МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Природоохоронний факультет
Кафедра гідроекології та
водних досліджень

Кваліфікаційна робота бакалавра

на тему: Оцінка зміни якості води річок Лопань та Харків під дією антропогенного навантаження

Виконала студентка групи ЕГ-18
спеціальності 101 Екологія
Федіна Наталія Олександрівна

Керівник д-р геогр. н., проф.
Лобода Наталія Степанівна

Рецензент д-р геогр. н., проф.
Польовий Анатолій Миколайович

Одеса 2022

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет природоохоронний
Кафедра гідроекології та водних досліджень
Рівень вищої освіти бакалавр
Спеціальність 101 Екологія

(шифр і назва)

Освітня програма Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри д-р геогр. н., проф. Лобода Н.С.
" 02" березня 2022 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Студентці Фединій Наталії Олександрівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Оцінка зміни якості води річок Лопань та Харків під дією антропогенного навантаження
керівник роботи Лобода Наталія Степанівна д-р геогр. н., проф. ,

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ОДЕКУ від "02" березня 2022 року № 267-С
2. Строк подання студентом роботи "14" липня 2022 року
3. Вихідні дані до роботи дані гідрохімічних спостережень на гідрометеорологічних станціях постів №13557. р. Лопань-м. Харків (у межах міста) 0.5 Ш та №13558. р. Харків-м. Харків (у межах міста) 0.5 Ш. Роглянутий період спостережень з 1990 року по 2015 рік.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
1.Складання фізико-географічної характеристики досліджуваної території.
2. Огляд сучасних досліджень гідрохімічного складу та гідроекологічного стану поверхневих вод досліджуваної території
3. Оцінка ступеня гідрохімічного забруднення вод
4. Оцінка якості вод за комплексними індексами
5.Оцінка ризиків
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Хронологічні графіки ходу концентрацій хімічних елементів, хронологічні графіки зміни значень індексу забрудненості вод, графіки залежності величини ризику R від показника ІЗВ, графіки емпіричної кривої забезпеченості для показників ризику забруднення.

Консультанти розділів роботи

<table>
<tr><td rowspan="2">Розділ</td><td rowspan="2">Прізвище, ініціали та посада консультанта</td><td colspan="2">Підпис, дата</td></tr>
<tr><td>завдання видав</td><td>завдання прийняв</td></tr>
<tr><td></td><td>немає</td><td></td><td></td></tr>
</table>

7. Дата видачі завдання “02” березня 2022 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Фізико-географічна характеристика	02.03.2022-09.03.2022р.	90	5(відмінно)
2	Огляд сучасних досліджень гідрохімічного складу та гідроекологічного стану поверхневих вод досліджуваної території	10.03.2022-21.03.2022р.	93	5(відмінно)
3	Оцінка ступеня гідрохімічного забруднення вод	22.03.2022-15.04.2022р.	95	5(відмінно)
4	Рубіжна атестація	**16.05.2022р. – 20.05.2022р.**	95	5(відмінно)
5	Оцінка якості вод за комплексними індексами	01.05.2022-26.05.2022р.	92	5(відмінно)
6	Оцінка ризиків	27.05.2022-02.06.2022р.	98	5(відмінно)
7	Підготовка доповіді та презентації до захисту	03.06.2022-13.06.2022р.		
8	Перевірка на плагіат	11.06.2022р.	-	-
9	Подання на кафедру	12.06.2022р.	-	-
10	Рецензування	14.06.2022р.	-	-
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)	**02.03. 22-15.06.2022р.**	**94**	**5**(відмінно)

Студент __________ Федіна Н.О.

(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи ____________ Лобода Н.С._

(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Актуальність роботи обумовлена необхідністю виявлення перспективи «приведення до доброго екологічного стану» річок індустріально розвиненого міста Харків. У басейні річок Лопань та Харків розміщені хімічні, металургійні заводи та підприємства вугледобувної промисловості, які потребують великої кількості води. Забір води з поверхневих вод басейну здійснюють 39 підприємств у Харківській області [1].

Предметом дослідження є процес антропогенного забруднення поверхневих вод річок Донського басейну.

Об'єктом дослідження є визначення основних забруднювальних речовин та ступеня забруднення поверхневих вод річок Харків та Лопань, які підлягають антропогенному впливу Харківського промислового комплексу .

Метою досліджень є виявлення основних джерел забруднення, виду основних забруднювальних речовин та ступеня забруднення річок Харків та Лопань, а також, оцінка якості поверхневих вод та ризику значного їх забруднення.

Матеріалами досліджень є дані гідрохімічних спостережень на гідрометеорологічних станціях у межах водозборів досліджуваних річок у створах в межах міста. Спостереження за станом поверхневих вод на території м. Харкова проводиться Харківським обласним центром з гідрометеорології (у 2 створах річок Лопань, Харків). Дані взяті з постів 13557. р. Лопань-м. Харків (у межах міста) 0.5 Ш та 13558. р. Харків-м. Харків (у межах міста) 0.5 Ш.

Роглянутий період спостережень з 1990 року по 2015 рік.

Загальна кількість проб становить 337 для річки Лопань та 311 для річки Харків.

Використана методика дослідження. В роботі використані сучасні методи статистичної обробки вихідних даних, метод регресійного аналізу,метод комплексної оцінки якості вод за індексом забрудненості вод, а також, визначення якісної та кількісної шкали ризиків на базі семантичного диферинціювання.

Наукова новизна полягає у виявленні внеску забруднення стічними водами промислових підприємств та господарсько-комунальних служб міста Харків річок Харків та Лопань, а також, визначення ризику забруднення різного ступеня складності.

Практичне значення одержаних результатів полягає у можливості їх застосування до розроблення заходів з метою покращення екологічної ситуації міста Харків, насамперед, екологічного стану річок, які протікають через місто.

Отримані результати дають можливість в майбутньому удосконалити заходи з управління басейном Дону, річки Харків та Лопань з метою покращання екологічного стану як річок Харківського промислового комплексу, так і річки Уди, забруднення якої впливає на екологічний стан річки Сіверський Донець нижче її впадіння.

Дана робота пов’язана з науково-дослідною роботою (НДР) кафедри гідроекології та водних досліджень Одеського державного екологічного університету (ОДЕКУ) на тему «Антропогенний вплив на водні об’єкти та шляхи інтегрованого управління ними» (науковий керівник: д. геогр. н., проф. Лобода Н. С.), номер державної реєстрації 0118U001220, термін виконання НДР: з 06.02.2018 р. по 31.12.2022 р.

Ключові слова : антропогенне навантаження, річки Харків та Лопань,басейн Сівнрського дінця, забруднення важкими металами та біогенними речовинами, індекс забруднення вод, оцінка ризиків.

ЗМІСТ

1 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА

1.1 Географічне положення та рельєф

Річка Лопань протікає в Росії (Бєлгородська область) та в Україні (в межах Дергачівського району і міста Харкова Харківській області). Ця річка є лівою притокою річки Уди, що впадає у Сіверський Донець). Вона є однією з річок, що течуть через місто Харків . Витік річки розташований між селом Весела Лопань і селищем Жовтневе Бєлгородської області. Російсько-український кордон річка перетинає біля села Гранова. Лопань впадає в Уди в південній частині міста Харкова . На річці Лопань розташовані селища міського типу Жовтневие, Козача Лопань, місто Дергачі, а в місці злиття Лопані з річкою Харків розташована центральна частина міста Харкова . Найбільшими притоками є: Саржинка, Харків, Лозовенька [4].

Річка Харків розташована в Україні (Харківський район Харківської області) та Росії (Бєлгородська область). Вона є лівою притокою Лопані (басейн Сіверського Дінця). Впадає до Лопані в центральній частині міста Харкова у місцевості під назвою Лопанська стрілка.

У нижній течії річка Харків протікає у високих берегах та зарегульована Гончарівською греблею, яка розташована нижче її устя на річці Лопань. Історичні розливи річки Харків навесні регулярно спричиняли повені у місті Харкові протягом XVIII — початку XX століття. Після повені 1893 року набережні у Харкові були підняті на 8,5 метрів [1].

За фізико-геграфічним районуванням досліджувана територія відноситься до лісостепової зони, Середньоруської провінції [2].

Основним елементом рельєфу є Середньоруська височина. Висоти не перевищують 230м, переважає горбистий рельєф.

За грунтово-мофологічним районуванням досліджувана територія відноситься до лісостепової зони опідзолених, вилужених і типових черноземів.

Геологічна історія басейну річок пов’язана із тривалим зануренням кристалічного фундаменту Східноєвропейської платформи, нагромадженням і наступною метаморфізацією морських теригенних і карбонатних відкладів. Найбільшого занурення зазнала осьова частина Дніпровсько-Донецького прогину (на південь від Харкова й до правобережжя Сіверського Дінця) і особливо територія Донецького кряжа[5].

Серед сучасних інженерно-геологічних процесів найбільше значення мають: водна ерозія ґрунтів – повсюдно; зсувоутворення – на крутих річкових схилах; підтоплення в долинах рік і на вирівняних ділянках плато. При цьому техногенна складова цих процесів переважає над природною.

Структура водопостачання, що склалась у басейні, передбачає усі види водокористування, у тому числі такі, що потребують великих витрат води, та екологічно небезпечні виробництва [4].

Рисунок 1.1- Адміністративна карта Харківської області.

1.2 Характеристика клімату

За агрокліматичним районуванням досліджувана територія належить центральному та східному лісостепу. Клімат напівсухий континентальний, з теплим літом та холодною зимою [9] . Оцінка чинників формування річного стоку, виконана у роботі Лободи Н.С. [Лобода Н.С. Расчеты и обобщения характеристик годового стока рек Украины в условиях антропогенного влияния: Монография. – Одесса: Экология, 2005. – 208 с.], дозволила установити, що ресурси зволоження території визначаються середніми багаторічними опадами величиною 650 мм, а теплоенергетичний еквівалент величиною 825мм. Показник посушливості клімату дорівнює 0,79. Отже, цю територію можна віднести до таких, що знаходяться на межі зони достатнього та недостатнього зволоження (роздільне значення дорівнює 0,8[Родда Дж.К.Грани гидрологии: монография. – Л.:Гидрометеоиздат,1987. – Т.2. – 534 с.]).

У останні роки відбувається зменшення витрат весняного водопілля у зв’язку із зменшенням опадів холодного періоду року та зростанням температур повітря.

Опади розподіляються з головним максимумом у 50-60 мм на місяць влітку та другорядним максимумом у 40-50 мм на місяць у листопаді та січні, коли більшість опадів складається зі снігу .ртемператури варіюють від максимальної 20°C у липні-серпні до мінімальної -7 °C у січні. Однак, опади теплого періоду витрачаються на випаровування с поверхні суші. Опади холодного періоду у вигляді снігового покриву формують основну частину стоку у період весняного водопілля.

Довгострокові варіації опадів невеликі. У Харкові середній рівень річних опадів становить 525 мм з мінімальним довгостроковим рівнем (довгострокові мін. та макс. величини відповідають 90% та 10% надійності випадіння опадів) 400 мм, та максимальним – 675 мм [4].

1.3 Ґрунти та рослинність

Характеристика цих ґрунтів на основі їх сучасної класифікації така : сірі лісові опідзолені ґрунти формувались під пологом щільної лісової рослинності і слаборозвиненого трав'янистого покриву. Характерною особливістю цих ґрунтів є зосередження органічної речовини у верхній, невеликій за потужністю, частині профілю, який має різко виражену диференціацію за елювіально-ілювіальним типом. Верхній гумусово-елювіальний горизонт цього ґрунту слабогумусовий і має рясну кремнеземисту присипку, що є ознакою руйнування хімічних речовин в процесі підзолоутворення. Це надає горизонту ясно виражений сірий колір. Структура цього горизонту горіхувата, а інколи листувато-пластинчата або пластинчато-лускатa з присипкою SiO_2 на гранях. Материнська порода переважно представлена лесовидними суглинками, які, завдяки особливостям свого хімічного складу та фізичних властивостей, в цілому створюють сприятливі умови для розвитку рослин. Темно-сірі опідзолені ґрунти часто розорані, решта їх залягає під дібровами. Опідзолені чорноземи виникли з типових чорноземів шляхом їхнього опідзолення під впливом лісу, що насунувся на відкриті ділянки місцевості. Елювійованість діагностується наявністю у верхній частині профілю присипки SiO_2 на структурних гранях. Карбонати, як правило, в материнській породі, але можуть траплятися у вигляді плісняви у нижньому перехідному горизонті. Механічний склад ґрунту коливається в межах від легкосуглинкового до легкоглинистого. Чорноземи типові добрегумусоакумулятивні також розповсюджені в лісостеповій зоні (підзона лісостепова помірно зволожена) [12] .

