

Державний біотехнологічний університет
Факультет/ННІ _____ біотехнологій _____
ОПП/ОНП _____ Екологія _____

ДОПУЩЕНО до захисту

Декан _____ О. В. Щербак
(підпис) ініціали і прізвище
« _____ » _____ 2022 р.

ДОПУЩЕНО до захисту

Завідувач кафедри екології та біо-
технологій в рослинництві _____
_____ Л.В. Головань
підпис ініціали і прізвище
« _____ » _____ 2022 р.

ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ПОВЕРХНЕ- ВИХ ВОД РІЧКИ ЛОПАНЬ

«Assessment of the ecological state of the surface waters of the Lopan River»

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
студента СВО «МАГІСТР»
_____ заочної _____ форми навчання
академічна група 1013-21м-01

Виконавець _____ В. Ю. Ткачева
підпис ініціали, прізвище

Керівник _____ доцент, О.В. Коляда
підпис посада, ініціали, прізвище

Харків, 2022 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Державний біотехнологічний університет
Факультет/ННІ _____ **біотехнологій** _____
Спеціальність _____ **Екологія** _____
ОПП/ОНП _____ **Екологія** _____

ЗАТВЕРДЖУЮ
 Завідувач кафедри екології та біотехнологій в рослинництві _____

_____ **Головань Л.В.**
 підпис (посада, прізвище і ініціали)
 «__» _____ 2022 р.

ЗАВДАННЯ
 на виконання **КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ МАГІСТРА**
 студентки

_____ **Ткачової Вікторії Юріївни** _____
 (прізвище, ім'я по-батькові)

1. Тема роботи Оцінка екологічного стану поверхневих вод річки Лопань

Затверджена наказом ректора № _____ від _____ 2022 р.

2. Термін надання студентом завершеної кваліфікаційної роботи на кафедру до _____ р.

3. Вихідні дані до роботи: екологічні паспорти та доповіді про стан навколишнього природного середовища Харківської області

4. Перелік питань, що розробляються в роботі: огляд літератури; умови та методика досліджень; аналіз вмісту забруднюючих речовин у річці Лопань; оцінка стану поверхневих вод річки Лопань за індексом забруднення води; екологічна оцінка якості поверхневих вод річки Лопань за відповідними категоріями; висновки та пропозиції.

5. Перелік ілюстративного матеріалу (таблиці, схеми, графіки тощо) _____

6. Календарний план виконання роботи

Етап виконання	Дата виконання етапу	Відмітка про виконання
Огляд літератури		
Методика виконання роботи		
Розрахунково-технологічна частина		
Економічне обґрунтування розробок		
Літературно-технічне оформлення роботи		

Керівник кваліфікаційної роботи _____ **доцент** **О.В. Коляда**
 (підпис) (посада) (ініціали, прізвище)

7. Завдання до виконання прийняв _____ **В.Ю. Ткачева**
 (підпис) (ініціали, прізвище)

Дата отримання «__» _____ 2022 р.

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота Ткачової В. Ю. на тему «Оцінка екологічного стану поверхневих вод річки Лопань» на здобуття ступеня вищої освіти магістр зі спеціальності Екологія, освітньо-професійна програма «Екологія». – Державний біотехнологічний університет, МОН України, 2022 р.

Загальний обсяг кваліфікаційної роботи 60 стор., з них 53 стор. основного тексту. Складається зі вступу, трьох розділів, висновків; містить 16 рисунків, 6 таблиць, 58 посилань на джерела інформації.

Ключові слова: поверхневі води, якість, річка, екологічна оцінка, індекс забруднення води, забруднюючі речовини.

У кваліфікаційній роботі досліджено екологічний стан річки Лопань у межах міста Харків та с. Козача Лопань. Проведено аналіз вмісту основних забруднюючих речовин у річці, здійснено екологічну оцінку якості поверхневих вод за індексом забруднення води та за відповідними категоріями. Відповідно до результатів проведеної оцінки екологічного стану річки Лопань за індексом забруднення води (ІЗВ), встановлено, що більш високий ступінь забруднення характерний для річки в межах м. Харків – розрахований ІЗВ складає 2,71 одиниці, що відповідає IV класу «забруднена вода», в межах с. Козача Лопань – розрахований ІЗВ складає 1,23 одиниці (III клас – «помірно забруднена вода»). Згідно з результатами проведеної екологічної оцінки якості поверхневих вод річки Лопань відповідно до категорій, встановлено, що індекс за показниками сольового складу води (I_1) у межах м. Харків становив 5,0 одиниці, в межах с. Козача Лопань – 4,5 одиниці, індекс еколого-санітарних показників (I_2) відповідно 6,0 та 5,4 одиниці, а індекс блоку специфічних речовин токсичної дії (I_3) – 4,2 та 4,0 одиниці. Інтегральний індекс екологічного стану (I_E) для контрольного створу в межах с. Козача Лопань становив 4,6 одиниці, а в межах м. Харків – 5,0 одиниці. Якість води згідно з існуючою методикою у річці характеризувалась як перехідна від «задовільних», «слабко забруднених» до «посередніх», «помірно забруднених» в межах с. Козача Лопань та «посередня», «помірно забруднена» в межах м. Харків.

ANNOTATION

V. Ju. Tkachova's qualification work on the topic "Assessment of the ecological state of the surface waters of the Lopan River " for obtaining a master's degree in higher education in Ecology, educational and professional program "Ecology". – State Biotechnological University, SBTU of Ukraine, 2022.

The total volume of the qualification work is 60 pages, of which 53 pages - main text. It consists of an introduction, three sections, conclusions; contains 16 figures, 6 tables, 58 references to sources of information.

Key words: surface water, quality, river, ecological assessment, water pollution index, pollutants.

In the qualification work, the ecological condition of Lopan River within the boundaries of Kharkiv city and Kozacha Lopan village was studied. An analysis of the content of the main pollutants in the river was carried out, an ecological assessment of the quality of surface water was carried out according to the water pollution index and according to the relevant categories. According to the results of the ecological state assessment of Lopan River due to the water pollution index (WPI), it was established that a higher degree of pollution is characteristic of the river within Kharkiv city - the calculated WPI is 2.71 units, which corresponds to the IV class "polluted water", within Kozacha Lopan village - calculated WPI is 1.23 units (III class - "moderately polluted water"). According to the results of the carried out ecological assessment of the surface water quality of Lopan River according to the categories, it was established that the index of water salinity (I1) within Kharkiv city was 5.0 units, within Kozacha Lopan village - 4.5 units, the index of ecological and sanitary indicators (I2) is 6.0 and 5.4 units, respectively, and the index of the block of specific toxic substances (I3) - 4.2 and 4.0 units. Integral index of the ecological state (IE) for the control structure within Kozacha Lopan village was 4.6 units, and within Kharkiv - 5.0 units. According to the existing methodology, the water quality in the river was characterized as transitional from "satisfactory", "slightly polluted" to "ordinary", "moderately polluted" within Kozach Lopan village and "ordinary", "moderately polluted" within Kharkiv city.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	8
1.1 Особливості методів моніторингу та оцінки екологічного стану водних об'єктів в Україні та закордоном.....	8
1.2 Характеристика сучасного екологічного стану річки Лопань.....	13
РОЗДІЛ 2 УМОВИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ.....	23
2.1 Природна характеристика річки Лопань.....	23
2.2 Методика оцінки екологічного стану поверхневих вод.....	25
РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	31
3.1 Аналіз вмісту забруднюючих речовин у річці Лопань	31
3.2 Оцінка стану поверхневих вод річки Лопань за індексом забруднення води.....	45
3.3 Екологічна оцінка якості поверхневих вод річки Лопань за відповідними категоріями.....	47
ВИСНОВКИ.....	52
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	54

ВСТУП

Актуальність теми кваліфікаційної роботи. Вода є одним із головних компонентів біосфери, основою життя на планеті. Однак, на сьогодні відбувається значне забруднення водних об'єктів, а проблема забруднення поверхневих вод є глобальною для усіх країн світу. Дуже часто від наявності води і способів її використання залежать долі багатьох народів і країн. Україна також відноситься до країн із низькою забезпеченістю водними ресурсами, посідаючи в списку країн Європи у яких зафіксовано нестачу водних ресурсів, 32-ге місце із 40. В Україні лише 4,0 % загальної території країни зайняті водними об'єктами, які останнім часом піддаються надмірному антропогенному впливу.

Що стосується Харківської області, то вона є великим індустріальним центром України, що в свою чергу обумовлює значний антропогенний тиск на навколишнє природне середовище, і в тому числі, водні ресурси. Основну частину гідрологічної мережі Харківської області формують малі річки, до яких і відноситься річка Лопань. Проте варто зауважити, що малі річки, порівняного із більшими водотоками, мають найнижчу здатність до самоочищення і буферну ємність екосистем. Через те, що малі річки є початковою ланкою річкової мережі, то усі зміни в їх режимі та якості води позначаються на всій гідрографічній мережі. Через незначну площу басейну малих річок ступінь стійкості їх екосистем до антропогенного навантаження є значно меншим у порівнянні з середніми та великими річками. Антропогенна діяльність, в басейнах малих річок, в тому числі і річки Лопань, активізувалася в XX столітті й призвела до значних змін фізичних властивостей та хімічного складу води. Зокрема, відповідно до статистичних даних у малі річки Харківської області щорічно скидається близько 4443 тис. м³ забруднених зворотних вод [22, 23].

В таких умовах для зменшення рівня забруднення водних об'єктів необхідним є спостереження за екологічним станом поверхневих вод та проведення їх екологічної оцінки.

Мета кваліфікаційної роботи. З огляду на вище сказане, метою кваліфікаційної роботи було проведення оцінки екологічного стану поверхневих вод річки Лопань.

Завдання. Для досягнення поставленої мети слід було вирішити наступні завдання:

- оцінити сучасний стан річки Лопань за результатами аналізу літературних джерел;
- провести аналіз вмісту основних забруднюючих речовин (БСК₅, вміст розчиненого кисню, амонію сольового, нітратів, нітритів, нафтопродуктів, міді, цинку, марганцю, заліза, хлоридів та сульфатів) у річці Лопань у контрольних створах в межах м. Харків та с. Козача Лопань;
- оцінити екологічний стан поверхневих вод річки Лопань за індексом забруднення води;
- здійснити екологічну оцінку якості поверхневих вод річки Лопань за відповідними категоріями.

Об'єкт дослідження – поверхневі води річки Лопань.

Предмет дослідження – фізико-хімічні характеристики води річки Лопань.

Методи дослідження. У роботі було використано загальнонаукові методи дослідження, зокрема: аналітичні (вивчення й аналіз наукової літератури з даної проблематики, аналіз структури досліджуваного об'єкту та його складових та ін.); синтетичні (узагальнення і систематизація матеріалів), а також порівняння.

Теоретичне та практичне значення одержаних результатів. Проаналізовано вміст основних забруднюючих речовин в річці Лопань та встановлено відповідність нормативам рибогосподарських ГДК. Проведено екологічну оцінку стану поверхневих вод річки Лопань за індексом забруднення води та за відповідними категоріями. Результати проведеного аналізу в подальшому можуть бути використані для обґрунтування ефективних заходів щодо покращення екологічного стану річки.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Особливості методів моніторингу та оцінки екологічного стану водних об'єктів в Україні та закордоном

Сучасна нормативна база моніторингу поверхневих водних об'єктів повинна інтегруватись з нормативною базою передових країн Європи, а тому в Україні протягом останніх років здійснюється гармонізація національних нормативних документів з відповідними нормативними документами розвинених країн Європи та світу [2, 3].

Система моніторингу водних об'єктів різних країн Світу значно відрізняються одна від одної через історичні, економічні та соціально-політичні умови, різні системами управління водними ресурсами й специфічними особливостями формування якості вод у окремих регіонах [20].

В закордонних наукових працях вказується, що водогосподарські системи тісно пов'язані з річками і являють собою єдину систему із управління водними ресурсами. А також, що екологічний стан водогосподарських систем значно залежить від кліматичних факторів та антропогенного впливу точкових і дифузних джерел забруднення [55, 56].

Найбільш ефективним є інтегрований підхід до управління водними ресурсами. Такий підхід вимагає розробки методів оцінки екологічного стану водних об'єктів, які базуються на вимогах Водної Рамкової Директиви ЄС.

Водну Рамкову Директиву 2000/60/ЄС (ВРД) було прийнято з метою врегулювання дій країн-членів ЄС у галузі водної політики. Вона стала результатом домовленостей між низкою експертів, зацікавлених сторін і політиків у сфері сучасного управління водними ресурсами. У ВРД встановлено рамки захисту всіх водойм (уключаючи внутрішні поверхневі води та перехідні води, прибережні води та підземні води), що попереджають їх погіршення, захищають та покращують стан водних ресурсів, а також сприяють відновлювальному

використанню води, яке засноване на довгостроковій охороні наявних водних ресурсів. Заходи Директиви спрямовані на удосконалення охорони та покращення водного середовища завдяки конкретним заходам для поступового зменшення скидів, викидів небезпечних речовин. В цілому, метою Директиви є досягнення доброго стану всіх водойм [38].

Для різних країн ЄС характерні певні індивідуальні особливості в галузі управління водними ресурсами. Так, у Франції сучасна водна політика будується відповідно до водного законодавства, яке засноване на принципах управління природними водами. Для оцінки якості вод використовують узагальнений індекс біологічної якості (IQBG), а також біологічний індекс загальної якості (IBG). Відповідно до класифікації водних об'єктів у Франції виділено три класи якості вод, а саме: 1a – відмінний; 1b – гарний; 2 – припустимий; 3 – посередній) [53].

Для поліпшення водогосподарської діяльності у Великобританії здійснено заходи щодо приватизації служби водопостачання. У частині моніторингу проводять спостереження за станом поверхневих вод, який оснований на узагальненні даних про якість вод річок й естуаріїв. Оцінку стану водних ресурсів проводять на основі системи типізації вод, яка включає 4 класи якості вод, що характеризуються відповідним видовим складом водної фауни. Система біологічної оцінки якості вод, яка відома як RIVPACS (River Invertebrate Prediction Bioassessment Protocols), заснована на використанні бентосних макробезхребетних [18].

Для оцінки якості поверхневих вод в Італії використовують модифікацію біотичного індексу (EBI), що враховує специфічні особливості бентосної фауни річок. Розроблена класифікація передбачає виділення п'яти класів якості вод, з діапазоном значень від 0 до 14.

В Німеччині впроваджено розширення концепції управління водними ресурсами та внесено поправки до федеральних законів, що стосуються сфери водних ресурсів, миючих засоби, ліквідацію відходів [24]. При проведенні оці-

нки якості вод застосовують класифікацію водних об'єктів, що передбачає виділення чотирьох класів і трьох проміжних градацій.

В Бельгії оцінка екологічного стану поверхневих вод базується на модифікації біотичного індексу й основана на методах відбору проб, результати аналізу яких використовують у розробці програм запобігання забрудненню вод. При оцінці застосовують біотичний індекс, величина котрого змінюється від десяти до нуля (від дуже сильно забруднених вод до слабо чи зовсім не забруднених).

У Нідерландах функціонує програма моніторингу якості поверхневих вод, що заснована як на гідрохімічному, так й на гідробіологічному рівнях. Оцінку якості вод здійснюють як по регіональній модифікації біологічної оцінці, так й по уніфікації окремих рекомендацій із метою можливості узагальнити гідробіологічну інформацію.

У Данії для оцінки й управління якістю вод використовують класифікацію водних об'єктів, що передбачає виділення чотирьох класів та трьох проміжних градацій. Оцінку якості вод здійснюють на основі індексу сапробності. Великий обсяг робіт щодо оцінки якості вод проводиться в рамках Міжнародної програми по річці Рейн, басейн якої охоплює території Німеччини, Бельгії, Нідерландів і Данії.

У Норвегії оцінку якості водних об'єктів здійснюють на основі виділення чотирьох класів якості вод та трьох проміжних градацій, за значною кількістю біологічних показників.

У Фінляндії при оцінці стану поверхневих вод виділяють 5 класів (від відмінного до поганого), оцінюють біологічні показники та границі їх змінення [35].

У Швеції застосовують загальну класифікацію водних об'єктів на основі оцінки сапробності. Згідно з даною класифікацією поверхневі води поділяють на чотири класи й три проміжні градації між класами.

