

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
ЕКОЛОГО-ТОКСИКОЛОГІЧНА ОЦІНКА
ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ М. ЛЮБОТИН

Виконав: студент 2 курсу, групи ЗДЕ-61
спеціальності : 101 «Екологія»

Автор _____ / Максим ПРОНЕНКО
(підпис) (ім'я та прізвище)

Керівник _____ / доц. Іветта КРИВИЦЬКА
(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) магістр
Спеціальність 101 Екологія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

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

“ 5 ” травня 2024 року

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

Максим ПРОНЕНКО

(прізвище, ім'я, по батькові студента)

1. Тема роботи Еколого-токсикологічна оцінка водних об'єктів м. Люботин

керівник роботи Іветта КРИВИЦЬКА, канд. біол. наук, доцент
(ім'я, прізвище, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «12» листопада 2024 року №4301-5/3648

2. Строк подання студентом роботи _____ 27. 11. 2024 р.

3. Перелік питань, які потрібно розробити:

1. Розглянути стан вивчення питання щодо сучасних еколого-токсикологічних досліджень;
2. Проаналізувати стан водних об'єктів м. Люботин;
3. Відібрати проби води та провести еколого-токсикологічну оцінку методом біотестування;
4. Порівняти данні біотестування води в різні сезони року
5. Розробити рекомендації щодо поліпшення стану водних об'єктів м. Люботин.

4. План роботи

№ з/п	Назви етапів роботи
1	Огляд сучасних наукових джерел щодо забруднення водних об'єктів
2	Аналіз стану водних об'єктів м. Люботин
3	Полеві дослідження. Аналіз еколого-токсикологічної оцінки методом біотестування
4	Розробка рекомендацій щодо поліпшення стану водних об'єктів м. Люботин.

5. Дата видачі завдання 03.06.2024 р.

Студент

підпис

Максим ПРОНЕНКО

ім'я і прізвище

Керівник роботи

підпис

доц. Іветта КРИВИЦЬКА

посада, ім'я і прізвище

АНОТАЦІЯ

**ЕКОЛОГО-ТОКСИКОЛОГІЧНА ОЦІНКА
ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ М. ЛЮБОТИН**

Максим ПРОНЕНКО

Кваліфікаційна робота «Еколого-токсикологічна оцінка водних об'єктів м. Люботин» містить 31 сторінка, 4 розділи, 2 рисунків, 4 таблиці, 12 використаних джерел.

Мета роботи: провести еколого-токсикологічну оцінку водних об'єктів м. Люботин.

Актуальність теми. Наявність забруднення довкілля побутовими відходами, незадовільний стан очисних споруд, скидання стічних вод у ґрунти та водойми. Такі дії приводять до наслідків: забруднення водойм хімічними та органічними речовинами, що, в свою чергу, тягне за собою незадовільний стан води у водоймах, у колодязях та централізованому водопостачанню.

Завдання. Розглянути стан вивчення питання щодо сучасних еколого-токсикологічних досліджень; проаналізувати стан водних об'єктів м. Люботин; відібрати проби води та провести еколого-токсикологічну оцінку методом біотестування; порівняти данні біотестування води в різні сезони року; розробити рекомендації щодо поліпшення стану водних об'єктів м. Люботин.

Методи. польові, аналітичні та біологічні методи.

Результати. У роботі використовувалася методика біотестування визначення хронічної токсичності води на ракоподібних *Ceriodaphnia affinis* (Lilljeborg), за допомогою якої було визначено стан води у трьох водоймах м. Люботина («Караванський», «Певний», «Четвертий»). Результати дослідження показали, що вода у ставках «Караванський», «Певний» та «Четвертий» не відповідає показнику «гостра летальна токсичності». Вода у ставку «Певний» відповідає хронічно токсична і відповідає III класу забруднення «помірно забруднена».

ОЦІНКА ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ, ХРОНІЧНА ТОКСИЧНІСТЬ, ЗАБРУДНЮЮЧІ
РЕЧОВИНИ, МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ХРОНІЧНОЇ ТОКСИЧНОСТІ

ABSTRACT

**ECOLOGICAL-TOXICOLOGICAL ASSESSMENT
OF WATER BODIES OF THE CITY OF LYUBOTYN**

Maksim PRONENKO

The qualification work "**Ecological and toxicological assessment of water bodies in the city of Lyubotyn**" contains 31 pages, 4 sections, 2 figures, 4 tables, 12 sources used.

The goal of the work: to conduct an ecological and toxicological assessment of water bodies in the city of Lyubotyn.

Topic relevance. The presence of environmental pollution by household waste, unsatisfactory condition of treatment facilities, discharge of wastewater into soils and reservoirs. Such actions lead to consequences: pollution of reservoirs with chemical and organic substances, which, in turn, entails an unsatisfactory condition of water in reservoirs, wells and centralized water supply.

Tasks. To consider the state of study of the issue of modern ecological and toxicological research; to analyze the condition of water bodies in the city of Lyubotyn; to take water samples and conduct an ecological and toxicological assessment using the biotesting method; to compare water biotesting data in different seasons of the year; to develop recommendations for improving the condition of water bodies in the city of Lyubotyn.

Methods. field, analytical and biological methods.

Results. The work used the method of determining the chronic toxicity of water on the crustacean *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg, with the help of which the state of water in three reservoirs of the city of Lyubotyn ("Karavansky", "Pevny", "Chetverty"). The results of the study showed that the water in the "Pevny" pond corresponds to chronic toxicity and corresponds to the III pollution class "moderately polluted".