Ерозія грунтів сприяє винесенню сполук азоту та фосфору з сільсько-господарських полів до русел річок, що впливає на якість вод.

1.4 Гідрографія

Річки є водними об'єктами загальнодержавного значення. Відповідно до класифікації р. Лопань відносяться до середніх (площа водозбору 2000 км²), р. Харків— до малих (площа водозбору 1160 $км^2$)[3]. Сумарна довжина річок у межах міста становить близько 58 км. Річки Харкова маловодні, з незначною швидкістю течії, зазнають значного антропогенного впливу. Водний режим річок визначається закономірностями внутришньорічної зміни основних складових водного балансу: опадів і випаровування. Лісистість та заболоченість території настільки незначні, що практично не впливають на розподіл стоку. Суттєвий вплив здійснює господарська діяльність[1].

У межах басейну річок досить розвинутий агропромисловий комплекс: землеробство, тваринництво, переробка сільгосппродукції. Сільськогосподарські угіддя і орні землі займають понад 80 % площі водозбору. Товщина донних відкладень становить від 1,5 до 3,0 м. До джерел забруднення поверхневих вод також відносяться скиди з очисних споруд міської каналізації, порушення режиму землекористування прибережних водоохоронних смуг і наявність на цих територіях стихійних звалищ побутових відходів тощо[6].

На рисунку 1.4 досліджувані пости вказані під номерами 6 та 14. Пост №6 – річка Харків. Пост № 14- річка Лопань.

Пост №6 відноситься до І категорії моніторингових пунктів, це означає, що на даному пості вимірюють рівень води та її температуру (щоденно о 8-00 та о 20-00 годинах), прозорість, колір, каламутність, ясність води, а також визначають швидкість і напрям течії, витрати води та твердих наносів, товщину криги та висоту снігу. Пости даної категорії також з певною періодичністю відбирають проби води для досліджень хімічного складу та якості води.

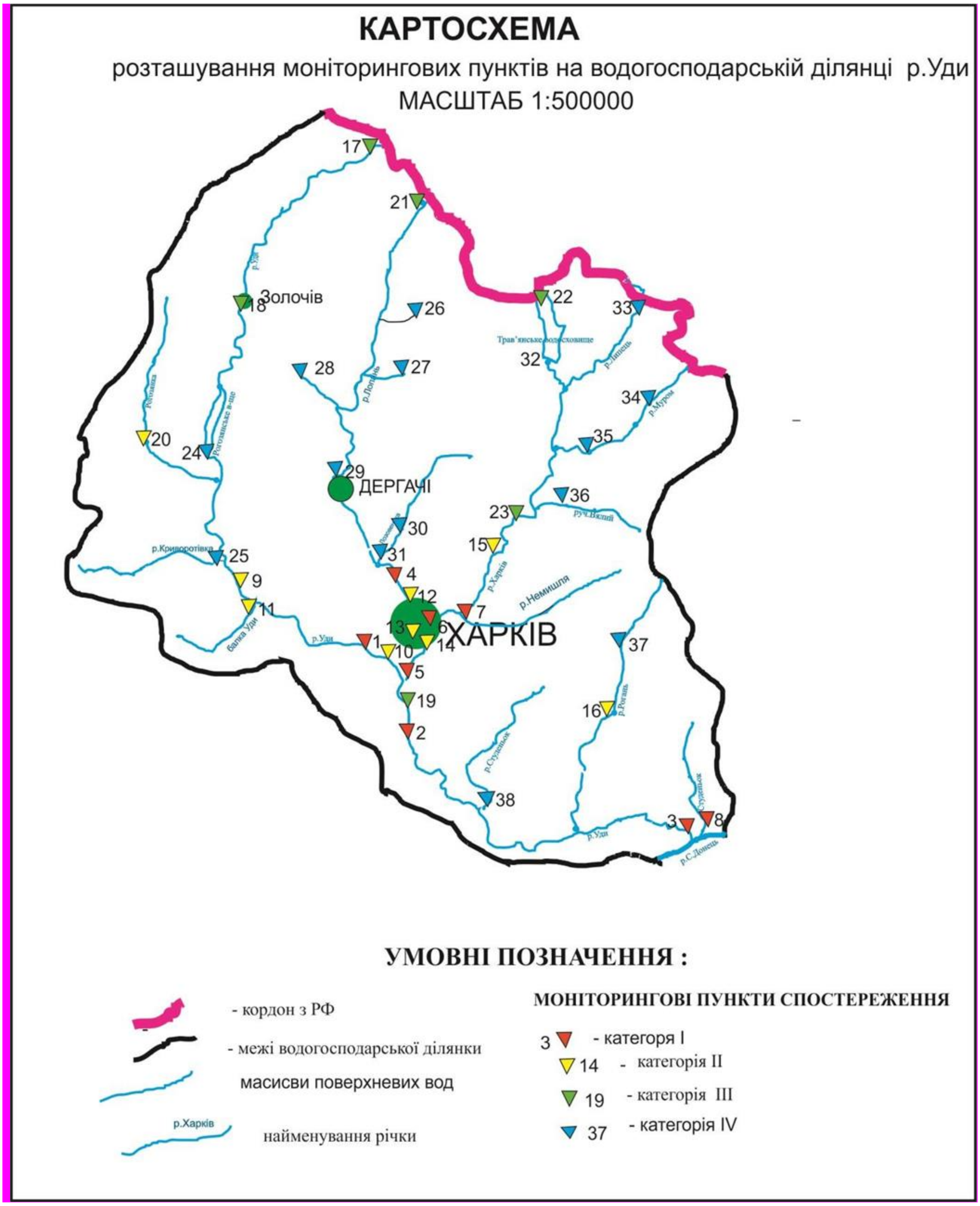

Рисунок 1.4 – Картосхема розташування моніторингових пунктів на водогосподарській ділянці р. Уди

2. ОГЛЯД СУЧАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ГІДРОХІМІЧНОГО СКЛАДУ ТА ГІДРОЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД ДОСЛІДЖУВАНОЇ ТЕРИТОРІЇ

2.1 Водна Рамкова Директива ЄС (основні положення)

Держави-члени ЄС, Норвегія та Європейська комісія у співпраці розробили Спільну Стратегію підтримки впровадження Директиви 2000/60/ЕС, що встановлює рамки діяльності Співтовариства у сфері водної політики (далі –Стратегія) Водної Рамкової Директиви (ВРД) [3] .

ВРД – це системний документ, що узгоджено вирішує низку завдань з управління водними ресурсами для забезпечення "доброго" екологічного стану кожного водного об'єкта.

Мета цієї Директиви полягає у започаткуванні структури охорони внутрішніх поверхневих вод, перехідних вод, прибережних вод і ґрунтових вод, яка:

1) відвертає подальше погіршення і здійснює охорону та покращує стан водних екосистем та враховує їх потреби у воді, наземних екосистемах, що мають безпосередню залежність від водних екосистем;

2) сприяє стабільному використанню води, що базується на довгочасному захисті наявних водних ресурсів;

3) має на меті досконалу охорону і вдосконалення водного середовища, шляхом особливих заходів для поступового зменшення викидів, виділень і витоків речовин, боротьба із забрудненнями якими вимагає першочергових заходів;

4) передбачає поступове зменшення забруднення ґрунтової води і запобігання її подальшому забрудненню.

2.2 Водогосподарські заходи, водовикористання та водоспоживання

Схід України потерпає від недостатнього забезпечення водою. При цьому схід країни є густонаселеним регіоном з розвиненою промисловістю, що потребує великої кількості води як для населення, так й для господарства. Структура водопостачання, що склалась у басейні, передбачає усі види водокористування, у тому числі такі, що потребують великих витрат води, та екологічно небезпечні виробництва. Водні ресурси р. Сіверський Донець використовуються з метою:

- водопостачання міст і населених пунктів сільського типу;
- водопостачання промисловості;
- зрошування і зволоження земель;
- забезпечення потреб рибного господарства. [3]

Для водопостачання м. Харкова та інших населених пунктів Харківської області використовуються два незалежних водозабори: водозабір у сел. Кочеток на Печенізькому водосховищі, водозабір на Краснопавлівському водосховищі [13].

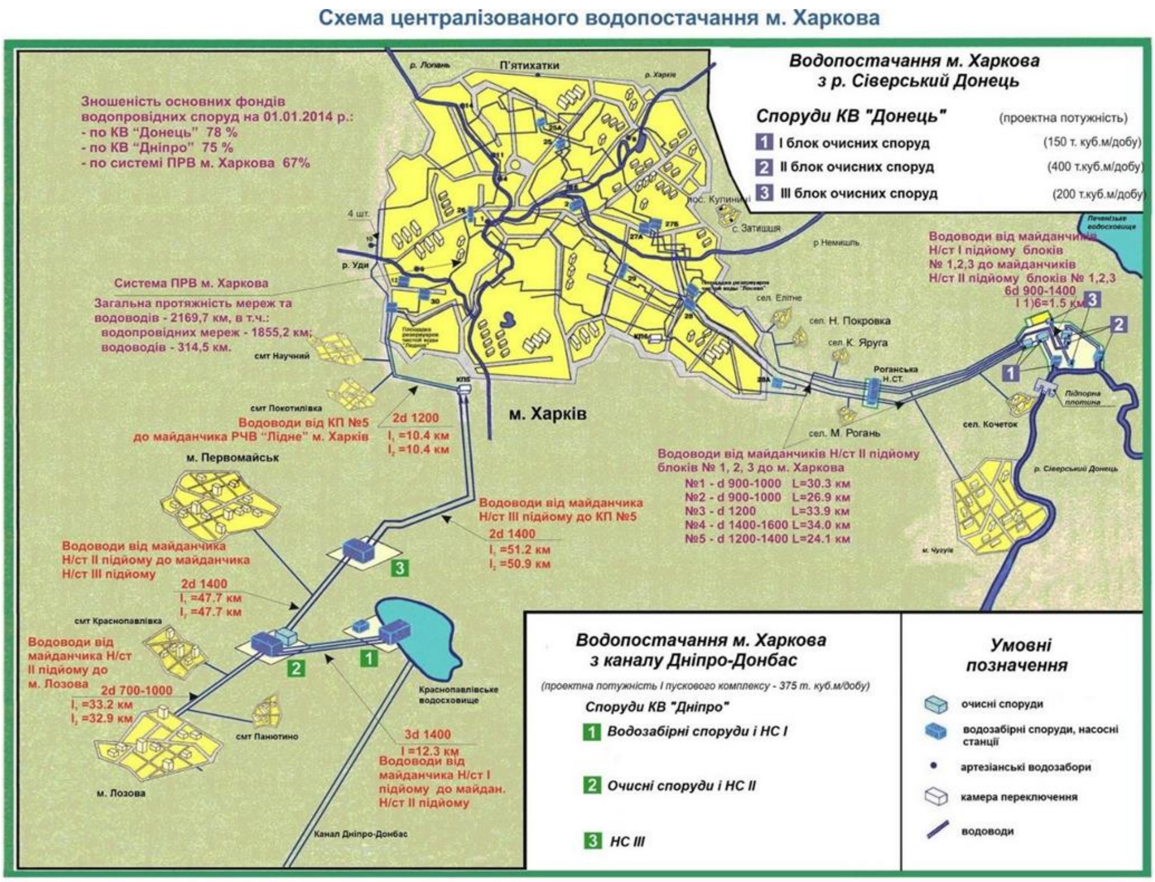

Рисунок 2.1 – Схема водопостачання м.Харків

Таблиця 2.2 – Перелік підприємств, що скидають зворотні стічні води до поверхневих водних об’єктів водогосподарської ділянки річок Лопань та Харків[8]

Назва річки	Населений пункт	Назва підприємства	Ліміт скиду стічних вод, тис. $м^3$/рік
Р.Лопань	м. Харків	ДП«Харківський бронетанковий завод»	81,32
	м. Харків	ДП«Харківський завод спеціальних машин»	48,51
	м. Харків	ХОБФ«Соціальна служба допомоги»	2,49
	м. Харків	ОСЦ «Акварена»	924,0
	м. Харків	ДП«Харківський машинобудівний завод імені Т.Г. Шевченка»	2,28
	м. Харків	ВАТ«Харківський машинобудівний завод «Світло Шахтаря»	158,57
	м. Харків	КП «Харківські теплові мережі»	528,14
	м. Харків	Міські очисні споруди №1(КБО«Диканівський»)	240000,0
Р. Харків	м. Харків	КП«Харківський метрополітен»	56,45
	м. Харків	ТОВ«Фармацевтична компанія здоров’я	12,78

2.3. Гідрохімічний склад води

Формування гідрохімічного режиму поверхневих вод відбувається під впливом як природних, так і антропогенних чинників. Зокрема, формування кисневого режиму, вміст специфічних забруднюючих речовин токсичної дії обумовлене антропогенною діяльністю, яка визначає їх просторовий розподіл і часову динаміку.

