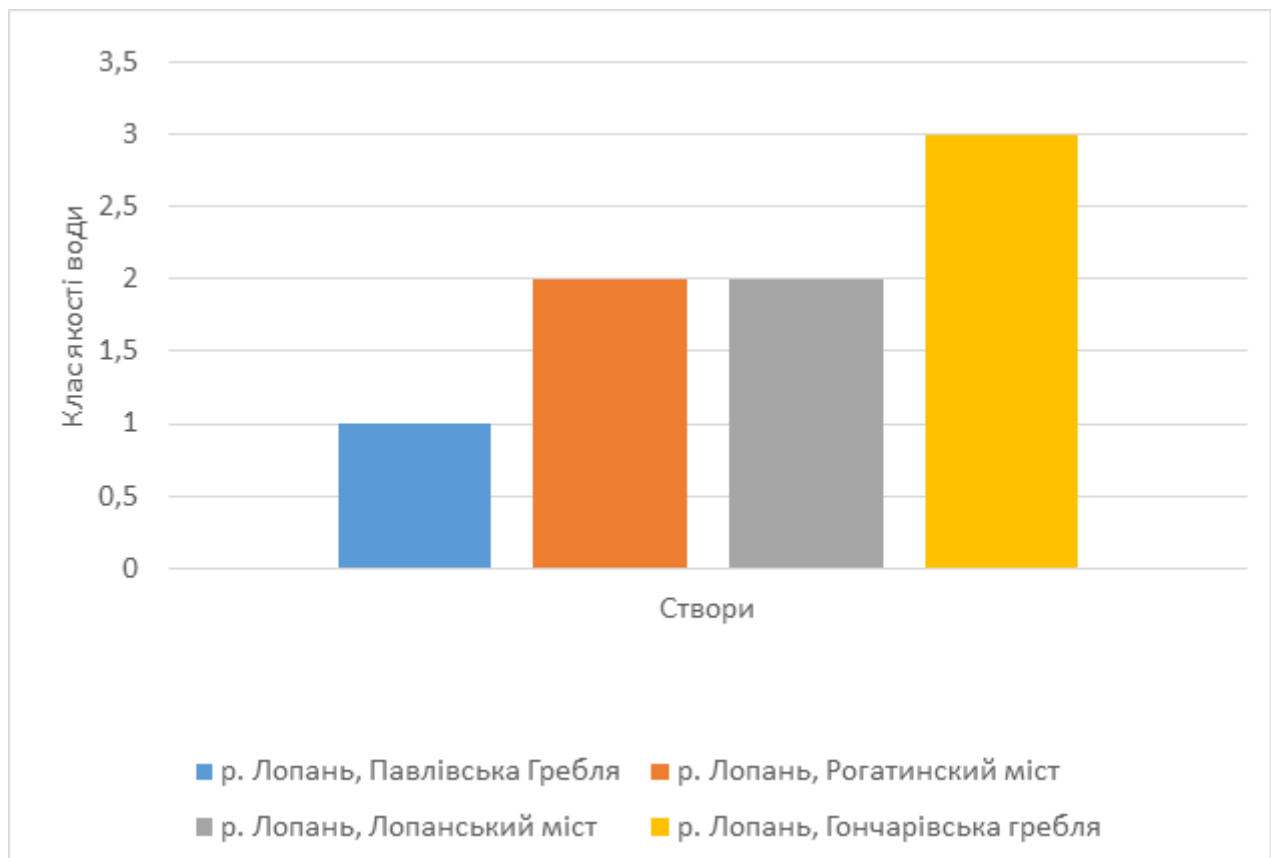


Рис. 3.2 Результати визначення токсичних властивостей зразків поверхневих вод, які було відібрано з р. Лопань восени 2023 року

Аналіз отриманих результатів показав, що токсичні властивості визначено у трьох зразках поверхневих вод, які було відібрано з р. Лопань у створах Рогатинський міст, Лопанський міст та Гончарівська гребля. У створах Рогатинський міст та Лопанський міст було визначено 2 клас якості води – вода слабозабруднена, а в створі р. Лопань, Гончарівська гребля 3 клас якості води – вода помірно забруднена. Таку динаміку токсичних властивостей можливо пояснити суттєвим впливом урбанізованої території, з якої у р. Лопань надходить поверхневий стік, який містить велику кількість забруднюючих речовин.