ASSESSMENT OF WATER BODIES, CHRONIC TOXICITY, POLLUTANTS,
METHOD OF DETERMINING CHRONIC TOXICITY

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД СУЧАСНИХ НАУКОВИХ ДЖЕРЕЛ ЩОДО ЗАБРУДНЕННЯ ВОДНИХ ОБ’ЄКТІВ	9
1.1. Огляд екологічної проблеми водойм у світі.....	9
1.2. Вплив воєнних дій на стан екосистем України.....	12
1.3. Огляд законодавчої бази Європи щодо збереження водних ресурсів.....	13
РОЗДІЛ 2 МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ВОДНИХ ОБ’ЄКТІВ М. ЛЮБОТИН.....	15
РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОЛОГО- ТОКСИКОЛОГІЧНОЇ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ВОДНИХ ОБ’ЄКТІВ М. ЛЮБОТИН	19
РОЗДІЛ 4 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПОЛІПШЕННЯ СТАНУ ВОДНИХ ОБ’ЄКТІВ МІСТА ЛЮБОТИН.....	25
ВИСНОВКИ.....	27
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	29

ВСТУП

Місто Люботин - мальовниче місто з численними озерами, які є його візитною карткою. Багаточисельні водоймища міста дуже популярні серед місцевих мешканців та туристів завдяки своїй красі та можливості для відпочинку. Але водні об'єкти м. Люботин стикаються з низкою екологічних проблем, пов'язаних зі станом його річок та озер. Незважаючи на їх важливість для місцевої екосистеми та рекреаційного потенціалу міста, водні об'єкти Люботина зазнають серйозних навантажень через діяльність людини та брак належної уваги до охорони навколишнього середовища.

Останніми роками річка Люботинка, яка протікає скрізь місто і формує інші водні об'єкти зазнає сильного забруднення. Однією з основних проблем є скидання стічних вод та побутових відходів. У ряді випадків очисні споруди або відсутні, або працюють неефективно, що призводить до потрапляння у воду різних хімічних речовин та органічних забруднювачів.

Багаточисельні ставки м. Люботин також потерпають від забруднення яке йде від захаращення берегів та водної поверхні, замулюванням та обмілінням, яке знижує рівень води, що обмежує можливості самоочищення водойм та погіршує їх якість.

У зв'язку з цим є надзвичайно актуальним проводити моніторингові дослідження екологічного стану водних об'єктів щоб своєчасно виявляти та усувати джерела забруднення.

Одним з показників екологічного стану є показник токсичності води водних об'єктів. Один із методів що дає можливість оцінити безпосередній вплив токсикантів на живі організми це біотестування. За допомогою біотестування можливо на кількісному рівні за рахунок отримання конкретних цифрових даних оцінити рівень токсичності середовища для організмів. Результати біотестування представляють інтерес не тільки в екологічному, але й в гігієнічному плані.

Для еколого-токсикологічної оцінки водних об'єктів м. Люботин було обрано 3 ставки які є найближчими до ймовірних об'єктів антропогенного навантаження та з'єднанні між собою, це дає змогу отримати загальну оцінку екологічного стану цих водойм.

Мета роботи провести еколого-токсикологічну оцінку водних об'єктів м. Люботин.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі завдання:

1. Розглянути стан вивчення питання щодо сучасних еколого-токсикологічних досліджень;
2. Проаналізувати стан водних об'єктів м. Люботин;
3. Відібрати проби води та провести еколого-токсикологічну оцінку методом біотестування;
4. Порівняти данні біотестування води в різні сезони року
5. Розробити рекомендації щодо поліпшення стану водних об'єктів м. Люботин.

Об'єкт дослідження – ставки м. Люботин

Предмет дослідження – токсикологічні властивості води водних об'єктів м. Люботин

Методи дослідження: польові, аналітичні та біологічні методи.

Структура роботи: вступ, чотири розділи, висновки, список використаних джерел.

Загальний об'єм роботи – 31 сторінка.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД СУЧАСНИХ НАУКОВИХ ДЖЕРЕЛ ЩОДО ЗАБРУДНЕННЯ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ

1.1. Огляд екологічної проблеми водойм у світі

Все частіше на міжнародному рівні обговорюються проблеми про забруднення водойм світу небезпечними речовинами. Така тенденція викликає стурбованість та занепокоєння щодо якості води у водних об'єктах. Постійно зростаюча проблема екологічного стану водойм має важкі наслідки як для здоров'я так і для безпечного життя живих організмів в цілому. Таке забруднення стосується не тільки водної біоти, але і поряд ростучої рослинності, ґрунтів, якості питної води, все що піддається впливу забруднюючих речовин.

Причини забруднення водойм різні. Однозначно можна сказати, що забруднення водних об'єктів – це результат діяльності людства. Антропогенне навантаження на екосистеми, таке як скиди забруднюючих речовин у водойми та ґрунти, забруднення продуктами нафтопереробки, сільськогосподарські відходи, відходи промисловості, побутове сміття, зменшення лісів, енергетика погіршують екологічний стан компонентів природи, у тому числі і якості води.

Огляд літературних джерел щодо ситуації з екологічним станом водойм у всьому світі показав, що ця проблема має глобальний масштаб. Були проведені дослідження та спостереження над впливом забруднюючих речовин на стан живих водних організмів і які мали токсикологічний ефект. Особу уваги треба приділити накопиченню токсичних речовин. Небезпечні елементи виявлені були при гідрохімічному аналізі води, в донних відкладеннях та в організмах риб. Це означає, що еколого-токсикологічний вплив тривалий та виходить за межі водного об'єкту [1].

В результатах дослідження було виявлено, що в країнах Європи найбільші забруднюючі речовини у воді від фармацевтичних активних сполуки, з очисних споруд та від сільськогосподарської діяльності. Фармацевтична галузь постійно

розвивається та збільшується. Відходи фармацевтики поширюються на великі території, і, як наслідок цієї сфери, живі організми постійно піддаються фармацевтичному впливу. Дослідження показало, що водні організми, такі як риби або дафнії, активно поглинають ці сполуки. Риби поглинають фармацевтичні відходи через зябра, шкіру або в якості харчування. Сполуки розподіляються по органам в середині організмів та накопичуються. Таким чином риби використовувалися у дослідженні на токсичність біоіндикаторами. Оцінка якості водних екосистем показала великий токсичний вплив від цієї галузі. У науковій статті, було описано дослідження впливу хімічних елементів стічних вод та осаду із очисної споруди на риби [2]. Стічні води проходять очистку та зливаються у водойми. Досліджувана риба була виловлена із місці зливу стічних вод. Попередньо у стічних водах та осаду було виявлено 32 фармацевтичних елемента. Найбільша концентрація: соталол, амантадин, метопролол, метил, бензотриазол, гідрохлоротиазил. Результати на виявлення токсичного впливу фармацевтичних елементів показали, що у внутрішніх органах риб виявлено 16 із 32 елементів. Очисна система Європи, як і інших країнах, не ідеальна.