У Швейцарії з метою оцінки екологічного стану водних об'єктів, а також прогнозування та управління якістю водних ресурсів використовують гідрохімічні та гідробіологічні методи.

В Чехії, Словаччині, Угорщині, Румунії та Болгарії система управління і моніторингу якістю водними ресурсами пов'язана з багатосторонньою Угодою у області екологічної оцінки якості поверхневих вод і співпраці з управлінням якістю вод у межах річкового басейну річки Дунаю [18]. Через специфіку багатифакторних процесів нормативні показники якості вод розроблені для кожного із класів окремо для проточних та непротічних вод. Розроблені класифікації є дуже ефективними для вирішення багатьох водоохоронних задач, і особливо в басейнах транскордонних вод.

У Польщі останнім часом активно впроваджуються вимоги ВРД щодо управління водними ресурсами відповідно до басейнового принципу. В країні виділяється два окремих річкових басейни – басейн річки Вісла та річки Одер. При оцінці цих басейнів запроваджуються вимоги проведення моніторингу вод згідно з відповідними показниками.

У США політика в галузі використання, охорони й відтворення водних ресурсів основана на двох типах механізму контролю якості води, що ґрунтуються на технологічних вимогах до скидів забруднюючих речовин та стандартах якості води. В кінцевому етапі результатом аналізу якості води є критерії фонові якості згідно з законами штату про нормативи якості води. З метою оцінки впливу різних видів антропогенного навантаження на якісний стан водних об'єктів використовують досить велику кількість різноманітних характеристик води.

У Канаді при проведенні моніторингу якості вод велика увага приділяється проблемам евтрофікації, закислення і токсичного забруднення поверхневих вод. При проведенні оцінки екологічного стану водних об'єктів використовують методи біоіндикації.

У Японії при проведенні оцінки якості вод використовують критерії вибору водних організмів, які є найбільш придатні для цілей моніторингу. В Індії

функціонує система моніторингу річок, що включає хімічні, біологічні та бактеріологічні параметри. Групи параметрів, що стосуються специфічних аспектів забруднення узагальнені в дев'яти індексах та відображаються у вигляді діаграм [18, 58].

Узагальнюючи закордонний досвід ведення моніторингу й оцінки якості поверхневих вод, слід відмітити їх значну різноманітність. Методи моніторингу та оцінки екологічного стану значно відрізняються за цілями, завданнями та методиками організації спостережень. У зарубіжних країнах використовують досить різний склад показників, застосовують різні методи узагальнення та представлення інформації і процесів розрахунку характеристик, а також відрізняються масштаби використання у водоохоронній та водогосподарській діяльності і рядом інших ознак [2].

Варто відмітити, що протягом останніх 20 років у Європейському Союзі відбувся перехід до оцінки екологічного стану водних об'єктів насамперед відповідно до біологічної складової. Це пов'язано з тим, що угруповання гідробіонтів відображають сукупний вплив усіх факторів середовища на якість поверхневих вод. При цьому процедура виконання екологічної оцінки якості вод складається із таких послідовних етапів як: визначення пунктів гідроекологічних спостережень; групування й оброблення вихідної інформації; визначення класів та категорій якості річкових вод за окремими показниками й окремими блоками; визначення об'єднаної оцінки якості вод окремих ділянок досліджуваного водного об'єкту для років різної водності (багатоводних, маловодних та середніх за водністю), а також за трьома сезонами року (зима та весна, літо-осінь); та картографічного подання результатів досліджень із екологічної оцінки якості води [16].

В Україні на сьогодні відбувається удосконалення моніторингу стану навколишнього природного середовища. Разом з тим існуюча система моніторингу ще не зовсім відповідає міжнародним вимогам. Окрім того, сучасна нормативна база ще недостатньо інтегрується із передовими країнами світу.

Більшою мірою система моніторингу вод залишилася незмінною ще з часів радянського періоду. В багатьох своїх аспектах наша система не повністю відповідає вимогам ВРД. Загальні принципи і теоретичні основи побудови системи моніторингу в Україні базуються на використанні єдиного, організаційного, методологічного та метрологічного забезпечення. При цьому використовується єдина науково-методична база з вимірювання параметрів і визначення показників стану навколишнього середовища й джерел антропогенного впливу на нього і впроваджуються уніфіковані методи аналізу та прогнозування стану елементів довкілля, комп'ютеризації процесів діяльності, ведення баз та банків даних і картографування екологічної інформації із використанням географічних інформаційних систем [20].

При проведенні екологічної класифікації якості поверхневих вод застосовують Методику встановлення та використання екологічних нормативів якості поверхневих вод суші та естуарійів України [49]. Визначені за цими ознаками класи і категорії якості вод відображають природний стан водних об'єктів, а також ступінь антропогенного навантаження [50]. Вихідні дані для екологічної оцінки якості вод є результатом систематичного моніторингу водних об'єктів та матеріали експедиційних досліджень, які одержані науковими установами екологічного профілю. Узагальнюючі результати екологічної оцінки якості поверхневих водних об'єктів відображають у вигляді графіків, таблиць і спеціальних картографічних матеріалів.

На сьогодні моніторинг якості поверхневих вод в Україні здійснюється за басейновим принципом відповідно до «Програми моніторингу поверхневих вод» двадцятьма сімома лабораторіями на 436 створах сто сімдесяти річок, двадцяти дев'яти зрошувальних систем, одному лимані та одинадцяти каналах комплексного призначення. Кожного року відбирається більше трьох тисяч проб поверхневої води, здійснюється близько 100 тисяч вимірювань показників, які характеризують гідрохімічний і фізико-хімічний стан водних об'єктів [32, 39].

Відповідно до результатів моніторингу встановлено, що якість води основних джерел централізованого водопостачання не є задовільною. У більш ніж 80,0 % відібраних проб в контрольних створах зафіксовано перевищення нормативних значень вмісту забруднюючих речовин чи показників фізико-хімічного стану поверхневих вод. Найчастіше не відповідають нормативам показники ХСК та БСК, кольоровість, жорсткість, вміст заліза загального, марганцю, сухого залишку, сульфатів, нафтопродуктів та фенолів.

У останні роки спостерігається тенденція до більш активного впливу на зміни якості поверхневих вод сезонних коливань температурного режиму. Кожного року літня спека спричиняє значне зменшення в воді водосховищ та в місцях міських водозаборів у річках умісту розчиненого кисню і, як результат, підвищення вмісту марганцю, органічного забруднення і «цвітіння» води. Однією з проблем державного моніторингу екологічного стану поверхневих вод є те, що більшість лабораторій водогосподарських організацій є оснащеними засобами вимірювань, які є фізично й морально застарілими (технічне зношення окремих приладів становить 95,0 %).

1.2 Характеристика сучасного екологічного стану річки Лопань

Вперше річка Лопань згадується в писемних джерелах у першій редакції «Великого Креслення» 1556 р. (згідно з істориком І. Є. Саратовим). На картах 18 століття з «Атласу Харківського намісництва» річка Харків є притокою Лопані. А на інших варіантах цих карт, випущених через кілька років, вже Лопань – притока Харкова. Історики досі суперечать на цю тему. Русло Лопані поділяється на рукави, внаслідок чого утворюються острови. Самі береги річки невисокі, облицьовані гранітом або обваловані в межах міста.

Цікавим є походження назви річки Лопань. Слово «Лопань» давньослов'янське і означає «колодязь на болоті». Друге трактування назви – «проривається вода, що б'є назовні». Річка Лопань має площу басейну близько 2000 квадратних кілометрів, довжина річки – 93 км. Під час весняної повені рівень води

в річці піднімається вчетверо, а в зимовий період при сильних морозах річка може промерзнути до дна. При нахилі 0,89 м/км швидкість течії становить від 0,2 до 0,8 м/с.

Виток річки розташований між селом Весела Лопань та селищем Жовтневий Білгородської області в Росії. Русло річки Лопань зрідка поділяється на рукави, утворюючи острови. Витрата води за 17 км від гирла становить 2,24 м³/сек [57]. Річка Лопань впадає у річку. Уди за 52 км від її гирла. Нахил річки 0,89 м/км [27]. Русло річки Лопань зрідка поділяється на рукави, утворюючи острови. Ширина русла – від 1 до 20 метрів, глибина – від 0,3 до 1 метра. У період весняної повені річка піднімається на 1,5–2 метри.

Басейн річки Лопань знаходиться в межах південного відроза Середньо-Російської височини. На річці Лопань розташовані селища міського типу Жовтневий, Козача Лопань, місто Дергачі, а на місці злиття з річкою Харків розташоване місто Харків. Береги річки низькі, в межах м. Харків обваловані або облицьовані гранітом, і русло поглиблено. Живлення річки переважно снігове. У грудні та січні річка промерзає до дна.

На сьогодні проблема забруднення поверхневих вод є глобальною для усіх регіонів України, в тому числі і Харківської області.

Річки Харківської області одні із найбільш забруднених в Україні. Найбільша водна артерія Харківської області, Сіверський Донець, має найвищу ступінь забруднення четверту [6]. Наявність у Харкові багатогалузевого виробництва з високим валовим випуском продукції та складною розвиненою інфраструктурою створює напружену екологічну ситуацію для водних артерій.

За результатами досліджень річка Лопань відноситься до найбільш забруднених на сьогодні річок міста Харків, поряд з іншими такими річками як Нemişля та Уди. За даними Харківського обласного центру з гідрометеорології, у цих річках вміст азоту амонійного, азоту нітритного та фосфатів перевищують гранично допустимі концентрації в кілька разів. Значний вплив на вміст шкідливих речовин у річках Лопань та Уди має скидання Диканівського та Безлюдівського комплексів біологічного очищення. Крім цього, близько 80,0 % за-

бруднюючих речовин надходить у водні об'єкти з неочищених поверхневих зливових стоків з території міста. Це спричиняє постійне замулювання русел, а також порушення гідрологічного режиму та технічного стану річок [36].

Характерними процесами в межах басейну річки Лопань є яроутворення (більше 1/3 території), площинна ерозія та заболочування. Такі процеси вимагають організації спеціальних заходів запобіганню негативних наслідків [43, 44].

Аналіз сучасного стану та динаміки забруднення річки Лопань в Харківській області лишається актуальною задачею. Проведений аналіз сучасного стану і динаміки вмісту основних забруднюючих речовин в річці показав, що не зважаючи на зниження впливу промислового виробництва, рівень забруднення в річці Лопань лишається дуже високим. Основним джерелом надходження забруднення до річки Лопань є поверхневий стік, який іде з урбанізованих територій і підприємств комунального господарства [12].

Для визначення комплексу таких природоохоронних заходів які сприяють відродженню річок необхідно вивчити такі їхні природні особливості, як стан водозбірної площі та визначити спрямованість процесів водної екосистеми, крім того проаналізувати причини погіршення якісного стану і виснаження водних об'єктів.

Дуже багато робіт присвячено визначенню допустимих показників антропогенного тиску через сукупність критичних значень набору показників, за яких система у цілому може зберігати свої якості. Це і є основою екологічно безпечного користування та нормування. Над такою проблемою працювали В. Д. Романенко, В. М. Жукинський, О. П. Оксіук, А. В. Гриценко, О. Г. Васенко, А. В. Качинський, О. Г. Наконечний, В. Р. Лозанський [6, 7, 26, 31, 56, 58].

Комплексна оцінка екологічного стану водних об'єктів на прикладі річок є надзвичайно важливим етапом розробки стратегії управління річками. При цьому виділяють два основних підходи, за якими можна оцінити якість поверхневих вод – гігієнічний та екологічний. Серед чималої кількості комплексних оцінок якості при гігієнічному нормуванні виділяють саме визначення гранич-

но допустимих концентрацій речовин у водних об'єктах. За останній час у багатьох міжнародних організаціях починають розглядати оцінку екологічного ризику як головний механізм розробки при прийнятті управлінських рішень на різних рівнях – міжнародний, державний, національний та регіональний, наприклад. Також ризик визначають на рівні і окремого виробництва або потенційного джерела забруднення довкілля. Вказується на те, що методи оцінки можуть бути інтегровані за різними забруднюючими речовинами, джерелами забруднення, адміністративними або ландшафтно-територіальними одиницями, компонентами навколишнього середовища [19].

Таким чином, інтегральна оцінка якісного стану поверхневих вод заснована на значеннях перевищення гігієнічних нормативів, при чому використовують антропоцентричний підхід, при якому за безпечних умов проживання населення не беруться до уваги особливості функціонування власне водних екосистем. Така оцінка екологічного стану поверхневих вод певним чином поєднує і гігієнічний і екологічний підходи для визначення ситуації щодо використання водних басейнів. Тобто комплексна загальна оцінка екологічного стану річкового басейну може брати за основу результати трьох аналізів, включаючи при цьому екологічний індекс, показник потенційного ризику здоров'ю населення при рекреаційному водокористуванні та показника спрямованості розвитку процесів в межах річкових басейнах.

Останній третій показник розвитку процесів в річкових басейнах, визначається за допомогою дослідження негативних факторів, які спричиняють деградаційні процеси в екосистемах та поєднання чи порівняння їх динаміки з позитивними факторами, які навпаки стабілізують стан екосистем [9, 29, 43].

За результатами визначення наведених процесів можна визначити та віднести до певних класів рівень їх розвитку, що свідчить про необхідність впровадження природоохоронних заходів. Пропонується коефіцієнт спрямованості процесів у басейнах річок визначати через відношення величини негативного впливу антропогенних факторів на розвиток деградації до величини позитивних факторів впливу на навколишнє середовище. Відомо, що за умов аналізу вико-

ристання річкових басейнів на основі спрямованості розвитку різних процесів у екосистемах, що дозволяє запланувати комплекс природоохоронних заходів.

Одним із найпрогресивніших та позитивних для реалізації екологічної політики в нашій країні слід вважати Закон України «Про основні засади (стратегії) державної екологічної політики України на період до 2020 року» [2, 25].

Цей закон визначив стратегічні цілі природоохоронної діяльності, зокрема:

- 1) підвищення рівня суспільної екологічної свідомості;
- 2) поліпшення екологічної ситуації та підвищення рівня екологічної безпеки;
- 3) досягнення безпечного для здоров'я людини стану навколишнього середовища;
- 4) інтеграція екологічної політики та удосконалення системи інтегрованого екологічного управління;
- 5) скорочення втрати біологічного та ландшафтного розмаїття та формування екологічної мережі;
- 6) забезпечення екологічно збалансованого природокористування;
- 7) удосконалення регіональної екологічної політики.

Як засвідчує аналіз законодавства у сфері територіального планування та охорони навколишнього середовища, існує досить широке правове поле для впровадження ландшафтного планування. Саме інструмент ландшафтного планування, на наш погляд, дозволяє здійснювати систематизацію та аналіз інформації про стан компонентів ландшафту та їх чутливість до техногенних впливів.

Суцільне виконання робіт з ландшафтного планування на районному та локальному рівнях в Україні, як зазначалося вище, є поки що перспективою не сьогоденного і навіть не завтрашнього дня. У той же час модельні розробки такого характеру є вкрай важливими, оскільки дозволяють активно залучати до процесів планування громаду та окремих землекористувачів, що підвищує екологічну свідомість, допомагає знайти компроміс між бажаним і збалансованим використанням території [25].

Для проведення оцінки стану водної екосистеми ріки в рамках інвентаризаційного етапу ландшафтного планування доцільно вивчити природні та соціально-економічні умови ландшафтів басейну р. Лопань у межах області та міста. В результаті цього можна буде виділити джерела та результати конфліктів природокористування в міських ландшафтах річкового басейну, на основі яких можна розробити рекомендації з оптимізації природокористування на досліджуваній території.

Ландшафт річкової долини р. Лопань є одним із найбільш цілісних природних комплексів, в межах якого здійснюється енерго- та масообмін між усіма компонентами та комплексами середовища. Тому розглядаючи річкову долину, як об'єкт ландшафтного планування, слід оцінювати екологічний стан одного з компонентів, як індикатора якості ландшафту в цілому.

Соціально-економічний комплекс басейну р. Лопань у межах міста представлений промисловими підприємствами, торговими центрами, супермаркетами, науковими та проектними організаціями, вищими навчальними закладами та автотранспортом. В результаті антропогенного впливу відбувається трансформація компонентів природного ландшафту в міський, який знаходиться в стані еволюційного розвитку та зміни.

