МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет природоохоронний
Кафедра гідроекології
та водних досліджень

Бакалаврська кваліфікаційна робота

на тему: Якість води річки Борова у створі Сєвєродонецьк

Виконала студентка 4 року навчання
групи ЕГ-43
Напрям підготовки 6.040106
«Екологія, охорона навколишнього
середовища та збалансоване
природокористування»
Мороз Оксана Петрівна

Керівник к.геогр.н., старший
викладач Куза Антоніна Миколаївна

Консультант

Рецензент к.геогр.н., ст.викл.,
Гопцій Марина Володимирівна

Одеса 2019

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Природоохоронний
Кафедра Гідроекології та водних досліджен .
Рівень вищої освіти бакалавр
Напрям підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування»
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри гідроекології та
водних досліджень ОДЕКУ
_____Лобода Н.С.
« 18 » квітня 2019року

З А В Д А Н Н Я
НА БАКАЛАВРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Мороз Оксані Петрівні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «*Якість води річки Борова у створі Сєвєродонецьк*»
_____
керівник роботи *Куза Антоніна Миколаївна, к.геогр.н., старший викладач*
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом закладу вищої освіти від "*7" грудня 2018 року№ 343-С*
2. Строк подання студентом роботи *08 червня 2019 р.*
3. Вихідні дані до роботи *Дані державного моніторингу поверхневих вод державного агентства водних ресурсів України 1990-2015 роки.*
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) *1) Виконати коротку фізико-географічну характеристику басейну річки Борова. 2) Охарактеризувати основні напрямки використання вод річки Борова. 3) Виконати статистичний аналіз гідрохімічних даних на основі методів математичної статистики. 4) Оцінити гідроекологічний стан річки Борова згідно методики ІЗВ (стандартного). 5) Виконати оцінку якості вод річки Борова за методикою Гідрохімічного інституту.*
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
1) Карта - схема географічного положення басейну річки Борова. 2) Графіки кліматичних умов Луганської області. 3) Хронологічні графіки концентрацій забруднюючих речовин у створі Борова – м.Сєвєродонецьк. 4) Графіки динаміки індексів забруднення води у створі Борова – м.Сєвєродонецьк.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завданняприйняв

7. Дата видачі завдання 18 квітня 2019 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
	Опис фізико-географічних умов басейну річки Борова.	*18.04.2019-25.04.2019*	*95*	*відмінно*
	Аналіз використання водних ресурсів басейну річки Борова.	*25.04.2019-29.04.2019*	*95*	*відмінно*
	Статистичний аналіз гідрохімічних даних щодо стану річки Борової на основі методів математичної статистики.	*30.04.2019-05.05.2019*	*95*	*відмінно*
	Аналіз якості вод у річці Борова згідно методики індексу забруднення води стандартного.	*06.05.2019-12.05.2019*	*95*	*відмінно*
	Рубіжна атестація	**13-19 травня 2019**	*95*	*відмінно*
	Характеристика якості вод річки Борова за методикою Гідрохімічного інституту.	*20.05.2019-24.05.2019*	*95*	*відмінно*
	Узагальнення отриманих результатів. Оформлення бакалаврської роботи, здача роботи на перевірку наукового керівника.	*25.05.2019-30.05.2019*	*95*	*відмінно*
	Підготовка презентації та доповіді для захисту бакалаврської роботи.	*31.05.2019-07.06.2019*	*95*	*відмінно*
	Перевірка на плагіат	06.06.2019		
	Рецензування	06.06.2019		
	Подання на кафедру	08 червня 2019		
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)	08.06.2019	*95*	*відмінно*

Студент _____ **(Мороз О.П.)**
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ **(Куза А.М.)**
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ
до бакалаврської кваліфікаційної роботи
Мороз Оксани Петрівни

Актуальність теми бакалаврської роботи «Якість води річки Борова у створі Сєвєродонецьк» обумовлена погіршенням гідрохімічного режиму річки Борова внаслідок антропогенної діяльності та кліматичних змін.

Метою дослідження є оцінка якості води річки Борова у створі Сєвєродонецьк за індексом забруднення води (ІЗВ), методикою Гідрохімічного інституту та проведення статистичного аналізу гідрохімічних даних. За мету також ставилося виконати аналіз сучасного стану річки Борова та виявити вплив забруднюючих речовин на біоту річки.

Завданнями бакалаврської роботи є дослідження фізико-географічної характеристики басейну річки Борова, встановлення особливостей формування гідрохімічного складу вод річки та впливу на планктон і гідробіонтів, визначення сучасних проблем річки Борова. Серед завдань роботи – виконати статистичний аналіз даних гідрохімічного моніторингу, виконати оцінку якості води на основі розрахунку комплексних показників якості води річки Борова.

Результатами роботи є статистична обробка гідрохімічних даних у створі р. Борова – м. Сєвєродонецьк за критерієм Аббе, що показала наявність тренду щодо зниження для досліджуваних елементів (речовини за методикою ІЗВ). Встановлення наявності статистичних «викидів» у рядах гідрохімічних даних річки Борова за період 1990-2015 роки здійснювалось для шести речовин, на основі яких проведений розрахунок ІЗВ. Отримані значення критерію Стьюдента вказують на те, що екстремальні значення («викиди») в рядах досліджуваних величин є неоднорідними і можуть бути вилучені із загальної вибірки для подальшого дослідження.

Оцінка якості води за ІЗВ у річці Борова створ м. Сєвєродонецьк показала, що загалом, клас якості вод був у 56% випадків II – характеристика «чисті води», у 44% – III, характеристика «помірно забруднені води». Максимальна величина (ІЗВ=2,22) характерна для 1995 року. Слід відмітити, що за розглядуваний період величина $БСК_5$ перевищувала ГДК. Оцінка якості води за методикою ПКІЗ проводилися за 8 компонентами, для яких характерне найбільше перевищення рибогосподарських ГДК. До таких компонентів відносились: магній, хлориди, сульфати, біхроматна окислюваність, $БСК_5$, мідь, цинк, хром (6-ти валентний). Визначили, що стан річки Борова у створі м. Сєвєродонецьк за методикою ПКІЗ є незадовільним, оскільки клас якості води змінювався від II (забруднена) до III (брудна).

Бакалаврська робота складається з чотирьох розділів, нараховує 67 сторінок тексту, 15 таблиць, 14 рисунків та 29 використаних наукових джерел.

Ключові слова: оцінка якості води, індекс забруднення, гідрохімічні показники, комбінаторний індекс забруднення, статистичний аналіз.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ 7

ВСТУП 8

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДОСЛІДЖУВАНОГО РАЙОНУ 11

1.1 Фізико-географічне положення та природні умови Луганської області 11

1.2 Основні риси та геологічна будова рельєфу 13

1.3 Гідрогеологічні умови та характеристика підземних вод 14

1.4 Опис рослинності 16

1.5 Кліматичні умови 20

РОЗДІЛ 2 ГІДРОЛОГІЧНИЙ ТА ГІДРОХІМІЧНИЙ РЕЖИМ 24

РІЧКИ БОРОВА 24

2.1 Загальна характеристика гідрографічної мережі 24

2.2 Особливості формування гідрохімічного складу вод річки Борової 25

2.3 Вплив гідрохімічного стану річки Борова на планктон і гідробіонтів 26

2.4 Основні напрямки господарського використання вод річки Борова 29

2.5 Сучасні екологічні проблеми басейну річки Борової 31

РОЗДІЛ 3 СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ГІДРОХІМІЧНОГО СТАНУ РІЧКИ БОРОВА НА ОСНОВІ МЕТОДІВ МАТЕМАТИЧНОЇ СТАТИСТИКИ 36

3.1 Вияв тренду в рядах гідрохімічних показників у створі Борова – м.Сєвєродонецьк за допомогою критерію Аббе 36

3.2 Встановлення «викидів» у рядах гідрохімічних характеристик річки Борова на основі перевірки гіпотези про однорідінсть членів статистичної сукупності 42

РОЗДІЛ 4 ОЦІНКА ГІДРОЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ РІЧКИ БОРОВА У СТВОРІ СЄВЄРОДОНЕЦЬК 45

4.1 Аналіз якості вод у річці Борова згідно методики індексу забруднення води стандартного 45

4.2 Характеристика якості вод річки Борова за методикою Гідрохімічного інституту 47

ВИСНОВКИ 52

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 56

ДОДАТОК 60

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

БСК5	біологічне споживання кисню (протягом 5 діб)
ІЗВ	індекс забруднення води
ПКІЗ	питомий комбінаторний індекс забруднення
ЛОЗ	лімітуюча ознака забруднення
СПАР	синтетичні поверхнево активні речовини
ГДК	гранично допустимі концентрації
СПАР	синтетичні поверхнево-активні речовини
УІЗ	усереднений індекс забруднення
ХСК	хімічне споживання кисню
ЦГО	Центральна геофізична обсерваторія
ОДЕКУ	Одеський державний екологічний університет
НДР	Науково-дослідна робота
м.	місто
смт.	селище міського типу
р.	рік, річка

ВСТУП

Сучасне суспільство занепокоїне якістю водотоків та водойм, багато зусиль направлено на відновлення та покращення стану природних вод. На сьогоднішній день проблема збереження водних ресурсів країни є одним із пріоритетних питань європейських держав. Загальна всесвітня тенденція вказує на скорочення кількості чистих вод, особливо питної якості. Дана ситуація характерна і для України: кількість виробничих (відпрацьованих) вод зростає, збільшується зарегульованість річок, відбуваються порушення законодавчої бази щодо процедури використання водних ресурсів. Такі проблеми потребують негайного вирішення, тому що окрім забруднення річок, спостерігається їх виснаження, а це вкрай небезпечно незворотністю даного процесу.

Актуальність теми. Річка Сіверський Донець є важливою артерією східних областей нашої держави: Харківської, Донецької, Луганської, які є потужніми промисловими центрами. Сіверський Донець використовується для питного і технічного водопостачання, для риболовлі та рекреації.

Річка Борова є одним з притоків Сіверського Дінця. Витік річки знаходиться в селі Кругле, довжина русла складає 84 км. По березі річки Борова знаходяться населені пункти Дем’янівка, Рудовка, Мостки, Ново-Борове, Ново-Астрахань. Жителі цих населених пунктів використовують воду річки в господарських цілях, для поливу дач і городів. Тваринний світ ріки не дуже різноманітний. З риб водяться карась, щука, бубирь, плотва, головень, окунь. А також вужі, водяні щури, жаби є постійними мешканцями річки.

Гідрологічний пост на річці Борова розташований у с. Воєводка Луганської області. Відбори гідрохімічних проб здійснюються у пункті

поблизу міста Сєвєродонецьк Луганської області. Слід відмітити, що Сєвєродонецьк - великий промисловий центр, в ньому виробляється 22,18 % промислової продукції Луганської області. Провідні підприємства міста- ПрАТ "Сєвєродонецьке об'єднання Азот", ТОВ " НВО "Сєвєродонецький склопластик", СНВО "імпульс", ПрАТ "Сєвєродонецький ОРГХІМ".

У 2011 році склалася ситуація, що вимагала збереження річки Борової. Це обумовлено побудовою водосховищ біля села Рудівка та частковим штучним випрямленням русла річки. Враховуючи, що річка знаходиться недалеко від промислового центру Сєвєродонецьк та зважаючи на втручання у гідрологічний режим самої річки, було вирішено дослідити екологічний стан річки за методикою індексу забруднення води та методикою Гідрохімічного інституту. Збереження річки Борова, як і збереження малих річок, є однією з основних екологічних проблем.

Наукова новизна бакалаврської роботи полягає у виконанні оцінки стану річки Борової за методиками ІЗВ та ПКІЗ, статистичному аналізі гідрохімічних даних для встановлення статистично значущих трендів та перевірка статистичних «викидів» на однорідність.

Практичне значення отриманих результатів полягає у застосуванні результатів проведеного дослідження для розробки планів збереження та відновлення ресурсів річки Борової. Окрім того, дана бакалаврська робота може слугувати підґрунтям для написання у майбутньому магістерської кваліфікаційної роботи.

Метою роботи є оцінка якості води річки Борова у створі м.Сєвєродонецьк за методикою індексу забруднення води (стандартним), методикою Гідрохімічного інституту та статистичний аналіз гідрохімічних даних. Також, виконати аналіз сучасного стану річки Борова та виявити вплив забруднюючих речовин на біоту річки.

Завдання роботи. Дослідити фізико-географічні характеристики басейну річки Борова, встановити особливості формування гідрохімічного складу вод річки, проаналізувати антропогенне навантаження на річку, встановити наслідки впливу гідрохімічного складу річки на планктон і гідробіонтів річки Борова, окреслити сучасні екологічні проблеми річки. Виконати статистичний аналіз даних гідрохімічного моніторингу. Виконати оцінку якості води за методикою ІЗВ (стандартною) та методикою Гідрохімічного інституту за ПКІЗ.

Предмет дослідження - гідрохімічний склад і екологічний стан річки Борова за період 1990-2015 роки.

Об'єкт дослідження – річка Борова.

Методи дослідження: статистичні методи дослідження (критерій Аббе, критерій Стьюдента), методика оцінки за індексами забруднення води (стандартна), методика Гідрохімічного інституту за комбінаторним індексом забруднення.