У роботах [2,3] встановлено, що незадовільний екологічний стан поверхневих вод в басейні Сіверського Дінця обумовлений надходженням скидних вод від вугільних шахт, хімічних, металургійних об’єктів та комунально-побутових об’єктів, а також від об’єктів сільського господарства.

Пошук зв’язків між водністю та блоковими індексами, встановленими за методикою ОДЕКУ, дозволив встановити наявність тісного зворотного зв’язку між індексами блока мінералізації та модулями річного стоку, а також між індексами санітарно-токсикологічного блоку та водністю річок. Такі залежності пояснюються ефектом розбавлення: чим більше водність, тим менше концентрація забруднювальних речовин у воді. При розгляді токсикологічного та рибогосподарського блоків та узагальненого індексу стану вод спостерігається зростання індексів забруднення із зростанням водності річок, що обумовлено значною роллю весняних водопіль у формуванні хімічного складу вод розглянутих річок. При високих максимумах водопілля відбувається інтенсивний змив шкідливих речовин з поверхні водозборів, що призводить до погіршення якості води. Спостереження за станом поверхневих вод на території м. Харкова проводиться Харківським обласним центром з гідрометеорології (у 2 створах річок Лопань, Харків).

Вихідні дані гідрологічного та гідрохімічного моніторингу взяті з даних спостережень 1990 – 2015 років на річках Лопань та Харків у межах міста . Наявність комплексів важкої промисловості обумовлює значний рівень забруднення важкими металами. Для річкок Лопань та Харків забрудниками є мідь, хром шестивалентний, манган, цинк[8,17].

Підвищений вміст органічних речовин у поверхневих водних об'єктах басейну пов'язаний з активною господарською діяльністю, скидом забруднених стічних та зворотних вод. Концентрації органічних речовин в усіх пунктах спостережень вздовж водотоку незначно варіюють у межах середньобагаторічних значень. В цілому концентрація біогенних речовин водокористування за формою 2ТП-водгосп найбільший скид біогенних речовин – 75% від загального обсягу, здійснюється Міськими ОСВ № 1 Комплексу «Харківводовідведення» (Диканівські очисні споруди) [7,14,25].

2.4. Оцінки антропогенного навантаження та їх впливу на екологічний стан річок

За методом визначення коефіцієнтів антропогенного навантаження [2], які базуються на даних про скиди забруднюючих речовин, у роботі на підставі розглянутих показників екологічного стану Лопані, що характеризують антропогенне навантаження на річку, визначалися показники використання водних ресурсів річок: показник використання стоку річок, показник безповоротного водоспоживання , показник надходження стічних вод , показник скиду забруднених вод у річку .

Показник використання стоку річок (g_{BC} , %) розраховується за формулою

$$g_{BC} = \frac{W_З + W_B}{W_Ф + W_C} 100\% , \qquad (2.1)$$

де $W_З$ – об'єм води, що забирають з річки Лопань, який складає 3,2 млн. м³/рік [9];

W_B – об'єм втрат річкового стоку завдяки відбору підземних вод, які гідравлічно пов'язані з річковою мережею, дорівнює 0 млн. м³/рік;

W_C – об’єм скиду води у річкову мережу, що складає 173,4 млн. м³/рік;

$W_Ф$ – фактичний середньобагаторічний об’єм стоку головної річки, дорівнює 87,7 млн. м³/рік.

Таким чином, $g_{ВС}$ = 1,22% для річки Лопань

Показник безповоротного водоспоживання ($g_{БС}$, %) визначається як різниця між вилученими об’ємами та скидами у річку, віднесеними до величини середнього багаторічного стоку річки $W_Ф$

$$g_{БС} = \frac{W_З + W_В - W_с}{W_Ф} 100\%, \quad (1.2)$$

Показник безповоротного водоспоживання = 0, так як скид більше забору.

Показник надходження стічних вод ($g_{НС}$, %) у річкову мережу обчислюється як відсоток скидних вод у величині загального стоку річки

$$g_{НС} = \frac{W_C}{W_Ф} 100\%, \quad (1.3)$$

$g_{БС}$ =199%, що означає значний внесок скидних вод у формування загального стоку річки.

Показник скиду забруднених вод у річку ($g_{СЗВ}$, %) ілюструє внесок об’ємів забруднених вод у величину загального стоку

$$g_{СЗВ} = \frac{W_{ЗВ}}{W_Ф} 100\%, \quad (1.4)$$

$g_{СЗВ}$ = 0,08%

де $W_{ЗВ}$ – об’єм скиду забруднених вод, який складає 0,072 млн. м³/рік.

З розрахунків формул було встановлено для головної річки Лопань на території України показник використання стоку річок ($g_{ВС}$, %) складає 1,22%;

показник безповоротного водоспоживання ($g_{БС}$, %) дорівнює 0%; показник надходження стічних вод у річкову мережу ($g_{НС}$, %) становить 199%; показник скиду забруднених вод у річку ($g_{СЗВ}$, %) складає 0,08% (табл. 2.4).

З цих показників витікає, що значне місце у антропогенному впливі на водні ресурси займає скид забруднених вод.

Таблиця 2.4 – Оцінка стану використання водних ресурсів річки Лопань

Характеристики використання водних ресурсів	Кількісна і якісна характеристика стану			Вагові коефіцієнти f_i
	g_i , %	Y_i , бали	Стан	
Використання стоку річок	1,22	3	«добрий»	0,2
Безповоротне водопостачання	0	3	«добрий»	0
Надходження стічних вод	199	5	«катастрофічний»	0,7
Скид забруднених вод	0,08	3	«добрий»	0,1

Розглянуті первинні показники (g_i) трансформувались у прості оціночні бали за допомогою спеціальної шкали оцінки стану річки за ступенем використання її водних ресурсів та був отриманий показник Y_i . Розрахування складного балу використання водних ресурсів визначається за формулою

$$K_{PC} = \sum_{i=1}^{n} f_i Y_i, \qquad (1.5)$$

де K_{PC} – комплексний показник (складний бал, індекс) використання водних ресурсів річки;

f_i – вагові коефіцієнти (для g_{BC} – 0,2; $g_{БС}$ – 0; $g_{НС}$ – 0,7; $g_{СЗВ}$ – 0,1);

Y_i – значення окремих показників (у балах) використання водних ресурсів стоку річок взятих зі шкали критеріїв оцінки стану малої річки за ступенем використання її водних ресурсів.

Комплексний показник (складний бал, індекс) K_{PC} = -2,6 для річки Лопань і за шкалою складних балів встановлений стан використання її водних ресурсів, який є «дуже незадовільний».

Для річки Харків з розрахунків формул було встановлено показник використання стоку річок (g_{BC}, %) складає 0,26%; показник безповоротного водоспоживання ($g_{БС}$, %) дорівнює 0,1%; показник надходження стічних вод у річкову мережу ($g_{НС}$, %) становить 0,16%; показник скиду забруднених вод у річку ($g_{СЗВ}$, %) складає 0,037% (табл. 2.5)

Таблиця 2.5– Оцінка стану використання водних ресурсів річки Харків

Характеристики використання водних ресурсів	Кількісна і якісна характеристика стану			Вагові коефіцієнти
	g_i, %	Y_i, бали	Стан	
Використання стоку річок	0,26	3	«добрий»	0,3
Безповоротне водопостачання	0,1	3	«добрий»	0,1
Надходження стічних вод	0,16	3	«добрий»	0,5
Скид забруднених вод	0,037	3	«добрий»	0,1

Для річки Харків дані розрахунку наступні : K_{PC} =1,671 за шкалою складних балів встановлений стан використання її водних ресурсів, який відповідає «доброму».

3. ОЦІНКА СТУПЕНЯ ГІДРОХІМІЧНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ВОД

3.1 Виявлення основних забруднювальних речовин на базі даних спостережень

За результатами досліджень даних спостережень річки Лопань – місто Харків (у межах міста) та річки Харків – місто Харків (у межах міста) в період з 1990 року по 2015 рік до основних забруднювальних речовин віднесені ті, що мають найбільше середнє багаторічне перевищення гранично допустимої концентрації для рибного господарства (далі – ГДК $_{рб}$ або ГДК). [15]

Для р. Лопань - м. Харків основними забруднювальними речовинами є: біхроматне окислення, азот амонійний та нітритний , фосфор загальний, мідь та хром шестивалентний. Величини середніх багаторічних концентрацій та перевищень ГДК наведено нижче в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Середні багаторічні перевищення ГДК для основних забруднювальних речовин р. Лопань – м. Харків (у межах міста)

Домішка / Показник	Біхром. окисл., мг O_2/дм^3	Азот амонійний, мг N/дм^3	Азот нітритний, мг N/дм^3	Фосфор загальний, мг P/дм^3	Мідь, мкг/дм^3	Хром$^{6+}$, мкг/дм3	Цинк, мкг/дм^3	Манган, мкг/дм^3
$C_{сер}$	39,22	2,35	0,16	1,61	5,48	5,16	36,9	48,4
$C_{сер}/C_{гдк}$	19,61	6,01	8,22	8,03	5,48	5,16	3,69	4,84

Для р. Харків – м. Харків основними забруднювальними речовинами є : біхроматне окислення , мідь, цинк, хром та марганець. Величини середніх багаторічних концентрацій та перевищень ГДК наведено нижче в таблиці 3.2.

На відміну від даних у створі р. Лопань – м. Харків середнє багаторічне значення концентрацій сполук

Таблиця 3.2 - Середні багаторічні перевищення ГДК для основних забруднювальних речовин р. Харків – м. Харків (у межах міста)

Домішка / Показник	Біхром. окисл., мг O_2/дм^3	Мідь, мкг/дм^3	Цинк, мкг/дм^3	Хром $^{6+}$, мкг/дм^3	Марганн, мкг/дм^3	Азот амонійний, мг N/дм3	Азот нітритний, мг N/дм3	Фосфор загальний, мг Р/дм^3
$C_{сер}$	34,14	4,55	37,50	5,97	36,99	0,74	0,04	0,62
$C_{сер}$/ $C_{гдк}$	17,07	4,55	3,75	5,97	3,7	1,9	2,25	3,11

3.2 Аналіз хронологічних змін забруднення поверхневих вод

Нижче наведені графіки хронологічного ходу перевищень концентрацій забруднювальних речовин над ГДК рибогосподарського використання (1990 – 2015 рр).