Взимку 2024 року до уловлювача сміття на річці Уди прибило пляму з нафтопродуктів. Це місце — за 12 кілометрів від нафтобази в Немишлянському районі Харкова, звідки до водойм Харківщини витекло 3 тисячі тонн бензину та дизелю. Це сталося внаслідок ударів по ній російськими безпілотниками Shahed 9 лютого 2024 року. Нафтопродукти затекли до Уд з Немишлі, звідти — до річок Харків, Лопань і Уди. Результати цих досліджень наведено на рисунку 3.3.

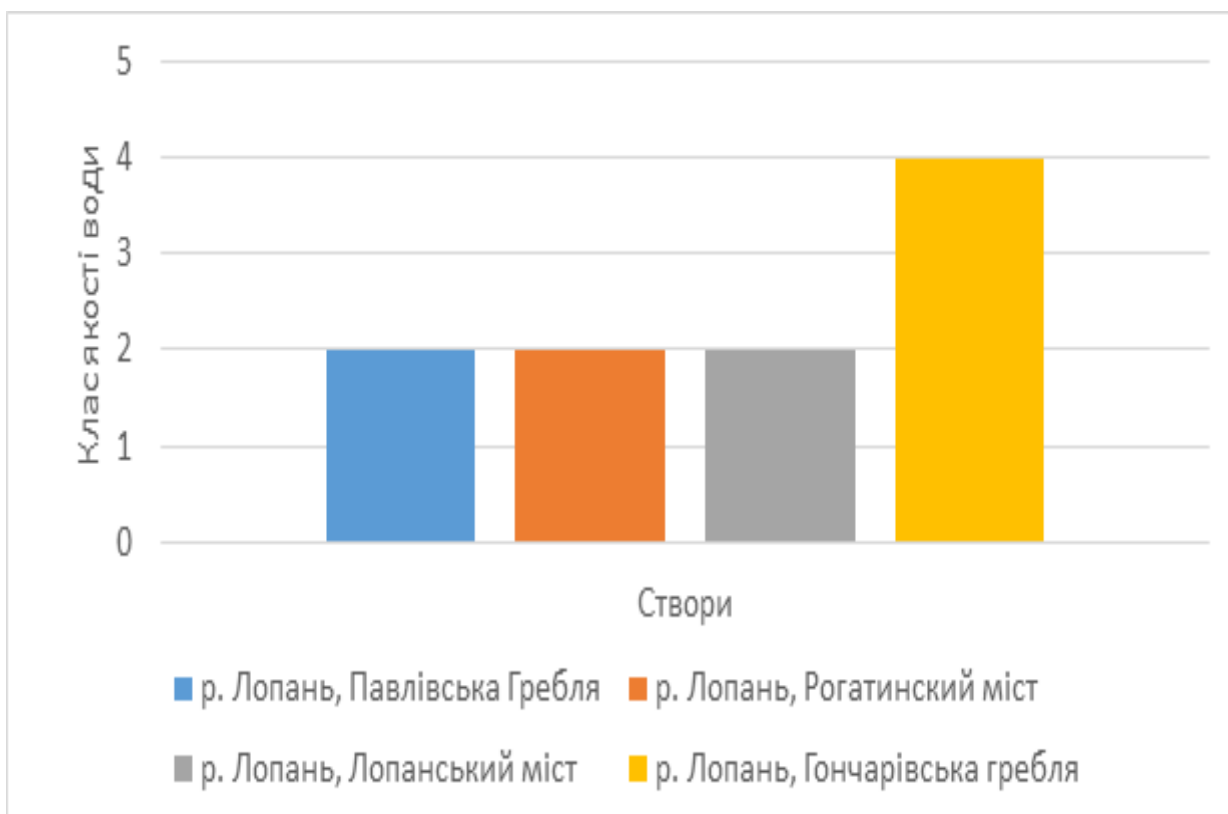


Рис. 3.3 Результати визначення токсичних властивостей зразків поверхневих вод, які було відібрано з р. Лопань взимку 2024 року