Для великих міст характерні такі типи місцевих ландшафтів:

- селітебні (міські: багатопверховий тип, одноповерховий тип);
- садово-парковий тип;
- лінійно-дорожній тип ландшафту (автодороги, залізниця)
- промислові комплекси (промислові майданчики);
- лісові комплекси (штучні насадження лісу);
- водні комплекси (річки, водосховища, ставки).

Кожен тип антропогенного ландшафту має свої особливості [51].

Проведене дослідження в межах водного антропогенного ландшафту м. Харків дозволяє розробити адресні рекомендації щодо поліпшення екологічного стану у межах міста. Для зон річок з дуже низьким антропогенним забрудненням екологічна реабілітація гідрографічної мережі (притоки, у тому числі

струмки та русло річки) пропонується шляхом: розчищення русла; берегоукріплення; пристрої аеруючих перепадів та застосування інших відповідних типів гідротехнічних заходів.

Результати досліджень Крайнюкова О. М. показали, що якість води водних об'єктів басейну р. Сіверський Донець за фізико-хімічними показниками у двадцяти п'яти створах спостережень річок Сіверський Донець та Уди, Лопань та Харків, Оскіл та Немишля, Сухий Торець та Печенізького та Червонооскільського водосховищ не відповідала рибогосподарським нормам ГДК. Проведена екотоксикологічна оцінка якості води згідно з показниками ураженості водної екосистеми засвідчує значний рівень забрудненості річок хімічними речовинами токсичної дії: у 52,0-64,0 % від загальної кількості відібраних проб вода не відповідала нормативам якості за еколого-токсикологічним показником [23].

Автором також окремо проведено еколого-токсикологічну оцінку якості води річки Лопань за показником рівня хронічної токсичності із використанням методики біотестування на ракоподібних церіодафніях. Для аналізу проби води відбирали в місцях значного антропогенного тиску та наявності джерел надходження до річки екологічно небезпечних забруднюючих речовин. На основі результатів проведеного біотестування води річки встановлено, що 51,0 % від загального числа відібраних проб не відповідали встановленим нормативам за токсикологічним показником та спричинили хронічну токсичну дію на тестові об'єкти. Такі результати свідчить про негативний вплив на гідробіонтів антропогенного забруднення, унаслідок чого порушуються процеси самоочищення води, а також погіршується її якість [22].

У роботі Рибалова О. В. та співавторів [43-45] проаналізовано якісний стан річки Лопань у пунктах спостереження у місті Харків (гирло), с. Козача Лопань та с. Стрілече. Результати проведених досліджень показали, що вміст азоту амонійного перевищував рибогосподарські ГДК у 6,96 раза, вміст міді – у 6,80 раза, вміст нітритів – у 5,09 раза, вміст нафтопродуктів – у 4,70 раза та хрому⁶⁺ – у 3,50 раза, марганцю – у 3,10 раза, сульфатів – у 2,36 раза, заліза загального – у 2,31 раза, ХСК – у 2,04 раза, БСК₅ – у 1,95 раза, нікелю – у 1,57 ра-

за, кобальту – у 1,52 рази та цинку – у 1,42 рази. На думку науковців якість води річки на цій ділянці обумовлена значним антропогенним навантаженням, а саме: скидами комунальних стоків, а також надходженням забруднень із поверхневим стоком з території м. Харків.

У створі спостереження в с. Козача Лопань було встановлено, що вміст міді та хром⁶⁺ перевищує рибогосподарське ГДК у 3,0 рази, марганцю – у 2,2 рази, нафтопродуктів – у 2,0 рази, заліза загального – у 1,8 разів, сульфатів – у 1,67 рази, ХСК – у 1,47 рази, БСК₅ – у 1,43 рази, нікелю – у 1,4 рази, кобальту – у 1,3 рази, цинку – у 1,1 рази.

У створі спостереження в межах с. Стрілече вміст міді перевищував ГДК у 4,0 рази, нафтопродуктів – у 2,0 рази, марганцю – у 2,0 рази, хрому⁶⁺ – у 2,0 рази, сульфатів – у 1,77 разів, заліза загального – у 1,6 разів, ХСК – у 1,53 рази, БСК₅ – у 1,46 рази, кобальту – у 1,4 рази, нікелю – у 1,1 рази. Дана ділянка є репрезентативною по відношенню до транскордонної ділянки річки. Якість води річки тут обумовлюється природними факторами, які притаманні цій частині суббасейну, а також забрудненням поверхневого стоку й впливом сільськогосподарської діяльності в Белгородській області РФ.

Негативного впливу якість річок Сіверського Дінця, в тому числі річки Лопань, зазнає в результаті збройного конфлікту. В результаті війни перш за все порушено сталу та відлагоджену систему водокористування. Обсяг водозабору не враховує наявного водного балансу, що в свою чергу може призвести до значних порушень перебігу різних процесів, в результаті чого екосистема не зможе забезпечувати свого самовідновлення. Також порушено систему постійного моніторингу вод, у результаті чого перервано тривалі ряди даних, на основі яких розробляються заходи щодо покращення стану масивів поверхневих вод, а також зменшується надійність отриманих висновків. Пости спостереження в зоні бойових дій закриті. Утрачено частину статистичних архівних даних щодо показників діяльності сільського господарства в Луганській та Донецькій областях, через це висновки щодо основних антропогенних навантажень і їх впливу, в тому числі від дифузних джерел забруднення, зроблено на підставі

даних 2011-2012 рр. Окрім того порушення цілісності ґрунтового покриву внаслідок вибухів ще більш посилює ерозійні процеси у масивах поверхневих вод суббасейну Сіверського Дінця, які й без цього є одними із найінтенсивніших в Україні. Разом з тим, слід зазначити, що з суббасейну Сіверського Дінця виїхала велика кількість населення, що деяким чином зменшило тиск на інфраструктуру населених пунктів, зменшило кількість відведених каналізаційних вод. Така небезпека із боку військових дій на стан масивів поверхневих вод потребує додаткового аналізу й вивчення [37].

Критична ситуація щодо забруднення річки Лопань свідчить про термінову потребу впровадження природоохоронних заходів з метою покращення стану поверхневих вод. Річка Лопань належить до басейну р. Сіверський Донець, яка являється найбільшою річкою в східній Україні. Басейн річки Лопань є транскордонним водотоком, він протікає по території Російської Федерації і України. Природозберігаючі екотехнології для водної ділянки річки з низьким антропогенним забрудненням включають організацію системи дій з упорядкування господарського використання природноресурсного потенціалу річкового басейну з обов'язковим доповненням системи водоохоронних заходів. Координацію видів та способів землекористування на території басейну річки, при якій знижується забруднення водотоку сільськогосподарськими стоками (винос мінеральних частинок, органіки, пестицидів, важких металів тощо). Зменшують випаровування з водної поверхні та покращують умови проростання макрофітів у прибережній зоні. Лісові посадки на берегах водойм підвищують їхню рекреаційну цінність.

Технології підготовки води, що покращує її якість (освітлення, знезараження, відстоювання та ін.); технології очищення стічних вод (механічна, фізико-хімічна та біологічна) слід провести у водах з високим антропогенним забрудненням у зв'язку з їхньою близькістю до промислового комплексу міста. І ближче до гирла річки в місті впадіння р. Харків в р. Лопань, де води досягли максимально можливих показників забруднень доцільно застосувати саме водорекультивацийні технології (гідротехнічні та біотехнічні) облаштування, пе-

ребудови водних об'єктів (механічне очищення, промивання русла попусками води, відновлення лісової рослинності у водоохоронній зоні), зміцнення берегів та ін.) [28].

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Природна характеристика річки Лопань

Річка Лопань належить до басейну річки Сіверський Донець, що є найбільшою річкою в Харківській області. Басейн річки Лопань розташований в межах південного відрогів Середньо-Російської височини (рис.2.1). Лопань є лівою найбільшою притокою річки Уди (басейн Сіверського Донця). Одна із річок, яка протікає через Харків.

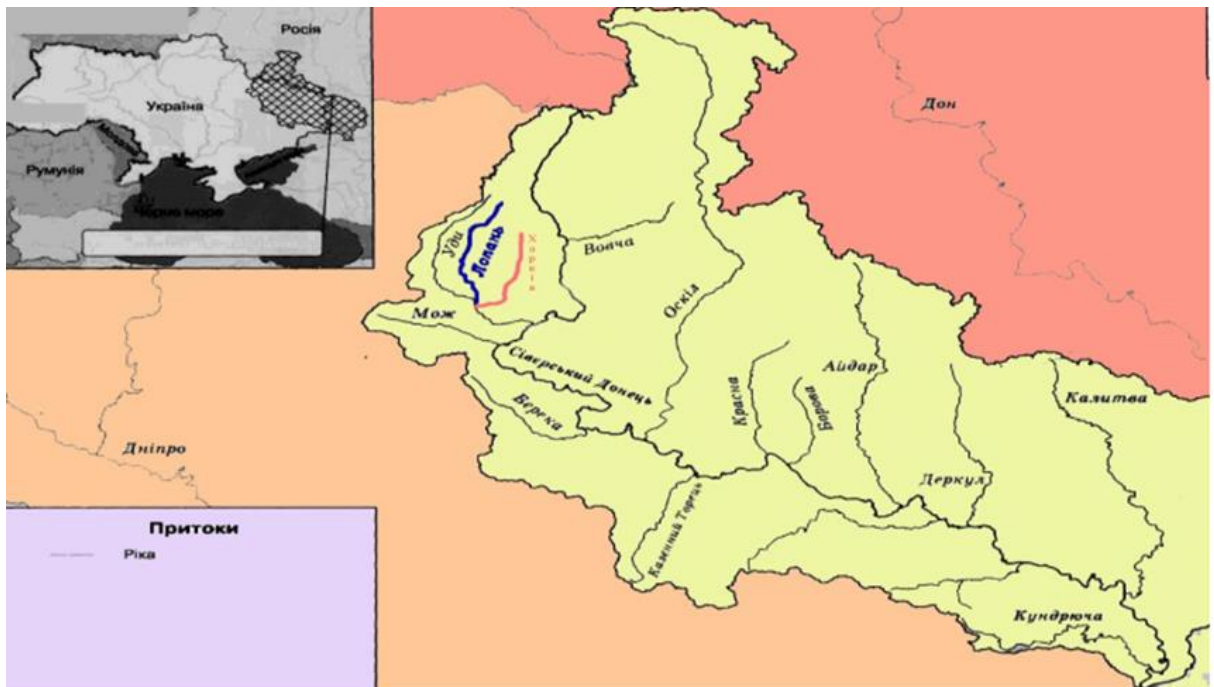


Рис. 2.1. Карта-схема басейну р. Сіверський Донець з основними притоками

Довжина річки становить 96,0 км, площа басейну становить 2000 км². Витрата води за 17 км від гирла складає 2,24 м/с. Лопань впадає в річку Уди на віддалі 52 км від гирла річки. Похил річки становить 0,89 м/км. Річище рідко ділиться на рукави, утворюючи при цьому острови. Ширина русла коливається від 1 до 20 м, а глибина від 0,3 до 1,0 м. У період весняного розливу річка Лопань піднімається на 1,5-2,0 м. Швидкість течії річки становить 0,2-0,3 м/сек, на

окремих ділянках – до 0,8 м/сек. Береги є низькими, в межах Харкова обваловані чи фанеровані гранітом, а русло є поглибленим. Живлення річки Лопань в основному є сніговим. В грудні й січні річка промерзає до дна [1].

Розливи навесні трапляються на ділянках вище міста Харків, однак інколи і у межах Харкова. Розливи річки Лопань весною чи великі опади, що спричиняли повені у місті Харків, траплялися систематично протягом ХІХ століття, зокрема, у 1785 р., 1805 р., 1851 р., 1853 р., 1877 р., 1883 р., 1889 р., 1893 р., 1915 р. та 1925 році [27].

Річка Лопань тече спочатку на південний захід, а далі поступово повертає на південь та південний схід. Російсько-український кордон річка перетинає біля с. Гранова. Впадає річка Лопань до річки Уди в південній частині міста Харків, біля мікрорайону Липовий Гай (рис. 2.2). На берегах річки Лопань розташовані селища міського типу Жовтневий та Козача Лопань, місто Дергачі, а у місці злиття із річкою Харків розташована центральна частина міста Харків.

Найбільшими притоками річки є Саржинка, Харків та Лозовенька. На річці Лопані в межах міста Харків для регулювання стоку води побудовано кілька гребель, а саме: Павлівська (побудована в 1965 р., була реконструйована в 2009 р.), Лопанська (побудовано в 1933 році, є найстарішою греблею у Харкові, із середини 2000-х років перебуває у дуже аварійному стані, в 2012 році передбачалось побудувати замість неї нову греблю, проте лише в 2016 році проведено тендер із реконструкції), а також Гончарівська (побудовано в 1934 році, капітальний ремонт проведено у 2008–2009 рр.). На притоці річки Лопань – Лозовеньці розташовано Лозовеньківське водосховище з комплексом гідрологічних споруд.

На Гончарівській греблі проводиться обводнення та регулювання рівня стоку з метою попередження повеней і підтоплень на річці Лопані і її притоці річці Харків в центральній частині міста. Періодично відбувається водоскид й обмілення річок міста Харків для нормалізації річки, а також для очищення їх берегів від сміття або для ремонтних робіт [27].

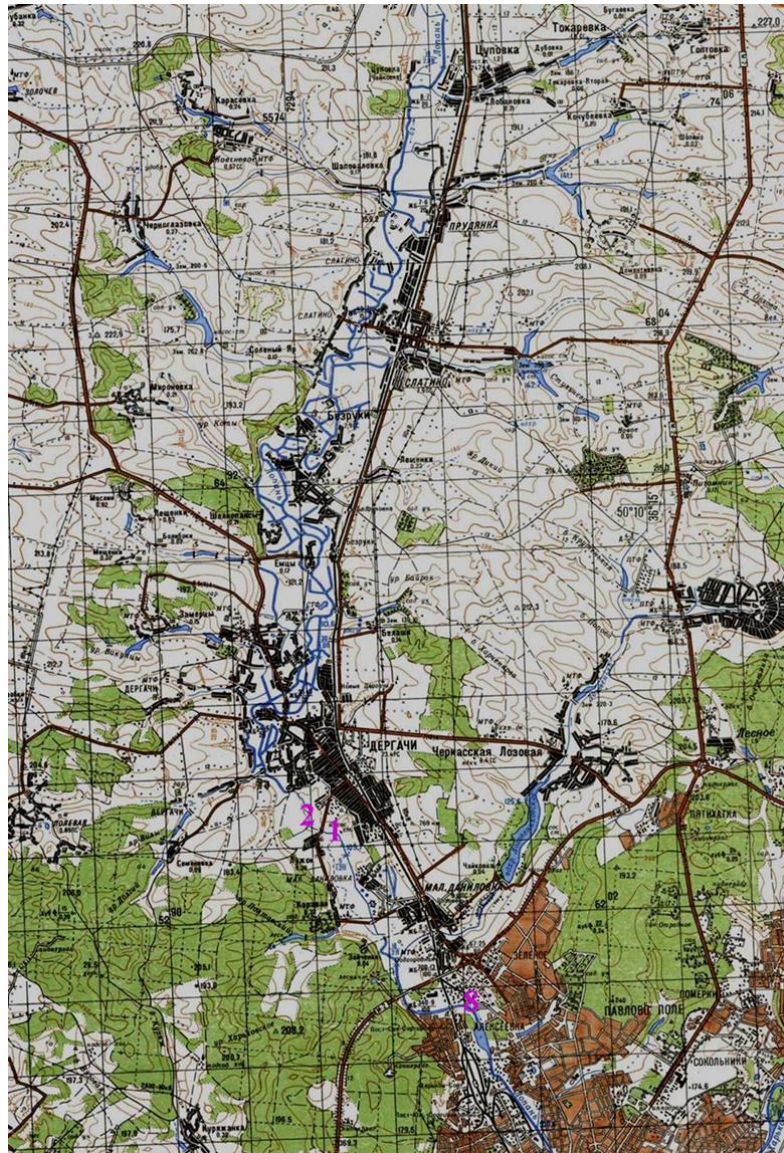


Рис. 2.2. Карта–схема річки Лопань (на території України)

Рельєф та клімат території басейну річки Лопань в цілому сприятливі для активного промислового та сільськогосподарського освоєння. Характерними є лісостепові ландшафти на півночі (до лінії Старовірівка – Зміїв – Балаклея – Куп'янськ) та степові розчленовані ландшафти по більшій частині басейну, які відрізняються помірно-континентальним кліматом із порівняно холодною малосніжною зимою, жарким та посушливим літом. Період із температурою більше $+10^{\circ}\text{C}$ складає – 170 днів, сума активних температур становить $2600 - 3150^{\circ}\text{C}$. Кількість опадів становить $375 - 556$ мм на рік, найбільше опадів випадає в межах Донецького кряжа. В теплий період року випадає близько 70–80 % опадів. Особливості рельєфу й кліматичних умов сприяли утворенню спе-

цифічного ґрунтового покриву досліджуваної території. Більшу її частину складають середньогумусні чорноземи, а на півночі поширені чорноземи звичайні. Також зустрічаються опідзолені різновиди, дерново-глеєві та алювіальні, солонцюваті та супіщані ґрунти. Більшість ґрунтів характеризуються високою родючістю [45].