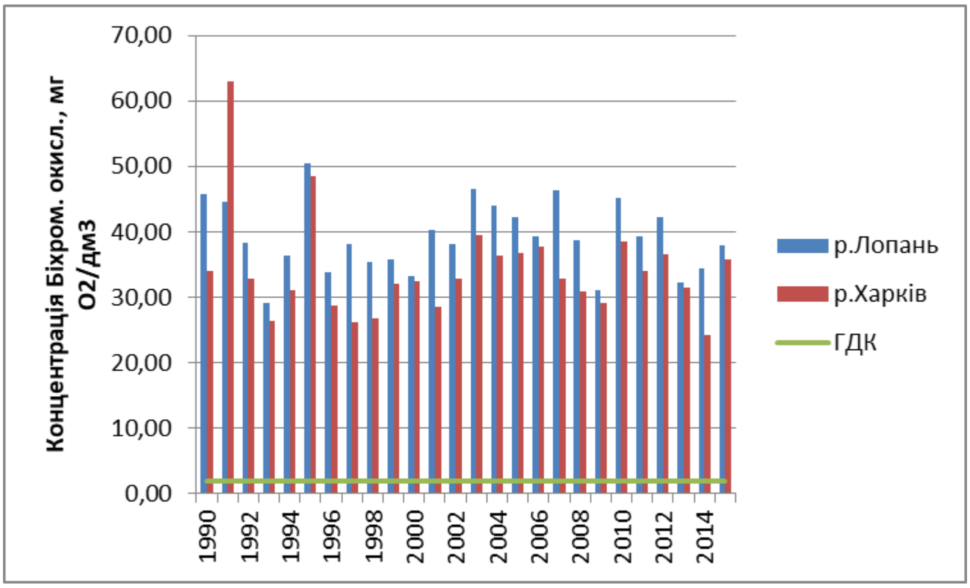

Рисунок 3.1 – Хронологічний хід концентрацій біхроматного окислення

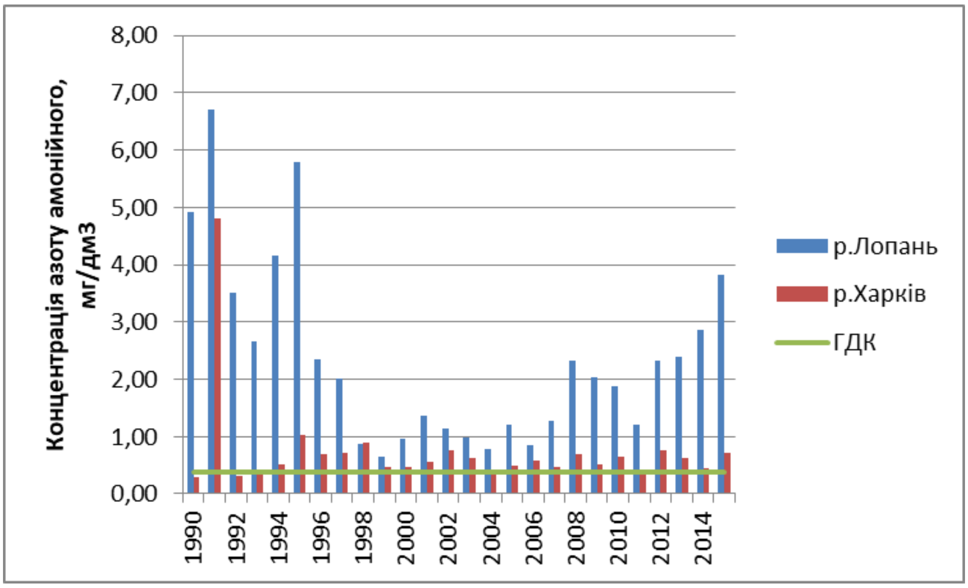

Рисунок 3.2 – Хронологічний хід концентрацій азоту амонійного

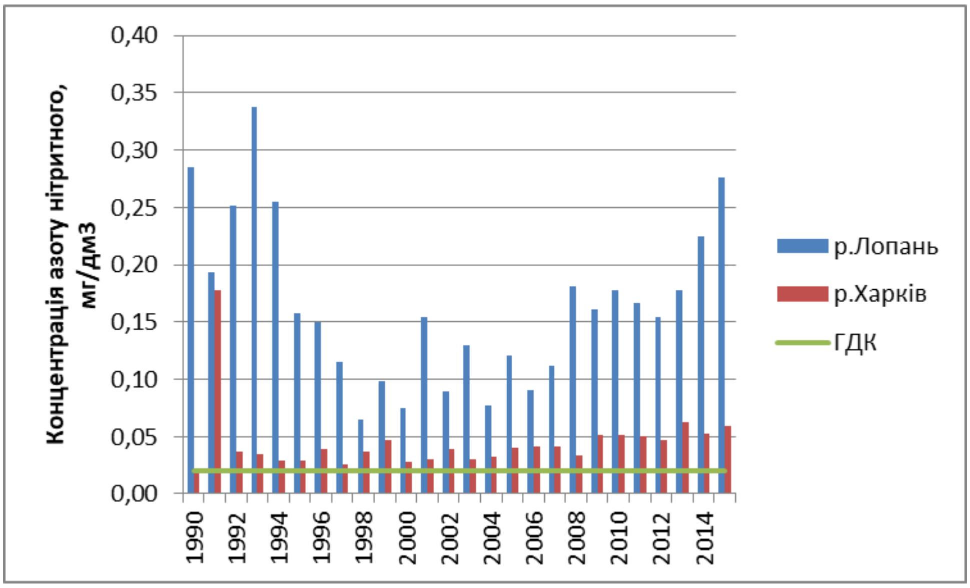

Рисунок 3.3 – Хронологічний хід концентрацій азоту нітритного

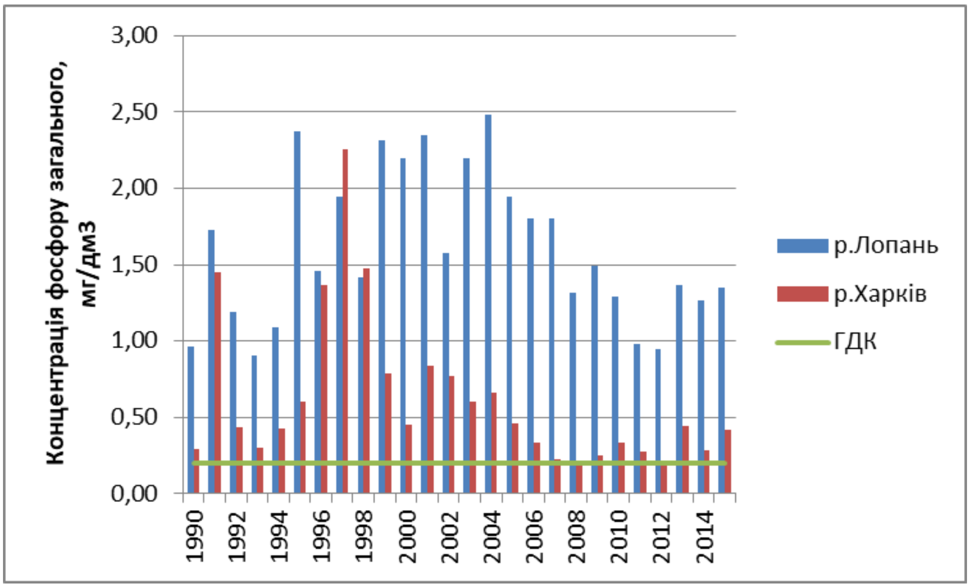

Рисунок 3.4 – Хронологічний хід концентрацій фосфору загального

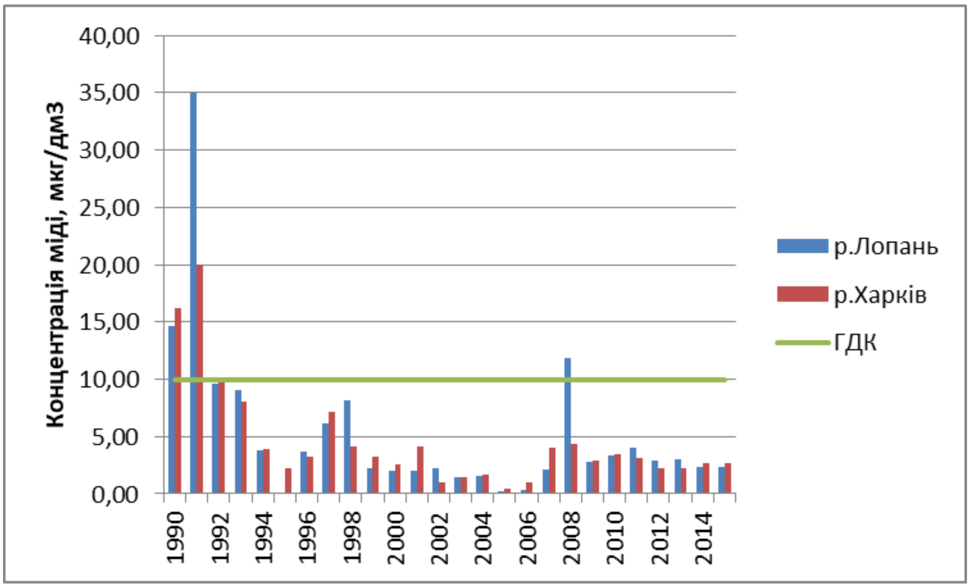

Рисунок 3.5 – Хронологічний хід концентрацій міді

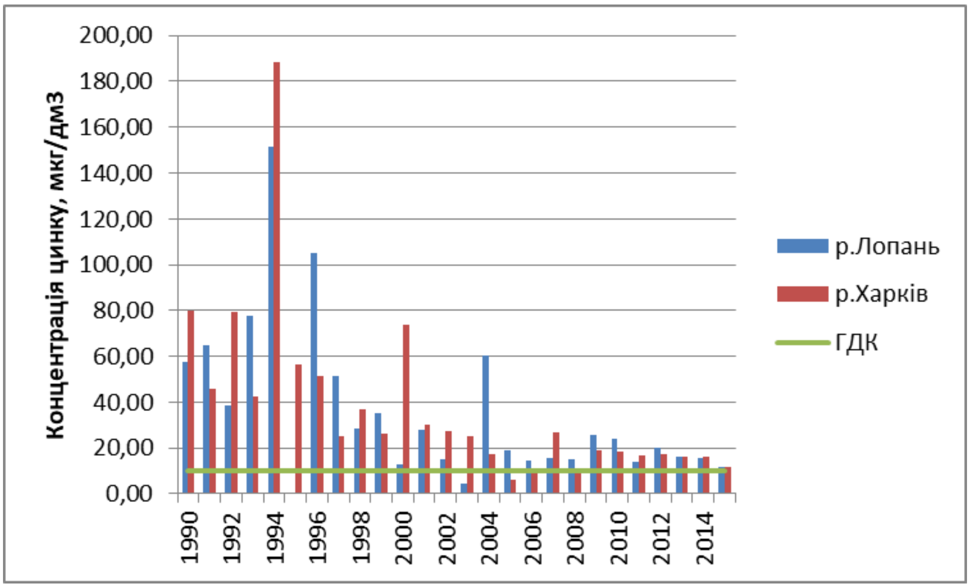

Рисунок 3.6 – Хронологічний хід концентрацій цинку

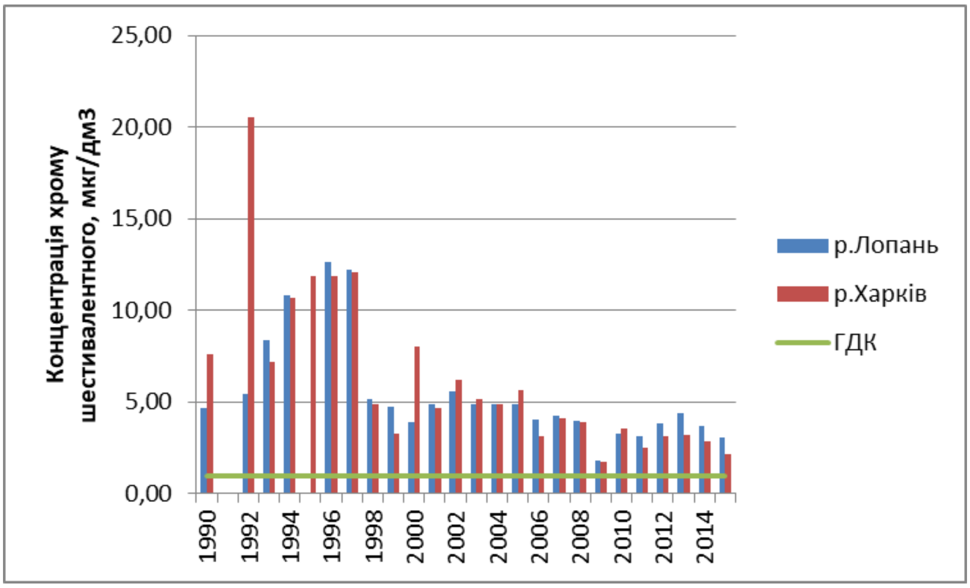

Рисунок 3.7 – Хронологічний хід концентрацій хрому шестивалентного

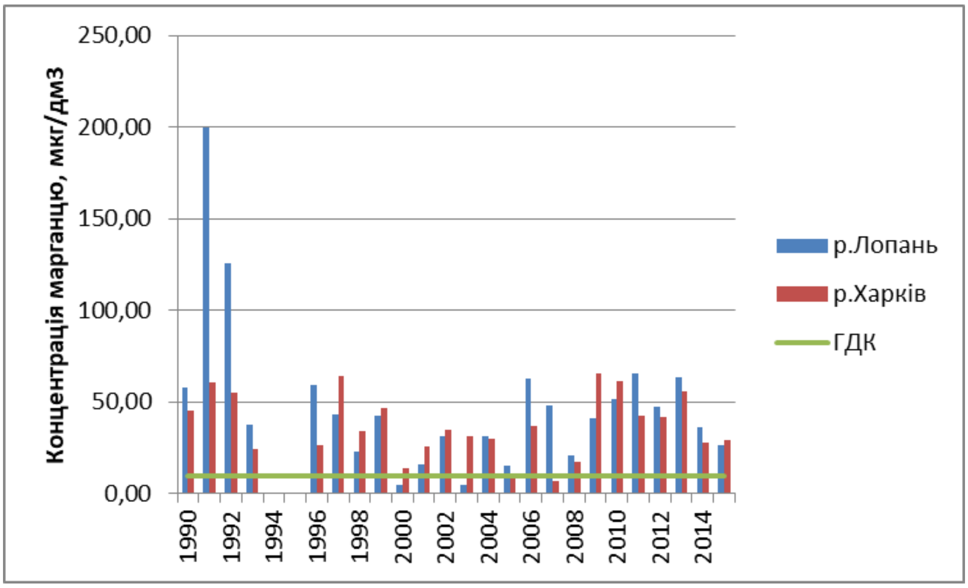

Рисунок 3.8 – Хронологічний хід концентрацій марганцю

Для хімічних сполук та речовин гісний кореляційний зв'язок між рядами спостережень на річках Лопань та Харків установлений для біхроматного окислення (r = 0.65),міді (r=0,91),цинку(r=0,76),хрому шестивалентного(r=0,66) та марганцю(r=0,6). Наявність тісного звязку між концентраціями важкиж метелів свідчить про одні й ті ж самі джерела забруднення.