Матеріали дослідження: при виконанні кваліфікаційної роботи були використані дані гідрохімічного моніторингу Луганської області управління з водного господарства за 2011-2015 роки, дані Державного управління охорони навколишнього природного середовища.

За темою кваліфікаційної роботи опубліковано 1 статтю та 1 тези наукових конференцій [1].

Оцінка якості води річки Борова дає можливість орієнтуватися в ситуації щодо її змін у процесі водокористування, прогнозувати подальшу динаміку, обирати та впроваджувати відповідні природоохоронні заходи і технології.

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДОСЛІДЖУВАНОГО РАЙОНУ

1.1 Фізико-географічне положення та природні умови Луганської області

Луганська область – край з різноманітною і щедрою природою. Південь області характеризується великими запасами кам'яного вугілля, північ – родючими черноземами. Саме це історично обумовило розвиток Луганської області як потужного промислового та сільськогосподарського регіону України. Останні роки для Луганської області були тяжкими через невщухаючий збройний конфлікт, що зумовило погіршення економічного становища. Значна частина території області і досі перебуває під контролем незаконних збройних формувань [2].

Луганська область розташована на сході України у басейні середньої течії річки Сіверський Донець (рис.1.1). Максимальна відстань з півночі на південь складає 275 км, із заходу на схід – 170 км, площа – 26,7 тис.кв. км. (4,4% території України). На півночі, сході та півдні межі області співпадають з державним кордоном України. Тут вона межує із Російською Федерацією. Територія області представляє собою переважно хвилясту рівнину на лівобережній частині долини Сіверського Донця. На півдні розташований Донецький кряж. В лівобережній частині області простягається Старобільська рівнина. Найбільш характерною рисою Донецького кряжа є чергування пагорбкуватих водороздільних площин з глибокими крутобережними річковими долинами і сухими балками.

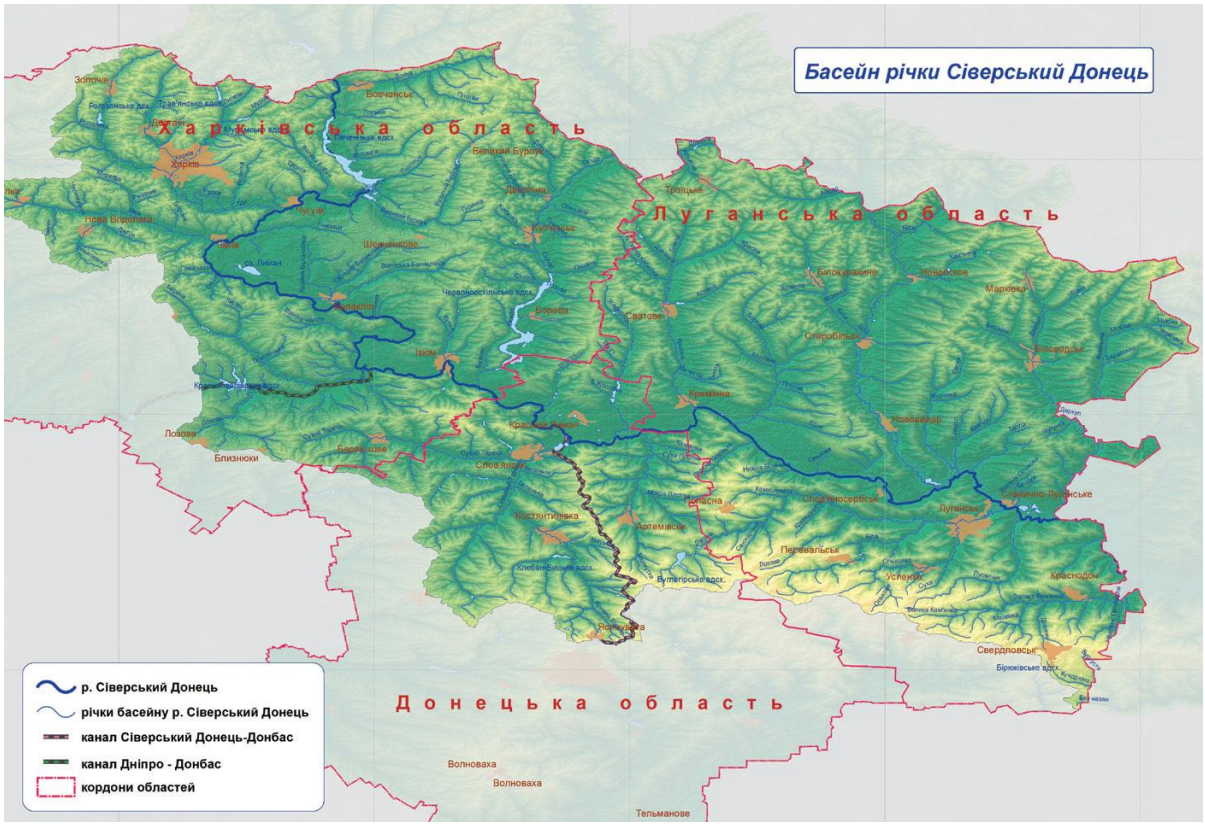

Рис. 1.1 – Карта-схема географічного положення басейну Сіверського Дінця [3].

Ландшафтний покров Луганської області складають чорноземи, що сформувалися в результаті дернового процесу ґрунтоутворення, який розвивається під лугово-степовою рослинністю. У північній частині поширені чорноземи звичайні середньо- та малогумусні. в південній – чорноземи звичайні середньо- та малогумусні, дернові щебенюваті ґрунти, в долині Сіверського Дінця – чорноземні, дернові піщані ґрунти [4].

Для Луганської області характерні два типи ландшафтів – степовий та лісовий. Ліса займають 8,6 % території області та розповсюджені вкрай нерівномірно, степи займаютьпонад 87% території області.

1.2 Основні риси та геологічна будова рельєфу

Місто Сєвєродонецьк розташоване у межах Сіверськодонецької терасованої рівнини, яка знаходиться між південними відрогами Середньоруської височини та північними відрогами головного Донецького вододілу. В структурно-тектонічному відношенні територія відноситься до зони купольних структур, розташованих між складчастою Донецькою спорудою і південним схилом Воронізького кристалічного масиву.Рельєф місцевості, на якій розташоване місто, являє собою хвилясту рівнину із загальним ухилом на південний захід убік ріки [5].

В геологічній будові району беруть участь осадові відкладення палеозойської, мезозойської і кайнозойської груп. Фундаментом осадової товщі служить складний комплекс метаморфічних і магматичних порід архею, протерозою.Кам'яновугільні відклади залягають трансгресивно на відкладах девону і докембрію, для них характерні велика потужність, циклічне будова, багаторазове перешарування морських і континентальних фацій.

Значну роль у формуванні рельєфу території протягом геологічної історії відіграють карстові, суфозійні, ерозійні, зсувні процеси. Активізація рельєфоутворюючих процесів при їх взаємодії з техногенними факторами привели до істотного ускладнення і зміни природних форм рельєфу і появі антропогенних форм (терикони, кургани, кар'єри) на більшій частині території. Господарське освоєння заплави і терас річки Сіверський Донець та активізація карстових процесів у мело-мергельних породах сприяли зміні ухилів місцевості та осіданню земної поверхні внаслідок утворення карстово-суфозійними воронок і западин.

1.3 Гідрогеологічні умови та характеристика підземних вод

Значну роль у формуванні рельєфу території протягом геологічної історії відіграють карстові, суфозійні, ерозійні, зсувні процеси. Підземні води містяться в усіх стратиграфічних підрозділах геологічного розрізу. Кам'яновугільні і тріасові водоносні горизонти відрізняються високою мінералізацією, містять бром і йод, для водопостачання не використовуються. Води четвертинних, палеоген-неогенових відкладень і тріщини-карстової зони верхньої крейди формуються в умовах активного водообміну, визначальними чинниками їх формування є кліматичні.

Глибина сучасної інтенсивної циркуляції підземних вод в долині річки Сіверський Донець та її лівої притоки становить 55,70 м, на вододілах – 100-110 м. Основне значення для водопостачання мають підземні води зони активного водообміну, де розвинені такі водоносні горизонти та комплекси:

- техногенний спорадичного поширення на проммайданчиках промислових підприємств;

- водоносний комплекс верхньочетвертичних і сучасних алювіальних відкладень, поширений на заплаві р. Сіверський Донець;

- водоносний горизонт тріщинно-карстової зони крейдо-мергельної товщі, що є основним джерелом господарсько-питного централізованого водопостачання населення і підприємств Луганської області.

Підземні води мають вільну поверхню. Глибина залягання рівня підземних вод в природних умовах 0,2 м. У природних умовах живлення підземних вод здійснюється за рахунок інфільтрації атмосферних опадів та за рахунок паводкових вод річок і розвантаження підземних вод. За

результатами режимних спостережень інфільтраційне харчування алювіального горизонту за рахунок атмосферних опадів становить 200-300 мм/рік [6].

Після пуску в експлуатацію водозаборів підземних вод відбулося зниження рівня підземних вод алювіального горизонту і на значних площах надзаплавних терас його повне осушення. В результаті багаторічної експлуатації крейдяного водоносного горизонту відбулося пониження рівня підземних вод алювіального водоносного горизонту - в центральній частині до 7-24 м, на всій решті площі - до 2-7 м. Утворення депресійних лійок навколо експлуатаційних свердловин призвело до зміни напрямку руху, ухилу підземного потоку, умов живлення і розвантаження.

Хімічний склад підземних вод алювіального горизонту в природних умовах гідрокарбонатний кальцієвий та гідрокарбонатно-сульфатний кальцієво-натрієвий з сухим залишком 0,2-0,6 г/дм^3. В даний час на значній площі підземні води алювіальних відкладень забруднені різними компонентами, вміст яких перевищує ГДК. Основними джерелами забруднення підземних вод є промислові стоки, що фільтруються з накопичувачів [6].

Крейдо-мергельний водоносний горизонт на території, що примикає до Сєвєродонецького насуву протягом 15 км, не має вільного розвантаження в природну дрену. У зв’язку з цим розвантажуються підземні води в природних умовах в вище розміщені алювіальні відкладення. На решті площі підземні води верхньої крейди гідравлічно пов’язані з річкою Борова.

За умовами захищеності водоносний горизонт тріщинно-карстової зони є умовно захищеним від інфільтрації забруднених стоків. Зона замулювання не витримана за потужністю і не є перешкодою для проникнення забруднюючих речовин з поверхні [7].

Відсутність природної захищеності підземних вод і високе багаторічне техногенне навантаження призвели до зміни гідродинамічного режиму підземних вод і сприяли утворенню потужних осередків хімічного і теплового забруднення.

1.4 Опис рослинності

В ландшафтному відношенні територія відоноситься до південно-степової підзони степової зони Лівобережної частини України. Долина річки Борова, включаючи заплаву та надзаплавні тераси, представляє собою нижній висотно-ландшафтний рівень.

Раніше уздовж річки Борова росли вікові дуби, що були вирубані в XVIII-XIX століттях. Збереглися заплавні широколистяні ліси, а також соснові ліси. Велика кількість видів диких рослин збереглася поблизу боліт: верба, пухнаста береза, вільха, крушина ламка. Вздовж Борової поширений очерет, хвощ болотний, осока, кізляк китицеквітний, вовче тіло болотне та ін. Як і всі зелені насадження, вони збагачують повітря киснем, поглинають вуглекислоту, виділяють речовини (фітонциди), які поглинають хвороботворні мікроби.

Ліси є пануючим типом рослинності у долині р. Борова. Лісова рослинність цієї території відзначається флористичною, фітоценотичною різноманітністю, наявністю рідкісних рослин. Ліси долини р. Борова відіграють важливе значення у підтримці екологічної рівноваги високоурбанізованого регіону Східної України.

За останні два століття площа природних лісів значно зменшилася внаслідок втручання людини. Значної шкоди лісам долини р. Борова завдала Велика Вітчизняна Війна. Слід зазначити, що, здебільшого у радянські часи, окрім скороченням площ природних лісів, відбувалося розширення лісових земель із лісомеліоративною метою за рахунок створення лісових культур [6].

Аналіз досліджень флористичної та фітоценотичної різноманітності лісів долини річки Борова, здійснений на основі більш ніж 350 наукових ботанічних робіт. Було виділено три основних напрями ботанічних досліджень в історії вивчення лісів долини р. Борова: флористичний, геоботанічний та фітосозологічний.

Основні фітосозологічні досягнення у збереженні рослинного покриву долини р. Борова відбувалися у три етапи.

На першому етапі (до 1917 р.) вчені зосередили свої дослідження на цінних лісових ділянках долини, сприяли їх заповіданню.

На другому етапі (1917-1968 рр.) відбулося створення Луганського природного та Українського природного степового заповіднику, де розпочалися стаціонарні біологічні дослідження та продовжилася робота з організації нових заповідних територій високого рангу, низки заказників та пам’яток природи задля збереження лісів долини.

На третьому етапі (з 1968 р. і дотепер) здійснюється проектування, створення НПП «Святі гори», НПП «Гомільшанські ліси», РЛП «Ізюмська лука», де охороняються ліси. На сьогодні триває наукова робота з проектування НПП «Сіверсько-Донецький». На третьому етапі суттєвий прорив був досягнутий у визначенні та збереженні рідкісних лісових рослинних угруповань регіону.