У басейні річки Лопань характерними є процеси яругоутворення (для більше ніж 1/3 території), а також плоска ерозія і заболочування (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Морфологія і стан схилів річкової долини річки Лопань

Характеристика	Розмірність	Ділянка річки	Основна річка	Притоки довжиною більше 10 км
Залісенність, %		2	0,5	
Залуженність, %		35	14,5	
Розораність, %		35	14,5	
Заболочуваність, %		0,7	1,3	
Меліорованість, %		19,7		
Урбанізованість, %		10,5	22	
Джерела забруднення поверхневих і підземних вод	Вид	-	Стоки тваринницьких комплексів	
	Кількість, шт.	6		
	Вид	-	Промислові стоки	
	Кількість, шт.	13		
	Вид	-	Поля фільтрації й поля зрошення	
	Кількість, шт.	2		
	Вид	-	Господарсько-побутові стоки	
	Кількість	6		
процеси	Вид		яругоутворення	
	Ступінь прояви		більше 1/3 території	
	Вид		плоскосна ерозія	
	Ступінь прояви		більше 1/3 території	
	Вид		Заболочування	
	Ступінь прояви		У незначному ступені	

Аналіз даних, щодо характеристики схилів долин, заплави й русла свідчить, що відбуваються ерозійні процеси, частково дефляція та невеликі зсуви, які сприяють замуленню русла, підйому рівня ґрунтових вод та підтопленню прилягаючих територій. Така ситуація вимагає проведення спеціальних заходів що запобігання негативних наслідків.

Басейн річки розташовується у межах геологічної структури південнозахідного Воронежського кристалічного масиву. В геологічній будові беруть участь породи четвертинних, неогенових, палеогенових та крейдових відкладень. Згідно з районуванням території України за потенційною небезпекою ерозійних процесів басейн річки Лопань розташовується у другому ерозійному районі лісостепової агроґрунтової зони. Ступінь прояву ерозії є середнім – до 50% ґрунтів є змитими, вітровий індекс знаходиться на рівні 1,0 – 1,7.

2.2 Методика оцінки екологічного стану поверхневих вод

У кваліфікаційній роботі було проведено оцінку екологічного стану поверхневих вод річки Лопань у двох створах спостережень (у межах р. Харків та на кордоні з РФ у с. Козача Лопань) за індексом забруднення води (ІЗВ), а також згідно з «Методикою екологічної оцінки якості вод за відповідними категоріями» [29-31].

Індекс забруднення води (ІЗВ) є комплексним показником оцінки якості води, який визначають згідно з методикою, яка рекомендована Держкомгідрометом. ІЗВ базується на показниках гідрохімічного складу води. Оцінка за показником ІЗВ дозволяє виконати порівняння якості вод різних об'єктів між собою, незалежно від складу різних забруднювальних речовин, окрім того можливо виявити і тенденцію якості води протягом певного часу. Розрахунок ІЗВ проводять за умови наявності певної кількості забруднюючих речовин (повинно бути не менше 4), обов'язково серед яких мають бути вміст азоту амонійно-

го та азоту нітритного, нафтопродуктів та фенолів, розчиненого кисню та показник біохімічного споживання кисню БСК₅.

Визначення ІЗВ виконували за формулою 2.1:

$$ІЗВ = 1/n \sum_{i=1}^n (C_i / ГДК_i), \quad (2.1)$$

де ІЗВ – індекс забруднення води;

ГДК_i – гранично допустима концентрація і-тої забруднюючої речовини;

C_i – фактична концентрація забруднюючої речовини;

n – кількість забруднюючих речовин.

Наступним етапом є визначення класу забруднення води відповідно до розрахованого числового значення ІЗВ (табл. 2.2) [29].

Таблиця 2.2

Класифікація забруднених прісних та морських вод відповідно до ІЗВ

Класи забруднення	Характеристики забруднення	Значення розрахованого ІЗВ	
		Прісні води	Морські води
I	Дуже чиста вода	< 0,30	< 0,25
II	Чиста вода	0,3-1,0	0,25-0,74
III	Помірно забруднена вода	1,0-2,5	0,75-1,24
IV	Забруднена вода	2,5-4,0	1,25-1,74
V	Брудна вода	4,0-6,0	1,75-3,0
VI	Дуже брудна вода	6,0-10,0	3,1-6,0
VII	Надзвичайно брудна вода	> 10,0	> 6,0

Відповідно до цієї класифікації води першого класу піддаються найменшому антропогенному навантаженню. Значення їх гідрохімічних і гідробіологічних показників є дуже близькими до природних значень водойм певного регіону. Для вод другого класу характерні певні зміни в порівнянні з природними, проте такі зміни не порушують екологічної рівноваги. Для вод третього

класу характерний значний антропогенний вплив, а рівень такого впливу є близьким до межі стійкості екосистем. Для вод IV-VII класів характерні порушені екологічні параметри, а їхній екологічний стан характеризується як екологічний регрес.

У кваліфікаційній роботі нами також було проведено екологічну оцінку якості вод річки Лопань відповідно до «Методики екологічної оцінки якості вод за відповідними категоріями» [30, 31].

Відповідно до цієї методики екологічна оцінка якості води може бути орієнтовною і ґрунтовною. Орієнтовну екологічну оцінку проводять з розвідувальною (рекогносцирувальною) метою для обґрунтування попередніх висновків та рішень. Ґрунтовна, узагальнююча екологічна оцінка необхідна для прийняття переконливих та відповідальних висновків і рішень. У обох випадках бажаним є, щоб екологічна оцінка була основана на аналізуванні величин показників якості вод, що належать до всіх 3 блоків:

- показників сольового складу (за такими критеріями як: мінералізація; іонний склад; забруднення прісних гіпо- й олігогалинних вод компонентами сольового складу; а також забруднення солонуватих β -мезогалинних вод компонентами сольового складу);
- трофо-сапробіологічних (або еколого-санітарних) показників;
- показників умісту специфічних речовин токсичної і радіаційної дії.

Діапазони величин всіх показників якості вод поділяють на п'ять класів та сім категорій якості.

Порядок проведення орієнтовної та ґрунтовної екологічної оцінки якості поверхневих вод суші та естуаріїв України із включає в себе чотири послідовні етапи, а саме:

- етап групування й оброблення вихідних даних;
- етап визначення класів й категорій якості води згідно з окремими показниками;

– етап узагальнення оцінок якості води відповідно до окремих показників за трьома блоками з визначенням інтегральних значень класів й категорій якості води по кожному із блоків;

– етап встановлення загальної оцінки якості вод водних об'єктів на їхніх окремих ділянках та в цілому за річковими басейнами упродовж певного періоду спостереження.

Вихідні дані щодо якості вод за окремими показниками групують у просторі та часі у певному чіткому порядку, а також окремо для різних пунктів спостережень за певний період часу (місяць чи сезон, рік або кілька років поспіль або ж багаторічні спостереження).

Встановлення класів та категорій якості води для певних окремих показників полягає у порівнянні середньоарифметичних (середніх), а також найгірших їхніх значень із критеріями спеціалізованих класифікацій. Таке співставлення здійснюють у межах відповідних блоків.

Відповідно до «Методики екологічної оцінки якості вод за відповідними категоріями» розраховують індекси за показниками трьох вище зазначених блоків:

- індекс відповідно до критеріїв забрудненням сольового складу (I_1);
- індекс відповідно до еколого-санітарних критеріїв (I_2);
- індекс відповідно до критеріїв вмісту специфічних речовин токсичної дії (I_3).

На основі цих трьох індексів розраховують інтегральний екологічний індекс (I_e) згідно з формулою 2.2.

$$I_e = \frac{I_1 + I_2 + I_3}{3}, \quad (2.2)$$

де I_e – інтегральний екологічний індекс;

I_1 – індекс показників сольового складу;

I_2 – індекс трофо-сапробіологічних (еколого-санітарних) показників;

I_3 – індекс вмісту специфічних речовин токсичної дії [30].

Схема визначення екологічних класів, категорій та субкатегорій якості
води у поверхневих водних об'єктах України [16]

Класи якості води	Категорії якості води	Середні значення блокових індексів	Позначення відповідних субкатегорій якості води	Словесні характеристики субкатегорій якості води
I	1	1,00–1,25 1,26–1,50	1 1 (2)	«Відмінні», «дуже чисті» води «Відмінні», «дуже чисті» води з тенденцією наближення до категорії «дуже добрих», «чистих»
II	2	1,51–1,75 1,76–1,99	1–2 2 (1)	Води, перехідні за якістю від «відмінних», «дуже чистих» до «дуже добрих», «чистих» «Дуже добрі», «чисті» води з ухилом до категорії «відмінних», «дуже чистих»
		2,00–2,25 2,26–2,50	2 2 (3)	«Дуже добрі», «чисті» води «Дуже добрі», «чисті» води з тенденцією наближення до категорії «добрих», «досить чистих»
II	3	2,51–2,75 2,76–2,99	2–3 3 (2)	Води, перехідні за якістю від «дуже добрих», «чистих», до «добрих», «досить чистих» «Добрі», «досить чисті» води з ухилом до «дуже добрих», «чистих»
		3,00–3,25 3,26–3,50	3 3 (4)	«Добрі», «досить чисті» води «Добрі», «досить чисті» води з тенденцією наближення до «задовільних», «слабко забруднених»
III	4	3,51–3,75 3,76–3,99	3–4 4 (3)	Води, перехідні за якістю від «добрих», «досить чистих» до «задовільних», «слабко забруднених» «Задовільні», «слабко забруднені» води з ухилом до «добрих», «досить чистих»
		4,00–4,25 4,26–4,50	4 4 (5)	«Задовільні», «слабко забруднені» води «Задовільні», «слабко забруднені» води з тенденцією наближення до «посередніх», «помірно забруднених»
	5	4,51–4,75 4,76–4,99	4–5 5 (4)	Води, перехідні за якістю від «задовільних», «слабко забруднених» до «посередніх», «помірно забруднених» «Посередні», «помірно забруднені» води з ухилом до категорії «задовільних», «слабко забруднених»
		5,00–5,25 5,26–5,50	5 5 (6)	«Посередні», «помірно забруднені» води «Посередні», «помірно забруднені» води з тенденцією наближення до категорії «поганих», «брудних»
IV	6	5,51–5,75 5,76–5,99	5–6 6 (5)	Води, перехідні за якістю від «посередніх», «помірно забруднених» до «поганих», «брудних» «Погані», «брудні» води з ухилом до категорії «посередніх», «помірно забруднених» вод
		6,00–6,25 6,26–6,50	6 6 (7)	«Погані», «брудні» води «Погані», «брудні» води з тенденцією наближення до «дуже поганих», «дуже брудних»
V	7	6,51–6,75 6,76–7,00	6–7 7 (6)	Води, перехідні за якістю від «поганих», «брудних» до «дуже поганих», «дуже брудних» «Дуже погані», «дуже брудні» води з ухилом до категорії «поганих», «брудних»

Встановлення інтегральних значень класів й категорій якості води полягають у визначенні середніх і найгірших значень за трьома блоками індексів якості води, при цьому користуються відносними величинами якості води, а саме – категоріями від 1 до 7. Схему визначення екологічних класів, категорій і субкатегорій якості води в поверхневих водних об'єктах України представлено у табл. 2.3

Оцінку якості поверхневих вод річки Лопань оцінювали згідно з даними основних забруднюючих речовин відповідно до даних Екологічного паспорту [17], Доповіді про стан навколишнього природного середовища у Харківській області в 2020 р. [12].

Було проаналізовано вміст амонію сольового, нітратів та нітритів, марганцю та заліза, міді та цинку, нафтопродуктів, хлоридів і сульфатів, показники БСК₅ та вміст розчиненого кисню.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Аналіз вмісту забруднюючих речовин у річці Лопань

На сьогодні проблема забруднення поверхневих вод є глобальною у всіх країнах світу. Україна також відноситься до країн із низькою забезпеченістю водними ресурсами. Що стосується Харківської області, то вона є великим індустріальним центром України в результаті чого відбувається значний антропогенний вплив на навколишнє природне середовище. При таких умовах виникає необхідність потреби в якісних водних ресурсах у достатній кількості. Для обґрунтування заходів щодо покращення якості поверхневих водних ресурсів необхідним є проведення аналізу їх екологічного стану. Першим етапом проведення такої оцінки є аналіз концентрації забруднюючих речовин у поверхневих водах та порівняння їх із значеннями ГДК. Тому нами було проведено аналіз вмісту основних забруднюючих речовин у річці Лопань та проведення порівняльний з нормативами ГДК для водойм рибогосподарського призначення [33]. Річка Лопань належить до басейну р. Сіверський Донець, що є найбільшою річкою в східній Україні. Басейн річки Лопань є транскордонним водотоком, протікає по території російської федерації і України

В кваліфікаційній роботі нами було проаналізовано аналітичні дані Екологічних паспортів Харківської області щодо стану поверхневих вод річки Лопань у двох контрольних створах – у межах м. Харкова та на кордоні з РФ (с. Козача Лопань). Було проведено аналіз вмісту амонію сольового, нітратів та нітритів, марганцю, та заліза, міді та цинку, нафтопродуктів, хлоридів і сульфатів, показника БСК₅ та вмісту розчиненого кисню.

Всі біохімічні процеси у поверхневих водоймах проходять при наявності кисню. Встановлено, що окисні реакції є основним джерелом енергії для більшості гідробіонтів. Найбільший обсяг споживання розчиненого кисню відбувається внаслідок дихання гідробіонтів й окислювання органічних речовин мік-

роорганізмами. Понижений вміст розчиненого кисню негативно впливає на весь комплекс біохімічних й екологічних процесів у водоймах. Оптимальне значення вмісту розчиненого кисню в поверхневих водах водних об'єктів має бути не нижче 6,0 мг/л [15]. Для річки Лопань у двох пунктах спостереження уміст розчиненого кисню відповідав встановленому нормативу та складав 6,7 мг/л у межах м. Харків та 7,4 мг/л на кордоні з РФ у с. Козача Лопань (рис. 3.1).

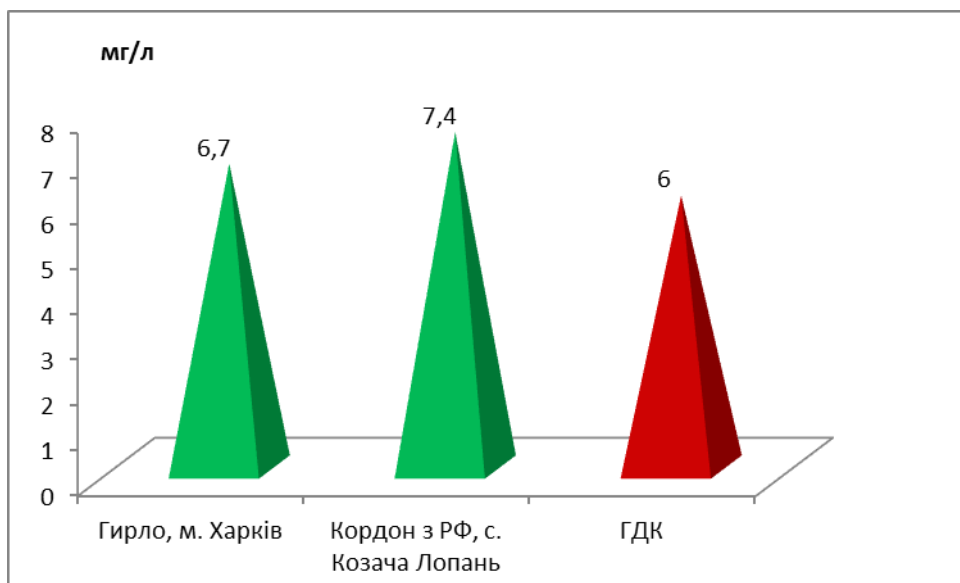


Рис. 3.1. Уміст розчиненого кисню у річці Лопань

Ще одним із показників, який характеризує об'єм кисню у поверхневих водах є також біохімічне споживання кисню (БСК). Його значення визначають як кількість кисню, що споживається мікроорганізмами при процесі окиснення органічних речовин, що містяться в одиниці об'єму води впродовж певного періоду часу. В основному БСК оцінюють за п'ять діб – БСК₅, та за двадцять діб – БСК₂₀. Відповідно до показника БСК оцінюють загальний рівень забруднення водойм органічними речовинами: чим вищим є показник БСК, тим більше забрудненою є вода органічними речовинами. Підвищений вміст органічних речовин у воді спричиняє швидке розмножування аеробних бактерій, що для своєї життєдіяльності потребують значну кількість кисню. При цьому може відбуватися зниження умісту розчиненого кисню у воді, виникати гіпоксичні умови ,

що в кінцевому результаті може призвести до загибелі певних видів гідробіонтів [15].