Відсутній зв'язок для загального фосфору, азоту амонійного (особливо з 2000 року) та азоту нітритного. Отриманий результат свідчить про те, що забруднення біогенними речовинами відбувається головним чином на річці Лопань. На відміну від водозбору річки Харків на річці Лопань знаходяться не тільки підприємства важкої промисловості,а й очисні споруди у вигляді КП «Харківські теплові мережі», Міські очисні споруди № 1 (КБО «Диканівський») та інші(див. табл. 2.2).

3.3. Оцінка ступеня біогенного забруднення

Порушення ґрунтового покриву в наслідок оранки призводить до значних втрат органічних та поживних речовин внаслідок дефляції та водного стоку

Основним джерелом надходження органічних сполук є домогосподарства переважно сільського населення, які не обладнані каналізацією. Водовідведення у таких господарствах здійснюється на рельєф шляхом накопичення у відстійниках [12].

Директива про питну воду визначає граничне значення вмісту сполук азоту, перевищення якого може призвести до шкоди здоров’ю людини, на рівні 50 мг/дм^3 , що у перерахунку на азот відповідає значенню 11,3 мгN/ дм^3. Це граничне значення було використане для оцінки чутливості досліджуваного водозбору до дії сполук азоту на базі розрахунків показника чутливості (вразливості) k_N , який розраховувався наступним чином [11,13]

$$k_N = NH_4^+ + NO_2^- + NO_3^- \quad (3.1)$$

де NH_4^+ – концентрація вмісту амонію;

NO_2^-концентрація вмісту нітритів;

NO_3^- концентрація вмісту нітратів.

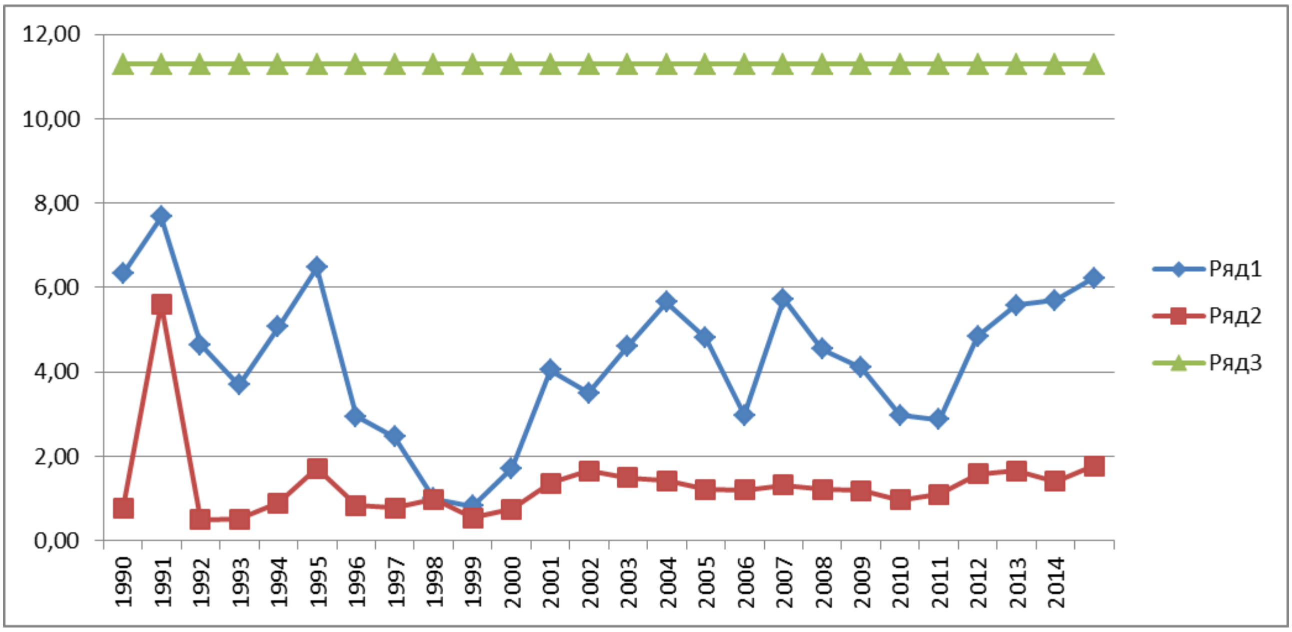

Рис. 3.3 – Графік хронологічних змін концентрацій сумарного азоту (коефіцієнт вразливості)

1- Р. Лопань- м. Харків

2- Р. Харків – м. Харків

3- Порогове значення концентрації сполук азоту .

Виявлено, що досліджені водозбори не є вразливими для забруднення сполуками азоту, оскільки значення коефіцієнту вразливості менше ніж 11.3 мг N/дм^3.

Слід зазначити, що на річці Лопань коефіцієнт вразливості майже в 3 рази перевищує відповідний коефіцієнт на річці Харків.

4 ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОД ЗА КОМПЛЕКСНИМИ ІНДЕКСАМИ

Гідрохімічний індекс забруднення ІЗВ, введений в дію Держкомгідрометом СРСР, відноситься до категорії показників, що найчастіше використовуються для оцінки якості водних об'єктів. Він визначається як середнє арифметичне значення перевищення концентрації певних речовин (азот амонійний, азот нітритний, нафтопродукти, феноли, розчинений кисень, БСК):

$$ІЗВ = \frac{1}{6}\sum_{i=1}^{n}\frac{C_i}{ГДК_i}, \qquad (4.1)$$

де C_i – середня концентрація одного з шести показників якості води; $ГДК_i$ – гранично допустима концентрація показників якості води (господарське – питне водопостачання), у відповідності із галуззю водопостачання[31].

За даними спостережень, ІЗВ розраховувався для періоду спостережень з 1990-2015 рр.

Таблиця 4.1 – Критерії оцінки якості вод за ІЗВ

Клас якості води	**Характеристика класу**	**Величина ІЗВ**
I	Дуже чиста	≤ 0,30
II	Чиста	0,31 – 1,00
III	Помірно забруднена	1,01 – 2,50
IV	Забруднена	2,51 – 4,00
V	Брудна	4,01 – 6,00
VI	Дуже брудна	6,01 – 10,0
VII	Надзвичайно брудна	> 10,0

Таблиця 4.2 – Значення стандартного ІЗВ для річки Лопань- м. Харків

Рік	ІЗВ (стандартний)	Клас
1990	5,17	V Брудна
1991	5,18	V Брудна
1992	4,28	V Брудна
1993	4,70	V Брудна
1994	4,79	V Брудна
1995	4,83	V Брудна
1996	2,78	IV Забруднена
1997	2,48	III Помірно забруднена
1998	1,32	III Помірно забруднена
1999	1,47	III Помірно забруднена
2000	1,48	III Помірно забруднена
2001	2,23	III Помірно забруднена
2002	1,60	III Помірно забруднена
2003	1,90	III Помірно забруднена
2004	1,26	III Помірно забруднена
2005	1,85	III Помірно забруднена
2006	1,44	III Помірно забруднена
2007	1,86	III Помірно забруднена
2008	2,98	IV Забруднена
2009	2,66	IV Забруднена
2010	2,84	IV Забруднена
2011	2,49	III Помірно забруднена
2012	3,03	IV Забруднена
2013	3,27	IV Забруднена
2014	3,90	IV Забруднена

Продовження табл.4.2		
2015	4,55	V Брудна

Таблиця 4.3- Значення стандартного ІЗВ для річки Харків- м.Харків

Рік	ІЗВ(стандартний)	Клас якості
1990	0,59	ІІ Чиста
1991	2,58	IV Забруднена
1992	0,59	ІІ Чиста
1993	0,63	ІІ Чиста
1994	0,57	ІІ Чиста
1995	1,04	ІІІ Помірно забруднена
1996	0,68	ІІ Чиста
1997	0,67	ІІ Чиста
1998	0,79	ІІ Чиста
1999	0,55	ІІ Чиста
2000	0,52	ІІ Чиста
2001	0,57	ІІ Чиста
2002	0,70	ІІ Чиста
2003	0,62	ІІ Чиста
2004	0,51	ІІ Чиста
2005	0,52	ІІ Чиста
2006	0,56	ІІ Чиста
2007	0,63	ІІ Чиста
2008	0,67	ІІ Чиста
2009	0,63	ІІ Чиста
2010	0,63	ІІ Чиста
2011	0,60	ІІ Чиста
2012	0,77	ІІ Чиста

Продовження табл.4.3		
2013	0,72	II Чиста
2014	0,67	II Чиста
2015	0,71	II Чиста

Табл.4.4-Значення ІЗВ модифікованого за біогенними ел-ми р.Лопань-м. Харків

Рік	ІЗВ(за біогенними елементами)	Клас якості
1990	5,99	V брудна
1991	6,63	VI дуже брудна
1992	5,28	V брудна
1993	5,46	V брудна
1994	5,71	V брудна
1995	6,82	IV забруднена
1996	4,00	IV забруднена
1997	4,10	IV забруднена
1998	2,50	IV забруднена
1999	3,40	IV забруднена
2000	3,32	IV забруднена
2001	4,23	V брудна
2002	2,96	IV забруднена
2003	3,80	IV забруднена
2004	3,41	IV забруднена
2005	3,53	IV забруднена
2006	2,98	IV забруднена
2007	3,44	IV забруднена
2008	4,11	V брудна

Продовження табл.4.4

2009	3,94	IV забруднена
2010	3,93	IV забруднена
2011	3,33	IV забруднена
2012	3,86	IV забруднена
2013	4,46	V брудна
2014	5,00	V брудна
2015	5,71	V брудна

Табл.4.5- Значення ІЗВ модифікованого за біогенними ел-ми р.Харків-м. Харків

Рік	ІЗВ(за біогенними елементами)	Клас якості
1990	0,97	II чиста
1991	4,94	V брудна
1992	1,11	III помірно забруднена
1993	1,08	III помірно забруднена
1994	1,12	III помірно забруднена
1995	1,57	III помірно забруднена
1996	1,52	III помірно забруднена
1997	1,19	III помірно забруднена
1998	1,30	III помірно забруднена
1999	1,17	III помірно забруднена
2000	0,86	II чиста
2001	0,99	II чиста
2002	1,21	III помірно забруднена
2003	1,07	III помірно забруднена
2004	0,94	II чиста

Продовження табл.4.5		
2005	1,05	III помірно забруднена
2006	1,05	III помірно забруднена
2007	1,12	III помірно забруднена
2008	1,07	III помірно забруднена
2009	1,20	III помірно забруднена
2010	1,26	III помірно забруднена
2011	1,17	III помірно забруднена
2012	1,27	III помірно забруднена
2013	1,39	III помірно забруднена
2014	1,22	III помірно забруднена
2015	1,40	III помірно забруднена

Табл.4.6-Значення ІЗВ модифікованого за важкими метелами р.Лопань

Рік	ІЗВ(за важкими металами)	Клас
1990	5,06	V брудна
1991	8,28	VI дуже брудна
1992	4,24	V брудна
1993	5,07	V брудна
1994	5,85	V брудна
1995	1,04	III помірно забруднена
1996	5,20	V брудна
1997	4,72	V брудна
1998	3,17	IV забруднена
1999	2,27	III помірно забруднена
2000	1,66	III помірно забруднена
2001	2,03	III помірно забруднена

Продовження табл.4.6		
2002	2,02	III помірно забруднена
2003	1,55	III помірно забруднена
2004	2,47	III помірно забруднена
2005	1,56	III помірно забруднена
2006	1,52	III помірно забруднена
2007	1,86	III помірно забруднена
2008	3,45	IV забруднена
2009	1,79	III помірно забруднена
2010	2,23	III помірно забруднена
2011	2,24	III помірно забруднена
2012	2,36	III помірно забруднена
2013	2,50	III помірно забруднена
2014	2,21	III помірно забруднена
2015	1,80	III помірно забруднена

Таблиця 4.7-Значення ІЗВ модифікованого за важкими металами р.Харків

Рік	ІЗВ (за важкими металами)	Клас
1990	5,91	V брудна
1991	4,82	V брудна
1992	7,08	VI дуже брудна
1993	3,77	IV забруднена
1994	5,91	V брудна
1995	3,87	IV забруднена
1996	3,87	IV забруднена
1997	4,20	V брудна
1998	2,65	IV забруднена

Продовження табл.4.7		
1999	2,02	III помірно забруднена
2000	3,35	IV забруднена
2001	2,38	III помірно забруднена
2002	2,16	III помірно забруднена
2003	1,96	III помірно забруднена
2004	1,79	III помірно забруднена
2005	1,44	III помірно забруднена
2006	1,31	III помірно забруднена
2007	2,24	III помірно забруднена
2008	1,95	III помірно забруднена
2009	1,70	III помірно забруднена
2010	2,03	III помірно забруднена
2011	1,77	III помірно забруднена
2012	1,76	III помірно забруднена
2013	1,79	III помірно забруднена
2014	1,74	III помірно забруднена
2015	1,50	III помірно забруднена

Якщо розраховувати ІЗВ включаючи в нього важкі метали, то з рисунків 4.1 та 4.2 , видно, що на обох річках завдяки важким металам вода була брудною.