Дотепер дуже мало інформації про поширення на території долини р. Борова рідкісних лісових рослинних угруповань, занесених до Зеленої

книги України (2009). На території басейну р. Борова прибережноводну рослинність представлено класом *Phragmito-magnocaricetea,* що включає 3 порядки (*Nasturtio-Glycerietalia, Phragmitetalia, Magnocaricetalia*) та 4 союзи (*Glycerio- Sparganion, Oenanthionaquaticae, Phragmitioncommunis, Magnocaricionelatae*) (рис. 1.2) [8].

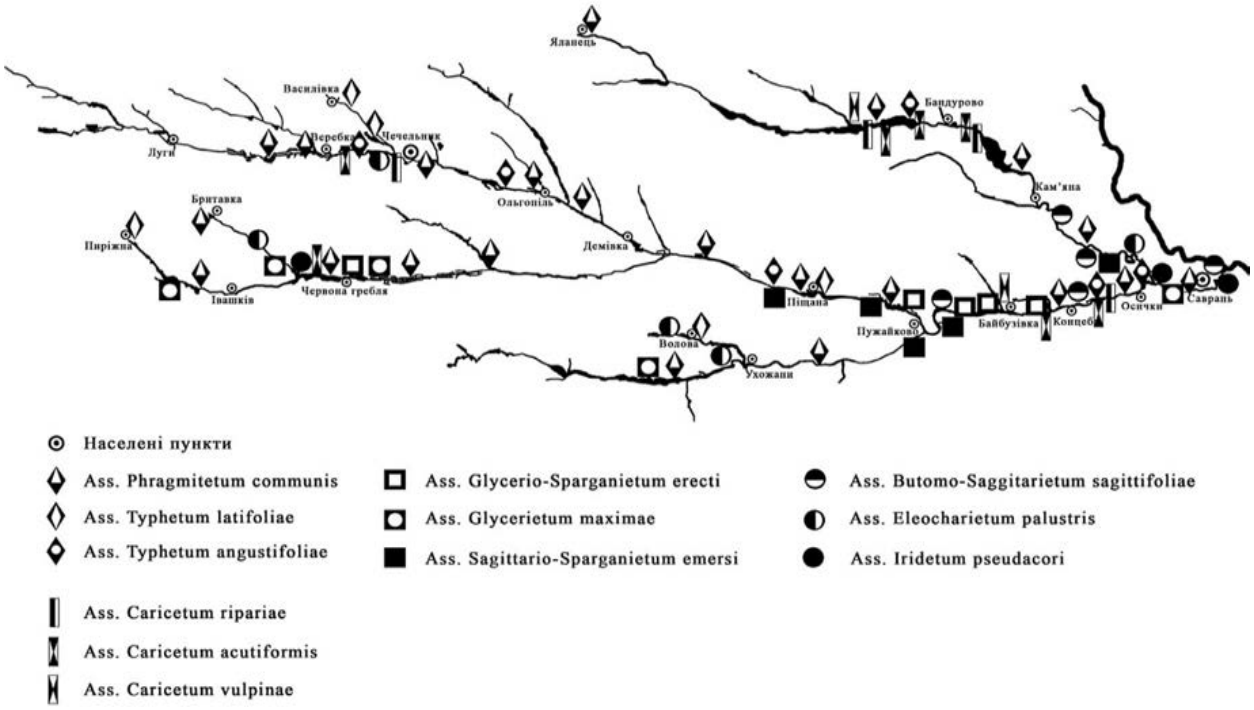

Рис. 1.2 – Картосхема розповсюдження асоціацій класу *Phragmito-Magnocaricetea*на території басейну р. Борова [8].

Щоб виявити залежність між екологічними факторами та рослинними угрупованнями, було використано методику синфітоіндикації, що дало змогу провести методи ординації та кластерного аналізу. Найвищу корелятивну здатність за коефіцієнтом Пірсона серед екологічних факторів мають зволоженість ґрунту (Hd), терморежим (Tm) та омброрежим (Om) (табл. 1.1).

Табл. 1.1 – Ступінь кореляції між показниками екофакторів місцезростань угруповань класу *Phragmito-Magnocaricetea* за коефіцієнтом Пірсона [8].

	Hd	Fh	Rc	Sl	Ca	Nt	Ae	Tm	Om	Kn	Cr	Lc
Hd	1.00	-0.09	-0.03	0.29	-0.40	0.31	0.50	-0.23	-0.50	-0.07	-0.53	0.67
Fh	-0.09	1.00	-0.12	0.45	-0.41	-0.45	-0.40	-0.59	-0.39	0.03	-0.36	0.17
Rc	-0.03	-0.12	1.00	0.28	-0.42	0.34	0.26	0.29	-0.02	0.17	0.38	0.15
Sl	0.29	0.45	0.28	1.00	-0.55	0.07	0.22	-0.29	-0.66	-0.06	-0.34	0.33
Ca	-0.40	-0.41	-0.42	-0.55	1.00	-0.13	-0.29	0.15	0.47	-0.16	0.26	-0.45
Nt	0.31	-0.45	0.34	0.07	-0.13	1.00	0.63	0.64	0.13	0.12	0.28	0.26
Ae	0.50	-0.40	0.26	0.22	-0.29	0.63	1.00	0.45	-0.09	0.33	0.07	0.34
Tm	-0.23	-0.59	0.29	-0.29	0.15	0.64	0.45	1.00	0.60	0.12	0.60	-0.30
Om	-0.50	-0.39	-0.02	-0.66	0.47	0.13	-0.09	0.60	1.00	0.03	0.64	-0.44
Kn	-0.07	0.03	0.17	-0.06	-0.16	0.12	0.33	0.12	0.03	1.00	0.05	0.00
Cr	-0.53	-0.36	0.38	-0.34	0.26	0.28	0.07	0.60	0.64	0.05	1.00	-0.22
Lc	0.67	0.17	0.15	0.33	-0.45	0.26	0.34	-0.30	-0.44	0.00	-0.22	1.00

Із числа провідних екофакторів найбільшу диференційну роль відіграє змінність зволоження ґрунту протягом вегетаційного сезону, що пов’язано як із кліматичними факторами, так і впливає на аерацію ґрунту і вмісту ньому мінеральних форм азоту, тобто швидкість розкладу органіки. Хімічні властивості ґрунту пов’язані зі зміною терморежиму. Підвищення середньорічних температур сприяє зростанню засолення та лужності ґрунтів.

Таким чином, незважаючи на майже двохсотлітню історію флористичних, геоботанічних, лісотипологічних та созологічних досліджень

лісів долини р. Борова, жоден з аспектів фіторізноманітності не був вивченим в масштабах всієї долини річки, що перетинає лісостепову та степову зони.

1.5 Кліматичні умови

Клімат Луганської області помірно континентальний з помітно вираженими посушливо-суховійними явищами. Формується він під впливом порівняно великої кількості сонячної радіації, домінування континентального повітря помірних широт та відстані від океанів та морів та характеризується доволі спекотним літом із посухою та помірно холодною зимою із нестійким сніговим покровом.

Температурний режим нестійкий і протягом року характеризується значними коливаннями. Зміна сезонів здійснюється поступово, без різких перепадів. За результатами багаторічних досліджень максимальна температура повітря не перевищувала + 40°С, мінімальна не падала нижче за - 42°С. Найхолодніший місяць – січень, найтепліший – липень. Середня багаторічна температура січня становить - 3,80С, липня – + 22,40С (рис.1.3). Загальна кількість опадів за 2016 рік склала 630 – 766 мм.

Основний фактор, що визначає кліматичні умови території – радіаційний баланс. Річна сума радіаційного балансу складає $191,90*10^3$ Дж. Сонячна радіація послаблена в результаті забруднення атмосфери газо-пиловими викидами Рубіжансько-Лисичансько-Сєвєродонецького промвузла.

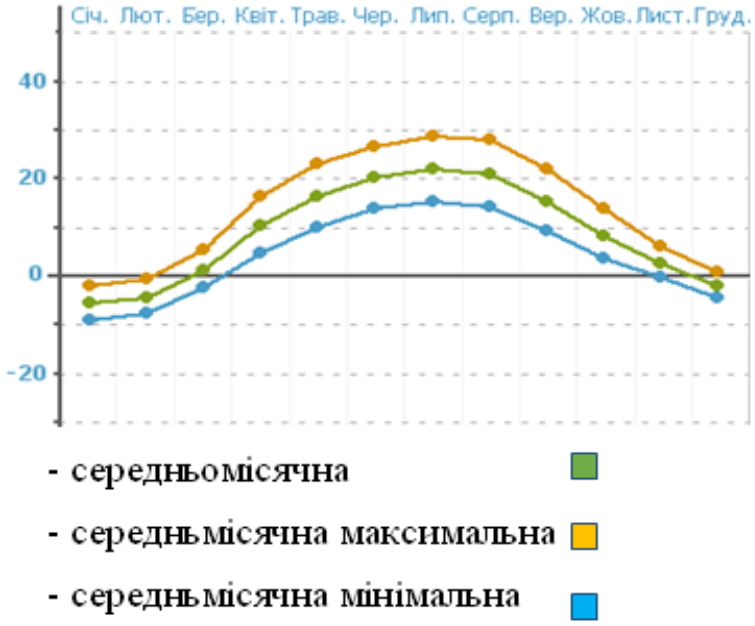

Рис. 1.3 - Середня місячна і річна температура повітря (°С) [9].

В холодну пору року і навесні погодні умови, як правило, визначаються впливом відрогів Азіатського баричного максимуму, що приносить малозволожене, взимку холодне, а навесні тепле повітря. Взимку періодично прориваються циклони з південного заходу, які приносять тепле і вологе повітря. В літні місяці циркуляція повітряних мас обумовлена відрогами Атлантичного баричного максимуму, що викликає стійку спекотну суху погоду, яка порушується циклонами, які надходять час від часу із заходу і призводять до встановлення помірно-спекотної погоди з періодичними грозами. Іноді влітку із закаспійських пустель надходить сухе і перегріте повітря, що викликає підвищення температури до 37-40 ^{o}С при відносній вологості 12-20%.

За початок літнього сезону прийнята дата переходу середньодобової температури через 15^{o}С (перша половина травня), коли встановлюється жарка погода з наявністю суховійних вітрів. Початком осіннього періоду вважається

дата переходу середньодобової температури через 0°С (друга половина вересня) [10].

Опади випадають у вигляді дощу (80% від річної суми), 20% приходиться на тверді опади. Середня багаторічна сума атмосферних опадів складає 431 мм (рис.1.4). Опади, що випадають в осінній період, є головним джерелом живлення грунтових вод. За хімічним складом опади переважно гідрокарбонатно-сульфатні, влітку з мінералізацією 0,034-0,144 г/л, в решту сезонів – 0,027-0,057 г/л. На формування хімічного складу опадів значною мірою впливають викиди в атомсферу шкідливих речовин підприємствами хімічної промисловості, за рахунок чого мінералізація атмосферних опадів може підвищуватися до 0,5-1,0 г/л.

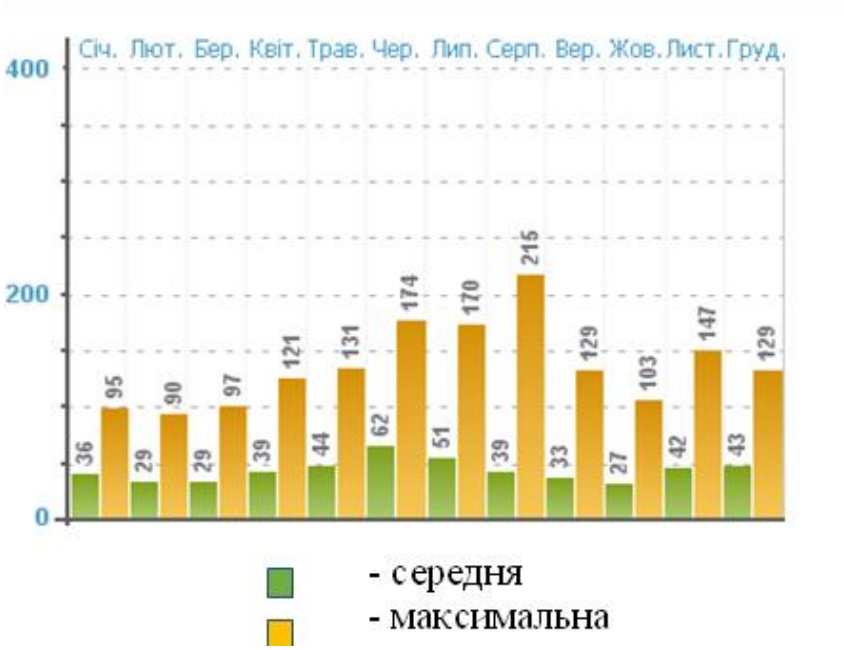

Рис.1.4 - Середня місячна і максимальна кількість опадів (мм) [11].