Згідно з результатами проведеного аналізу, встановлено що для річки Лопань характерна проблема підвищеного значення БСК₅ у всіх пунктах спостереження. В межах Харкова показник БСК₅ перевищував ГДК у 2,2 рази, у с. Козача Лопань – у 1,6 рази (рис.3.2). Такі високі показники біохімічного споживання кисню свідчать про наявність органічного забруднення річки Лопань.

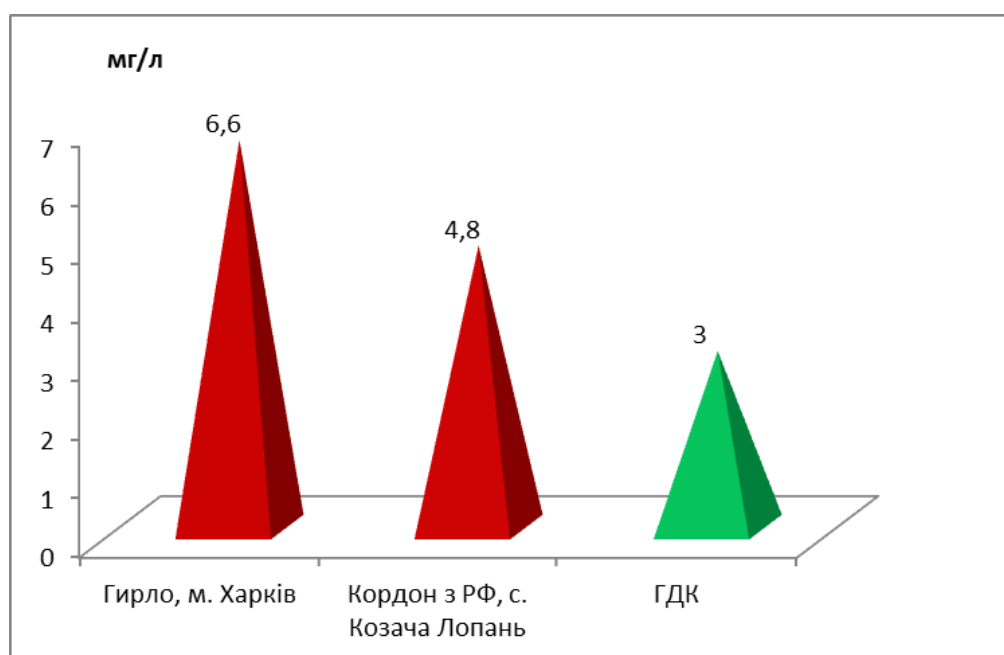


Рис. 3.2. Показник БСК₅ у річці Лопань

Нами також було проаналізовано уміст сполук азоту в поверхневих водах річки Лопань. Сполуки, які містять азот, знаходяться у поверхневих водах в розчиненому, колоїдному та зваженому стані та можуть під впливом багатьох фізико-хімічних та біохімічних чинників переходити з одного стану. Підвищення концентрації іонів амонію та нітритів свідчить про нещодавнє забруднення водойми, в той час як збільшення умісту нітратів – вказує на забруднення у попередній час. Усі форми азоту, включаючи й газоподібну, можуть перетворюватись одна в одну. Основні джерела надходження іонів амонію у водні об'єкти – тваринницькі ферми та господарсько-побутові стічні води, поверхневий стік із сільськогосподарських угідь при застосуванні амонійних добрив, а також ще

стічні води підприємств харчової та коксохімічної, лісохімічної та хімічної промисловості.

Згідно з проведеним аналізом встановлено, що вміст амонію соляного у річці Лопань перевищував значення ГДК. Найбільш критичною ситуація є у гирлі в межах м. Харків – вміст амонію соляного перевищував ГДК у 7 разів (рис. 3.3). Підвищена концентрація іонів амонію може свідчити про погіршення санітарного стану річки, забруднення, в першу чергу, побутовими та сільсько-господарськими стоками.

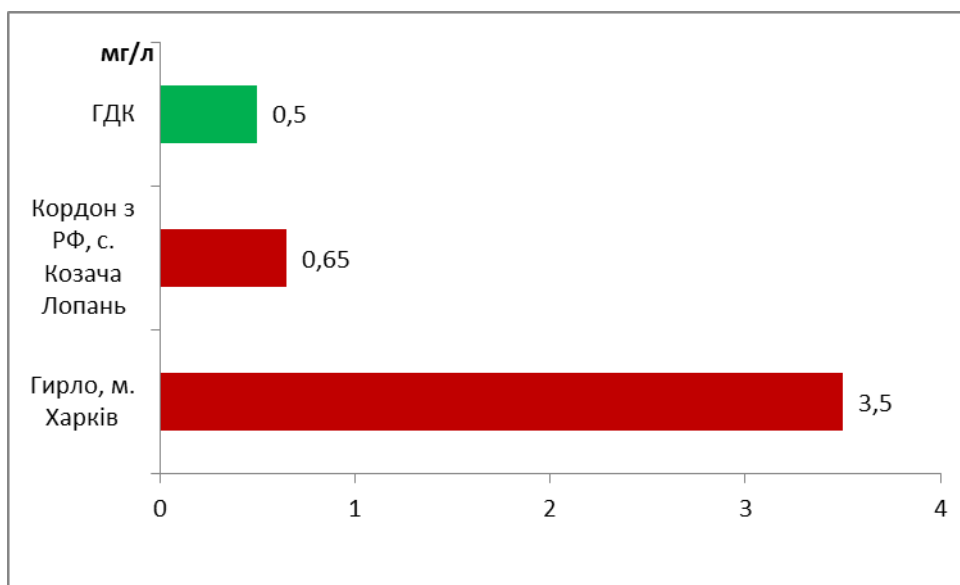


Рис. 3.3. Вміст амонію соляного у поверхневих водах річки Лопань

У поверхневих водах нітрати перебувають в розчиненій формі. Присутність нітратів у природних водах може бути пов'язаною із:

- внутрішніми процесами, які проходять у водоймі, зокрема нітрифікації амонійних іонів за участю кисню під впливом нітрифікуючих бактерій;
- атмосферними опадами, які поглинають оксиди азоту, які утворюються при атмосферних електричних розрядах (вміст нітратів в атмосферних опадах складає 0,9 – 1,0 мг);
- промисловими та господарсько-побутовими стічними водами і особливо після біологічного очищення, коли концентрація сягає 50 мг/дм³;

— стоком з сільськогосподарських угідь та із стоками води із зрошуваних полів, на яких вносять азотні добрива.

Згідно з даними проведеного аналізу у річці Лопань не зафіксовано перевищень ГДК нітратів. У межах міста Харків їх вміст складав 12,0 мг/л, у с. Козача Лопань – 4,0 мг/л, при ГДК 40,0 мг/л (рис. 3.4).

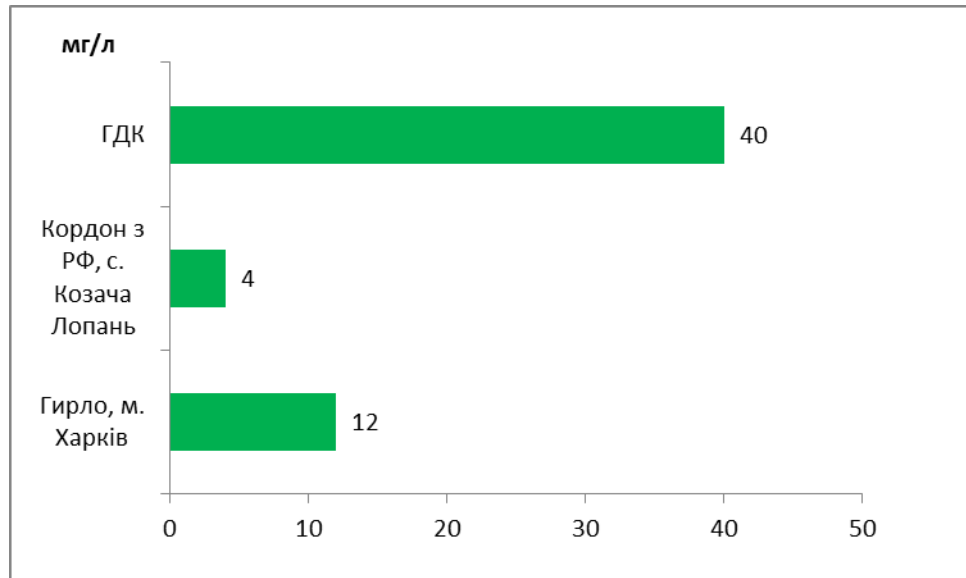


Рис. 3.4. Вміст нітратів у поверхневих водах річки Лопань

Що стосується вмісту нітритів, то у гирлі в межах міста Харків відмічено перевищення ГДК у 5,1 раза (рис. 3.5).

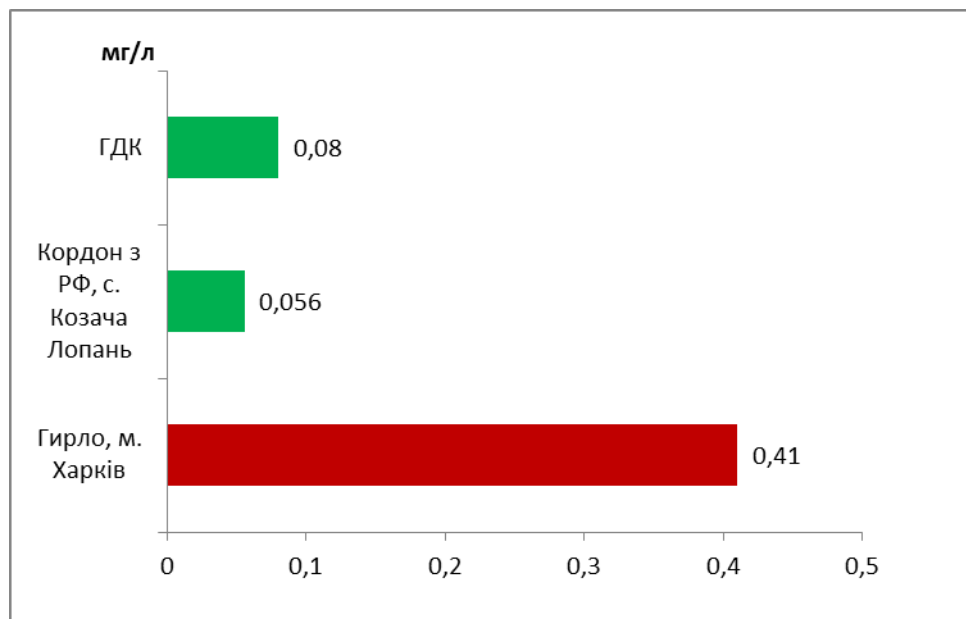


Рис. 3.5. Вміст нітритів у поверхневих водах річки Лопань

Марганець є елементом із високою біологічною активністю, який бере участь у обмінних процесах азотного циклу й синтезі жирних кислот. Він відноситься до помірно токсичних елементів та є антагоністом міді і алюмінію. До природних вод марганець надходить у результаті вилугування залізомарганцевих руд, у процесі розкладання відмерлих залишків рослин й тварин, і особливо синьо-зелених й діатомових водоростей, а також вищої водної рослинності. Окрім того, джерелами забруднення водою марганцем є шахтні води марганцевих рудників, стічні води й атмосферні викиди марганцевих збагачувальних фабрик й металургійних заводів, а також і підприємств хімічної промисловості. При високому вмісту марганцю спостерігається отруєння гідро біонтів [8]. ГДК марганцю для водойм рибогосподарського призначення становить 0,01 мг/л.

Проаналізувавши уміст марганцю у поверхневих водах річки Лопань, встановлено перевищення ГДК у 2 рази в на кордоні з РФ у с. Козача Лопань, та 3,1 рази у гирлі річки в межах м. Харків (рис. 3.6).

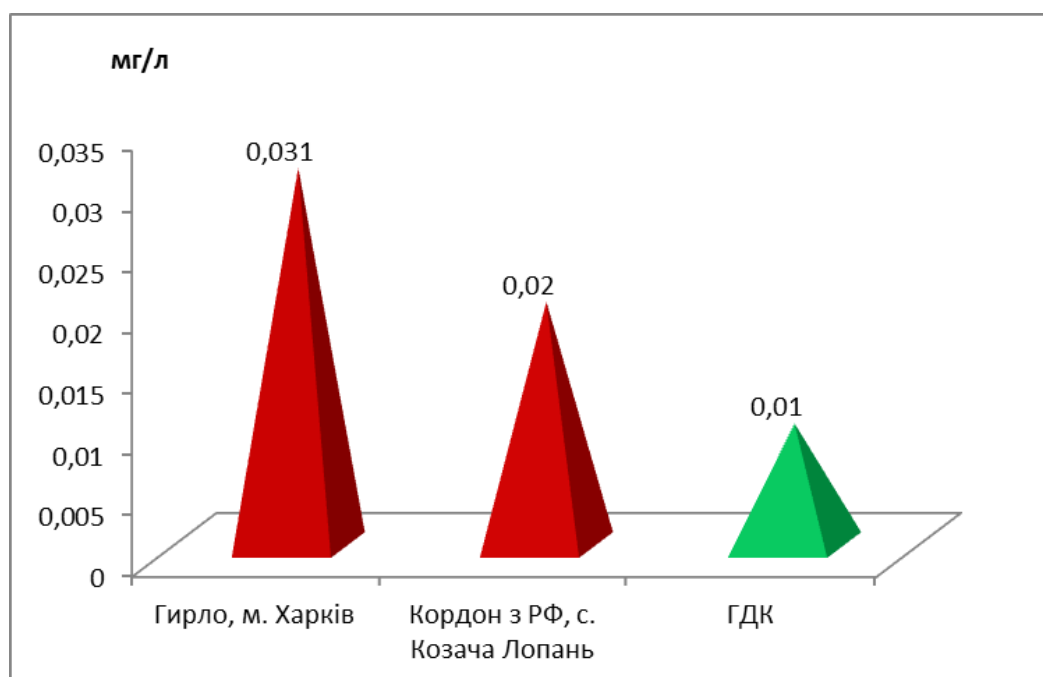


Рис. 3.6. Вміст марганцю у поверхневих водах річки Лопань

Залізо у поверхневій воді надходить із підземним стоком, із стічними водами галузей промисловості та сільського господарства, із зливовими водами й

поверхневим стоком, із стічними водами сільськогосподарських угідь. Уміст заліза загального у воді залежить також від гідрологічних умов річки й процесів хімічного вивітрювання гірських порід. Наявність заліза у воді зумовлює бурхливе забарвлення. При високому вмісті у воді залізо характеризується токсичною дією. При утворенні закисного заліза, та як наслідок, кисневого дефіциту, може відбутися загибель гідробіонтів від задухи [3].

ГДК заліза для водойм рибогосподарського призначення складає 0,1 мг/л. У поверхневих водах річки Лопань вміст заліза перевищував ГДК у 1,8 та 2,3 рази відповідно у контрольному створі у с. Козача Лопань та у межах м. Харків (рис. 3.7).