За результатами обстеження річок, які були забруднені нафтопродуктами, фахівці Державної екологічної інспекції у Харківській області встановили перевищення нормативного вмісту нафтопродуктів у воді цих водних об'єктів у 6-7 разів. Тому еколого-токсикологічна оцінка якості води р. Лопань повинна була діагностувати її стан на етапі надлишкового забруднення нафтопродуктами. Другий етап дослідження було виконано у середині лютого 2024 року.

Загалом токсикологічна оцінка зразків поверхневих вод з р. Лопань, які були відібрані в зимовий період досліджень, підтверджує загальноприйнятту думку щодо їх низької якості саме взимку, в усіх створах визначено 2 клас якості води – вода слабо забруднена. Для перших трьох створів це може бути обґрунтовано зниженням швидкості біологічної активності водних біоценозів та протікання біохімічних реакцій, що знижує рівень самоочищення та самовідновлення водної екосистеми. Що стосується створу р. Лопань, Гончарівська гребля, то там спостерігалась наявність вуглеводневого забруднення (райдужні плями) на поверхні водного об'єкта, що й стало причиною погіршення якості води у цьому створі – 4 клас якості води, вода брудна.



Рис. 3.4 Візуалізація вуглеводневого забруднення у створі р. Лопань, Гончарівська гребля

Навесні 2024 року відбір зразків з р. Лопань було здійснено у квітні, коли вже візуально не було помітно «райдужних» плям і негативний вплив вуглеводневого забруднення на водний об'єкт, на нашу думку, став меншим.