На початку XXI ст. забруднення за рахунок важких металів на обох річках зменшується і стає переважно «помірно забрудненою» на р.Харків і «забрудненою» на р.Лопань.

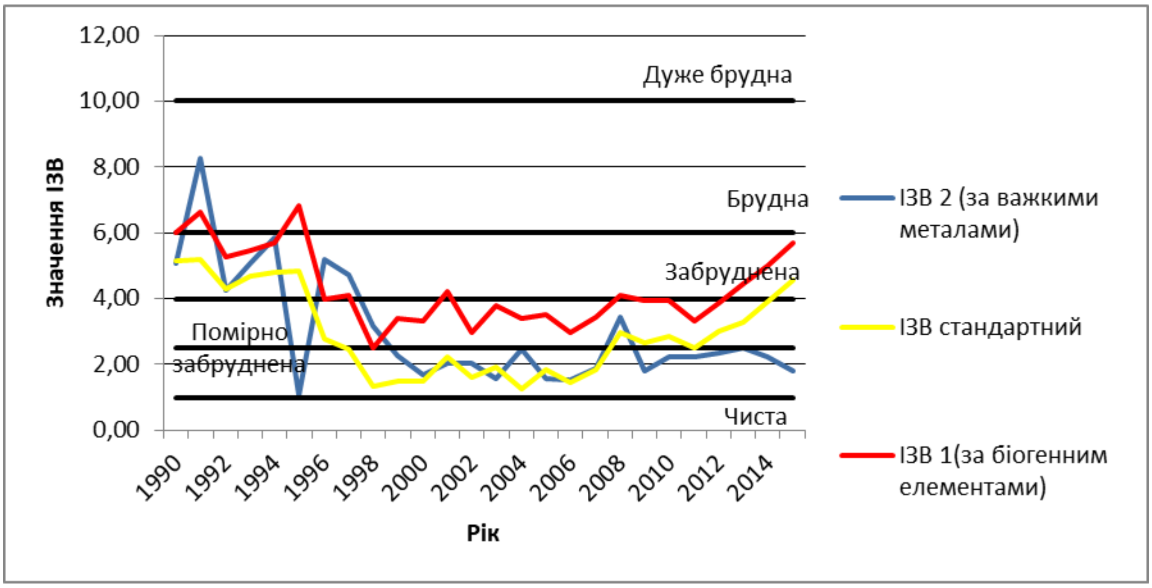

Рисунок 4.1- Значення ІЗВ р.Лопань – м.Харків

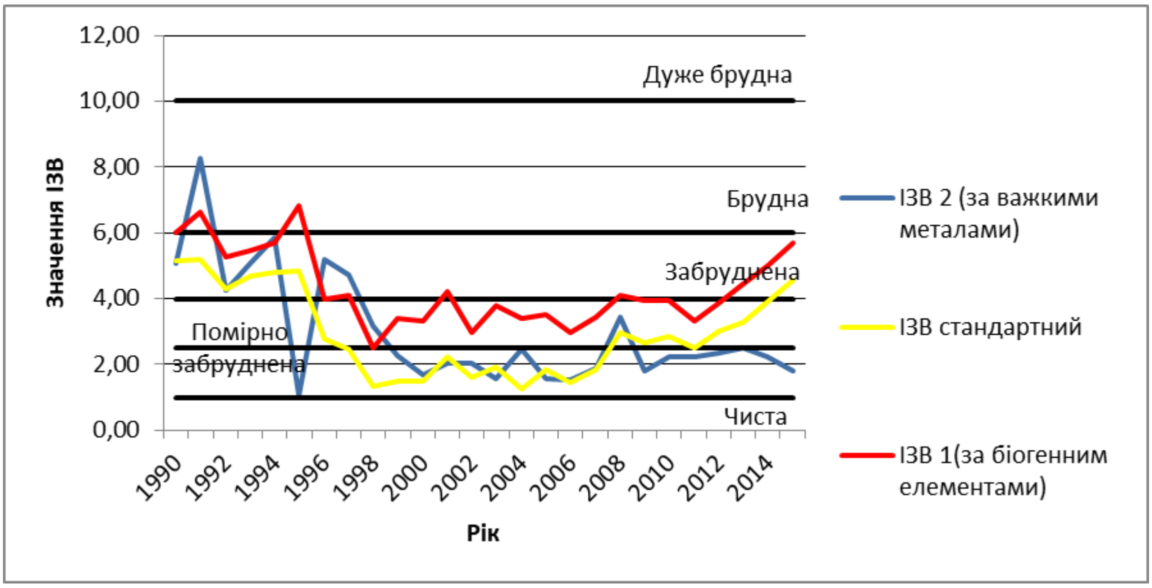

Рисунок 4.2- Значення ІЗВ р.Харків – м.Харків

Модифікований ІЗВ в який включено біогенні елементи, показує, що забруднення біогенними елементами р.Харків вкрай незначне. На річці Лопань забруднення елементами знижується на початку XXI сторіччя, але у 2 десятиріччі вода знов стає брудною.

За стандартним ІЗВ ймовірність появи «помірно забрудненої» води для р. Харків дорівнює 7,69% , «чистої»- 92,31%. Для річки Лопань ймовірність появи «чистої» води = 0%, відповідно поява забрудненої води -100%, з яких: «помірно забруднена» займає 43,15% , «забруднена» 29.6% , «брудна» 27.25%.

Якщо перейти до модифікованого ІЗВ, що включає важкі метали, для річки Харків, ймовірність появи «чистої» води =0%, ймовірність появи «помірно забрудненої» 61,5%, «забрудненої» 19,2%, «брудної» 15,4%, «дуже брудної» 3,9%.Для річки Лопань ймовірність появи «чистої» води =0%, «помірно забрудненої» 65,4%, «забрудненої»7,7%, «брудної» 23,1%, «дуже брудної» 3,8%.

Модифікований індекс забруднення вод, що включає біогенні елементи показує, що ймовірність появи «чистої» води для річки Харків становить 15,4%, «помірно забрудненої» 73,1%, «брудної» 11,5%. Для річки Лопань ймовірність появи «чистої» води дорівнює 0%, «помірно забрудненої» 34,6%, «брудної» 34,6%, «дуже брудної» 3,8%. Зведені данні показані у таблицях 4.7 та 4.8.

Таблиця 4.7- Ймовірність попадання вод річки Харків у певні класи якості за індексом ІЗВ

Вид ІЗВ	Значення ймовірностей появи для різних класів						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
Стандартний	0	7.69	43.2	29.6	27.2	0	0
Модифікований з урахуванням важких металів	0	0	61.5	19.2	15.4	3.9	0
Модифікований з урахуванням біогенних речовин	0	15.4	73.1	0	11.5	0	0

Таблиця 4.8 - Ймовірність попадання вод річки Лопань у певні класи якості за індексом ІЗВ

Вид ІЗВ	Значення ймовірностей появи для різних класів						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
Стандартний	0	0	43.2	29.6	27.2	0	0
Модифікований з урахуванням важких металів	0	0	65,4	7,7	15.4	3.9	0
Модифікований з урахуванням біогенних речовин	0	0	61.6	0	34.6	3.8	0

5 ОЦІНКА РИЗИКІВ

Одним з методів вирішення завдань експертного визначення ризиків є метод побудови шкали кількісного і якісного показнику ризику. Для цих цілей використовується метод семантичного диференціала, що дозволяє через слова, які відображають різні ситуації з якості водного середовища, оцінити стан ризикових подій в даний момент[17].

Ризикова подія визначається як небажана подія, яка може задати шкоди природному середовищу та / або здоров'ю людини. Допустимий ризик в екології характеризує загрозу потенційного виникнення екологічних збитків, у випадку коли концентрації забруднювальних речовин не перевищують ГДК. Максимально допустимий ризик є таким, що приймає гранично допустиме значення. За межами даного ризику настає загроза катастрофічного забруднення[13].

Беручи до уваги, що кожна речовина (і), яка може забруднити воду, має свій показник гранично допустимої концентрації ($ГДК_i$), що визначається в залежності від виду водокористувача, то при ідентифікації ризиків екологічних збитків і збитків здоров'ю людини в разі забруднення середовища декількома незалежними хімічними речовинами може бути використаний індекс з урахуванням ймовірності настання ризикової події показник ризику:

$$\bar{R} = \sum_{i=1}^{n} \frac{C_i}{C_{ГДК}} \cdot \frac{Na}{N} > 1, \qquad (3.7)$$

де Ci – концентрація забруднюючої речовини у пробі;

$C_{ГДК}$ – гранично допустима концентрація;

Na – число проб з показником, які перевищують ГДК;

N – загальне число відібраних проб[14].

У роботі використана семантична диференціація шкал та індексу забрудненості вод ІЗВ (див. табл.4.1). Через зв'язок між ІЗВ і значеннями ризиків R (рис 5.1) у семантичну шкалу ІЗВ були введені величини ризику (табл. 5.1), тобто для кожної із меж градацій ІЗВ визначалося відповідне значення R.

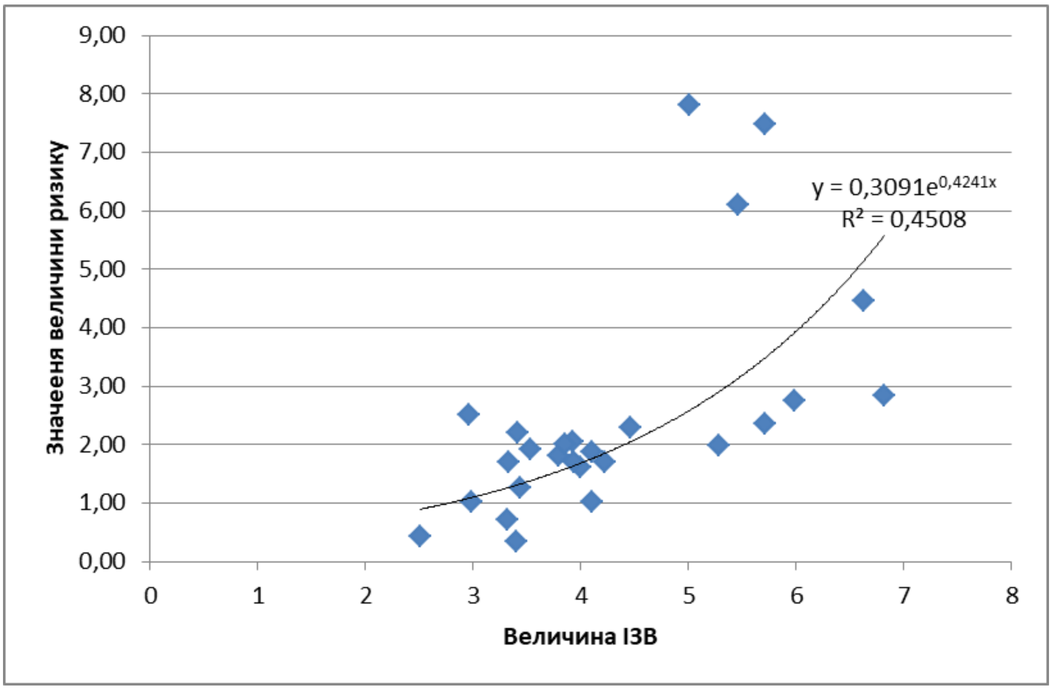

Рисунок 5.1 – Графік залежності величини ризику R від показника ІЗВ(модифікований для біогенних речовин) річки Лопань

За даними про показники екологічного ризику була побудована емпірична крива забезпеченості (ймовірності перевищення) показника R (рис. 5.2). За допомогою цієї кривої були установлені значення забезпеченостей для границь класів. Ймовірність попадання у кожен клас розраховувалося як $P_2 - P_1$, де P_2 – є забезпеченістю величини x_2, а P_1- забезпеченість величини x_1, при чому $x_2 > x_1$ [16].