Поряд з екологічними проблемами, пов'язаними з фармацевтичною галуззю, спостерігається стурбованість з викидами антибіотиків у навколишнє середовище [3]. Використання антибіотиків у медицині та ветеринарії кардинально змінило багаторічні проблеми і мають позитивні відгуки. Але поряд з такими досягненнями спостерігаються і протилежні результати дослідження від використання антибіотиків. Відходи від антибіотиків створили новий чинник забруднення, який має наслідки для навколишнього середовища. Забруднення довкілля антибіотиками відбувається через людей, тварин, недосконалу утилізацію медичних препаратів, очисні споруди та викиди відходів фармацевтики. Згідно з оглядових джерел публікацій, засушливі європейські регіони, такі як зони Середземномор'я, у зв'язку з дефіцитом води, практикують повторну очистку стічних вод та використовують її знову відповідно потребам. Очисні споруди не нейтралізують дію антибіотиків, а це означає, що навколишнє

середовище попадає під дії повторного забруднення. Сільськогосподарська діяльність, за рахунок використання добрива тваринного походження, теж має свій внесок у поширенні антибіотиків у довкіллі. Такі природні добрива попадають у ґрунт, стікаються у поверхневі водойми, просочуються у ґрунтові водні ресурси. Водонесні горизонти, регулярно приймаючи у свій склад антибіотики, сприяють збільшенню стійкості до таких препаратів. Вода із таких водойм негативно впливає на виживання та розмноження живих організмів. У Європі велику увагу приділяють дослідженню водної екосистеми на предмет впливу антибіотиків на розвиток та на аналіз токсичності для людей, але цей процес ще до кінця не вивчено.

Ще один чинник, який турбує Європу і який впливає на погіршення якості води, це пов'язано що у водойми стікаються як органічні так і не органічні забруднювачі від діяльності агробізнесу. Сільське господарство видає пестициди, метали, хімічні добрива та збільшену концентрацію поживних речовин. Ці забруднювачі викликають незворотні наслідки: трансформацію та погіршення екосистем та шкідливий вплив на здоров'я людини. Аналіз води у водоймах, поряд з якими розташовані поля сільськогосподарського призначення показав збільшення показників металів у воді таких як залізо, алюміній, мідь, хлор, кадмій та інші. Вчені пов'язують це зі стоками із зрошуваних територій, засолених ґрунтів. Забруднення поверхневих водойм напряду пов'язано із забрудненням ґрунтових вод і це визиває занепокоєнням щодо зниження якості питної води. Такі висновки вимагають розробити та впровадити нові інструменти поводження з водними ресурсами.

В Україні також проводяться дослідження впливу концентрації забруднюючих речовин на поверхневі водойми [4]. З метою виявлення масштабів токсичності та мутагенності від перевищення показників хімічної сполуки проводилося дослідження на водних живих організмах, таких як дафнії, інфузорії та бактерії. Дафнії представляють загальновизнаними тест-об'єктами на дослідження токсичності на міжнародному рівні. Тестування на дафнії на екотоксичність є важливим інструментом при визначенні забруднення

у навколишньому середовищі. Це допомагає проводити моніторинг довкілля та виявляти зони з високими токсикологічними сигналами, вчасно реагувати та проводити заходи по зменшенню токсичного впливу. Остра водна токсичність дозволяє зробити оцінку хронічній небезпеки від хімічних речовин.

1.2. Вплив воєнних дій на стан екосистем України

Особу увагу слід приділити дослідженням, які проводилися з метою виявлення пагубних наслідків від воєнних дій в Україні. Можна знайти чимало таких досліджень, результати яких підтверджують негативний вплив на екосистему країни. Від дій боєприпасів прогнозуються довгострокові небезпечні наслідки на навколишнє середовище [5]. На ділянках, забруднених залишками від мін, ракет та вибухонебезпечних запальних речовин (включаючи тринітротолуол), спостерігається підвищення показників важких металів, таких як Pb, Zn, Cu, Cd, Cs и Sb, що, в свою чергу, має синергетичну токсичну дію. Науковці припускають, що забруднення від боєприпасів водою та ґрунтів важкими металами будуть мати вплив на довкілля понад 50 років. Довгостроковий вплив від забруднюючих речовин боєприпасів ставлять під загрозу здоров'я та життя людей. Такі небезпечні речовини забезпечують деградацію ґрунтів, впливають на поверхневі та ґрунтові води, погіршують стан повітря, порушують рослинний, тваринний світ та мікроорганізмів, що приводять до втрати біорізноманіття. Саме небезпечне, що буде спостерігатися донні відкладення у водоймах, що призводитиме до повторного забруднення.

Вибухова речовина тринітротолуол згідно до Всесвітньої організації охорони здоров'я входить до списку небезпечних канцерогенів. Токсичний ефект від тринітротолуол викликає токсичний гепатит, анемію, катаракту. Вплив перевищення показників важких металів, таких як свинець, кадмій, мідь, на здоров'я викликає захворювання кровоносної системи, дітородної функції та пошкодження нервових клітин. Середовище, яке зазнало боєві дії та забруднення боєприпасами потребує плану швидкого відновлення. Науковці розробляють

стратегія негайного відновлення від залишків мін, ракет та вибухонебезпечних запальних речовин, що передбачає поховання, розширене окислення, лужну обробку, фіторемедіацію та мікробну ре медіацію, але поки що це все на стадії лабораторного тестування.

1.3. Огляд законодавчої бази Європи щодо збереження водних ресурсів

Європа стурбована зниженням якості води у світі і тому, паралельно з науковими дослідженнями якості води, впроваджуються інструменти захисту водних горизонтів та зниження екотоксичності водойм. При огляді законодавчих та нормативних документів ЄС можна ознайомитись з великою кількістю директив, спрямованих на управління та збереження водних ресурсів. Ці європейські директиви імплементовано і в Україні.