Вітровий режим території залежить від сезонного розподілу атмосферного тиску і взаємодії баричних систем. Домінуючі протягом року вітри – східного і південно-східного напрямку (рис.1.5). Але в окремі роки

домінують вітри північно-західного, південно-західного та західного напрямків, що сприяє формуванню підвищеного потенціалу забруднення атмосферного повітря у селитебних районах міста Сєвєродонецьку.

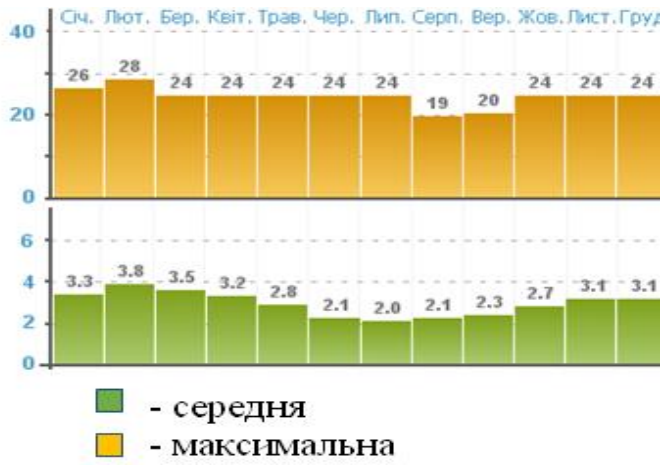

Рис.1.5 - Швидкість вітру (м/с) [12].

Протягом 300 днів на рік спостерігаються приземні інверсії. Приземні інверсії у двометровому нижньому шарі часто спостерігаються в нічні години. Найбільша повторюваність приземних інверсій припадає на теплий період року. У річному ході приподняті інверсії найчастіше спостерігаються в холодний період року. Середня річна потужність (висота) приподнятих інверсій 0,32 – 0,35 км.

РОЗДІЛ 2 ГІДРОЛОГІЧНИЙ ТА ГІДРОХІМІЧНИЙ РЕЖИМ РІЧКИ БОРОВА

2.1 Загальна характеристика гідрографічної мережі

Основною водною артерією Луганської області є ріка Сіверський Донець, що протікає з північного заходу на південний схід. Довжина річки в межах розглянутого району становить 3,5 км. Ширина русла становить від 50 до 80 метрів. Витрата води ріки Сіверський Донець змінюється від 40 $м^3$/сек у літню межень до 1200 $м^3$/сек у весняну повінь. Ріка Борова - ліва притока ріки Сіверський Донець, протікає в північній частині району (рис.2.1). Площа водоохоронної смуги 80,3 га. Витік річки знаходиться в селі Кругле, довжина русла складає 84 км. Річище звивисте, шириною 2-6,5 м. По березі річки Борова знаходяться декілька населених пунктів, таких як Дем'янівка, Рудовка, Мостки, Ново-Борове, Ново-Астрахань. Гідрологічний пост на річці Борова розташований у с. Воєводка Луганської області.

Рис.2.1 – Фотографія річки Борової поблизу міста Сєвєродонецьк

2.2 Особливості формування гідрохімічного складу вод річки Борової

Гідрологічний пост на річці Борова розташований у с. Воєводка Луганської області. Відбори гідрохімічних проб здійснювалися у пункті, що розташований у 2,5 км на північний захід від міста Сєвєродонецьк Луганської області. Хімічний склад вод у річці Борова визначається ґрунтово-кліматичними і геологічними особливостями регіону. Складні геоморфологічні умови і характер ґрунтів визначають неоднорідність іонно-сольового складу річкових вод. Зменшення кількості опадів у напрямі з півночі на південь визначає загальний характер соленакопичування в ґрунтах, сприяє збільшенню мінералізації води у водних об'єктах. Також річкові води характеризуються гідрокарбонатним кальцієвим складом і помірною мінералізацією. У міру зменшення коефіцієнта зволоження в напрямку з півночі на південь і південний схід збільшується ступінь засолення ґрунтів сульфатами і хлоридами. Річкові води частіше гідрокарбонатно-сульфатного і сульфатного класу з переважанням у складі катіонів кальцію і натрію.

У правобережній частині річки формування хімічного складу річкових вод відбувається під впливом соленосних порід і дислокованих кам'яновугільних відкладень. Річкові води тут відрізняються підвищеною і високою мінералізацією і переважно сульфатно-хлоридним складом [13].

На формування хімічного складу і гідрологічного режиму річки крім природних географічних чинників сильний вплив мають техногенні чинники, до числа яких належить зарегулювання стоку річки водосховищами, організовані і неорганізовані скиди стічних вод промислових підприємств,

комунального і сільського господарства, шахтних вод, відбір вод для питного та технічного водопостачання.

За результатами лабораторних досліджень гідрохімічні стан річки Сіверський Донець у прикордонному створі з Донецькою областю, на вході в Луганську область (питний водозабір с. Білогорівка), а також в межах міст Сєвєродонецьк та Лисичанськ не відповідає нормативам граничнодопустимих концентрацій (ГДК) для водойм рибогосподарського водокористування і санітарним нормам для водойм культурно-побутового водокористування.

2.3 Вплив гідрохімічного стану річки Борова на планктон і гідробіонтів

Протягом останніх років спостерігалось постійне перевищення нормативів ГДС зворотних вод підприємств Луганської області. У період досліджень на ділянках нижче скидів реєструвалося збільшення вмісту органічних і мінеральних речовин – концентрація іонів амонію зросла у 28 разів, фосфатів – у 26 разів, БПК20 – у 6 разів, вміст кисню становив 2,7–4,3 мг/дм3 [14].

У р.Сіверський Донець по мірі віддалення від скидів концентрація біогенних елементів знижувалася, а вміст кисню зростав за рахунок розведення деснянською водою. Угруповання планктону і бентосу різним чином реагували на забруднення, їх кількісні і якісні характеристики відрізнялися від контролю. Кількісні показники фітопланктону на ділянці скиду мали високі значення, досягаючи рівня «цвітіння». Індекси

різноманітності Шеннона за показниками як чисельності, так біомаси були найнижчими [15].

Характер домінування та кількісні показники визначалися масовим розвитком стійких до антропогенного впливу видів Microcystispulverea (Wood) Fortiemend, Elenk. і ChlamydomonasmonadinaStein. Нижче за течією кількісні показники фітопланктону зменшувались, наближаючись до контрольних значень, різноманітність збільшувалась, структура угруповань мала полідомінантний характер [16].

Зміни якісного складу та кількісного розвитку зоопланктону не так чітко відображали вплив забруднення, характерним було збільшення чисельності і біомаси на нижніх ділянках р.Сіверський Донець. Індекс сапробності за показниками фіто- і зоопланктону збільшувався на ділянці скиду до категорії 4 «слабко забруднені» води та знижувався – нижче за течією до категорії 3 «достатньо чисті» води.

За гідрохімічними показниками значення ризику забруднення (вниз за течією від скиду) складало від 100 до 40% в основному за рахунок фосфатівта амонійного азоту. Ступінь реальності ризику деградації угруповань зообентосу оцінено як високий, деградації фіто- і зоопланктону – як середній. У р.Сіверський Донець в районі впадіння р. Борова вірогідність виникнення несприятливих подій в екосистемі складає 100%. Проте завдяки значним витратам р. Сіверський Донецьк і її високій самоочисній здатності відбувається помітне зниження негативного впливу і відновлення структури біотичних компонентів вже на відстані 1 км нижче впадіння притоки [`17].

Структуру біотичних угруповань та екологічні ризики в умовах впливу крупного точкового джерела забруднення від комунальних стоків досліджували на ділянках річки Борова. Скид у р. Борова здійснюється земляним каналом по заплаві річки довжиною декілька кілометрів [18].

Загальна мінералізація води р. Борова на різних ділянках практично не відрізнялася. Значення біотичних показників в р. Боровій були досить прогнозовані: вище скиду річка знаходилася у порівняно незабрудненому стані, нижче скидів – у найгіршому, потім на деякій відстані завдяки розведенню та процесам самоочищення вода стає чистішою. Неочікуваний результат був одержаний при дослідженні місця впадіння р. Борова у р. Сєвєродонецьк. Як за хімічними, так і за біологічними показниками ця притока виявилася дуже забруднена [19].

На найбільш забруднених ділянках таксономічний склад зообентосу був найбіднішим – зустрічалися лише найбільш стійкі до забруднень представники донної макрофауни – тубіфіциди. Зміни якості середовища добре відображав індекс TBI (Trent Biotic Index) [20] – він знижувався від контрольної ділянки до ділянки скиду, нижче за течією – зростав, а потім знову знижувався на ділянці впливу р. Борова і досягав значень близьких до контролю на 10 відстані 4,8 км. Індекс сапробності за показниками зообентосу вказував на погіршення якості вод лише на ділянці нижче впадіння р. Бортова.

Якість води р. Сіверський Донецьк завдяки самоочисній здатності повертається до параметрів контролю на відстані 4,2 км нижче точкового джерела забруднення. Проте, в місці впадіння р. Борова якість води та стан зообентосу р. Сіверський Донецьк погіршується.

Аналіз сучасних підходів до оцінки стану водних об’єктів вказує на те, що розрахунок екологічних ризиків є найбільш ефективним методом, який дає кількісне уявлення щодо вірогідності змін у водних екосистемах в результаті впливу антропогенних і біотичних чинників навіть. Структура угруповань гідробіонтів може виступати в якості основного критерію при розрахунку екологічних ризиків. Значення ризику залежать від типу водного

об’єкта і зазвичай швидко знижуються на певній відстані від джерела забруднення, в залежності від розбавлення та процесів самоочищення. Методика оцінки екологічних ризиків може бути використана для розрахунків впливу ненормованих забруднень, зокрема, термічного та біотичного. Незважаючи на високу резистентність до температури і осушення, розмірна структура популяції і стан черепашки черевоногих молюсків The odoxus fluviatilis (рис.2.2) можуть бути репрезентативними індикаторами техногенного впливу на біоту річки і відображати рівень екологічних ризиків. Зниження екологічних ризиків можна досягти при застосуванні біопозитивних рішень: модернізації функціонування очисних споруд, організації біоплато, оптимізації експлуатації енергетичних станцій, вилученні зайвої біомаси гідробіонтів [16].

Рис.2.2 - Черепашки черевоногих молюсків The odoxus fluviatilis [21].

2.4 Основні напрямки господарського використання вод річки Борова

У народному господарстві існує багатоцільове використання водних ресурсів. Значними споживачами води є міста та населені пункти,

промисловість, будівництво, енергетика, сільське господарство. Використовують водні ресурси для виробничих цілей водний транспорт і рибне господарство. Ці та інші галузі економіки є учасниками водогосподарської системи і в результаті своєї виробничо-економічної діяльності створюють водогосподарські комплекси (ВГК) — складні споруди багатоцільового призначення, що включають греблі, електростанції, шлюзи, водосховища тощо [22].

Урбанізоване середовище здійснює негативний вплив на екологічний стан, забруднюючи повітря, атмосферні опади, ґрунти зони аерації, поверхневі та підземні води. На території району робіт отримало розвиток молочно-товарне тваринництво, скотарство, птахівництво, свинарство. Негативним проявом функціонування тваринницького комплексу є забруднення грунтів і поверхневих вод річки, особливо Луганською ТЕС.

Забруднення відбувається через влаштовані на території ділянки скотомогильники, склади отрутохімікатів і добрив, склади відходів тваринництва, очисні споруди, дрібних накопичувачів стічних вод. Основні забруднюючі компоненти - нітрити, нітрати, органічні речовини, азотні сполуки [23].

Жителі Сєвєродонецького району Луганщини занепокоєні станом річки Борова, що є притокою річки Сіверського Дінця. Заявники наполягали на ефективних діях з боку відповідальних контролюючих органів, направлених на попередження потрапляння в річку каналізаційних стоків, побутових відходів та різного роду сміття, які систематично скидаються до водойми в процесі функціонування приватних підприємств. Слід відмітити, що Сєвєродонецьк - великий промисловий центр, в ньому виробляється 22,18 % промислової продукції Луганської області. Провідні підприємства міста-ПрАТ "Сєвєродонецьке об'єднання Азот", ТОВ " НВО "Сєвєродонецький

склопластик", СНВО "імпульс", ПрАТ "Сєвєродонецький ОРГХІМ". Місто Сєвєродонецьк входить до складу однієї з найбільших в Україні міських агломерацій – Рубіжансько-Лисичансько-Сєвєродонецького промвузла, який займає 7% території Луганської області [4]. Територіальна близькість промислових міст Лисичанська, Сєвєродонецька та Рубіжного чинить взаємний вплив на екологічну ситуацію в регіоні.

2.5 Сучасні екологічні проблеми басейну річки Борової

В умовах соціального конфлікту та економінчого спаду, відбулося припинення дії великих промислових підприємств області. Але, незважаючи на дану ситуацію, екологічні проблеми Лугаської області набули нових рис: існує значний ризик припливу води до шахт, які гідрологічно пов’язані з затопленими шахтами, що може призвести до підтоплення значних територій, зрушень земної поверхні, скиду високомінералізованих забруднених шахтних вод до поверхневих водойм. Великою проблемою є те, що 80 % підприємств, які скидають зворотні води у поверхневі об’єкти, опинилися у зоні конфлікту, де не відбувається контроль за виконанням природоохоронного законодавства [2].