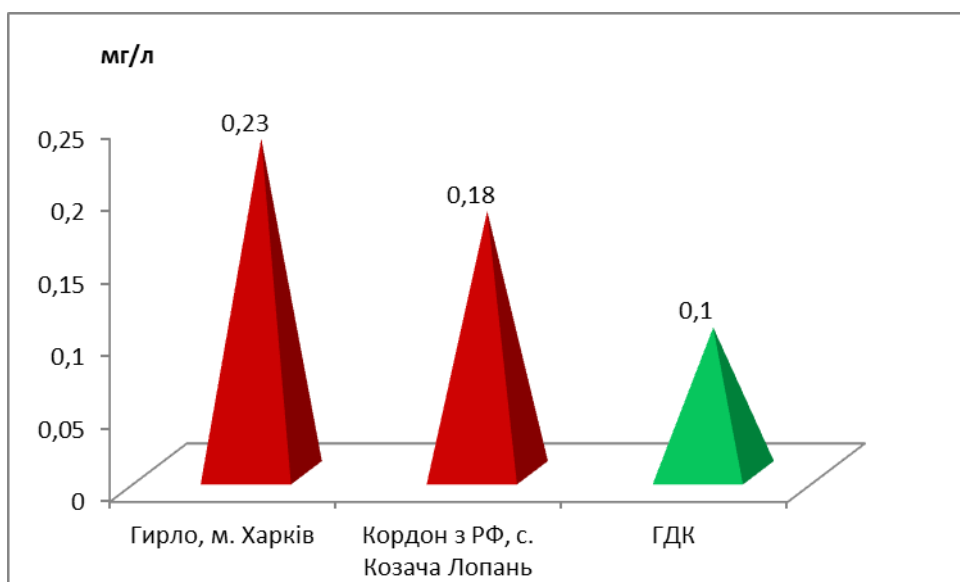


Рис. 3.7. Вміст заліза у поверхневих водах річки Лопань

Мідь – мікроелемент, який бере участь в фотосинтетичних процесах й азотистому обміні водоростей і вищої водяної рослинності, а також є в складі ензимів і кофакторів, каталізує гідролітичні й окисно-відновні процеси. Окрім того мідь бере участь у процесах тканинного дихання і кровотворення, мінерального й азотного обміну риб. Поте, високі концентрації міді мають токсичний вплив на гідробіонтів, зумовлюють блокування фотосинтетичних процесів, білкового та вуглеводневого обміну, спричиняють атрофії, ендемічні анемії і порушення кровотворення, та ураження нервової системи. Мідь надходить до водойм разом із шахтними стоками мідних і поліметалічних рудників, разом із

стічними водами підприємств металургійної і хімічної промисловості, а також поверхневим зливом з сільськогосподарських угідь, що обробляються мідними речовинами – мідним купоросом [13]. ГДК міді для водойм рибогосподарського призначення становить 0,001 мг/л.

Для річки Лопань характерне значне забруднення води цією забруднюючою речовиною. Так у контрольному створі у с. Козача Лопнь вміст міді у 3,3 раза був вищим за ГДК, а в межах м. Харків – аж у 6,9 раза (рис. 3.8).

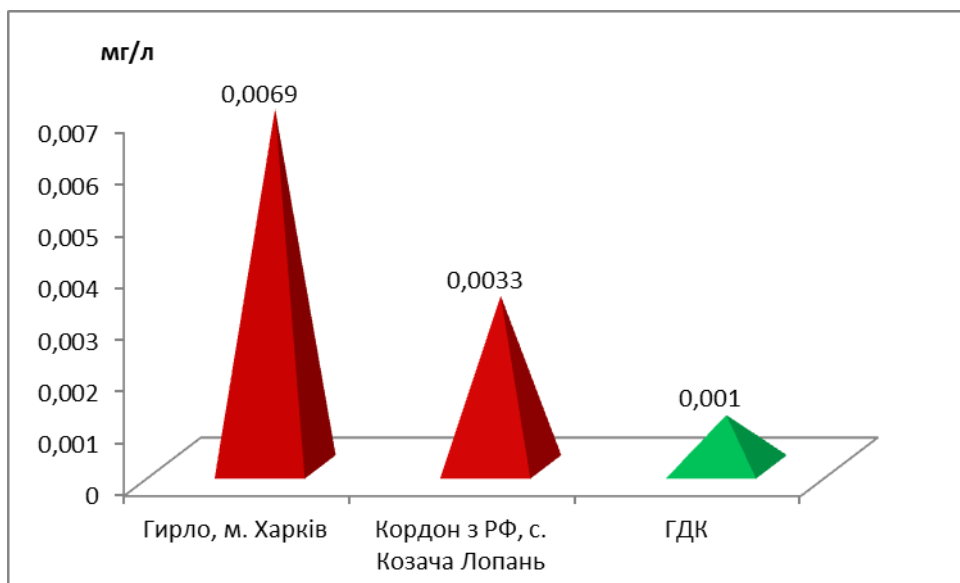


Рис. 3.8. Вміст міді у поверхневих водах річки Лопань

Цинк є у складі ферментів і бере участь в багатьох біохімічних процесах. Зокрема, за участю цинку відбуваються гормональний метаболізм і стабілізація рибосом та мембран. Проте, за високих концентрацій у воді цинк стає токсичним для живих організмів. При надмірному вмісті елементу відбувається гальмування фотосинтезу фітопланктону, що у свою чергу знижує первинну продукцію водойм і підриває кормову базу зоопланктону й риб. Також цинк проявляє гонадотоксичну дію – спричиняє зниження рухливості сперматозоїдів, а також ще становить мутагенну й онкогенну небезпеку. ГДК цинку для водойм рибогосподарського призначення становить 0,01 мг/л [13].

Вміст цинку у річці Лопань становив 0,011-0,014 мг/л залежно від пункту спостереження, що на 0,001-0,004 мг/л вище за ГДК (рис. 3.9).

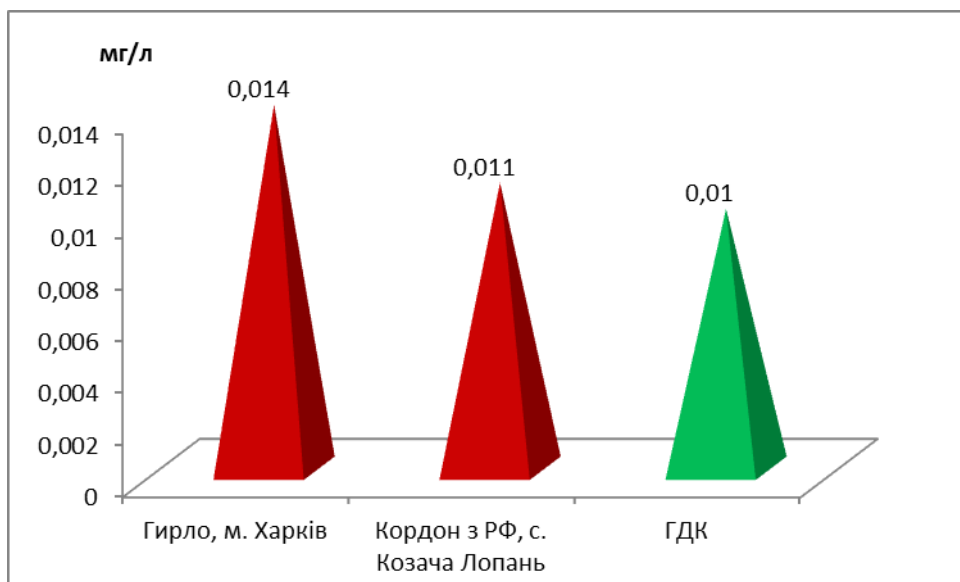


Рис. 3.9. Вміст цинку у поверхневих водах річки Лопань

Нафта та нафтопродукти відносяться до найбільш поширених природних стійких органічних забрудників вод Світового океану та вод внутрішніх континентальних водойм. Нафтове забруднення характеризується багатовекторною дією на водні екосистеми й згубно позначається на їх функціонуванні й рибному господарстві. Спочатку нафта розтікається на поверхні води, утворюючи при цьому різнокольорову плівку, яка призводить до порушення газообміну, створення кисневого дефіциту в водоймі, і як наслідок – змінює склад спектру й інтенсивність проникнення світла у водне середовище. Нафтопродукти – високотоксичні для всіх екологічних груп гідробіонтів. В забруднених нафтою і нафтопродуктами акваторіях практично відсутнім є фітопланктон. ГДК нафтопродуктів для водойм рибогосподарського призначення становить 0,05 мг/л [13].

Річка Лопань, особливо у гирлі в межах . Харків, характеризується надмірним забрудненням нафтопродуктами, зокрема їх вміст перевищував ГДК у 4,8 раза, а на кордоні з РФ – у 2,1 раза (рис. 3.10).

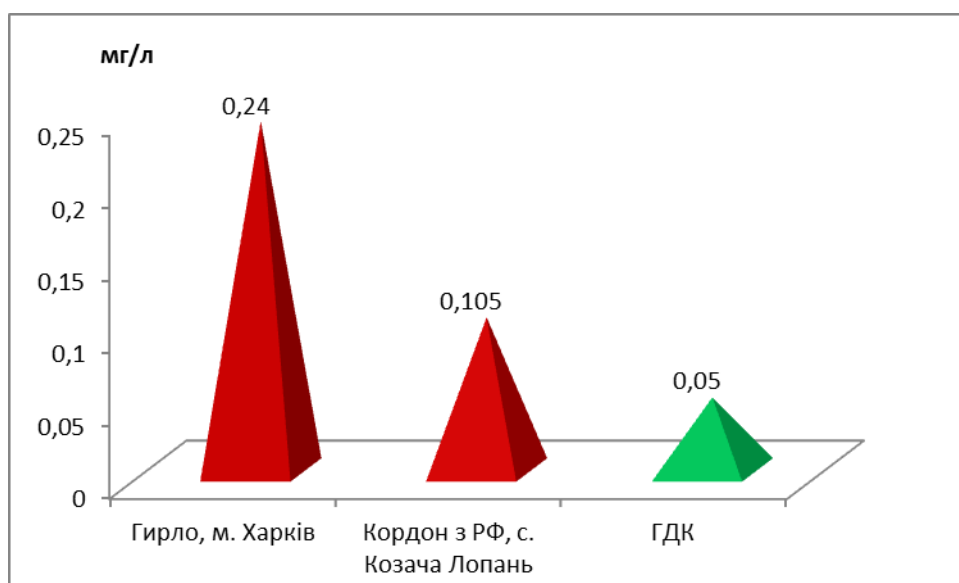


Рис. 3.10. Вміст нафтопродуктів у поверхневих водах річки Лопань

Мінеральний склад водойми визначають за сумарним вмістом таких головних йонів, як K, Na, Ca, Mg, Cl, SO, HCO. Причиною підвищеної мінералізації водойм є ґрунтові та стічні води. За ступенем впливу на гідробіонтів та організм людини несприятливі як занадто високі, так і дуже низькі показники мінералізації води [3].

Нами було проаналізовано вміст хлоридів та сульфатів у поверхневих водах річки Лопань. Щодо хлоридів, то їх вміст у річці Лопань у двох пунктах спостереження не перевищував значення ГДК та знаходився на рівні 60-90 мг/л, при ГДК 300 мг/л (рис. 3.11).

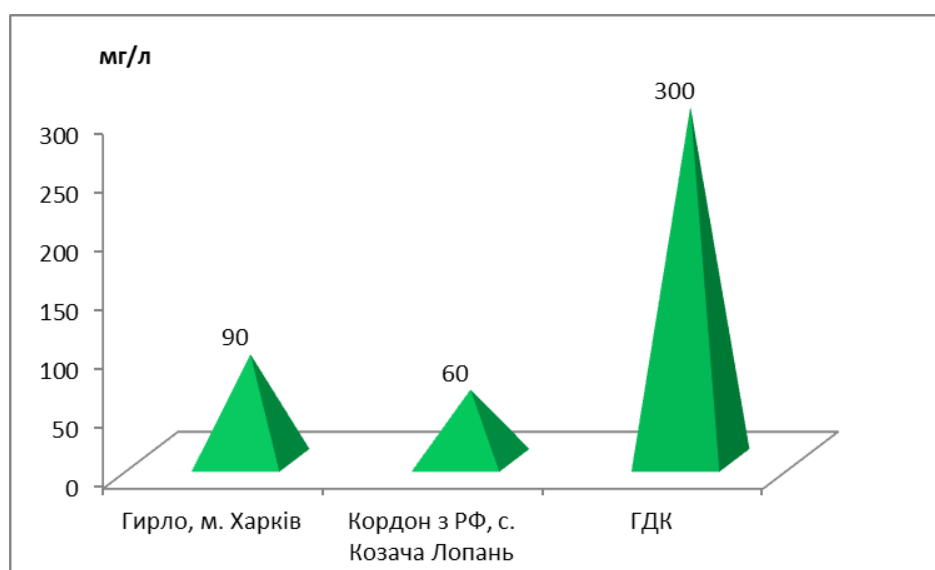


Рис. 3.11. Вміст хлоридів у поверхневих водах річки Лопань

А от вміст сульфатів значно перевищував ГДК і становив у межах с. Козача Лопань 180 мг/л (1,8 ГДК), у межах м. Харків – 240 мг/л (2,4 ГДК) (рис. 3.12). Високий вміст сульфатів у воді може свідчити про наявність хімічного забруднення в річці.

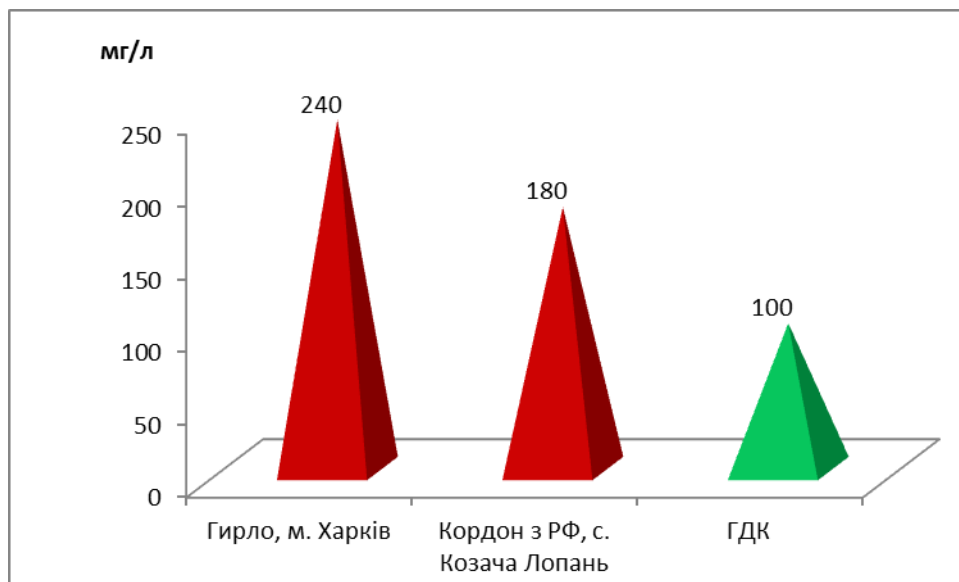


Рис. 3.12. Вміст сульфатів у поверхневих водах річки Лопань

Таким чином, аналіз сучасного стану вмісту основних забруднюючих речовин в межах Харківської області показав, що рівень забруднення річки Лопань є дуже високим. Адже, серед дванадцяти досліджуваних показників перевищення рибогосподарських ГДК характерне для дев'яти, а саме: для показника БСК₅ – 1,6-2,2 рази, вмісту амонію сольового – в 1,3-7,0 разів, нітратів – у 5,1 рази, марганцю – у 2,0-3,1 рази, заліза – у 1,8-2,3 рази, міді – у 3,3-6,9 рази, цинку – у 1,1-1,4 рази, нафтопродуктів – у 2,1-4,8 рази, сульфатів – у 1,8-2,4 рази. Варто відмітити, що закономірно значно вищий рівень забруднення характерний для річки в межах м. Харків. Основне джерело забруднення річки Лопань – поверхневий стік із урбанізованих територій та підприємств комунального господарства.