Перша, сама відома директива, яка підтримує створення ефективних інструментів управління водними ресурсами, сприяє посиленому захисту акваторій, зниженню скидів у водойми, протистоїть поширенню екотоксичності у навколишньому середовищі – це Водна рамкова Директива (WFD) [6]. Має назву: Директива 2000/60/ЄС Європейського парламенту та Ради «Про встановлення рамок діяльності Співтовариства в галузі водної політики» від 23 жовтня 2000 р. WFD сприяє створенню інструментів моніторингу, метою яких є досліджувати екотоксичні показники у водних об'єктах, використовуючи хімічні та екологічні індикатори.

Наступна Директива Ради 98/83/ЄС від 3 листопада 1998 року «Про якість води, призначеної для споживання людиною» [7]. Із назви цієї Директиви зрозуміло, що мета цього документа направлена на збереження питної води, підтримка якості та протидії, пов'язані з погіршенням стану питної води у світі. Заходи по збереженню чистої питної води – це важливий інструмент у підтримці людського здоров'я та у боротьбі зі шкідливими чинниками, які погіршують якість води.

Директива Ради 91/271/ЄЕС від 21 травня 1991 року «Про очищення міських стічних вод». Директива направлена на важливість проводити очистку стічних вод, слідкувати за роботою очисних споруд та каналізацій, забезпечувати високий санітарний стан міста, інших населених пунктів та промислово-виробничих зон.

Директива 2007/60/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 23 жовтня 2007 року «Про оцінку та управління ризиками затоплення». З метою попередження проблем пов'язаних із затопленням та зміною клімату було розроблено алгоритм дій, які прописані у даній Директиві. Директива передбачає впровадження плану щодо управління гідрографічними басейнами, враховуючи ландшафтні особливості кожного регіону. План передбачає зниження ризиків затоплення та збереження екологічного стану.

Директива Ради 91/676/ЄЕС від 12 грудня 1991 року «Про захист вод від забруднення, спричиненого нітратами з сільськогосподарських джерел». Директива направлена на зменшення негативного впливу від сільськогосподарської діяльності. Агробізнес активно розвивається і це вимагає впровадити дії зі стримування необмеженого використання неорганічних добрив. Директива направлена на збереження водних об'єктів та ґрунтів від дій хімічних добрив та запобіганню отриманої шкоди від нітратів, фосфатів.

Директива 2008/56/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 17 червня 2008 року «Про встановлення рамок діяльності співтовариства у сфері екологічної політики щодо морського середовища». Директива направлена на збереження екосистеми морського середовища. Акваторії морів та океанів страждають від надмірного антропогенного навантаження та потребують негайних дій по захисту живих організмів у морському середовищі. Розробка плану дій та впровадження екосистемного підходу щодо охорони та управління екосистем морів є головною стратегією даної Директиви.

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ М. ЛЮБОТИН

Для дослідження водних об'єктів м. Люботин Харківської області Харківського району було обрано три ставки. Це ставок «Караванський», «Певний» та «Четвертий».

У заздалегідь визначений період 2024р. на обраних ставках було здійснено відбір проб води для подальшого дослідження.

Відбір проб води здійснювався механічним шляхом у березні, червні та жовтні 2024 р. у польових умовах. В якості посуду для відбору проб використовувалась чиста пластикова ПЕТ пляшка об'ємом 1,5 літра від питної води тм «Моршинська». Посуд попередньо був декілька разів ретельно промитий зсередини водою з досліджуваного об'єкта в максимальній близькості від точки відбору. Відбір проб здійснювався шляхом занурення пляшки на глибину 0,4-0,5 м від поверхні, отвором до низу. Після досягання бажаної глибини, пляшка переверталась для набору зразка. Така технологія була використана для виключення попадання поверхневих шарів води з досліджуваної водойми у пляшку. Для цієї операції використовувалась заздалегідь підготовлена дерев'яна палиця до якої була прилаштована пластикова бутылка. На кожній пляшці було написано дата, місце та час відбору, та була внесена відповідна інформація до польового щоденнику

Нами була проведена еколого-токсикологічна оцінка водних об'єктів шляхом визначення хронічної токсичності.

Для визначення хронічної токсичності води яка була відібрана з досліджуваних водних об'єктів, були проведені дослідження в лабораторних умовах. Дослідження проводилось на ракоподібних *Ceriodaphnia affinis* (Lilljeborg) згідно методики біотестування [9].

Ceriodaphnia affinis (Lilljeborg) - це дрібні прісноводні ракоподібні, що широко використовуються в екотоксикології для визначення хронічної токсичності води. Вони мають високу чутливість до різних токсичних речовин, включаючи метали, пестициди, нафтопродукти та інші забруднювачі. Це дозволяє виявляти навіть низькі концентрації токсикантів.

Також перевагою у використанні є те, що ці організми мають короткий життєвий цикл (близько 6–10 днів), що дозволяє в найкоротші терміни оцінити вплив токсичних речовин на репродуктивні функції. Ці ракоподібні легко утримуються та розводяться в лабораторних умовах, що мінімізує витрати та забезпечує відтворюваність експериментів.

Ceriodaphnia affinis (Lilljeborg) підходять як для вивчення гострих, так і хронічних ефектів. Для оцінки хронічної токсичності досліджується кількість потомства, тривалість життя та репродуктивна здатність.

Методи тестування з використанням *Ceriodaphnia affinis* (Lilljeborg) входять до рекомендацій міжнародних організацій, таких як OECD та ISO, що забезпечує стандартизацію та визнання результатів.

Ці переваги роблять *Ceriodaphnia affinis* цінним інструментом для моніторингу якості води та оцінки ризику забруднення водойм.

Визначення хронічної токсичності води проводилось за допомогою підрахунків між кількістю виживших та кількістю новонароджених церіодафній у досліджуваній воді та контрольним зразком води. Хронічна токсичність підтверджується, якщо виявлено статистично значима різниця виживаності та/або плодючості церіодафній у досліджуваному зразку порівняно з контрольним зразком впродовж періоду біотестування. Тривалість біотестування згідно методики дорівнює 7 ± 1 доба (за цей період у 60% вихідних церіодафній з'являється три приплоди) [9].