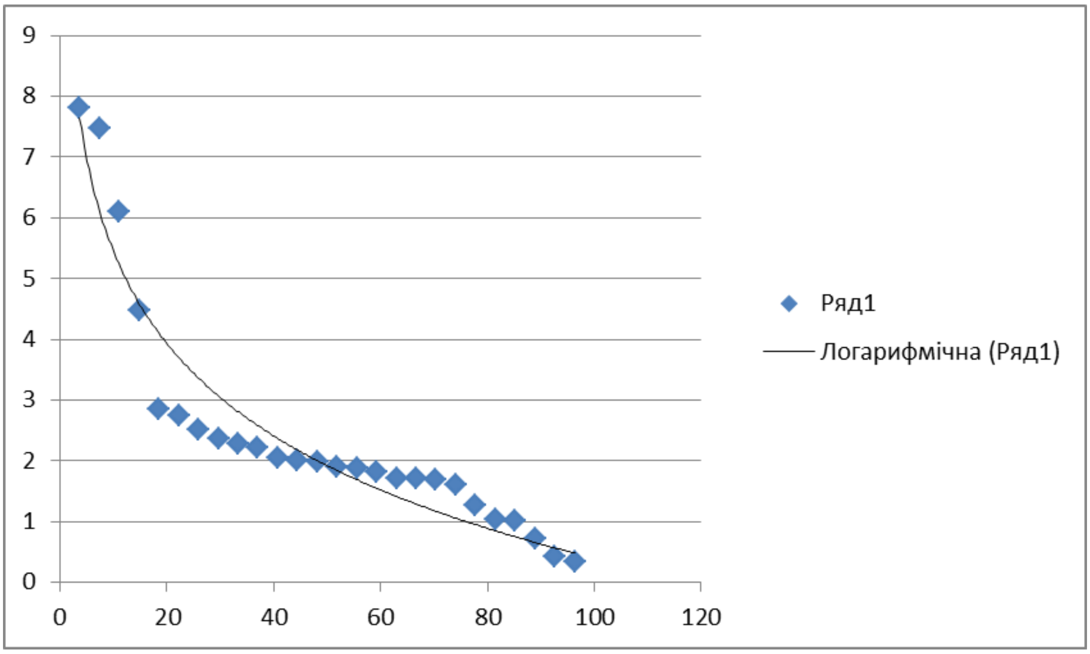

Рисунок 5.2 – Графік емпіричної кривої забезпеченості звязку ризику забруднення біогенними речовинами річки Лопань

Розраховані ймовірності попадання в кожний з діапазонів показали, що для річки Лопань найбільш ймовірне попадання у клас якості «брудна», що відповідає високому рівню збитку у зоні критичного ризику.

Для градації за збитками використано рекомендації з роботи[15]

Таблиця 5.1 – Якісна та кількісна шкала екологічних ризиків річки Лопань

Клас якості води	Характеристика класу	ІЗВ	Величина ризику	Діапазон забезпеченостей	Ймовірність попадання у діапазон	Якісна харктеристика рівня збитку	Кількісна характеристика рівня збитку	Зона ризику
	Дуже чиста	≤ 0,3	≤0,351	≤94	6	Надзвичайно низький	0-0,1	Зона відсутності ризику
I	Чиста	0,31-1	0,352-0,472	93,9-89,3	4,6	Дуже низький	0,1-0,25	Зона відсутності ризику
II	Помірно забруднена	1,01–2,5	0,473-0,894	89,2-75	14,21	Низький	0,25-0,4	Зона прийнятного ризику
IV	Забруднена	2,51–4	0,895-1,68	74,9-53,9	21	Середній	0,40-0,6	Зона допустимого ризику
V	Брудна	4,01–6	1,69-3,94	53,8-21,2	32,6	Високий	0,6-0,75	Зона критичного ризику
VI	Дуже брудна	6,01–10	3,95-21,5	21,1-0,02	21,08	Дуже високий	0,75-0,9	Зона катастрофічного ризику
VII	Надзвичайно брудна	> 10,0	21,5	0,02	0,02	Надзвичайно високий	0,9-1	Зона незворотньої втрати якості обєкта

Таблиця 5.2 – Якісна та кількісна шкала екологічних ризиків річки Харків

Клас якості води	Характеристика класу	ІЗВ	Величина ризику	Діапазон забезпеченостей	Ймовірність попадання у діапазон	Якісна харктеристика рівня збитку	Кількісна характеристика рівня збитку	Зона ризику
I	Дуже чиста	≤ 0,30	≤0,65	≤84,8	15,2	Надзвичайно низький	0-0,1	Зона відсутності ризику
II	Чиста	0,31 – 1,00	0,651-0,89	84,7-49,8	34,9	Дуже низький	0,1-0,25	Зона відсутності ризику
III	Помірно забруднена	1,01 – 2,50	0,9-1,79	49,7-15,9	33,8	Низький	0,25-0,40	Зона прийнятного ризику
IV	Забруднена	2,51 – 4,00	1,8-3,58	15,8-5,1	10,7	Середній	0,40-0,60	Зона допустимого ризику
V	Брудна	4,01 – 6,00	3,59-9	5-1,11	3,9	Високий	0,60-0,75	Зона критичного ризику
VI	Дуже брудна	6,01 – 10,0	9,1-57,24	1,1-0,05	10,5	Дуже високий	0,75-0,9	Зона катастрофічного ризику
VII	Надзвичайно брудна	> 10,0	57,24	0,05	0,05	Надзвичайно високий	0,9-1	Зона незворотньої втрати якості обєкта

Для річки Харків за відповідними розрахунками (рис. 5.2, табл. 5.3) отримали, що найбільш ймовірні «чисті» води II класу і «помірно забруднені» III класу, ці класи відповідають дуже низькому та низькому рівням збитку.

Отримані показники екологічного ризику вказують на те, що р. Харків знаходиться в зоні відсутності ризику забруднення біогенними речовинами або у зоні прийнятного ризику.

Порівняльний аналіз якісної та кількісної шкали ризиків показує, що для річки Лопань найбільшу ймовірність попадання виділена для класу V «дуже брудна», що відповідає високому рівню збитків і зоні критичного ризику.

Для річки Харків найвища ймовірність попадання у II та III класи, що відповідає «чистим» та «помірно забрудненим» водам, рівні збитку будуть дуже низькими та низькими відповідно. Якість води у р.Харків знаходиться у зоні відсутності ризику або у зоні прийнятного ризику.

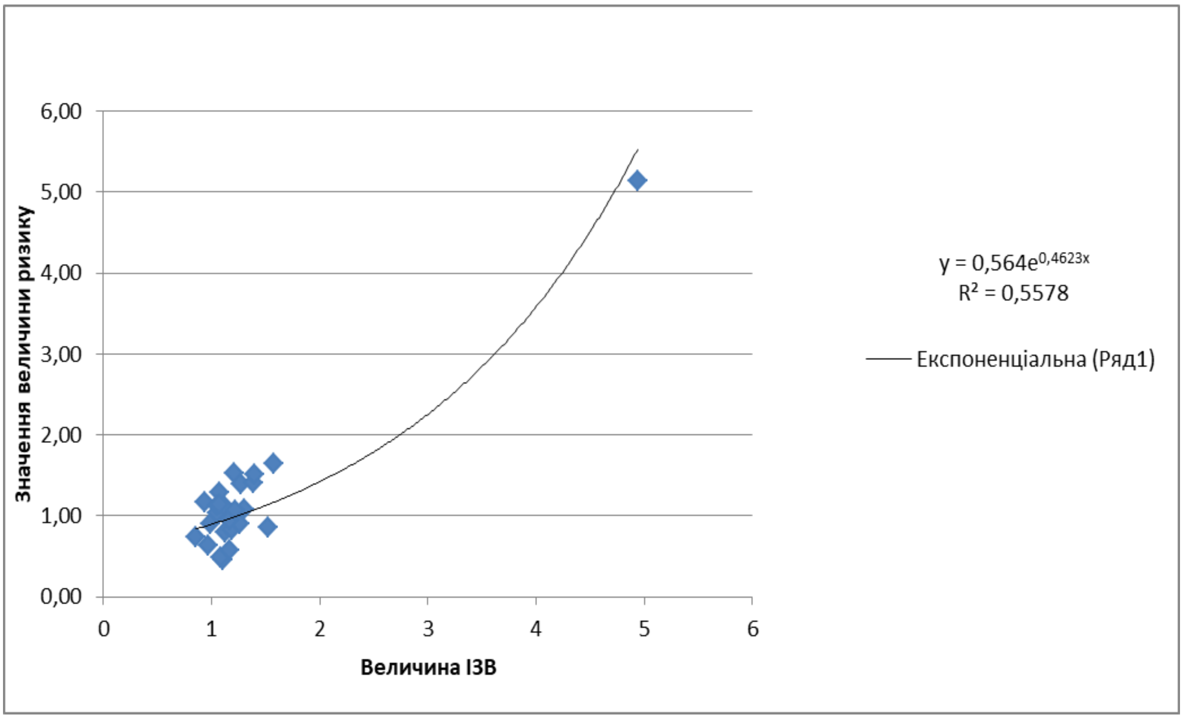

Рисунок 5.1 – Графік залежності величини ризику R від показника ІЗВ для річки Харків

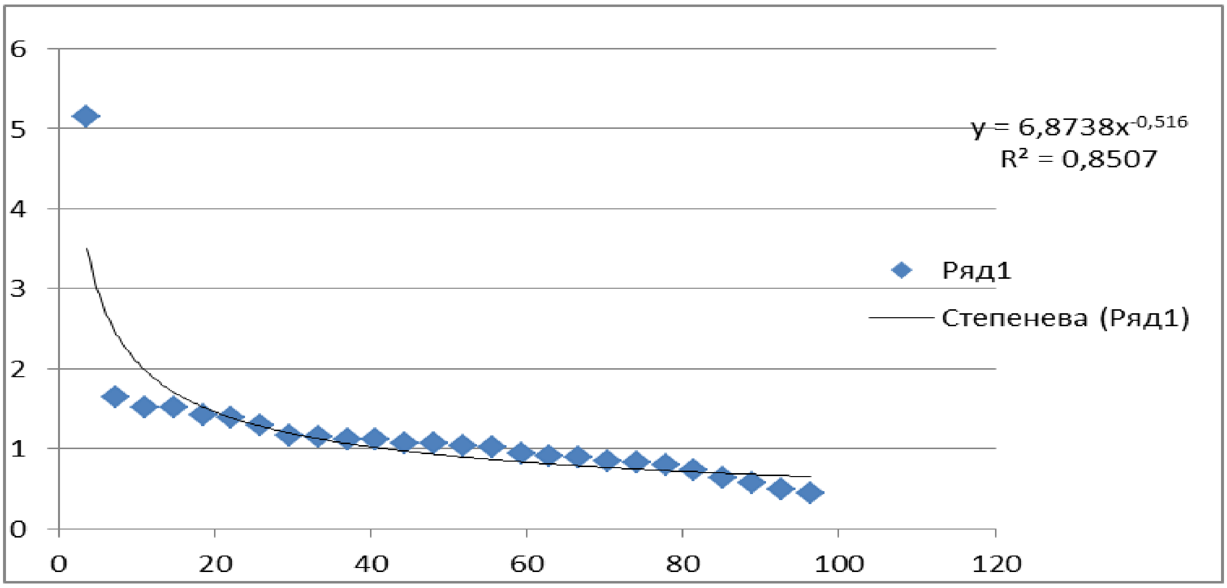

Рисунок 5.4 – Графік емпіричної кривої забезпеченості звязку ризику забруднення біогенними речовинами річки Харків

ВИСНОВКИ

1.Річки Лопань та Харків є складовою промислового комплексу м. Харків, площа якого становить 306,0 км². Об’єм скидів стічних вод у річку Лопань становить 139.6 млн. $м^3$ /рік , річки - Харків 0,489млн. $м^3$/рік, з них недостатньо очищеними є: 0,3% від загального скиду для р. Лопань та 8,2 % для річки Харків. Згідно з даними із мас скиду забруднювальних речовин зі стічними водами у річці Лопань найбільші значення мають фосфати: скидається 469,6 т – у р. Лопань та 0,264 т у р. Харків. Виявлено, що об’єми скиду у річці Лопань перевищують середню багаторічну величину її стоку, який дорівнює 122 млн. $м^3$/рік. Об’єми скиду річки Харків дорівнюють 0,172млн. $м^3$/ рік [1].