Через складні умови у Луганському регіоні, відсутня змога контролювати дотримання суб’єктами господарювання природоохоронного законодавства, через що відмічається підвищення забруднення поверхневих вод області забруднюючими речовинами.

Ще однією проблемою є зменшення відрахувань коштів у фонд охорони навколишнього природного середовища з місцевих бюджетів та платежів підприємств.Таким чином, якість довкілля у Луганській області погіршується, та потребує відновлення контролю за дотриманням екологічного законодавства, поновлення дії державного моніторингу [2].

У зв'язку з цим набувають великого значення питання розвитку національної екологічної мережі, збереження біологічного та ландшафтного різноманіття, розвитку, збереження та відновлення територій та об'єктів природно-заповідного фонду, охорони земель. З метою розширення мережі заповідного фонду Департаментом екології та природних ресурсів у 2016 році підготовлено проект створення природнозаповідних території та розпорядженням керівника обласної військовоцивільної адміністрації від 05.01.2016 № 2 оголошено нову природно-заповідну територію – заповідне урочище «Хрящуваха», яке розташоване на території Кремінського району площею 14,9 га.

Збільшення густоти річкової мережі, зменшення водонасиченості поверхневого шару ґрунту зумовило зменшення випаровування з поверхні водозбору і збільшення стоку. З гідрологічним режимом річки тісно пов'зані гідрохімічні властивості води. З гідрохімічної точки зору, властивості ґрунтових і поверхневих вод в різних частинах парку та за його межами суттєво змінюються, хоч домінують тут води гідрокарбонатно-кальцієвого типу з мінералізацією 0,17-0,70 г/л. Через процеси заболочування і сповільнення підземного стоку у хімічному складі ґрунтових і поверхневих вод є сполуки азоту (підвищений вміст) та заліза болотного генезису.

За свідченням дослідників, грунтові води можуть використовуватися для побутових потреб і є малопридатними для пиття. Якість (хімічний склад) як ґрунтових, так і поверхневих вод погіршується від витоків до гирла. У

часовому аспекті поверхневі і ґрунтові води заплавно-руслового комплексу Борової характеризуються тенденцією погіршення їх якості (табл.2.1) [24].

Табл. 2.1 - Параметри якості поверхневих і ґрунтових вод у долині річки Борова у 2016-2018 роках [25].

Показник	**р. Борова**	**ГДК**
Сухий залишок	609	
pH	6,69	-
NH_4сольове	1,92	2
Лужність	4,4	-
Ca^{2+}	120,24	180
Mg^{2+}	31,61	40
HCO_3	268,4	-
K^+	120,75	-
Na^+	124,68	200
Нітрити	0,06	3
Нітрати	23,44	45
Хлориди	221,56	350
Сульфати	64,22	500
Фосфати	13,77	0,05

Ці явища відбуваються при незмінних середньорічних витратах води у вегетаційний період і при зменшенні витрат у період повеней і паводків. Наведені дані вказують на погіршення водопропускної здатності русел і заплав, загострення тут гідроекологічної напруги. Крім антропогенних чинників, суттєву роль у цьому процесі відіграють і кліматичні зміни, зокрема, збільшення кількості опадів в останні роки.

Таким чином, проаналізувавши стан води річки Борова в межах Луганської області, можна стверджувати, що за рахунок сильного техногенного навантаження в останній адміністративно-територіальній одиниці, гідроекологічна ситуація річки є катастрофічною за рахунок появи додаткових джерел забруднення – відходів хімічної, видобувної, металургійної та фармацевтичної галузей промисловості, що формують відповідні типи техногенних систем промислового району [25].

Зі стічними водами в межах Луганщини у десятки разів більше потрапляють сполуки алюмінію, заліза, магнію, міді, нафтопродуктів, нікелю, СПАВ, цинку, хрому, фосфатів порівняно з Харківською областю.

Також підвищене значення мають показники азоту амонійного, нітратів, нітритів, ртуті, хлоридів, кальцію, БПК. На відміну від результатів гідрохімічного аналізу проб води у межах Харківщини, в межах Луганської області в поверхневих водах річки є такі небезпечні речовини та сполуки як феноли, ртуть, анілін, ванадій, вісмут, олово, свинець, сурма, кадмій, молібден, миш’як, фтор, формальдегіди, ціаніди та роданіди [14].

Найяскравіше несприятливі наслідки надмірного господарського впливу на басейнові геосистеми і їх компоненти відобразилися на стані русел річок і режимі стоку води, наносів та розчинених речовин. Польове обстеження русел річок свідчить про їх обміління, надмірне заростання гігрофільною рослинністю, зменшення пропускної здатності, збільшення

коефіцієнтів жорсткості. Наслідком цих явищ стало збільшення тривалості стояння на заплаві повеневих і паводкових вод, погіршення якості земельних, лісорослинних і водних ресурсів [26].

Окреслені гідроекологічні проблеми вимагають покращення гідроекологічної ситуації та оптимізації використання природних ресурсів. Одним з варіантів збереження біологічного та ландшафтного різноманіття є створення тут регіональних ландшафтних парків і забезпечення їх ефективного функціонування, а також проведення реконструкційно-реабілітаційних робіт на малих річках і меліоративних системах.

РОЗДІЛ 3 СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ГІДРОХІМІЧНОГО СТАНУ РІЧКИ БОРОВА НА ОСНОВІ МЕТОДІВ МАТЕМАТИЧНОЇ СТАТИСТИКИ

3.1 Вияв тренду в рядах гідрохімічних показників у створі Борова – м.Сєвєродонецьк за допомогою критерію Аббе

Тренд – загальна тенденція зміни досліджуваних величин в бік зростання або зменшення. Динамічний тренд – це функція, яка характеризує тенденцію зміни явища у часі. Коли у фондових матеріалах є вказівки на наслідки інтенсивних водогосподарських перетворень, є сенс виявити тренд у хронологічній послідовності показників якості води (індекси забруднення води ІЗВ, показник забрудненості води ПКІЗ, екологічні показники якості). Для розв’язання цієї задачі можна використати критерій Аббе. В його основі лежить порівняння дисперсії значень випадкової величини з сумою квадратів їх послідовних різниць, яка менш чутлива до систематичної зміни математичного сподівання [27].

Недоліком критерію Аббе є те, що генеральна сукупність, з якої вилучається ряд спостережень, припускається нормальною, тому функція може «зреагувати» на циклічні коливання стоку, що безумовно впливає на загальну мінералізацію річкової води [28].

Для встановлення тренду необхідно було виконати такі дії:

1) Розрахувати суму квадратів послідовних різниць на основі результатів гідрохімічних спостережень. У якості досліджуваних елементів були обрані речовини, що входять у розрахунок ІЗВ стандартного, а саме: азот амонійний, азот нітритний, кисень, БСК 5, феноли, нафтопродукти.

2) Розрахувати параметр S^2 [27].

$$S^2 = \frac{1}{2(N-1)} \cdot \sum_{i=1}^{N-1} \left(x_{i+1} - x_i\right)^2, \quad (3.1)$$

де N - довжина вибірки (кількість років спостережень);

x_{i+1} та x_i - наступне та попереднє значення хронологічного ряду.

3) Розрахувати дисперсію вихідного ряду.

4) Розрахувати статистику Аббе (величина Z)

$$Z = \frac{S^2}{\sigma_X^2}, \quad (3.2)$$

де σ_X^2 - дисперсія вихідного ряду.

5) Перевірити умову $Z \geq Z_{кр}$ чи навпаки. Якщо $Z \geq Z_{кр}$, то можна зробити висновок, що ряд спостережень не має систематичного зсуву математичного сподівання (тренд відсутній), але коли $Z < Z_{кр}$, то тренд існує.

Результати розрахунків і порівняння Z і $Z_{кр}$ показали наявність тренду для досліджуваних елементів у створі р.Борова – м.Сєвєродонецьк (табл.3.1). Для підтвердження результатів, отриманих за критерієм Аббе, були побудовані хронологічні графіки хімічних речовин. Результати регресійного аналізу показали, що на протязі періоду дослідження 1990-2015 роки, всі елементи мають статистично значущі від'ємні тренди (коефіцієнти кореляції знаходяться в межах -0,62 – 0,22) (рис.3.1-3.6).

Табл. 3.1 – Розрахунок критерію Аббе для створу р.Борова – м.Сєвєродонецьк

	Азот амонійний, мг N/дм^3	Азот нітритний, мг N/дм^3	Кисень, мг O_2/дм^3	БСК$_5$, мг O_2/дм^3	Феноли, мг/дм^3	Нафтопродукти, мг/дм^3
S^2	0,029	0,000	4,26	0,837	0,000	0,001
σ_X^2	0,139	0,001	64,8	11,6	0,000	0,009
Z	0,208	0,072	0,066	0,072	0,648	0,111
$Z_{кр.}$	*0,689*	*0,689*	*0,689*	*0,689*	*0,689*	*0,689*
	$Z < Z_{кр.}$	$Z < Z_{кр.}$	$Z < Z_{кр.}$	$Z < Z_{кр.}$	$Z < Z_{кр.}$	$Z < Z_{кр.}$

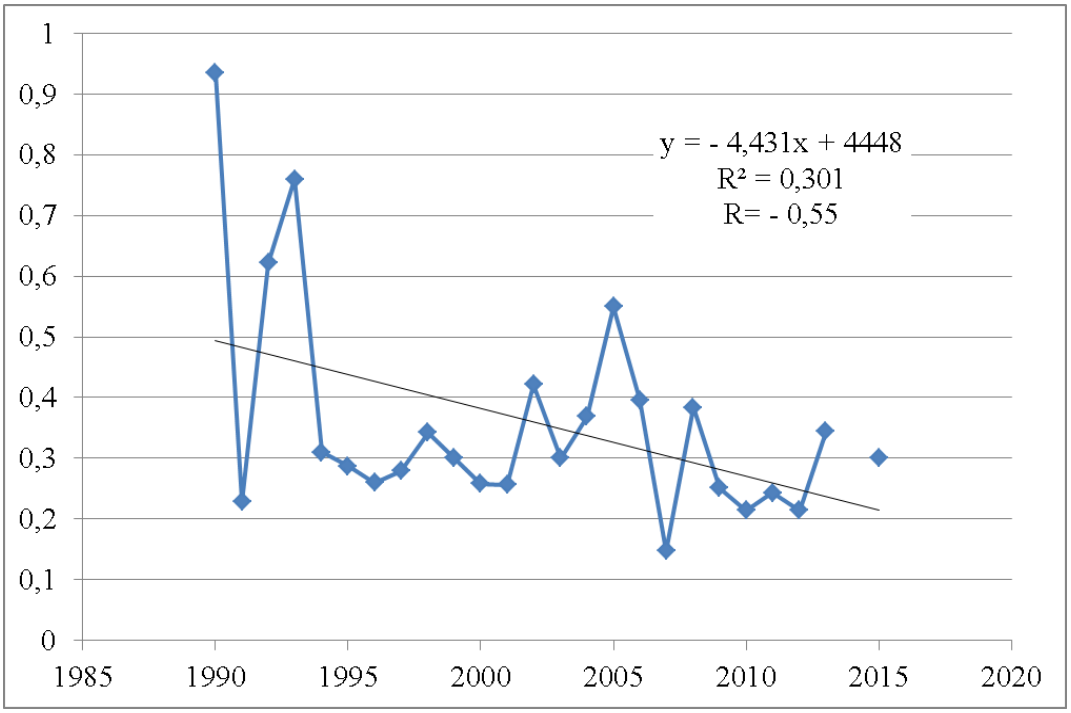

Рис. 3.1 – Хронологічний графік концентрації азоту амонійного у створі р.Борова – м.Сєвєродонецьк

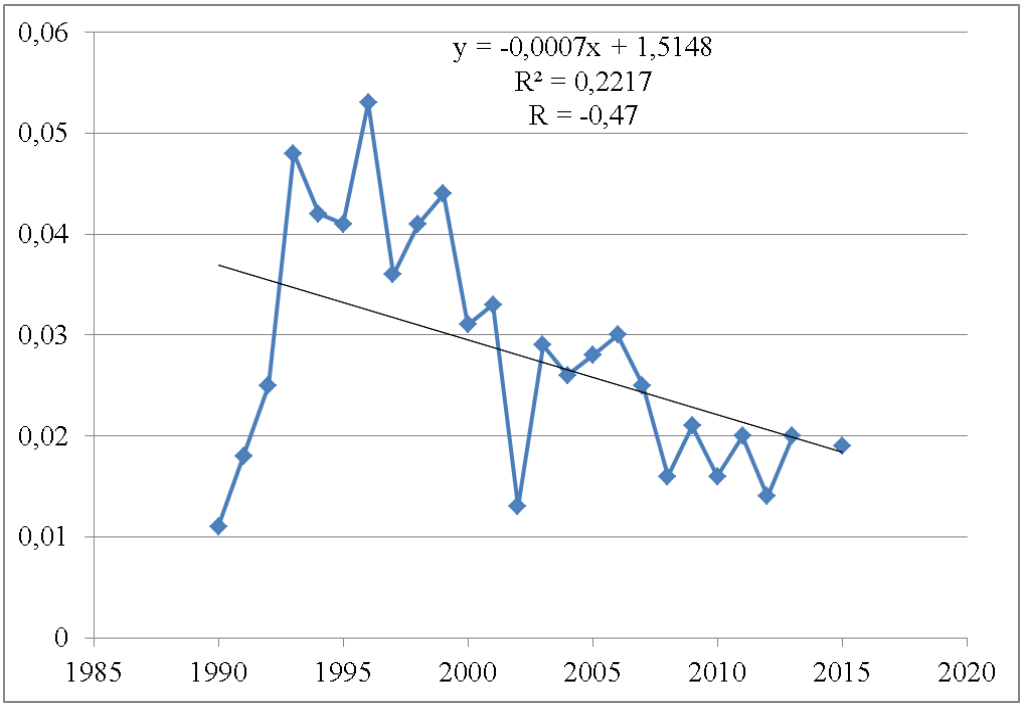

Рис. 3.2 – Хронологічний графік концентрації азоту нітритного у створі р.Борова – м.Сєвєродонецьк