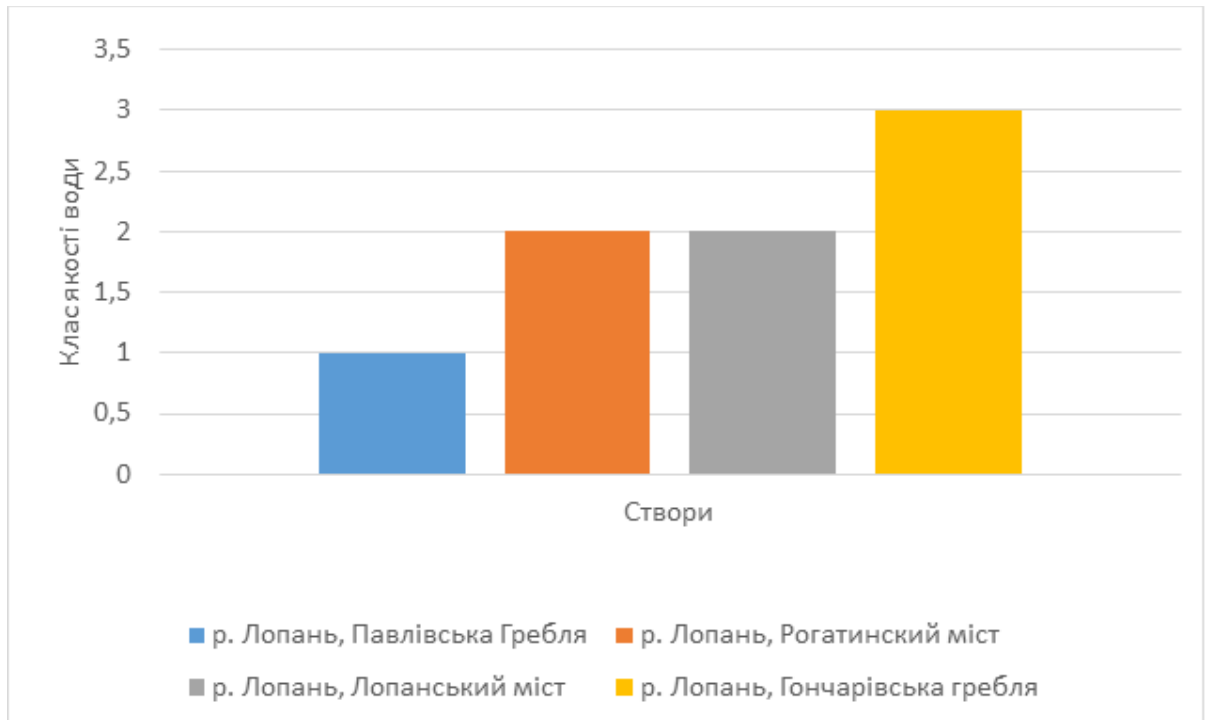


Рис. 3.5 Результати визначення токсичних властивостей зразків поверхневих вод, які було відібрано з р. Лопань навесні 2024 року

Як видно з наведених результатів, якість поверхневих вод стала такою ж як і восени 2023 року. У трьох зразках поверхневих вод, які було відібрано з р. Лопань у створах Рогатинський міст, Лопанський міст та Гончарівська гребля. У створах Рогатинський міст та Лопанський міст було визначено 2 клас якості води – вода слабозабруднена, а в створі р. Лопань, Гончарівська гребля 3 клас якості води – вода помірно забруднена. У створі р. Лопань, Павлівська гребля вода відповідала 1 класу якості – вода чиста.

Така тенденція може свідчити про поступовий процес відновлення водної екосистеми до передаварійного стану.