3.2 Оцінка стану поверхневих вод річки Лопань за індексом забруднення води

З метою визначення комплексу природоохоронних заходів щодо відновлення річок необхідно спочатку вивчити їх природні особливості, стан водозбірної площі, визначити спрямованість процесів водної екосистеми, а також дуже важливо проаналізувати причини погіршення якісного стану та виснаження водних об'єктів. Для цього необхідним є проведення моніторингу та комплексної оцінки якості води. На сьогодні у водоохоронній діяльності це є пріоритетне завдання.

Одна із найбільш часто застосованих методик оцінки якості поверхневих вод – це методика визначення гідрохімічного індексу забруднення води. Це є одна з найбільш простих методик комплексної оцінки якості води, яка дозволяє за короткий період провести оцінку якості поверхневих вод річки. Дану методику розроблено підрозділом Держкомгідромету. В основі цієї методики лежить розрахунок індексу забруднення води (ІЗВ) – комплексного показника, який враховує сумарне співвідношення фактичної концентрації забруднюючої речовини до ГДК. Після розрахунку індексу забруднення води за гідрохімічними показниками забруднення визначають клас якості води [15].

У кваліфікаційній роботі нами було оцінено якість поверхневих вод річки Лопань за індексом забруднення води у двох контрольних створах (ІЗВ).

Згідно із результатами проведених розрахунків, встановлено що вода річки Лопань у межах с. Козача Лопань є помірно забрудненою – значення ІЗВ становить 1,23 одиниці, а у гирлі в межах м. Харків – забрудненою, значення ІЗВ становить 2,71 одиниці (табл. 3.1).

Порівняльний графічний аналіз забруднення річки Лопань за ІЗВ у різних пунктах спостереження представлений на рис. 3.13.

Таблиця 3.1

Результати розрахунків ІЗВ для річки Лопань

Нормовані показники	Гирло, м. Харків	Кордон з РФ, с. Козача Лопань	ГДК рибогосподарське
Розчинений кисень	6,7	7,4	Не менше 6
БСК ₅	6,6	4,8	3,0
Амоній сольовий	3,5	0,65	0,5
Нітрати	12,0	4,0	40,0
Нітроти	0,41	0,056	0,08
Марганець	0,031	0,02	0,01
Залізо	0,23	0,18	0,1
Цинк	0,014	0,011	0,01
Мідь	0,0069	0,0033	0,001
Нафтопродукти	0,24	0,105	0,05
Хлориди	90,0	60,0	300
Сульфати	240,0	180	100
ІЗВ	2,71	1,23	-
Клас забруднення	IV	III	-
Характеристика забруднення	Забруднена вода	Помірно забруднена вода	-

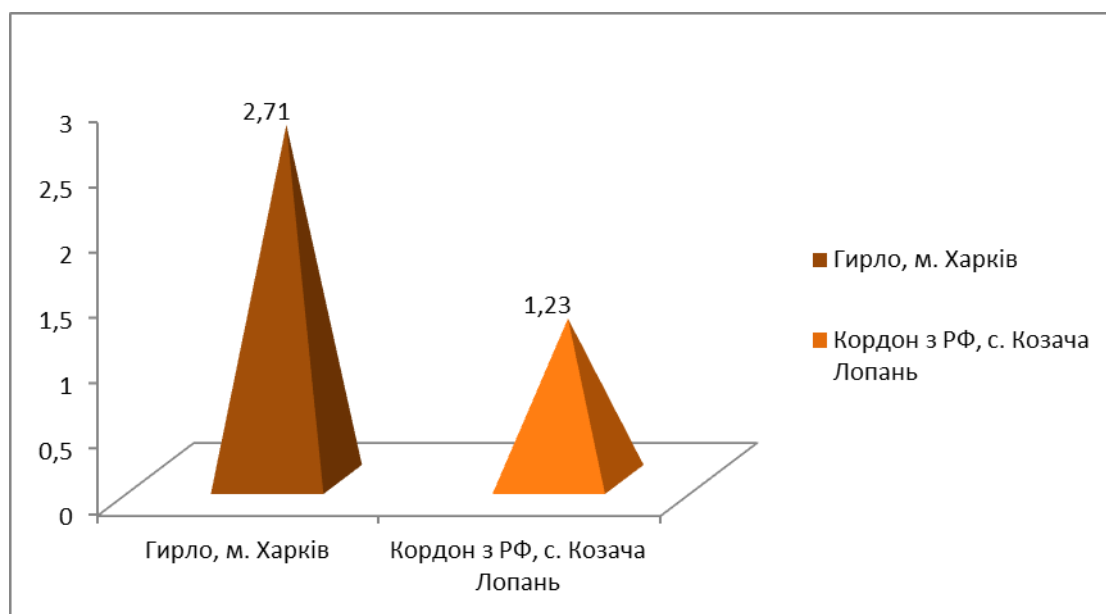


Рис. 3.13. Індекс забруднення води для річки Лопань

Отже, проаналізувавши якість поверхневих вод річки Лопань за індексом забруднення води встановлено, що річка є забрудненою, при цьому ступінь забруднення залежить від контрольного створу із якого відібрано проби для аналізу. Більш високий ступінь забруднення характерний для річки в межах м. Харків – розрахований ІЗВ складає 2,71 одиниці. Дещо менше забрудненою є річка в межах с. Козача Лопань – розрахований ІЗВ складає 1,23 одиниці. Така ситуація щодо забруднення потребує впровадження невідкладних заходів щодо ефективнішого очищення стічних вод, що скидаються у річку.

3.3 Екологічна оцінка якості поверхневих вод річки Лопань за відповідними категоріями

На сьогодні постійно зростаючий антропогенний вплив на довкілля у Харківській області зумовлює значне погіршення екологічного стану всіх його складових, в тому числі й водних об'єктів. Посилене використання водних об'єктів для потреб промисловості, комунального та сільського господарств, спричиняє забруднення поверхневих вод та призводить до погіршення стану річкових басейнів. В таких умовах необхідним є постійний моніторинг стану поверхневих водойм, проведення екологічної оцінки їх якості та прийняття на основі проведеної оцінки відповідних рішень щодо покращення ситуації.

Екологічна оцінка – обов'язкова умова екологічного нормування якості поверхневих вод, та є його попереднім етапом. При проведенні екологічної оцінки слід порівняти отримані результати вмісту забруднюючих речовин зі значеннями екологічних нормативів, які встановлені для даного водного об'єкта.

Відповідно до проведеної екологічної оцінки встановлено, що більш високий рівень забруднення р. Лопань характерний для пункту спостереження у межах міста Харків – вода характеризувалась як «посередня» за станом та «помірно забруднена» за якістю. У межах с. Козача Лопань вода є перехідною за якістю від «задовільних», «слабко забруднених» до «посередніх», «помірно забруднених».

Найбільш критичною ситуація у межах с. Козача Лопань є по відношенню до індексу за трофо-сапробіологічними (еколого-санітарними) критеріями.

При розрахунку цього індексу враховували вміст амонійного, нітратного та нітратного азоту, а також розчиненого кисню та показник БСК₅. Найбільше критичною ситуація була по відношенню до вмісту нітритного та нітратного азоту – за цими показниками вода відповідає V класу та 7 категорії забруднення «дуже брудні». В цілому значення I_2 становило 5,4 одиниці, що відповідає категорії 5 (6) – «посередні», «помірно забруднені» води з тенденцією наближення до категорії «поганих», «брудних» (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Екологічна оцінка якості вод р. Лопань у межах с. Козача Лопань

Показник	Вміст	Клас	Категорія	I _i	Стан/Ступінь чистоти
Сольовий склад					
Хлориди, мг/л	60,0	II	3	I ₁ = (3+6)/ 2 = 4,5 Категорія 4 (5)	«Задовільні», «слабко забруднені» води з тенденцією наближення до «посередніх», «помірно забруднених»
Сульфати, мг/л	180,0	IV	6		
Трофо-сапробіологічні (еколого-санітарні) критерії					
Гідрохімічні:				I ₂ = (5+7+7+3+5)/ 5 = 5,4 Категорія 5 (6)	«Посередні», «помірно забруднені» води з тенденцією наближення до категорії «поганих», «брудних»
Азот амонійний, мг N/л	0,65	III	5		
Азот нітритний, мг N/л	0,056	V	7		
Азот нітратний, мг N/л	4,0	V	7		
Розчинений кисень, мг O ₂ /л	7,4	III	3		
БСК ₅ , мг O ₂ /л	4,8	III	5		
Критерії вмісту специфічних речовин токсичної дії					
Марганець	0,02	III	5	I ₃ =5+4+2+4+5/5= 4,0 Категорія 4,0	«Задовільні», «слабко забруднені» води
Залізо	0,18	III	4		
Цинк	0,011	II	2		
Мідь	0,0033	III	4		
Нафтопродукти	0,105	III	5		
I _e = 4,63 Категорія 4-5					Води, перехідні за якістю від «задовільних», «слабко забруднених» до «посередніх», «помірно забруднених»

Індекс сольового складу розраховували за показниками вмісту хлоридів та сульфатів. Значення розрахованого індексу I_2 становив 4,5 одиниці, що відповідає категорії 4 (5) – «задовільні», «слабко забруднені» води з тенденцією наближення до «посередніх», «помірно забруднених».

Індекс токсичності розраховували за такими показниками, як вміст марганцю, цинку, міді, заліза та нафтопродуктів. Значення індексу за критеріями вмісту специфічних речовин токсичної дії знаходилось на рівні 4,0 одиниці (категорія 4,0 – «задовільні», «слабко забруднені» води). Найкритичнішою серед специфічних речовин токсичної дії ситуація була відносно вмісту нафтопродуктів – вода відповідала IV класу та 6 категорії.

В цілому комплексний екологічний індекс у пункті спостереження у с. Козача Лопань становив 4,63 одиниці, що відповідає категорії 4-5 – води, перехідні за якістю від «задовільних», «слабко забруднених» до «посередніх», «помірно забруднених».

Що стосується якості води річки Лопань у гирлі в межах м. Харків, то найвищий рівень забруднення також характерний для блоку еколого-санітарних показників. За трьома із п'яти досліджуваних показників (вміст амонійного, нітратного та нітритного азоту) вода відповідала V класу 7 категорії забруднення – «дуже погані» за станом та «дуже брудні» за рівнем забруднення. Розрахований індекс I_2 становив 6,0, згідно з яким води є «поганими» за станом та «брудними» за рівнем забруднення (табл. 3.3).

«Посередні» за станом та «помірно забруднені» води у межах м. Харків були і за індексом сольового складу, що зумовлено високою концентрацією сульфатів. Індекс сольового блоку становив 5,0, що відповідає 5 категорії.

Розрахований індекс I_3 за критеріями вмісту специфічних речовин токсичної дії становив 4,0 одиниці, що характеризує води як «задовільні», «слабко забруднені».

В цілому комплексний екологічний індекс у пункті спостереження у с. Козача Лопань становив 5,0 одиниці, що відповідає категорії 5 – «посередні», «помірно забруднені» води.

Таблиця 3.3

Екологічна оцінка якості вод р. Лопань у межах м. Харків

Показник	Вміст	Клас	Категорія	I _i	Стан/Ступінь чистоти
Сольовий склад					
Хлориди, мг/л	90,0	III	4	I ₁ = (4+6)/ 2 = 5,0 Категорія 5	«Посередні», «помірно забруднені» води
Сульфати, мг/л	240,0	IV	6		
Трофо-сапробіологічні (еколого-санітарні) критерії					
Гідрохімічні:				I ₂ = (7+7+7+4+5)/ 5 = 6,0 Категорія 6	«Погані», «брудні» води
Азот амонійний, мг N/л	3,5	V	7		
Азот нітритний, мг N/л	0,41	V	7		
Азот нітратний, мг N/л	12,0	V	7		
Розчинений кисень, мг O ₂ /л	6,7	III	4		
БСК ₅ , мг O ₂ /л	6,6	III	5		
Критерії вмісту специфічних речовин токсичної дії					
Марганець	0,031	III	5	I ₃ =5+4+2+4+6/5 =4,2 Категорія 4,0	«Задовільні», «слабко забруднені» води
Залізо	0,23	III	4		
Цинк	0,014	II	2		
Мідь	0,0069	III	4		
Нафтопродукти	0,24	IV	6		
				I _e = 5,0 Категорія 5	«Посередні», «помірно забруднені» води

Порівняльний аналіз якості поверхневих вод річки Лопань за індексом блоку показників сольового складу (I_1), індексом блоку еколого-санітарних показників (I_2) та індексом блоку специфічних речовин токсичної дії (I_3), а також загальним комплексним індексом екологічного стану (I_E) наведено на рис. 3.14.

Таким чином, згідно з результатами проведеної екологічної оцінки якості поверхневих вод річки Лопань встановлено, що інтегральний індекс екологічного стану (I_E) для контрольного створу в межах с. Козача Лопань становив 4,6 одиниці, а в межах м. Харків – 5,0 одиниці. Якість води згідно з існуючою методикою у річці характеризувалась як перехідна від «задовільних», «слабко за-

бруднених» до «посередніх», «помірно забруднених» в межах с. Козача Лопань, та «посередня», «помірно забруднена» в межах м. Харків.

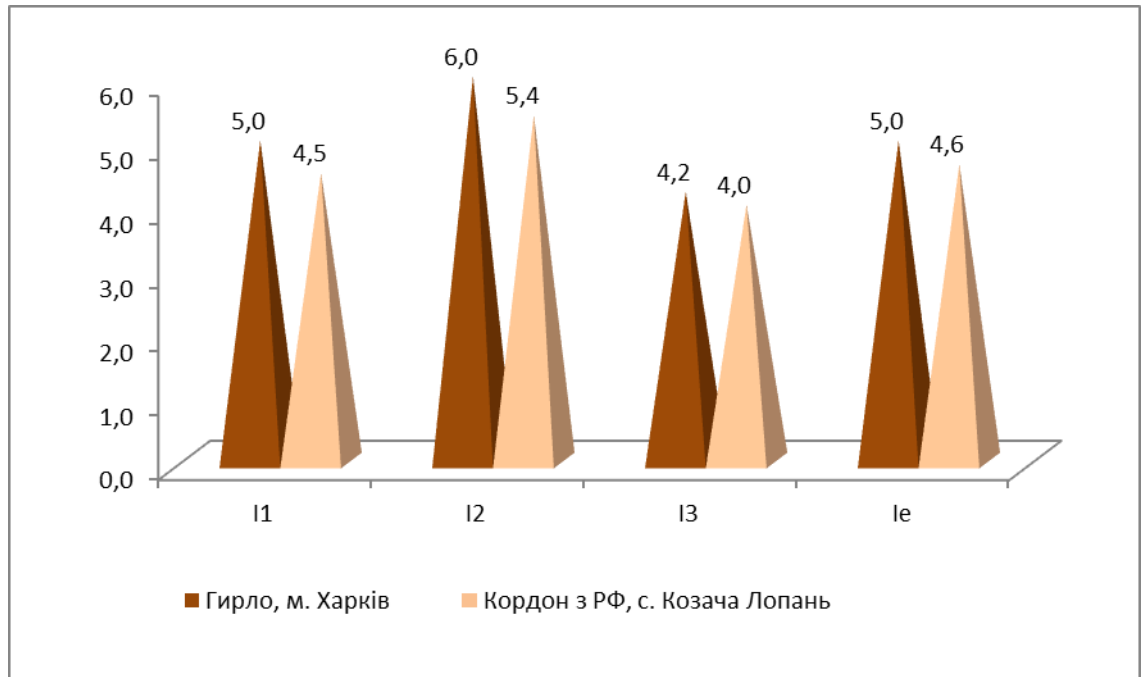


Рис. 3.14. Екологічна оцінка якості води річки Лопань

Надмірне забруднення річки Лопань потребує впровадження комплексу заходів з покращення якості поверхневих вод. Для покращення екологічного стану річки Лопань необхідно:

- вдосконалити регіональну систему моніторингу за станом річки;
- поліпшити гідрологічний режим річки;
- здійснювати контроль несанкціонованих скидів забруднюючих речовин у річку;
- сприяти зниженню антропогенного навантаження на річку внаслідок забруднення зворотними водами;
- підвищити ефективність очистки січних вод, що скидаються у річку [34].