2. За результатами визначення екологічного стану водних об’єктів за ступенем їх використання установлено, що для річки Лопань найбільше значення має показник надходження стічних вод (199%), тобто об’єм стічних вод перевищує об’єм стоку майже у 2 рази. Для річки Харків найбільше значення має показник використання стоку. За комплексним показником для річки Харків було встановлено, що річка має «добрий» стан, на відміну від річки Лопань, яка має «дуже незадовільний» екологічний стан. Комплексний показник для річки Харків дорівнює 1,67 та -3,2 для річки Лопань.

3.Виявлено, що у межах водозбору р. Лопань знаходяться 3 заводи : ДП «Харківський бронетанковий завод», ДП «Харківський завод спеціальних машин», ДП «Харківський машинобудівний завод імені Т.Г. Шевченка».

У межах водозбору р. Харків знаходиться 2 заводи : КП «Харківський метрополітен», ТОВ «Фармацевтична компанія здоров’я».

Наявність комплексів важкої промисловості обумовлює значний рівень забруднення важкими металами. Для річки Лопань перевищення ГДК рибогосподарського використання концентрацією міді становить 5,48, хрому шестивалентного - 5,16, манганом – 4,84, цинку -3,69. Для річки Харків перевищення ГДК концентрацією міді становить 4,55, хрому шестивалентного - 5,97, манганом – 3,7, цинку -3,70.

4. Установлено, що надходження до річок біогенних речовин (азот амонійний, азот нітритний, азот нітратний, фосфор) пов'язане, насамперед, із скиданням господарсько-побутових вод. Для річки Лопань перевищення ГДК азоту нітритного дорівнює 8.22, фосфору загального - 8,03, азоту амонійного – 6,01. Перевищення по нітратам немає.

Для річки Харків перевищення ГДК азоту нітритного дорівнює 2.25, фосфору загального - 3,11, азоту амонійного – 1,0. Перевищення по нітратам немає. Отримані результати свідчать про переважання точкового забруднення сполуками азоту, яке пов'язане із місцями скиду комунально-побутових стічних вод.

5. Ступінь вразливості водозборів річок Харків та Лопань сполуками азоту оцінювалась за допомогою коефіцієнта чутливості k_N. Отримано, що досліджувані водозбори не належать до вразливих.

6. **Установлено, що головним джерелом забруднення** річок міста Харків є промислові підприємства, а забруднення біогенними речовинами менше ніж забруднення важкими металами. Для річки Лопань характерне переважання забруднення біогенними речовинами, які надходять з КБО «Диканьківський» (Міські очисні споруди №1).

7. Оцінка якості вод була виконана за допомогою гідрохімічного індексу забрудненості вод ІЗВ за стандартним набором показників, модифікованим з урахуванням важких металів та модифікованим з урахуванням біогенних речовин.

Було встановлено, що за ІЗВ з урахуванням важких металів в обох річках вода у 90-ті роки минулого сторіччя «брудна», але на початку XXI сторіччя- «помірно забруднена». За ІЗВ з урахуванням біогенних елементів для річки Лопань забруднення зменшується на початку XXI ст., але у 2 десятиріччі знову зростає до «брудної». Для річки Харків якість води на початку сторіччя покращується від «забрудненої» до « помірно забрудненої».

Для р.Харків найбільшу йовірність появи має III клас якості води «помірно забрунена» (73,1%), для річки Лопань – III клас « помірно забруднена» (61,6%) та IV клас «забруднена»(34,6%).

7. Оцінки ризику забруднення біогенними речовинами були виконані на основі застосування ймовірності перевищення ГДК рибогосподарського використання для наступних речовин: азот амонійний, азот нітратний, азот нітритний, фосфор загальний, кисень та $БСК_5$.

8. З метою розроблення якісної та кількісної шкали ризику було побудоване рівняння лінійної парної регресії, яке показує зв'язок між показником якості води ІЗВ та кількісними оцінками ризиків. На базі семантичного узгодження між ІЗВ та показниками ризику R (з використанням кривої забезпеченості R) визначені діапазони забезпеченості, які відповідають кожному класу та ймовірності попадання у кожен діапазон.

9.Установлено, що для річки Лопань найбільш ймовірне (32,6%) попадання у зону «критичного ризику» з «високим» рівнем збитку, клас якості V «брудна».

Для річки Харків найбільш ймовірне попадання у зону «відсутності ризику» (клас ІІ, «чиста») та у зону «прийнятного ризику» (клас ІІІ, «помірно забруднена»). Зоні відсутності ризику відповідає «дуже низький» рівень збитку, а зоні прийнятного ризику- «низький» рівень збитку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of establishing a framework for Community action in the field of water policy / Official Journal of the European Communities. 2000. L 327/1.[URL :https://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/info/intro_en.htm]
2. Loboda N. S., Smalii O. V. Dynamics of quality of river water along the Siverskyi Donets river of different discharge // Proceedings of the VI International Scientific and Practical Conference. Vol. 2, September 30, 2018, Warsaw, Poland. P. 12–18.
3. Loboda N. S., Smalii O. V. The Role Water Content in the Forming of the Ecological Condition of the Rivers of Siverskyi Donets Basin // Journal of Geography, Environment and Earth Science International. 2020. Vol. 24 (2). P. 83–93. [DOI: https://doi.org/10.9734/jgeesi/2020/v24i230205].
4. Loboda, N. & Daus, M. (2021) Development of a method of assessment of ecological risk of surface water pollution by nitrogen compounds. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Vol.5 №10 (113): Ecology, P.15-25. ISSN 1729-3774. [https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.243058]
5. Буркинський, Б.В., Рубель, О.Є. (2016). Оцінка ризиків для здоров’я людини та навколишнього середовища від джерел забруднення ґрунту та вод. Звіт “Інвентаризація, оцінка та зменшення впливу антропогенних джерел забруднення в Нижньодунайському регіоні України, Румунії, республіки Молдова, 2007-2013” (MIS ETC CODE 995). НАН України, Інститут проблем ринку та еколого-економічних досліджень. Одеса, 84.
6. Васенко О. Г., Верніченко Г. А., Грищенко А. В. та ін. Концепція екологічного нормування. К.: Мін. охор. навк. прир. серед. та ядерн. безп., 1997. – 24 с.
7. Васенко О. Г., Гриценко А. В., Карабаш Г. О. та ін. Сіверський Донець: Водний та екологічний атлас. Харків : Райдер, 2006. 188 с.

8. Географічна енциклопедія України : [у 3 т.] / редкол.: О. М. Маринич (відповід. ред.) та ін. — К., 1989—1993. — 33 000 екз. — ISBN 5-88500-015-8.
9. Гребінь В. В., Колєснікова А. Г. Сучасні зміни обсягів та структури водокористування в басейні р. Сіверський Донець // Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія. 2011. Т. 2 (23). С. 84–89.
10. Жук В.М. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.01 «Екологічна безпека». Удосконалення моніторингу водогосподарських систем з урахуванням природного та антропогенного впливу (на прикладі р. Уди). – Харків, 2021.259 с.
11. Жук В.М. Особливості водогосподарських систем Харківської області. Проблеми охорони навколишнього природного середовища та техногенної безпеки: зб. наук. пр. УкрНДІЕП. Х.: Райдер, 2014. Вип. XXXVI. С. 152-164.
12. Жук В.М. Оцінка екологічного стану поверхневих водних об’єктів басейну Сіверського Дінця методами біоіндикації: тези доповідей щорічної наук.-практ. конф. Луганського національного аграрного університету, м. Харків, 29 січня 2016. Х.: Міськдрук, 2016. С. 159-160.
13. Кулачок К.В., Лобода Н.С. Якісне і кількісне оцінювання екологічних ризиків загального та нітратного забруднення річки Ягорлик (с.Артирівка) // Матеріали міжнародної наукової конференції молодих вчених. – Одеса: ОДЕКУ, 2020. –С.85-87.
14. Кулачок К.В., ст. гр. ЕГ-43, Науковий керівник – д.г.н., проф. Лобода Н.С. Критерії ризику в гідроекології (на прикладі гідрохімічних даних річки Дністер - смт.Біляївка) / Збірник тез за матеріалами студентської наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ (06-10 травня 2019р.). Одеса, ТЕС. – 2019р. – С. 113-115. (стор. 3, др. ар. 0,20).
15. Лобода Н.С., Катинська І.В. Визначення антропогенних навантажень та екологічних ризиків на ділянці річки Уди 10 км вище та 9 нижче міста Харків // Abstracts of the 8 th International scientific and practical conference “Actual

trends of modern scientific research” (March 14-16, 2021) MDPC Publishing, Munich, Germany. 2021. - С.278-284.

16. Лобода Н.С., Кулачок К.В. Методичні підходи до оцінки екологічних ризиків на базі використання комплексних показників якості води // Збірник наукових праць VII –й всеукраїнський з’їзд екологів з міжнародною участю (Екологія/Ecology -2019). – Україна, Вінниця, 25-27 вересня, 2019. –С.75. (0,13 др. арк.).
17. Лобода Н.С., Смалій О.В., Катинська І.В.,Котович О.М. Оцінка змін якості води по довжині річки Сіверський Донець на початку XXI сторіччя // Український гідрометеорологічний журнал, 2019, Одеса, ТЕС, №23. –С.54-68.
18. Лобода Н.С., Катинська І.В. , Смалій О.В. Оцінка рівня забруднення та екологічного стану вод річок басейну Сіверського Дінця за показником БСК5 // Український гідрометеорологічний журнал. 2020. №26. 2020. №26. - С.91-101.
19. Лозанський В. Р. Можливі шляхи реформування системи екологічного управління водами України // Вода і водоочисні технології. 2005. – №3(15). – С. 10-14.
20. Осадча Н. М., Ухань О. О., Чехній В. М., Голубцов О. Г. Оцінка емісії біогенних елементів та органічних речовин у поверхневі води басейну річки Сіверський Донець від дифузних джерел // Проблеми гідрології, гідрохімії, гідроекології / за ред. чл.-кор. НАН України В. І. Осадчого та ін.. Київ: Ніка-центр, 2019. С. 192–199.
21. Осадчий В. І., Набиванець Б. Й., Линник П. М., Осадча Н. М., Набиванець Ю. Б. Процеси формування хімічного складу поверхневих вод / Київ: Ніка-центр, 2013. 240 с.
22. Полупан М. І., Соловей В. Б., Величко В. А. Класифікація ґрунтів України / За ред. М. І. Полупана. – К.: Аграрна наука, 2005. – 300 с. 2. Стан земельних ресурсів в Україні: проблеми та шляхи вирішення: Зб. допов. Всеукр. наук.-практ. конф. – К.: Центр екологічної освіти та інформації, 2001. – 284 с. 3.

Земельні ресурси України / За ред. В. В. Медведєва, Т. М. Лактіонової. – К.: Аграрна наука, 1998. – 150 с.

23. Постанова від 08.04.1996 № 413,«Державний водний кадастр» [URL: https://ips.ligazakon.net/document/TM001564].
24. Рибалова О.В., Жук В.М. Аналіз екологічного стану річки Лопань. Тиждень еколога – 2015: міжнародний науковий симпозіум, м. Кам’янське, 13-16 квітня 2015: тези за матеріалами. Кам’янське: ДДТУ, 2015. С. 17-19
25. Романенко В. Д. Основы гидроэкологии: учебник для студентов высших учебных заведений / Киев: Генеза, 2004. 664 с.
26. Ухань О. О., Осадчий В. І., Осадча Н. М. Особливості формування хімічного складу поверхневих вод басейну р. Сіверський Донець // Наукові праці Українського гідрометеорологічного інституту. 2002. Вип. 250. С. 262–279.
27. Ухань О. О., Осадчий В. І., Осадча Н. М., Манченко А. П. Особливості формування хімічного складу поверхневих вод басейну р. Сіверський Донець // Наукові праці УкрНДГМІ. 2002. Вип. 250. С. 262 – 277.
28. Хільчевський В. К., Осадчий В. І., Курило С. М. Регіональна гідрохімія України / Київ: Київький університет, 2018. 343 с.
29. Хільчевський В. К., Осадчий В. І., Курило С. М. Регіональна гідрохімія України / Київ: ВПЦ «Київський університет», 2019. 343 с.
30. Швебс Г.И., Ігошин М.І. Каталог річок і водойм України: навчально-довідковий посібник / Під ред. Є.Д. Гопченка. – Одеса: Астропринт, 2003. – 390 с.
31. Юрасов С. М., Сафранов Т. А., Чугай А. В. Оцінка якості природних вод: навчальний посібник / Одеса: Екологія, 2012. 168 с.