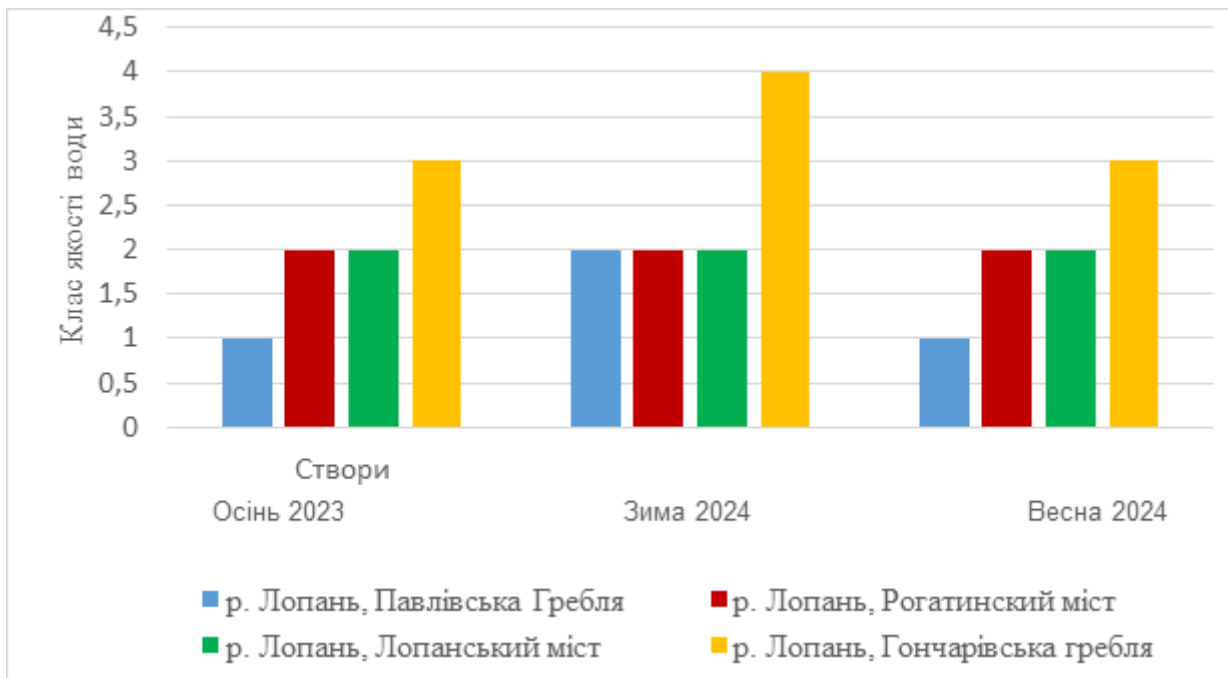


Рис. 3.6 Узагальнення результати визначення токсичних властивостей зразків поверхневих вод, які було відібрано з р. Лопань у різні пори року

Узагальнюючи отримані в результаті моніторингових досліджень зразків води, які було відібрано у різні пори року з р. Лопань можна зробити висновок, що вплив поверхневого стоку з урбанізованої території є головним чинником погіршення якості води в досліджуваному водному об'єкті. Виток нафтопродуктів з ушкодженої нафтобази в результаті удару російськими безпілотниками Shahed 9 лютого 2024 року в Немишлянському районі Харкова додав багато небезпечних сполук до річок м. Харкова, токсичний вплив яких може проявлятися впродовж тривалого терміну.

ВИСНОВКИ

1. Річка Лопань належить до басейну р. Сіверський Донець, що є найбільшою річкою в Харківській області. Басейн річки Лопань розташовано в межах південного відріг Середньо - Російської височини. Рельєф та клімат цього регіону в цілому є сприятливими для інтенсивного промислового і сільськогосподарського освоєння його території.

2. Основним джерелом забруднення річки Лопань в межах м. Харків до військової агресії РФ був поверхневий стік з урбанізованих територій та скиди стічних вод підприємствами комунального господарства. До джерел забруднення поверхневих водних об'єктів також слід віднести порушення режиму землекористування прибережних водоохоронних смуг і наявність на цих територіях стихійних звалищ побутових відходів.

3. Відбір зразків поверхневих вод з річки Лопань було здійснено восени 2023 року та взимку та навесні 2024 року. Зразки відбирались у 4 створах: Павлівська Гребля; Рогатинський міст; Лопанський міст; Лопань, Гончарівська гребля.

4. Для визначення хронічної токсичності води з річки Лопань було використано методику біотестування з визначення хронічної токсичності води на ракоподібних *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg, яка ґрунтується на встановленні різниці між виживаністю і (або) плодючістю церіодафній у воді, що аналізується (експеримент) та у воді, в якій церіодафнії культивуються (контроль).

5. В результаті проведених еколого-токсикологічних досліджень восени 2023 року, токсичні властивості було визначено у трьох зразках поверхневих вод, які було відібрано з р. Лопань у створах Рогатинський міст, Лопанський міст та Гончарівська гребля. У створах Рогатинський міст та Лопанський міст було визначено 2 клас якості води – вода слабозабруднена, а у створі р. Лопань, Гончарівська гребля 3 клас якості води – вода помірно забруднена. У створі р. Лопань, Павлівська Гребля зразок води відповідав 1 класу якості води – вода чиста.

6. Токсикологічна оцінка зразків поверхневих вод з р. Лопань, які були відібрані в зимовий період досліджень, підтверджує загальноприйнятту думку щодо їх низької якості саме взимку, в усіх створах визначено 2 клас якості води – вода слабо забруднена. Для перших трьох створів це може бути обґрунтовано зниженням швидкості біологічної активності водних біоценозів та протіканням біохімічних реакцій, що знижує рівень самоочищення та самовідновлення водної екосистеми. Що стосується створу р. Лопань, Гончарівська гребля, то там спостерігалась наявність вуглеводневого забруднення (райдужні плями) на поверхні водного об'єкта, що й стало причиною погіршення якості води у цьому створі – 4 клас якості води, вода брудна.