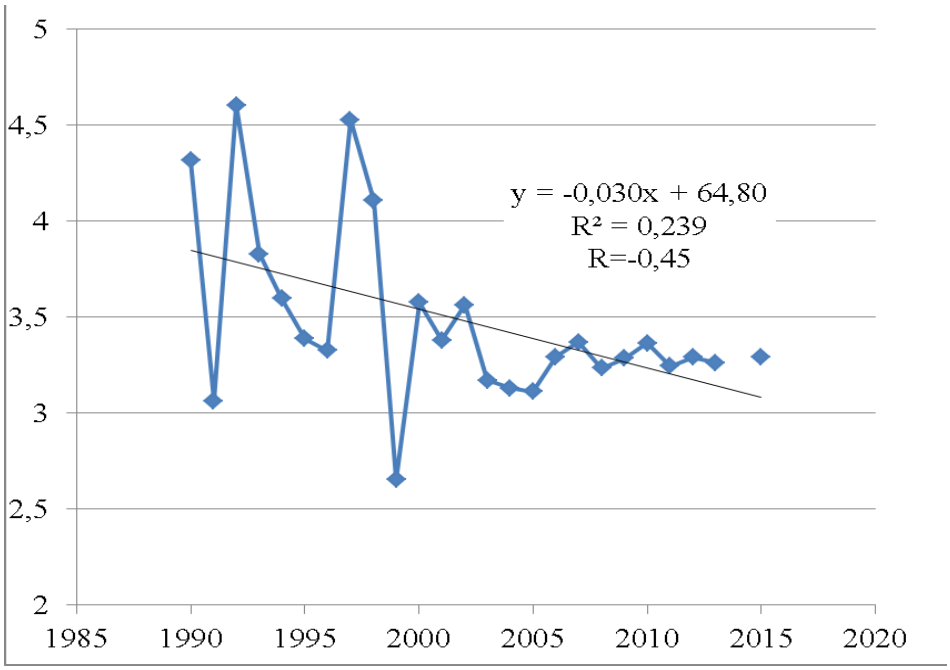

Рис. 3.3 – Хронологічний графік БСК 5 у створі р.Борова – м.Сєвєродонецьк

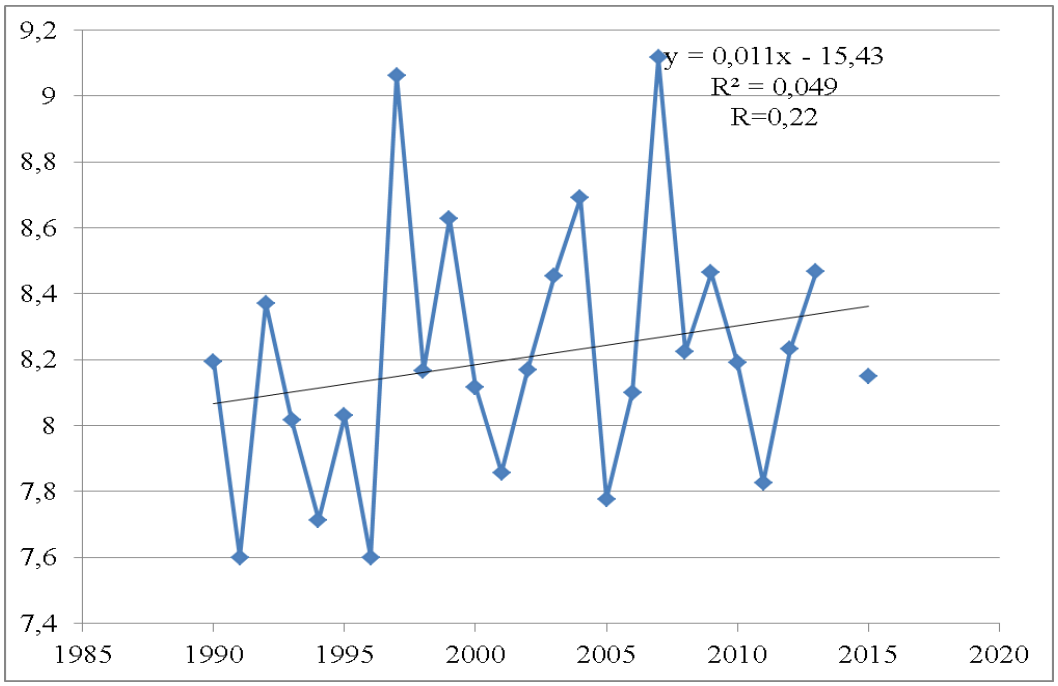

Рис. 3.4 – Хронологічний графік концентрації розчиненого кисню у створі р.Борова – м.Сєвєродонецьк

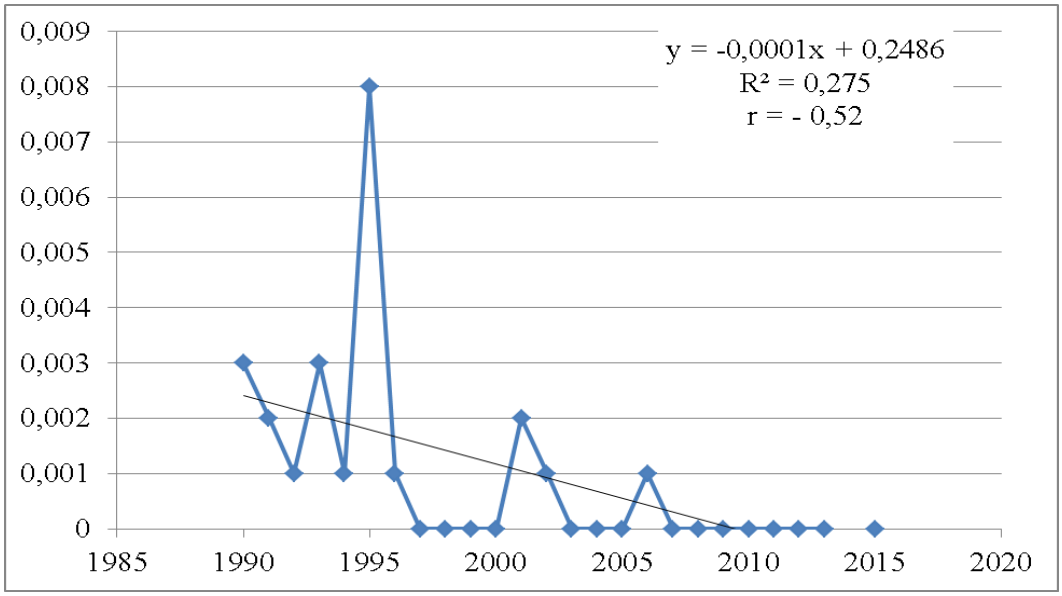

Рис. 3.5 – Хронологічний графік концентрації фенолів у створі р.Борова – м.Сєвєродонецьк

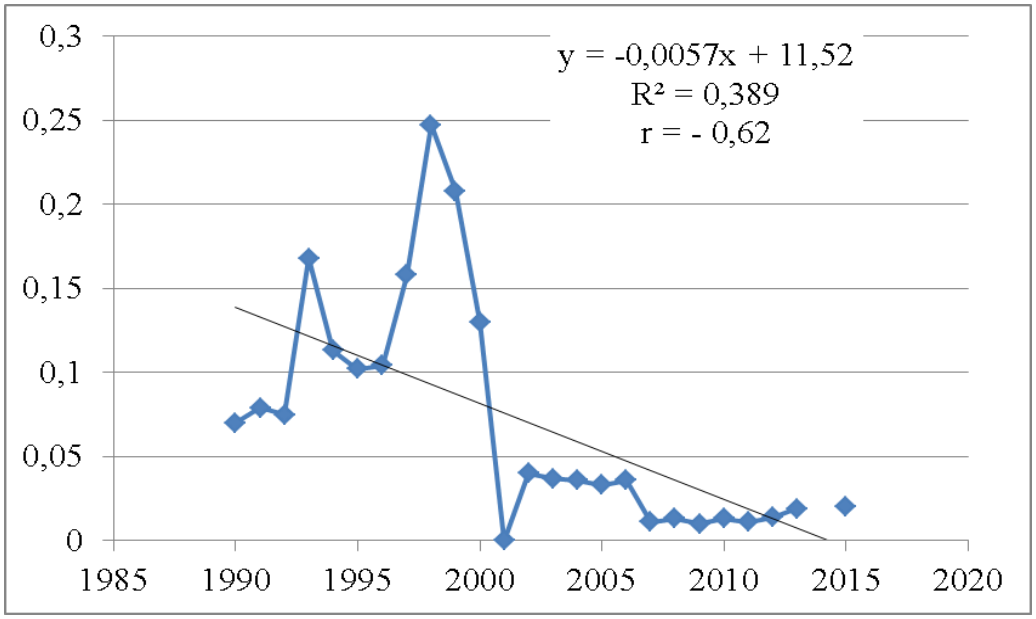

Рис. 3.6 – Хронологічний графік концентрації нафтопродуктів у створі р.Борова – м.Сєвєродонецьк

Треба зазначити, що всі речовини мають тренд на зниження, а концентрація кисню навпаки – на збільшення. Така ситуація свідчить про

покращення стану води у річці Борова, що пов'язано із погіршенням економічної ситуації у країні, та скороченням об'ємів діючих промислових об'єктів.

3.2 Встановлення «викидів» у рядах гідрохімічних характеристик річки Борова на основі перевірки гіпотези про однорідінсть членів статистичної сукупності

Ще однією задачею дослідження було встановлення наявності статистичних «викидів» у рядах гідрохімічних даних річки Борова в період 1990-2015 роки.

Викид (англ. outlier), промах – в статистичних розрахунках с результатом вимірювань, який відокремлюється від загальної вибірки [27]. «Викиди» чинять вплив на середнє значення, для їх знаходження використовують екстремальні значення ряду величин $x_{\min}$ і $x_{\max}$. Якщо вважати, що випадкова величина X має нормальний розподіл, то $u = \left| x_{екстр} - \bar{x} \right|$ також підпорядковується нормальному закону розподілу, а величина $\upsilon = \sum_{i=1}^{n} \left(x_i - \bar{x} \right)^2$, підпорядковується закону χ^2 [28].

Тоді

$$t = \frac{u}{S} = \frac{\left| x_{екстр} - \bar{x} \right|}{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} \left(x_i - \bar{x} \right)^2}{n-1}}}, \qquad (3.3)$$

підпорядковується розподілу Стьюдента [29].

де u - показує відхилення екстремальних величин від середнього арифметичного значення;

n - довжина вибірки;

S - середнє квадратичне відхилення випадкової величини.

Для перевірки членів ряду на викиди формулюють основну гіпотезу H_0 про те, що екстремальне значення досліджуваного ряду величин належить до тієї ж генеральної сукупності, що й середнє арифметичне. Для її перевірки розраховують емпіричний критерій Стьюдента t. Далі перевіряється умова: якщо $t < t_{кр}(\alpha,\nu)$, тоді приймається гіпотеза H_0 - це означає, що середнє значення досліджуваного ряду величин належить до тієї ж генеральної сукупності, що й інші члени вибірки. Якщо $t > t_{кр}(\alpha,\nu)$, тоді гіпотеза H_0 відхиляється. У такому разі неоднорідні члени вилучаються з вибірки, і знову проводиться оцінка відповідних параметрів [27].

Отримані результати наведені у таблиці 3.2. Перевірка рядів гідрохімічних даних на «викиди» здійснювалась для шести речовин, які входять до розрахунку ІЗВ. Отримані значення критерія Стьюдента t змінюються в межах від 2,6 до 5,0, у той час коли $t_{кр}(\alpha,\nu)$ становить 2,09. Отже гіпотеза H_0 про однорідність членів вибірки відхиляється і приймається альтернативна гіпотеза H_1, яка вказує на те, що екстремальні значення «викиди» в рядах досліджуваних величин є неоднорідними і можуть бути вилучені із загальної вибірки для подільшого дослідження. Як ми бачимо з графіків 3.1-3.6, дійсно були присутні поодинокі випадки різкого збільшення концентрації азоту амонійного, фенолів та нафтопродуктів. Така картина спостерігається під час точкових скидів, або аварійних ситуацій на виробництві. Подальше дослідження «викидів» планується провести при написанні магістерської роботи.