Згідно до методики біотестування при проведенні цих досліджень церіодафнії використовувались віком виключно до 24 год. У контрольному зразку води виживаність дослідних церіодафній повинна бути не менше 90 % [9].

Лабораторне обладнання для води, яка досліджується та контрольної води має відповідати певним вимогам. Тому для чистоти експерименту лабораторні ємності витримувались у термолюміностатах при постійній температурі 25 ± 2 °C, та рівнем освітленості 400-600 люкс. Тривалість світлого періоду повинна бути 16 ± 1 годин. Тривалість темного періоду – 8 ± 1 годин [9].

Для визначення хронічної токсичності десять оброблених пробірок заповнювали контрольною водою, у якій утримується культура церіодафній в лабораторних умовах по 15 см^3 у кожному пробірці. Пробу дослідної води та її розбавлення так само наливали у десять інших пробірок також по 15 см^3 у кожному. Після цього в кожному пробірці з дослідною та контрольною водою вносили по 1 особі церіодафній.

Протягом всього періоду дослідження кожні 24 години здійснювали заміну контрольної та дослідної води у кожній пробірці з церіодафніями. Вода замінювалась на свіжу та додатково проводилось підгодовування ракоподібних суспензію дріжджів. Дотримуючись вимог методики, в процесі виконання цієї процедури вміст необхідної пробірки переливали у інший посуд (наприклад, чашку Петрі). Після цього, ту саму пробірку, заповнювали вже свіжою водою. Вихідну церіодафнію переміщували у нову пробірку і вносили суспензію дріжджів. Потім робився підрахунок новонароджених дафній, після чого приплод видалявся. Процес біотестування був завершений після того, як в процесі дослідження у пробірках з контрольною водою у 60% вихідних самок було зафіксовано по три послідовних приплоди.

По завершенню біотестування було підраховано кількість вихідних самок, що вижили та порівняно з первинною кількістю. Після підрахунку всього обсягу церіодафній було визначено кількість народжених церіодафній, у розрахунку на одну самку. Після чого кількість у кожній повторності в досліджуваній воді, було порівняно з аналогічними підрахунками в контрольній воді.

Статистична значимість різниці між дослідом і контролем за показниками виживаності та плодючості визначалась за двовибірковим критерієм Ст'юдента ($t_{твор}$), який використовують для перевірки гіпотези щодо рівності середніх двох незалежних вибірок. Для цього розраховують величину $t_{факт}$ і порівнюють її з табличним значенням критерію для відповідних рівня ймовірності та числа ступенів свободи [9].

Таблиця 2.1

Класифікація якості води за рівнями хронічної токсичності [9]

Клас якості води	Ступінь забрудненості	Рівень хронічної токсичності, OT_x
I	Чиста	1,0
II	Слабо забруднена	1,1-2,0
III	Помірно забруднена	2,1-4,0
IV	Брудна	4,1-8,0
V	Дуже брудна	більше 8,0

Рівень хронічної токсичності (PT_x) виражають в умовних одиницях хронічної токсичності (OT_x). OT_x визначають через мінімальну кратність розбавлення, за якою хронічна токсичність води не виявляється [9].

Якість води оцінюють за рівнем її хронічної токсичності та ступенем забрудненості відповідно до класифікаційної шкали (табл. 2.1).

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОЛОГО-ТОКСИКОЛОГІЧНОЇ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ М. ЛЮБОТИН

Місто Люботин Харківської області, відоме своїми мальовничими водоймами та природними красами, стикається з низкою екологічних проблем, пов'язаних зі станом його річок та озер. Незважаючи на їх важливість для місцевої екосистеми та рекреаційного потенціалу міста, водні об'єкти Люботина зазнають серйозних навантажень через діяльність людини та брак належної уваги до охорони навколишнього середовища.

Річка Люботинка, яка протікає через місто та його околиці, відіграє важливу роль у водопостачанні та підтримці екосистеми регіону. Однак останніми роками вона зазнає сильного забруднення. Однією з основних проблем є скидання стічних вод та побутових відходів. У ряді випадків очисні споруди або відсутні, або працюють неефективно, що призводить до потрапляння у воду різних хімічних речовин та органічних забруднювачів.

Сільськогосподарські стоки також роблять свій внесок у забруднення річки. Під час дощів добрива та пестициди змиваються з полів у водойму, викликаючи евтрофікацію – процес, при якому підвищений вміст поживних речовин стимулює бурхливе зростання водоростей. Це призводить до дефіциту кисню у воді, що згубно позначається на місцевій фауні та флорі.

Озера та ставки Люботина є улюбленими місцями для відпочинку городян. Але екологічна ситуація і тут бажає кращого. Основні проблеми включають:

- Захаращення берегів та водної поверхні: відсутність організованого збору сміття та недбале ставлення відпочиваючих призводять до накопичення пластику та побутових відходів.
- Замулювання та обміління: природні та антропогенні фактори сприяють замулюванню озер. Обміління знижує рівень води, що обмежує можливості самоочищення водойм та погіршує їх якість.

- Забруднення побутовими стоками: у деяких випадках стічні води потрапляють до озер без попереднього очищення, що негативно позначається на їх екосистемі.

Відбір проб води було здійснено у 3 водних об'єктах м. Люботин. Міста відбору проб позначені на рис. 3.1.