7. Проведені експериментальні дослідження навесні 2024 року показали, що у створах Рогатинський міст та Лопанський міст було визначено 2 клас якості води – вода слабозабруднена, а в створі р. Лопань, Гончарівська гребля 3 клас якості води – вода помірно забруднена. У створі р. Лопань, Павлівська гребля вода відповідала 1 класу якості – вода чиста.

8. Узагальнюючи отримані в результаті моніторингових досліджень зразків води, які було відібрано у різні пори року з р. Лопань можна зробити висновок, що вплив поверхневого стоку з урбанізованої території є головним чинником погіршення якості води в досліджуваному водному об'єкті. Виток вуглеводнів з ушкодженої нафтобази в результаті удару російськими безпілотниками Shahed 9 лютого 2024 року в Немишлянському районі Харкова додав багато небезпечних сполук до річок м. Харкова, токсичний вплив яких може проявлятися впродовж тривалого терміну.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Varjani S. J., Rana D. P., Jain A. K., Bateja S., Upasani V. N. Biodégradation synergique ex situ du pétrole brut par un consortium bactérien halotolérant de souches indigènes isolées de sites côtiers du Gujarat, *India Int. Biodeterior. Biodegrad.* 2015. Vol. 103. Pp. 116-124. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2015.03.030>.
2. Fingas M., Les bases du nettoyage des déversements d'hydrocarbures (2e éd.), *CRC Press.* 2000. URL: <https://doi.org/10.1201/9781420032598>.
3. Varjani S. J. Dégradation microbienne des hydrocarbures pétroliers. *Bioresource Technology.* 2017. Vol. 223. Pp 277-286. URL: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2016.10.037>.
4. Крайнюков О. М., Кривицька І. А., Житнецький І. В. Токсикологічна оцінка якості очищення бурових стічних вод. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, серія «Екологія».* 2022. Вип. 28. С. 83-90. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2023-28-07>.
5. Michel J., Fingas M. Oil spills: Causes, consequences, prevention, and countermeasures. G.M. Crawley (Ed.), *Fossil Fuels: Current Status and Future Directions, World Scientific, New Jersey, USA.* 2016. Pp. 159-201. URL: https://doi.org/10.1142/9789814699983_0007.
6. Xu X., Liu W., Tian S., Wang W., Qi Q., Jiang P., Gao X., Li F., Li H., Yu H. Petroleum hydrocarbon-degrading bacteria for the remediation of oil pollution under aerobic conditions: a perspective analysis. *Front. Microbiol.* 2018. 9 (2885). Pp. 1-11. URL: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.02885>.
7. Gao P., Li Z., Gibson M., Gao H. Évaluation des risques écologiques liés au nonylphénol dans les eaux côtières de Chine sur la base d'un modèle de distribution de sensibilité des espèces, *Chemosphere.* 2014. Volume 104. Pp. 113-119. URL: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2013.10.076>.
8. Chouksey M. K., Kadam A., Zingde M. Résidus d'hydrocarbures pétroliers dans le milieu marin de Bassein – Mumbai. *Mar. Pollut. Bull.* 2004. 49 (7–8). Pp. 637-647. URL: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2004.04.007>.