Табл. 3.2 – Розрахунок емпіричного критерію Стьюдента t для встановлення «викидів»

Роки	Азот амонійний, мг N/дм^3	Азот нітритний, мг N/дм^3	Кисень, мг O_2/дм^3	БСК$_5$, мг O_2/дм^3	Феноли, мг/дм^3	Нафтопродукти, мг/дм^3
1990	0,935	0,011	8,193	4,318	0,003	0,07
1991	0,228	0,018	7,599	3,066	0,002	0,079
1992	0,622	0,025	8,371	4,605	0,001	0,075
1993	0,76	0,048	8,016	3,831	0,003	0,168
1994	0,31	0,042	7,713	3,598	0,001	0,113
1995	0,287	0,041	8,03	3,389	0,008	0,102
1996	0,26	0,053	7,6	3,328	0,001	0,104
1997	0,279	0,036	9,063	4,529	0	0,158
1998	0,342	0,041	8,166	4,107	0	0,247
1999	0,3	0,044	8,628	2,655	0	0,208
2000	0,258	0,031	8,117	3,577	0	0,13
2001	0,256	0,033	7,857	3,381	0,002	0
2002	0,421	0,013	8,168	3,564	0,001	0,04
2003	0,3	0,029	8,454	3,171	0	0,037
2004	0,369	0,026	8,691	3,13	0	0,036
2005	0,55	0,028	7,776	3,113	0	0,033
2006	0,396	0,03	8,1	3,294	0,001	0,036
2007	0,147	0,025	9,116	3,371	0	0,011
2008	0,384	0,016	8,224	3,237	0	0,013
2009	0,251	0,021	8,464	3,287	0	0,01
2010	0,214	0,016	8,191	3,366	0	0,013
2011	0,243	0,02	7,826	3,246	0	0,011
2012	0,214	0,014	8,231	3,293	0	0,014
2013	0,344	0,02	8,466	3,264	0	0,019
2014	Дані відсутні					
2015	0,301	0,019	8,15	3,293	0	0,02
ср. значення	0,359	0,028	8,208	3,481	0,001	0,070
макс	0,935	0,053	9,116	4,605	0,008	0,247
мин	0,147	0,011	7,599	2,655	0	0
u	0,723	0,036	8,507	3,779	0,007	0,177
σ_X^2	0,037	0,000	2,844	0,692	0,000	0,005
S	0,192	0,013	1,686	0,832	0,002	0,068
t	3,8	2,8	5,0	4,5	4,1	2,6
$t_{кр}(\alpha,\nu)$	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06
	t>tкр	t>tкр	t>tкр	t>tкр	t>tкр	t>tкр

РОЗДІЛ 4 ОЦІНКА ГІДРОЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ РІЧКИ БОРОВА У СТВОРІ СЄВЄРОДОНЕЦЬК

4.1 Аналіз якості вод у річці Борова згідно методики індексу забруднення води стандартного

Послідовність виконання оцінки складається з двох етапів [50] : на першому етапі здійснюється розрахунок значення показника, а на другому за розрахованим значенням індексу і за шкалою якості надається словесна характеристика води. Оцінка представляється в балах.

Індекс забруднення води (ІЗВ) розраховується за формулою

$$ІЗВ = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\frac{C_{\text{і}}}{ГДК_{\text{і}}} \qquad (4.1)$$

де $ГДК_{\text{і}}$ – гранично допустима концентрація хімічного компоненту;

$C_{\text{і}}$ – фактична концентрація хімічного компоненту;

6– кількість інгредієнтів.

Отже, кількість показників, які беруться для розрахунку ІЗВ, дорівнює шести і включає до себе розчинений кисень (О2), біохімічне споживання кисню(БСК5), амоній ($N^{H_4^+}$), нітрити ($^{NO_2^-}$), нафтопродукти (НП), феноли (С6Н5ОН). За умов промислового використання водних ресурсів, найбільшу шкоду чинять феноли та нафтопродукти, очищення вод від цих забруднювачів є дуже вартісним.

Виконана оцінка якості води за гідрохімічними показниками у створі р.Борова – м.Сєвєродонецьк відповідно до рибогосподарських норм, враховуючи, що річка є місцем існування різноманітних представників іхтіофауни. Через небезпеку накопичення шкідливих речовин шляхом трофічних ланцюгів, гранично-допутимі концентрації (ГДК) рибогосподарських водойм найбільш жорстко оцінюють стан вод.

Індекс забруднення води ІЗВ у річці Борова створ м.Сєвєродонецьк за період спостережень змінювався в межах 0,44–2,22. Максимальна величина (ІЗВ=2,22) характерна для 1995 року (рис. 4.1). Загалом, клас якості вод був у 56% II - характеристика «чисті води», у 44% -III, характеристика «помірно забруднені води».

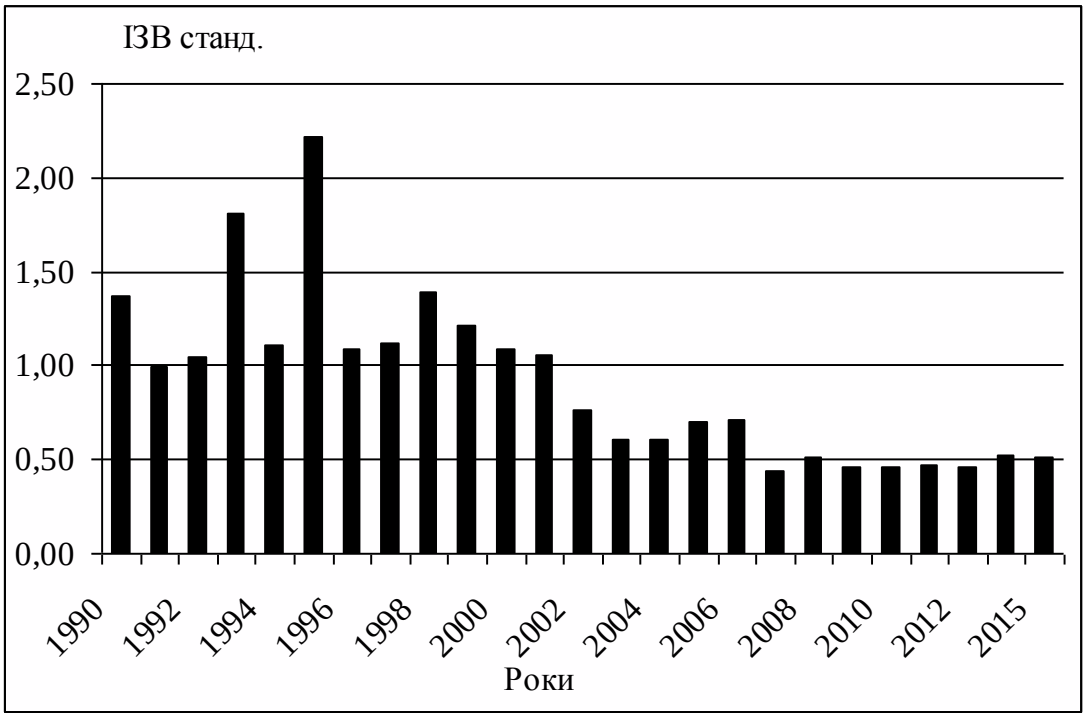

Рис.4.1 – Хронологічний хід ІЗВ стандартного для створу р.Борова – м.Сєвєродонецьк

Слід відмітити, що серед показників забруднення води перевищення ГДК весь час відбувалося за БСК5. Значне перевищення за ГДК відбувалося у нафтопродуктах до 2001р., феноли перевищували ГДК у 1990-1995 та 2001, 2006 роки. Не було встановлено перевищень ГДК для азоту нітратного, а також для розчиненого кисню. Існує загальна тенденція до зниження концентрації забруднюючих речовин, що можна пояснити припиненням дії промислових підприємств через економічну кризу в країні. Таким чином, сучасний стан річки Борова є добрим за методикою ІЗВ стандартного, але слід продовжити дослідження з врахуванням більшого спектру забруднюючих речовин.

4.2 Характеристика якості вод річки Борова за методикою Гідрохімічного інституту

Оцінки якості води за комбінаторним індексом забрудненості (КІЗ) виконується з використанням методу Гідрохімічного інституту (ГХІ), розробленого відповідно до умов і результатів моніторингу якості води.

Головна мета методу полягає в одержанні однозначної оцінки якості води і проведенні на її основі класифікації води по ступеню придатності для двох основних видів водокористування – господарсько-питного та рибогосподарського.

Послідовність обробки аналітичного матеріалу:

1) визначення характеру забрудненості за величиною умовного коефіцієнта комплексності;

2) встановлення рівня і класу якості води за величиною КІЗ;

3) виділення пріоритетних забруднювальних компонентів за числом і складом лімітуючих показників забрудненості (ЛПЗ);

4) диференційована оцінка ЛПЗ.

Оцінка якості води згідно методики ПКІЗ проводилися за 8 компонентами, які найбільше перевищували встановлені рибогосподарські ГДК за період спостережень. До таких компонентів увійшли: магній, хлориди, сульфати, біхроматна окислюваність, БСК5, мідь, цинк, хром (6-ти валнтний). Слід відмітити, що розрахунок показника КІЗ відбувався для періоду найбільшого забруднення, а саме 1990-2000 рр., останні п’ять років перевищення за ГДК не спостерігалось. Це можна пояснити складним економічним становищем та соціальним конфліктом, а також припиненням дії окремих підприємств.

Отримані результати показали, що вода річки Борової у створі Сєвєродонецьк за досліджуваний період відносилась до класів якості ІІ з відповідною характеристикою стану – «забруднена» і до ІІІ класу якості з відповідною характеристикою стану – «брудна». Значення показника КІЗ знаходився в межах від 2,0 до 2,38 (додаток А, табл.А.1-А.9). Найбільше значення показника КІЗ спостерігалось у 1990 і 1992 роках (табл.4.1-4.2). Це відрізняється від максимального забруднення за методикою ІЗВ, яка була встановлена у 1995 році. Така ситуація пояснюється тим, що у методиці ПКІЗ були враховані такі елементи як *мідь, цинк, хром (6-ти валнтний)*, за якими стан річки визначався як «неприпустимо брудна» (бали забруднення склали 16). Дані речовини не враховуються у методі ІЗВ стандартному.

У токсикології хром (VI) є таким, що викликає найбільше занепокоєння, є його канцерогенні і мутагенні властивості. Сполуки хрому належать до групи найсильніших канцерогенних речовин з-поміж неорганічних сполук.

Табл.4.1 – Оцінка якості води р. Борова-м. Свєвєродонецьк за комбінаторним індексом забруднення КІЗ для 1990 р.

№ п/п	Показник	Ni	Hi %	Бал	Ki	Загальний бал	Si	Характеристика якосі
1	Магній, мг/дм^3	2	33,33	3(c)	0,85	1(a1)	3	Брудна
2	Хлориди, мг/дм^3	0	0,00	1(a)	0,77	1(a1)	1	Слабо забруднена
3	Сульфати, мг/дм^3	6	100,00	4(d)	2,13	2(b1)	8	Дуже брудна
4	Біхром, окисл,, мг O2/дм3	9	100,00	4(d)	3,43	2(b1)	8	Дуже брудна
5	БСК$_5$, мг O_2/дм^3	9	100,00	4(d)	1,92	1(a1)	4	Брудна
6	Мідь, мкг/дм^3	4	100,00	4(d)	1225,00	4(d1)	16	Неприпустимо брудна
7	Цинк, мкг/дм^3	4	100,00	4(d)	1425,00	4(d1)	16	Неприпустимо брудна
8	Хром 6+, мкг/дм^3	8	88,89	4(d)	9777,78	4(d1)	16	Неприпустимо брудна
n=8; КІЗ=19=(19/8)=2,38n; Клас III – брудна								

Табл. 4.2 – Оцінка якості води р. Борова-м. Свєвєродонецьк за комбінаторним індексом забруднення КІЗ для 1992 р.

№ п/п	Показник	Ni	Hi %	Бал	Ki	Загальний бал	Si	Характеристика якосі
1	Магній, мг/дм^3	2	28,57	2(b)	0,93	1(a1)	2	Забруднена
2	Хлориди, мг/дм^3	5	45,45	3(c)	0,74	1(a1)	3	Брудна
3	Сульфати, мг/дм^3	5	71,43	4(d)	1,77	2(b1)	8	Дуже брудна
4	Біхром, окисл,, мг O2/дм3	8	80,00	4(d)	2,97	2(b1)	8	Дуже брудна
5	БСК$_5$, мг O_2/дм^3	9	81,82	4(d)	1,66	1(a1)	4	Брудна
6	Мідь, мкг/дм^3	9	81,82	4(d)	500,00	4(d1)	16	Неприпустимо брудна
7	Цинк, мкг/дм^3	9	81,82	4(d)	1300,00	4(d1)	16	Неприпустимо брудна
8	Хром 6+, мкг/дм^3	9	81,82	4(d)	2000,00	4(d1)	16	Неприпустимо брудна
n=8; КІЗ=19=(19/8)=2,38n; Клас III – брудна								

За даними Міжнародного агентства досліджень раку, хром (VI) належить до групи I, тобто до групи речовин із доведеним епідеміологічним канцерогенним впливом.