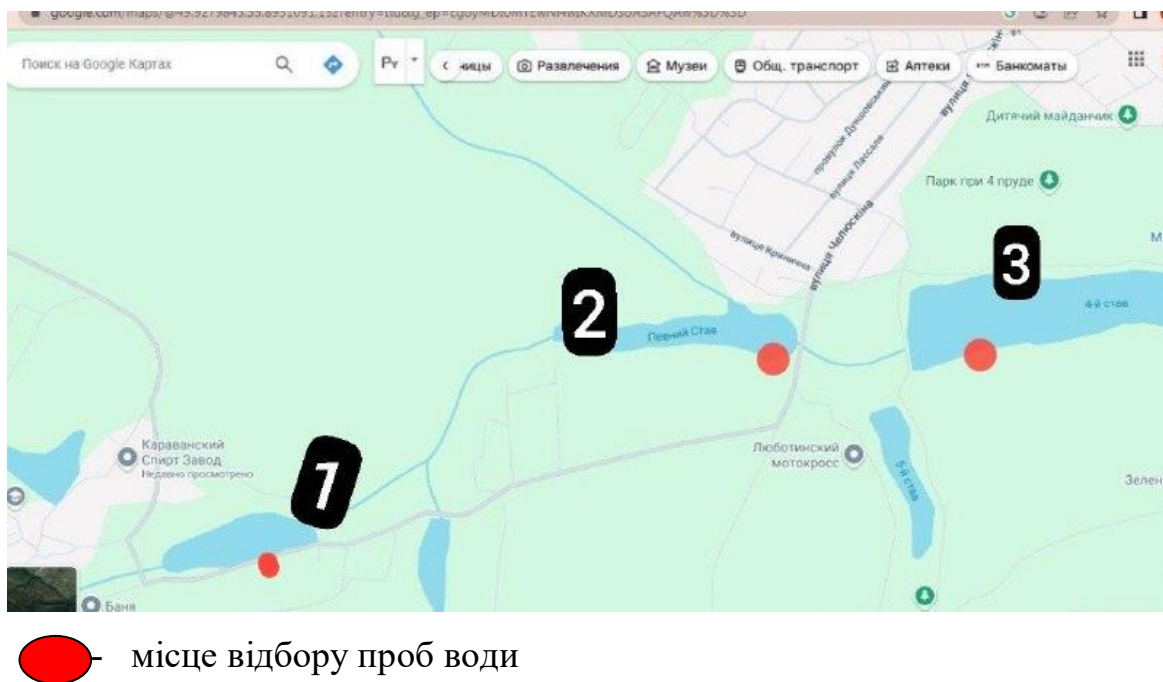


Рис. 3.1 – Місця відбору проб води в районі м. Люботин

У м. Люботин Харківської області для проведення еколого-токсикологічних досліджень якості води у водоймах було відібрано проби з трьох контрольних створів: створ № 1 – ставок «Караванський», створ № 2 – ставок «Певний», вул. Державна (вул. Челюскіна); проба № 3 – ставок «Четвертий».

Для більш об'єктивної оцінки відбори робились протягом трьох сезонів року (навесні, влітку та восени 2024р.).

Результати еколого-токсикологічних досліджень навесні представлено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

**Результати біотестування проб води, які було відібрано
у березні 2024 р.**

№ з/п	Місце відбору проб	Дата відбору проб	Визначення гострої летальної токсичності		Визначення хронічної токсичності	
			Рівень гострої летальної токсичності, ОТг	Клас токсичності. Ступінь токсичності	Рівень хронічної токсичност і, ОТх	Клас якості, ступінь забрудненост і
1	ставок “Караванськ ий”	26.03.24	Гостра токсичність не виявлена	I Нетоксична	1	I Чиста
2	ставок “Певний”	26.03.24	Гостра токсичність не виявлена	I Нетоксична	3,1	III Помірно забруднена
3	ставок “Четвертий”	26.03.24	Гостра токсичність не виявлена	I Нетоксична	1	I Чиста

За результатами біотестування проб води відібраних навесні, проба № 2 – виявила хронічну токсичність (III клас), проби води у створах № 1 та № 3 не виявили токсичність.

Результати дослідження за методиками біотестування за літній період представлено у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

**Результати біотестування проб води, які було відібрано
у червні 2024 р.**

№ з/п	Місце відбору проб	Дата відбору проб	Визначення гострої летальної токсичності		Визначення хронічної токсичності	
			Рівень гострої летальної токсичності, ОТг	Клас токсичності . Ступінь токсичності	Рівень хронічної токсичності, ОТх	Клас якості, ступінь забрудненості
1	ставок “Караванський”	21.06.24	Гостра токсичність не виявлена	I Нетоксична	1	I Чиста
2	ставок “Певний”	21.06.24	Гостра токсичність не виявлена	I Нетоксична	2	II Слабко- забруднена
3	ставок “Четвертий”	21.06.24	Гостра токсичність не виявлена	I Нетоксична	1	I Чиста

Характеризуючи результати літніх досліджень 2024 року, ми бачимо, що вода у пробі №2 з досліджуваних створів виявила хронічну токсичність (2 клас якості), проби № 1 і 3 - не виявили токсичність (I клас) [10].

Результати дослідження за методиками біотестування за осінній період представлено у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

**Результати біотестування проб води, які було відібрано
у жовтні 2024 р.**

№ з/п	Місце відбору проб	Дата відбору проб	Визначення гострої летальної токсичності		Визначення хронічної токсичності	
			Рівень гострої летальної токсичності, ОТг	Клас токсичності. Ступінь токсичності	Рівень хронічної токсичності, ОТх	Клас якості, ступінь забрудненості
1	ставок “Караванський”	22.10.24	Гостра токсичність не виявлена	I Нетоксична	1	I Чиста
2	ставок “Певний”	22.10.24	Гостра токсичність не виявлена	I Нетоксична	2	II Слабкозабруднена
3	ставок “Четвертий”	22.10.24	Гостра токсичність не виявлена	I Нетоксична	1	I Чиста

За результатами біотестування проб води відібраних восени, проба № 2 – виявила хронічну токсичність (II клас), проби води у створах № 1 та № 3 не виявили токсичних властивостей.

Результати біотестування, що мали враховувати можливу сезонну динаміку зміни рівня гострої та хронічної токсичності для відібраних проб, в жодному з випадків не виявили гостру летальну токсичність.

Сезонну динаміку змін хронічної токсичності проб води проілюстровано на рисунку 3.2.