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі досліджено екологічний стан річки Лопань у межах міста Харків та с. Козача Лопань. Проведено аналіз вмісту основних забруднюючих речовин у річці, здійснено екологічну оцінку якості поверхневих вод за індексом забруднення води, а також визначено стан річки та рівень забруднення за відповідними категоріями. Відповідно до отриманих результатів можна зробити наступні висновки:

1. Для більшості досліджуваних забруднюючих речовин характерне перевищення рибогосподарських ГДК, а саме: для показника БСК₅ – у 1,6-2,2 рази, вмісту амонію сольового – в 1,3-7,0 разів, нітратів – у 5,1 рази, марганцю – у 2,0-3,1 рази, заліза – у 1,8-2,3 рази, міді – у 3,3-6,9 рази, цинку – у 1,1-1,4 рази, нафтопродуктів – у 2,1-4,8 рази, сульфатів – у 1,8-2,4 рази, залежно від пункту спостереження. Лише вміст хлоридів, нітратів та розчиненого кисню був у межах нормативів: вміст хлоридів становив залежно від пункту спостереження 60-90 мг/л (при ГДК 300 мг/л), нітратів – 4-12 мг/л (при ГДК 40 мг/л), розчиненого кисню – 6,7-7,7 мг/л (при нормативному показнику не менше 6,0 мг/л). Варто відмітити, що закономірно значно вищий рівень забруднення характерний для річки в межах м. Харків.

2. Відповідно до результатів проведеної оцінки екологічного стану річки Лопань за індексом забруднення води (ІЗВ), встановлено, що річка є забрудненою, при цьому ступінь забруднення залежить від контрольного створу із якого відібрано проби для аналізу. Більш високий ступінь забруднення характерний для річки в межах м. Харків – розрахований ІЗВ складає 2,71 одиниці, що відповідає IV класу «забруднена вода». Дещо менше забрудненою є річка в межах с. Козача Лопань – розрахований ІЗВ складає 1,23 одиниці (III клас – «помірно забруднена вода»).

3. Згідно з результатами проведеної екологічної оцінки якості поверхневих вод річки Лопань відповідно до категорій, встановлено, що індекс за показниками сольового складу води (I_1) у межах м. Харків становив 5,0 одиниці, в

межах с. Козача Лопань – 4,5 одиниці, індекс еколого-санітарних показників (I_2) відповідно 6,0 та 5,4 одиниці, а індекс блоку специфічних речовин токсичної дії (I_3) – 4,2 та 4,0 одиниці. Інтегральний індекс екологічного стану (I_E) для контрольного створу в межах с. Козача Лопань становив 4,6 одиниці, а в межах м. Харків – 5,0 одиниці. Якість води згідно з існуючою методикою у річці характеризувалась як перехідна від «задовільних», «слабко забруднених» до «посередніх», «помірно забруднених» в межах с. Козача Лопань, та «посередня», «помірно забруднена» в межах м. Харків.

4. Наявність значного забруднення річки Лопань потребує впровадження комплексу заходів з покращення якості поверхневих вод. Для покращення екологічного стану річки Лопань необхідно: вдосконалити регіональну систему моніторингу за станом річки; поліпшити гідрологічний режим річки; здійснювати контроль несанкціонованих скидів забруднюючих речовин у річку; сприяти зниженню антропогенного навантаження на річку внаслідок забруднення зворотними водами; підвищити ефективність очистки січних вод, що скидаються у річку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Атлас Харківської області. Серія «Моя мала Батьківщина». 2021. 20 с.
2. Безсонний В.Л., Третьяков О.В., Халмурадов Б.Д. Система моніторингу поверхневих вод в умовах впровадження басейнового підходу до управління водними ресурсами. Другі Сумські наукові географічні читання: збірник матеріалів Всеукраїнської наук. конф., (м. Суми, 10–12 листопада 2017). Суми: СумДПУ імені 192 А. С. Макаренка, 2017. С. 117–120.
3. Безсонний В.П., Третьяков О.В. Аналіз світового та вітчизняного досвіду впровадження інтегрованого управління водними ресурсами. Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки. Вип. 27. Харків, 2016. С. 15-24.
4. Васенко О, Г. Коробкова К. В. Комплексна оцінка екологічного стану басейну річки Лопань у Харківській області. Екологи и промышленность. №4, 2012. С. 114-118.
5. Васенко О. Г., Рибалова О.В., Козловська О. В., Жук В. М. Risk assessment of the recreational water usage of the river Udy in the Kharkiv region. Проблеми охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки: зб. наук. пр. / УкрНДІЕП. Харків: Райдер, 2016. Вип. XXXVIII. С.67-74
6. Васенко О. Г., Карабаш Г. О. Екологічна оцінка якості води річки Сів. Донець, сучасний стан та ретроспектива. Міжнар. наук. практ. конф. «Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення», (12-16 вересня, 2005 р.) м. Алушта, АР Крим, Україна: зб. наук. ст. : у 2 т. Харків, 2005. С. 225-227.
7. Васенко О.Г., Рибалова О.В., Коробкова Г.В. Экологическое нормирование качества поверхностных вод с учетом региональных особенностей. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2017. Т1 (44). С. 21-33.
8. Гігієнічні нормативи якості води водних об'єктів для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0524-22#n13>.
9. Гриценко А.В., Варламов Є.М., Васенко О.Г. Моніторинг впливу на стан навколишнього природного середовища підприємств – об'єктів підвище-

ної екологічної небезпеки. Экология и промышленность. № 4. Харків, 2011. С. 116-120.

10. Гриценко А. В., Рибалова О. В., Ільченко Л. Ю. Оцінка протенційного ризику здоров'ю населення України при несприятливому впливі факторів навколишнього середовища // Коммунальное хозяйство городов: науч.-техн. сб.: Сер. Техн. Науки. Киев: Техника, 2005. Вып. 63. С. 161-171.

11. Досвід використання «Методики екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями» (пояснення, застереження, приклади) / А.В. Яцик, В.М. Жукінський, А.П. Чернявська, І.С. Єзловецька. Київ: «Оріяни», 2006. 60 с.

12. Доповіді про стан навколишнього природного середовища в Харківській області. URL: <https://kharkivoda.gov.ua/oblasna-derzhavna-administratsiya/struktura-administratsiyi/strukturni-pidrozdili/486/2736>.

13. Дудник С.В., Євтушенко М.Ю. Водна токсикологія: основні теоретичні положення та їхнє практичне застосування: монографія. Київ: Вид-во Українського фітосоціологічного центру, 2013. 297 с.

14. Жук В.М. Впровадження басейнового принципу управління водними ресурсами. Актуальні проблеми розвитку управлінських систем: досвід, тенденції, перспективи: збірник тез VIII студентської науково-практичної конференції, м. Харків, 17 квітня 2013. Вид-во ХарPI НАДУ «Магістр», 2013. С. 25-30.

15. Закон України «Про оцінку впливу на довкілля». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2059-19>.

16. Екологічні основи управління водними ресурсами : навч. посіб. / А.І. Томільцева, А.В. Яцик, В.Б. Мокін та ін. Київ : Інститут екологічного управління та збалансованого природокористування, 2017. 200 с.

17. Екологічні паспорти Харківської області. URL: <https://kharkivoda.gov.ua/oblasna-derzhavna-administratsiya/struktura-administratsiyi/strukturni-pidrozdili/486/2736>.

18. Жук В.Н., Варламов Е.Н. Зарубежный опыт ведения мониторинга поверхностных вод. *Екологія та промисловість*. № 2 (59). Харків, 2019. С. 113-118.
19. Ієрархічний підхід до оцінювання екологічного ризику погіршення стану екосистем поверхневих вод України / О. Г. Васенко, О. В. Поддашкін, О. В. Рибалова, С. .А. Афанасьєв, О. І. Цибульський. Проблеми охорони навколишнього середовища та техногенної безпеки: зб. наук. про УкрНДІЕП. Харків, 2010. Вип. XXXII. С. 75-90.
20. Клименко М.О. Клименко О.М., Петрук А.М. Гідроекологічний моніторинг водних екосистем з огляду на сучасні європейські напрями у природоохоронній діяльності. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. № 3. Полтава, 2013. С. 22-27.
21. Клименко М.О., Клименко О.М., Петрук А.М. Гідроекологічний моніторинг водних екосистем з огляду на сучасні європейські напрями у природоохоронній діяльності. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. № 3 (70). Полтава, 2013. С. 22-27.
22. Крайнюков О. М. Оцінка еколого-токсикологічного стану річки Лопань у межах м. Харків. *Вісник ХНУ імені В. Н. Каразіна*. № 1147. Серія «Екологія». Вип. 12. 2015. с. 57-62.
23. Крайнюков О. М. Сучасний екологічний стан водних об'єктів басейну річки Сіверський Донець. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. № 3-4, 2015. С. 71-77.
24. Куатбаева Г. К., Чакликова Д.С., Ибраимханов Е.К., Хафизов Е.Б. Опыт Германии в управлении водными ресурсами. под ред. К. В. Папенова. Москва: Макс Пресс, 2000. 89 с.
25. Ландшафтне планування в Україні / Л. Г. Руденко, Є. О. Маруняк, О. Г. Голубцов та ін..; під ред.. Л. Г. Руденка. Київ: Реферат, 2014. 144 с.
26. Лозанський В. Р. Екологічні реформи у водному секторі України. Проблеми охорони навколишнього природного середовища та техногенної безпеки : зб. наук. праць / УкрНДІЕП. Харків, 2001. Вип. XXV. С. 16-23.

27. Лопань (притока Уди). URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%BE%D0%BF%D0%B0%D0%BD%D1%8C_\(%D0%BF%D1%80%D0%B8%D1%82%D0%BE%D0%BA%D0%B0_%D0%A3%D0%B4%D0%B8\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%BE%D0%BF%D0%B0%D0%BD%D1%8C_(%D0%BF%D1%80%D0%B8%D1%82%D0%BE%D0%BA%D0%B0_%D0%A3%D0%B4%D0%B8)).

28. Максименко Н. В., Зинковская Л. В. Оценка состояния водной экосистемы р. Харьков средствами ландшафтного планирования. Людина та довкілля. Проблеми неоекології. № 1-2, 2014. С. 35-44.

29. Методи встановлення і використання екологічних нормативів якості поверхневих вод суші та естуаріїв України / В. Д. Романенко, В. М. Жукинський, О. П. Оксіюк та ін. Київ, 2001. 48 с.

30. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / А.В. Гриценко, О.Г. Васенко, Г.А. Верніченко та ін. Харків: УкрНДІЕП. 2012. 37 с.

31. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. [В.Д. Романенко, В.М. Жукинський, О.П. Окнісюк та ін.]. Київ: Символ-Т, 1998. 28 с.

32. Мокін В.Б., Крижановський Є.М., Яшолт А.Р., Скорина Л.М. Автоматизація розрахунку водогосподарського балансу ділянок басейнів річок/ Водне господарство України. 2017. № 3 (129). С. 25–30.

33. Наказ Міністерства агрополітики та продовольства України «Про затвердження нормативів екологічної безпеки водних об'єктів, що використовуються для потреб рибного господарства, щодо гранично допустимих концентрацій органічних та мінеральних речовин у морських та прісних водах». №1369/21681 від 14.08.2022 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1369-12#Text>

34. Основні засади управління якістю водних ресурсів та їхня охорона : навч. посібник; за ред. В.К. Хільчевського. К.: ВПЦ «Київський університет», 2015. 172 с.

35. Павлов П.И. Государственное управление и регулирование в области природопользования, окружающей среды и сельского хозяйства в Фин-

ляндской Республике. Недвижимость и инвестиции. Правовое регулирование. № 1. Москва, 2007. С. 30–31.

36. Панчева А.М. Экологическая обстановка в Харьковской области. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я. 2019. Ч. IV. С. 46.

37. План управління річковим басейном Дону. Головні водно-екологічні проблеми. URL: <http://dea.edu.ua/img/source/Book/4.pdf>.

38. Положення Директив з Угоди про Асоціацію між ЄС та Україною. URL: <http://env-approx.org/images/documents/052/3-Bartkova.pdf>.

39. Порядок розроблення водогосподарських балансів. Додаток до наказу Міністерства екології та природних ресурсів України від 26.01.2017 № 26. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z0232-17>.

40. Постанова Кабінету Міністрів України від 30 березня 1998 № 391 «Про затвердження Положення про державну систему моніторингу довкілля». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/391-98>.

41. Постанова Кабінету Міністрів України від 19 вересня 2018 року № 758 «Про затвердження Порядку здійснення державного моніторингу вод». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/391-98>.

42. Рибалова О. В., Анісімова С. В., Поддашкін О. В. Оцінка спрямованості процесів стану екосистем малих річок. Вісн. Міжнар. словянськ. Ун-ту. Харків, 2003. Т. VI, №1. С. 12-16.

43. Рибалова О.В., Горбань А.В. Визначення небезпеки рекреаційного використання малих річок Харківської області. The 19th International scientific and practical conference «Scientific bases of solving of the modern tasks» (1-2 June, 2020). Frankfurt am Main, Germany 2020. p 309- 313

44. Рибалова О. В., Кусков О. Д., Кусков О. Д. Оцінка екологічного стану річки Лопань на основі визначення екологічного індексу. Trends in the scientific development. Abstracts of II International Scientific and Practical Conference. Vancouver, Canada. 2021. Pp. 83-88.

45. Рибалова О. В., Мельник Л. В., Кусков О. Д., Кусков О. Д. Визначення рівня забрудненості річки Лопань в Харківській області. The VIII International Science Conference «Science and practice, actual problems, innovations». Geographical science, November 09–12, 2021, Amsterdam, Netherlands. pp. 128- 134.
46. Рибалова О.В., Ільїнський О.В., Бондаренко О.О. Оцінка потенційного ризику здоров'я населення при рекреаційному водокористуванні транскордонних річок Харківської області. The 9 th International scientific and practical conference. Eurasian scientific congress (September 6-8, 2020) Barca Academy Publishing, Barcelona, Spain. 2020. p.52 -58
47. Рибалова О.В., Ступка Т.П. Прогноз екологічного стану басейну річки Оскіл в Харківській області методом Хольта-Уінтерса / The 8 th International scientific and practical conference “Science and education: problems, prospects and innovations” (April 28-30, 2021) CPN Publishing Group, Kyoto, Japan. 2021. p.606 –612.
48. Романенко В.Д., Жукинський В.М., Оксікюк О.П. та ін. Методика встановлення і використання екологічних нормативів якості поверхневих вод суші та естуаріїв України Київ, 2001. 48с.
49. Ромащенко В.Д., Жукинський В.М., Оксікюк О.П. та ін. Методика встановлення і використання екологічних нормативів якості поверхневих вод суші та естуаріїв України. Київ, 2001. 48 с.
50. Сташук А.В., Єременко І.О. Міжнародний досвід басейнового підходу та перспективи його застосування в Україні. Проблеми раціонального використання соціально-економічного та природно-ресурсного потенціалу регіону: фінансова політика та інвестиції. Збірник наукових праць: Випуск XVII, № 2. Київ, СЕУ / Рівне, НУВГП, 2011. С. 345-352.
51. Стольберг Ф. В. Экология города: Учебник. Киев: Либра, 2000. 464 с.
52. Судук О. Ю. Вітчизняний та зарубіжний досвід розвитку системи управління водогосподарським комплексом. Вісник соціально-економічних до-

сліджень: зб. наук. праць; за ред. М. І. Звєрякова (голов. ред.) та ін. Одеський національний економічний університет. Вип. 1. №56. Одеса, 2015. С. 268–275.

53. Хільчевський В.К., Гребінь В.В. Гідрографічне та водогосподарське районування території України, затверджене у 2016 р. – реалізація положень ВРД ЄС. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2017. Т. 1. С. 8–20.

54. Яцик А.В. Стратегія реформування водного господарства України для збалансованого екологічнобезпечного використання та збереження водних ресурсів. Київ: НУВГП, 2011. 44 с.

55. Esteve P., Varela-Ortega C., Gutierrez I., Downing T. A hydro-economic model for the assessment of climate change impacts and adaptation in irrigated agriculture. *Ecol Econ.* 2015: 49-58.

56. Holling C. S. Resilience and stability of ecological systems. *NASA Res. Rep. Luxemburg*, 1973., P. 1-44.

57. Rybalova O., Bryhada O., Ilyinskiy O., Bondarenko A. Assessment of the ecological state of the Seversky Donets basin in the Kharkiv region. *Norwegian Journal of development of the International Science*, № 49 (2020) VOL.4, p.27-33

58. Sladeczek V. System of water quality from biological point of view, *Sladeczek. Ergebn.* 1973/ V. 7., P. 1-128.