9. Lim T.-T., Huang X. Evaluation of kapok (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.) as a natural hollow hydrophobic–oleophilic fibrous sorbent for oil spill cleanup. *Chemosphere*, 2007. 66 (5). Pp. 955-963.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2006.05.062>.
10. Cohen M. Water pollution from oil spills. *Enycl. Energy Nat. Resour. Environ. Econ.* 2013. Pp. 121-126, URL: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-375067-9.00094-2>.
11. Ukpaka C. P., Lezorghia S. B., Nwosu H. Crude oil degradation in loamy soil using Neem root extracts: an experimental study. *Chem. Int.* 2020. 6 (3). Pp. 160-167. URL: <https://doi.org/10.5281/zenodo.3645478>.
12. Martinez-Jeronimo F., Villasenor R., Rios G., Espinosa-Chavez F. Toxicity of the crude oil water-soluble fraction and kaolin-adsorbed crude oil on *Daphnia magna* (Crustacea: Anomopoda). *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 2005. 48 (4). Pp. 444-449. URL: <https://doi.org/10.1007/s00244-003-0220-4>.
13. Head I. M., Jones D. M., Röling W. F. M. Marine microorganisms make a meal of oil. *Nat. Rev. Microbiol.* 2006. (4). Pp. 173-182.
URL: <https://doi.org/10.1038/nrmicro1348>.
14. Крайнюков О. М., Чистякова О. О., Божко Т. В. Комплексна оцінка стану компонентів природного середовища, забруднених нафтопродуктами. *Захист довкілля від антропогенного навантаження*: зб.наук.ст. Харків-Кременчук, 2006. 12 (14). С.76-90.
15. Крайнюков О. М. Оцінка екологічної небезпеки нафтохімічного забруднення підземних вод. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, серія «Екологія»*. 2008. №801. С. 52-58.
16. Ballance R., Bartram J. Surveillance de la qualité de l'eau : un guide pratique pour la conception et la mise en œuvre d'études et de programmes de surveillance de la qualité de l'eau douce. *CRC Press. London.* 2020. 400 p.
URL: <https://doi.org/10.1201/9781003062110>.
17. Fernández-Piñas F., Rodea-Palomares I., Leganés F., González-Pleiter M., Muñoz-Martín M. A. Evaluation of the ecotoxicity of pollutants with

bioluminescent microorganisms. *G. Thouand, R. Marks (Eds.), Bioluminescence: Fundamentals and Applications in Biotechnology*-Volume 2, Springer, Berlin, Heidelberg. 2014. Pp. 65-135. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-662-43619-6_3.

18. Abbas M. , Adil M., Ehtisham-ul-Haque S., Munir B., Yameen M., Ghaffar A., Shar G.A., Tahir M.A., Iqbal M. *Vibrio fischeri* bioluminescence inhibition assay for ecotoxicity assessment: a review. *Sci. Total Environ.* 2018. 626. Pp. 1295-1309. URL: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.01.066>.

19. Karr J. R., Chu E. W. Biological monitoring: essential foundation for ecological risk assessment. *Hum. Ecol. Risk Assess.* 1997. 3 (6). Pp. 993-1004. URL: <https://doi.org/10.1080/10807039709383742>.

20. Li L., Zheng B., Liu L. Biomonitoring and bioindicators used for river ecosystems: definitions, approaches and trends. *Procedia Environ. Sci.* 2010. 2. Pp. 1510-1524. URL: <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2010.10.164>.

21. Крайнюков О. М. Критерії оцінки чутливості організмів та ефективності методик біотестування для визначення токсичних властивостей води. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, серія «Екологія»*. 2013. №1012. С 64-69.

22. Hassan S. H., Van Ginkel S. W., Hussein M. A., Abskharon R., Oh S.-E. Toxicity assessment using different bioassays and microbial biosensors. *Environ. Int.* 2016. 92–93. Pp. 106-118. URL: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.03.003>

23. Batzias F., Siontorou C. G. A novel system for environmental monitoring through a cooperative/synergistic scheme between bioindicators and biosensors. *J. Environ. Manag.* 2007. 82 (2). Pp. 221-239. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2005.12.023>.

24. Saadati M., Soleimani M., Sadeghsaba M., Hemami M.R. Bioaccumulation of heavy metals (Hg, Cd and Ni) by sentinel crab (*Macrophthalmus depressus*) from sediments of Mousa Bay, Persian Gulf. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 2020. 191. Pp. 109986-109992. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.109986>.