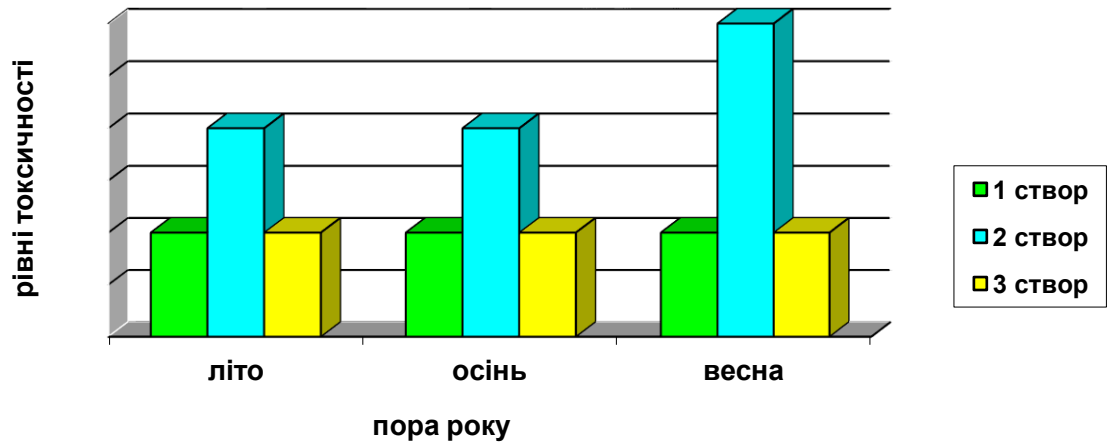


Рис. 3.2 - Сезонна динаміка зміни хронічної токсичності у пробах води

Для проведення досліджень протягом 2024 р. було відібрано 9 проб води. За усіма відборами проб води за весь період досліджень у 33% випадків була виявлена хронічна токсичність води. В результаті досліджень хронічна токсичність води була встановлена тільки у пробах із другого створу - ставок “Певний”.

Це може бути тому, що у його води потрапляє частина каналізаційних стоків. Через це деяка частина ставка має не природне забарвлення з відповідним запахом більшу частину року [11]. Але при цьому в ставку мешкає риба, і у літній період на його берегах можна зустріти багато відпочивальників.

Згідно вимог щодо якості води у водних об'єктах нормативом гранично допустимого рівня токсичності, який запобігає порушенню життєдіяльності водних організмів, є відсутність хронічної токсичності [11]. Тому треба звертати увагу на екологічний стан водойм [12], що досліджувались та вчасно організовувати моніторинг якості води цих водних об'єктів.

РОЗДІЛ 4

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПОЛІПШЕННЯ СТАНУ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ МІСТА ЛЮБОТИН

Водні об'єкти міста Люботин — це не тільки прикраса міста, а й важливий ресурс, що потребує захисту задля збереження унікальної природи цього регіону для майбутніх поколінь.

Забруднені водойми не тільки погіршують екологічну обстановку, але й загрожують здоров'ю місцевих жителів. Контакт з водою із забруднених джерел може викликати алергічні реакції, шкірні захворювання та інші проблеми зі здоров'ям. Це особливо актуально влітку, коли озера та річка використовуються для купання.

Для покращення екологічної ситуації необхідний комплексний підхід, що включає такі заходи:

1. Поліпшення системи очищення стічних вод шляхом модернізації очисних споруд: будівництво та реконструкція існуючих очисних споруд, щоб запобігти попаданню неочищених стічних вод у річку Люботинку та місцеві озера.

2. Встановлення локальних очисних станцій для приватних будинків та підприємств, які не підключені до централізованої системи.

3. Організація суворого контролю за скиданням стічних вод: проведення регулярних перевірок та посилення санкцій за незаконні скидання відходів у водойми.

4. Контроль за сільськогосподарськими стоками: запровадження екологічно безпечних методів ведення сільського господарства та зменшення використання хімікатів.

5. Створення буферних зон уздовж берегів річок та озер, що допоможе запобігти змиванню агрохімікатів та покращить природне очищення води.

6. Механічна очистка дна водойм для боротьби з замулюванням і обмілінням.

7. Зариблення та біоценозне відновлення: відновлення популяцій риби та інших водних організмів для покращення якості води та екосистеми.

8. Проведення регулярних суботників із прибирання прибережних зон та організація екологічних акцій із залученням місцевих мешканців.

9. Екологічне просвітництво та популяризація дбайливого ставлення до природи серед населення, особливо серед молоді.

10. Моніторинг стану водойм за допомогою наукових досліджень та постійного спостереження, щоб своєчасно виявляти та усувати джерела забруднення.

11. Встановлення автоматизованих систем моніторингу якості води, які відстежуватимуть рівні забруднювачів у реальному часі.

12. Проведення регулярних досліджень стану води та ґрунту у прибережних зонах за участю наукових організацій та екологічних активістів.

13. Публікація звітів про стан водойм для підвищення прозорості та залучення громадськості.

Комплексний підхід до покращення екологічного стану водних об'єктів у Люботині вимагатиме об'єднання зусиль влади, громадських організацій та самих мешканців міста. Виконання вищезазначених заходів допоможе не лише зберегти унікальні водні ресурси регіону, а й створити комфортні умови для відпочинку та життя. Екологічно чиста річка та озера стануть не лише окрасою міста Люботин, а й важливим ресурсом для майбутніх поколінь.

ВИСНОВКИ

1. Метод біотестування є надійним методом при дослідженні токсичності води у водоймах. Результати дослідження відповідають якості води із ставків «Караванський», «Певний», «Четвертий». Аналіз попередніх досліджень цих водойм показує, що результати співпадають з проведеним експериментом.

2. Метод на виявлення токсичності води визначають використовуючи методику біотестування відповідно до якої проводиться дослідження на ракоподібних церіодафніях у короткострокових (виявляється гостра летальна токсичність) та довгострокових (виявляється хронічна токсичність) експериментах.

3. Метод біотестування проб води показав, що результати аналізів влітку та восени співпадають. Вода із ставків «Караванський» та «Четвертий» за показниками відповідає I класу забруднення і є «чиста», нетоксична. Показники рівня хронічної токсичності води із водойми «Караванський» - 1 ОТх, із водойми «Четвертий» - 1 ОТх. Результати аналізу води із водойми «Певний» відповідають II класу забруднення: «слабкозабруднена», нетоксична. Показники рівня хронічної токсичності води із водойми «Певний» - 2 ОТх, Це свідчить про наявність джерела забруднення і вимагає провести більш досконале польове дослідження території навколо ставка «Певний».

4. Проведене дослідження навесні 2024 року виявило, що показники хімічних речовин у водоймах «Караванський» та «Четвертий» у порівнянні з дослідженнями влітку та восени 2024р. незмінні. Вода із цих ставків відповідає I класу забруднення, тобто «чиста», нетоксична. Показники рівня хронічної токсичності води із водойми «Караванський» - 1 ОТх, із водойми «Четвертий» - 1 ОТх. Результати аналізу води на хронічну токсичність із водойми «Певний» показав погіршення стану води, що відповідає III класу води, вода «помірно забруднена», нетоксична. Показники рівня хронічної

токсичності води із водойми «Певний» - 3,1 ОТх, Можна припустити, що погіршення якості води пов'язано зі зміною сезону. Враховуючи, що поряд зі ставком проходить автомобільна дорога і ця артіль є єдиним виїздом із міста у цьому напрямку міста, можна дати висновок, що ця ділянка має активну пропускну спроможність з інтенсивним рухом. Дорога має нахил, при якому нижча точка дороги проходить вздовж ставка «Певний». Можна припустити, що таке сезонне забруднення є результатом великої концентрації забруднюючих речовин, які зі талими снігами та опадами стікалися по автомобільній дорозі у ставок.

5. За період дослідження з весни 2024 року до осені 2024 року було відібрано 9 створів води. Ні в одному із випадків не було зафіксовано «гострої летальної токсичності». Було встановлено класи якості води. У всіх пробах води із «Караванського» та «Четвертого» клас якості відповідає I класу. Аналіз води із «Певного» влітку та восени відповідав II класу, а навесні якість води стала відповідати III класу.

6. Відповідно до ГДК водних об'єктів виявлення хронічної токсичності сприяє порушенню життєдіяльності живих організмів у водоймі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Diana P. Manjarrés-López, Nicola Montemurro, Nadin Ulrich, Ralf-Uwe Ebert, Annika Jahnke, Sandra Pérez. Assessment, distribution, and ecological risk of contaminants of emerging concern in a surface water-sediment-fish system impacted by wastewater. *Science of The Total Environment*, 2024.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969724035058>

2. Aurélie Barats, Christophe Renac, Sofia Garrido- Hoyos, Beatriz Gonzalez-Perez, Karina Garcia-Mendoza, Maria Vicenta Esteller-Alberich, Martin Enrique Jara-Marini, Ariosto Aguilar-Chavez. Assessment of the water quality in the coastal Yaqui valley (Mexico): Implications for human health and ecological risks. *Science of The Total Environment*, 2024.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013935124021820>

3. Luisa Albarano, Edith Guadalupe Padilla Suarez, Chiara Maggio, Annamaria La Marca, Rosalba Iovine, Giusy Lofrano, Marco Guida, Vincenzo Vaiano, Maurizio Carotenuto, Giovanni Libralato. Assessment of ecological risks posed by veterinary antibiotics in European aquatic environments: A comprehensive review and analysis. *Science of The Total Environment*, 2024.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969724064362>

4. Kay T. Ho, Igor M. Konovets, Anna V. Terletskaia, Mykhailo V. Milyukin, Artem V. Lyashenko, Larisa I. Shitikova, Lyudmila I. Shevchuk, Sergey A. Afanasyev, Yurii G. Krot, Kateryna Ye. Zorina-Sakharova, Vladislav V. Goncharuk, Maksym M. Skrynnyk, Michaela A. Cashman, Robert M. Burgess. Contaminants, mutagenicity and toxicity in the surface waters of Kyiv, Ukraine. *Science of The Total Environment*, 2020.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0025326X2030271X>

5. Xu Yang, Mao-ling Yin, Zheng-lai Huan, Yong-bing Zhu, San-ping Zhao, Hai-ling. Microecological characteristics of water bodies/sediments and microbial

remediation strategies after 50 years of pollution exposure in ammunition destruction sites in China. *Science of The Total Environment*, 2024.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0013935124005449>.

6. Luisa Albarano, Edith Guadalupe Padilla Suarez, Chiara Maggio, Annamaria La Marca, Rosalba Iovine, Giusy Lofrano, Marco Guida, Vincenzo Vaiano, Maurizio Carotenuto, Giovanni Libralato. Assessment of ecological risks posed by veterinary antibiotics in European aquatic environments: A comprehensive review and analysis. *Science of The Total Environment*, 2024.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969724064362>.

7. Martinez-Haro, Pelayo Acevedo, Antónia Juliana Pais-Costa, João M. Neto, Luis R. Vieira, Natalia Ospina-Alvarez, Mark A. Taggart, Lúcia Guilhermino, Rui Ribeiro, João Carlos Marques. Ecotoxicological tools in support of the aims of the European Water Framework Directive: A step towards a more holistic ecosystem-based approach. *Science of The Total Environment*, 2022.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X22011189> .

8. Пінчук О.Л., Герасімов Є.Г., Куницький С.О. П 326 Директиви ЄС у сфері управління водними ресурсами: довідник. Рівне: Волинські береги. 2019. 224 с

<https://ep3.nuwm.edu.ua/18864/1/%D0%9F%D1%96%D0%BD%D1%87%D1%83%D0%BA%3D%D0%94%D0%B8%D1%80%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%B8%20%D0%84%D0%A1.pdf> .

9. Методика визначення хронічної токсичності води на ракоподібних *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg. Методика: КНД 211.1.4.056-97 // Біотестування у природоохоронній практиці / Під ред. А. М. Крайнюкової. Київ, 1997. 24 с.

10. Крайнюков О. М. Встановлення нормативів гранично допустимих рівнів токсичності стічних вод на основі застосування конструктивно-географічної методології суб'єкт-об'єктних відносин / О. М. Крайнюков// Вісник ХНУ імені В. Н. Каразіна серія «Екологія», 2017. Випуск 16.С.22–28.

11. Назаренко С.М. Оцінка токсичності води рибогосподарських водойм за допомогою біотестування на *Daphnia magna* Straus. Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького, 2014. Том 16, №3(60), Частина 3. С. 353–357.
12. Крайнюков О. М. Біоіндикаційні методи спостережень за станом навколишнього середовища / О. М.Крайнюков, К. О. Стріян, О. О. Крайнюков. // Молодий вчений, 2017. Випуск 12. С. 16–19.