25. Gu M. B., Mitchell R. J., Kim B. C. Whole-cell-based biosensors for environmental biomonitoring and application. *J.-J. Zhong (Ed.), Biomanufacturing, Springer*. 2004. Pp. 269-305. URL: <https://doi.org/10.1007/b13533>.
26. Hamers T., Legler J., Blaha L., Hylland K., Marigomez I., Schipper C. A., Segner H., Vethaak A. D., Witters H., de Zwart D. Expert opinion on toxicity profiling—report from a NORMAN expert group meeting. *Integr. Environ. Assess. Manag.* 2013. 9 (2). Pp. 185-191. URL: <https://doi.org/10.1002/ieam.1395>.
27. Ma X.Y., Wang X.C., Ngo H.H., Guo W., Wu M.N., Wang N. Bioassay based luminescent bacteria: interferences, improvements, and applications . *Sci. Total Environ.* 2014. 468. Pp.1-11. URL: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.08.028>.
28. Girotti S., Bolelli L., Roda A., Gentilomi G., Musiani M. Improved detection of toxic chemicals using bioluminescent bacteria. *Anal. Chim. Acta.* 2002. 71 (1). Pp. 113-120. URL: [https://doi.org/10.1016/S0003-2670\(02\)00870-X](https://doi.org/10.1016/S0003-2670(02)00870-X).
29. Cao Y., Shao C., Wang F., Xu W, Wang S., Hu L., Yu C. Local environment regulation and performance analysis in Nd³⁺-doped SiO₂-Al(PO₃)₃ binary composite glass. *Journal of Non-Crystalline Solids.*. 2018. Volume 481. Pp. 164-169. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jnoncrysol.2017.10.051>.
30. Zhao J., Chen B. Species sensitivity distribution for chlorpyrifos to aquatic organisms: Model choice and sample size. *Ecotoxicology and Environmental Safety.* 2016. Volume 125. Pp. 161-169. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2015.11.039>.
31. Smetanová S., Bláha L., Liess M., Schäfer R.B., Beketov M.A. Do predictions from Species Sensitivity Distributions match with field data? *Environmental Pollution.* 2014. Volume 189. Pp. 126-133. URL: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2014.03.002>.
32. Reid A.J., Carlson A.K., Creed I.F., Eliason E.J., Gell P.A., Johnson P.T., Kidd K.A., MacCormack T.J., Olden J.D., Ormerod S.J. Emerging threats and ongoing problems of freshwater biodiversity conservation. *Biol. Rev.* 2019. 94 (3). Pp.849-873.

33. Siddig A.A., Ellison A.M., Ochs A., Villar-Leeman C., Lau M.K. How do ecologists select and use indicator species to monitor ecological change? Insights from 14 years of publication in Ecological Indicators. *Ecol. Indic.* 2016. 60. Pp. 223-230.
34. Wernersson A.-S., Carere M., Maggi C., Tusil P., Soldan P., James A., Sanchez W., Dulio V., Broeg K., Reifferscheid G. The European technical report on aquatic effect-based monitoring tools under the water framework directive. *Environ. Sci. Eur.* 2015. 27 (1). 7 p.
35. Leusch F.D., Khan S.J., Laingam S., Prochazka E., Froscio S., Trinh T., Chapman H.F., Humpage A. Assessment of the application of bioanalytical tools as surrogate measure of chemical contaminants in recycled water. *Water Res.* 2014. 49. Pp. 300-315.
36. Крайнюкова А. М., Крайнюков О. М., & Кривицька І. А. Використання методик біотестування для оцінювання екологічного стану поверхневих вод. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна серія «Екологія»*. 2021. Вип. (24). С. 103-116.
URL: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2021-24-09>.
37. Brock T.C., Arts G.H., Maltby L., Van den Brink P.J. Aquatic risks of pesticides, ecological protection goals, and common aims in European Union legislation. *Integr. Environ. Assess. Manag. Int. J.* 2006. 2 (4). Pp. e20-e46.
38. ДСТУ 4174:2003 Якість води. Визначення хронічної токсичності хімічних речовин та води на *Daphnia magna* Straus та *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg (Cladocera, Crustacea) (ISO 10706:2000, MOD). Київ: Держспоживстандарт України, 2004.