Мідь при перевищенні ГДК також є небезпечною: вона швидко надходить у кровотік й поширюється по всьому тілу після того, як ви їсте або випиваєте її. Тривалий вплив міді може подразнювати ніс, рот, очі, а також викликати головні болі, запаморочення, нудоту та діарею.

Цинк у великих концентраціях може ставати токсичним, що виявляється в порушенні передачі нервових імпульсів, гальмуванні рухливості риб та інших функціональних порушеннях соматичних органів. Токсична дія розчиненого у воді цинку залежить як від його концентрації, так і від наявності інших хімічних елементів у воді.

Також високі бали забруднення (8) мали такі показники як сульфати і біхроматна окислюваність, за ними стан річки Борова визначався як «дуже брудна».

Підвищений вміст сульфатів погіршує органолептичні властивості води і надає фізіологічний вплив на організм людини. У великих кількостях сульфати містяться в шахтних водах і в промислових стоках виробництв, в яких використовується сірчана кислота.

Біхроматна окислюваність вказує на потребу у кисні, чим брудніші поверхневі води, тим більша потреба у кисні. У водоймах і водотоках, схильних сильному впливу господарської діяльності людини, зміна окислюваності виступає як характеристика, що відображає режим надходження стічних вод.

Таким чином, згідно проведених досліджень можна зробити висновки, що стан річки Борова у створі м.Сєвєродонецьк за методикою ПКІЗ є незадовільним та потребує поліпшення.

ВИСНОВКИ

Сучасний стан водних об’єктів України у своїй більшості є незадовільним та потребує проведення закладів по очищенню, збереженню та відновлення їх доброго стану. Незважаючи на суттєве скорочення обсягів водокористування та відповідне зменшення техногенного навантаження на водні об’єкти через економічну кризу в Україні, екологічний стан поверхневих і підземних джерел водопостачання не покращується. Щороку у поверхневі водні об’єкти країни скидаються великі об’єми недостатньо очищених комунально-побутових і промислових стічних вод, що є наслідком неефективності систем очищення води.

Луганська область є промисловим центром, водною артерією якої слугує річка Сіверський Донець. Річка використовується для питного і технічного водопостачання, для риболовлі та рекреації. Річка Борова є одним з притоків Сіверського Дінця.

Метою роботи була оцінка якості води річки Борова у створі м.Сєвєродонецьк за методикою індексу забруднення води (стандартним), методикою Гідрохімічного інституту та статистичний аналіз гідрохімічних даних. Також, виконати аналіз сучасного стану річки Борова та виявити вплив забруднюючих речовин на біоту річки.

В результаті проведеного дослідження зроблені наступні висновки:

1) Південь Луганської області характеризується великими запасами кам’яного вугілля, північ – родючими черноземами, що обумовило розвиток Луганської області як потужного промислового та сільськогосподарського регіону України. Останні роки для Луганської області були тяжкими через

невщухаючий збройний конфлікт, що зумовило погіршення економічного становища.

2) Відсутність природної захищеності підземних вод і високе багаторічне техногенне навантаження призвели до зміни гідродинамічного режиму підземних вод і сприяли утворенню потужних осередків хімічного і теплового забруднення.

3) На формування хімічного складу і гідрологічного режиму річки Борова крім природних географічних чинників сильний вплив мають техногенні чинники (зарегулювання стоку, скиди стічних вод промислових підприємств, комунального і сільського господарства, відбір вод для питного та технічного водопостачання).

4) Аналіз гідрохімічного складу показав, що постійно відбуваються процеси біогенного насичення річки Борова. Про це свідчить перевищення норм ГДК параметрів розчиненого кисню та азоту амонійного, зважених часток, жорсткості та кольоровості води.

5) Дослідження біотичних показників річки Борової показали, що в місці впадіння р. Борова у р. Сіверський Донець, за біологічними показниками ця притока виявилася дуже забруднена. На найбільш забруднених ділянках таксономічний склад зообентосу був найбіднішим – зустрічалися лише найбільш стійкі до забруднень представники донної макрофауни – тубіфіциди.

6) Річки Борова використовується в господарських цілях, для поливу дач і городів. Розташоване біля річки місто Сєвєродонецьк – є великим промисловим центром, в ньому виробляється 22,18 % промислової продукції Луганської області. Провідні підприємства міста-ПрАТ "Сєвєродонецьке об'єднання Азот", ТОВ " НВО "Сєвєродонецький склопластик", СНВО "імпульс", ПрАТ "Сєвєродонецький ОРГХІМ".

7) Була проведена статистична обробка гідрохімічних даних у створі р.Борова – м.Сєвєродонецьк. Результати розрахунків за критерієм Аббе показали наявність тренду на зниження для досліджуваних елементів (речовини за методикою ІЗВ). Результати регресійного аналізу показали, що на протязі періоду дослідження 1990-2015 роки, всі елементи мають статистично значущі від'ємні тренди (коефіцієнти кореляції знаходяться в межах -0,62 – 0,22). Тренд на збільшення має лише концентрація кисню. Така ситуація свідчить про покращення стану води у річці Борова, що пов’язано із погіршенням економічної ситуації у країні, та скороченням об’ємів діючих промислових об’єктів.

Ще однією задачею дослідження було встановлення наявності статистичних «викидів» у рядах гідрохімічних даних річки Борова в період 1990-2015 роки. Перевірка рядів гідрохімічних даних на «викиди» здійснювалась для шести речовин, які входять до розрахунку ІЗВ. Отримані значення критерія Стьюдента вказують на те, що екстремальні значення «викиди» в рядах досліджуваних величин є неоднорідними і можуть бути вилучені із загальної вибірки для подальшого дослідження.

8) Оцінка якості води за ІЗВ у річці Борова створ м.Сєвєродонецьк показала, що загалом, клас якості вод був у 56% II - характеристика «чисті води», у 44% -III, характеристика «помірно забруднені води». Максимальна величина (ІЗВ=2,22) характерна для 1995 року. Слід відмітити, що серед показників забруднення води перевищення ГДК весь час відбувалося за БСК5. Значне перевищення за ГДК відбувалося у нафтопродуктах до 2001р., феноли перевищували ГДК у 1990-1995 та 2001, 2006 роки. Існує загальна тенденція до зниження концентрації забруднюючих речовин, що можна пояснити припиненням дії промислових підприємств через економічну кризу в країні. Отже, стан річки Борова є добрим за методикою ІЗВ стандартного,

але слід продовжити дослідження з врахуванням більшого спектру забруднюючих речовин. Що і було зроблено за методикою ПКІЗ.

Оцінка якості води згідно методики ПКІЗ проводилися за 8 компонентами, які найбільше перевищували встановлені рибогосподарські ГДК. До таких компонентів увійшли: магній, хлориди, сульфати, біхроматна окислюваність, БСК5, мідь, цинк, хром (6-ти валнтний). Отримані результати показали, що вода річки Борової у створі Сєвєродонецьк за досліджуваний період відносилась до класів якості II з відповідною характеристикою стану – «забруднена» і до III класу якості з відповідною характеристикою стану – «брудна». Найбільше значення показника КІЗ спостерігалось у 1990 і 1992 роках. Така ситуація пояснюється тим, що у методиці ПКІЗ були враховані такі елементи як мідь, цинк, хром (6-ти валнтний), за якими стан річки визначався як «неприпустимо брудна» (бали забруднення склали 16). Дані речовини не враховуються у методі ІЗВ стандартному. Стан річки Борова у створі м.Сєвєродонецьк за методикою ПКІЗ є незадовільним та потребує поліпшення.

У якості закладів по сприянню покращення гідроекологічного стану річки Борова можна рекомендувати:

- застосування методів прояснення води, знебарвлення та знезараження рідким хлором, хлорним вапном, озоном;

- вміст важких металів у воді можна зменшити за рахунок аерації з наступним фільтруванням.

- необхідно ввести суворі штрафні санкції щодо промислових підприємств, які порушують міжнародні та державні екологічні норми та правила по охороні природних вод.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Компанієць Ю.А., Кулачок К.В., Мороз О.П., Скобяк А.В. Застосування методів математичної статистики для аналізу та оцінки якості поверхневиї вод України / Збірник статей за результатами щорічної студентської конференції ОДЕКУ 2018р. – Одеса, ОДЕКУ, 2018р. – 4с.
   Мороз О.П., Куза А.М. ВИЯВ ТРЕНДУ В РЯДАХ ГІДРОХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ЗА ДОПОМОГОЮ КРИТЕРІЮ АББЕ (НА ПРИКЛАДІ РІЧКА БОРОВА) / Матеріали щорічної студентської конференції ОДЕКУ 2019. – Одеса, ОДЕКУ, 2019 – у друці
2. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Луганській області у 2017 році. – Луганськ: 2018. – 285 с.
3. СІВЕРСЬКИЙ ДОНЕЦЬ: БАСЕЙНУ ЗДОРОВ’Я – ЛЮДЯМ ЖИТТЯ! Державне агентство водних ресурсів України, Сіверсько-Донецьке басейнове управління водних ресурсів. – 2018. – 32 с.]
4. Державні санітарні правила і норми "Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання" (ДСанПіН), затверджені наказом МОЗ України від 23.12.1996 г. №383. Зареєстровано Міністерством юстиції України від 15.04.1997 р. №136/1940.
5. Жук Г. П. Северский Донец – Донбасс / Г. П. Жук. – Донецк : Донбасс, 1982 – 125 с.
6. Бошко Л.Ю. Агрометеорологічні розрахунки і прогнози /Л.Ю. Бошко. - К., - 2015р. – 25 с.
7. Даценко И.И. Живая вода: Медико-гигиенические аспекты / И.И. Даценко. – Львов: Вища школа, 1984. – 112 с.

8. Польовий Є.В. Прибережна водна рослинність/Є.В. Польовий-2014р.-25с.
9. Електронний ресурс. Режим доступу: https://www.google.com/search?q=%D0%A1%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%BD%D1%8F+%D0%BCi%D1%81%D1%8F%D1%87%D0%BD%D0%B0+%D1%96+%D1%80i%D1%87%D0%BD%D0%B0+%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0+%D0%BF%D0%BE%D0%B2i%D1%82%D1%80%D1%8F&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjI8p3x3tDiAhWmtIsKHeXeA_wQ_AUIEigD&biw=1366&bih=657#imgrc=fQGsTQ7bB5zZCM:
10. Вишневський В. І. Річки і водойми України. Стан і використання / В. І. Вишневський. – К. : Віпол, 2015. – 376 с.
11. Електронний ресурс. Режим доступу: https://www.google.com/search?q=%D0%A1%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%BD%D1%8F+%D0%BCi%D1%81%D1%8F%D1%87%D0%BD%D0%B0+%D1%96+%D0%BC%D0%B0%D0%BA%D1%81%D0%B8%D0%BC%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0+%D0%BA%D1%96%D0%BB%D1%8C%D0%BA%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C+%D0%BE%D0%BF%D0%B0%D0%B4%D1%96%D0%B2&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjF2LDp4NDiAhVCkMMKHfzeDjQQ_AUIESgC&biw=1366&bih=657#imgrc=zFycP-zoH5OiGM:.
12. Електронний ресурс. Режим доступу: https://www.google.com/search?biw=1366&bih=657&tbm=isch&sa=1&ei=rOH2XMqSJuLlrgSE1o3IAg&q=%D1%88%D0%B2%D0%B8%D0%B4%D0%BA%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C+%D0%B2%D1%96%D1%82%D1%80%D1%83+%D1%81%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%

BD%D1%8F+%D1%96+%D0%BC%D0%B0%D0%BA%D1%81%D0%B8%D0%BC%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0&oq=%D1%88%D0%B2%D0%B8%D0%B4%D0%BA%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C+%D0%B2%D1%96%D1%82%D1%80%D1%83+%D1%81%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%BD%D1%8F+%D1%96+%D0%BC%D0%B0%D0%BA%D1%81%D0%B8%D0%BC%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0&gs_l=img.3...6879.14766..15376...1.0..0.205.2581.8j14j1.....0....1..gws-wiz-img.....0i24._rXcWCpK5kI#imgrc=_bpPeyvZeuri8M:.

13. Гідролого-екологічний тлумачний словник / за ред. проф. А.В. Яцика. - К.: Урожай, 1995. - 155 с.
14. Хільчевський В. К. Загальна гідрохімія / В. К. Хільчевський, В. І. Пелешенко. – К. : Либідь, 1997. – 384с .
15. Округин Ю.А. Влияние микробиологических и паразитологических показателей хозяйственно-бытовых сточных вод на качество воды открытых водоемов / Ю.А. Округин, С.В. Капранов, Л.И. Косенко // Довкілля та здоров’я. – 2016. - №4(27). – С.51-55.
16. Лурье А.И. Вода – бесценный дар природы: Науч.-поп. очерк / А.И. Лурье. - Харьков: Прапор, 1984. – 103 с.
17. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2017 році. –К.: Міністерство екології та природних ресурсів України, LAT & K. – 2018. – 258 с.
18. Мельник В.И. Антропогенне навантаження і класифікація екологічного стану басейнів малих річок / В.И. Мельник // Экология, экономика, рынок: Одесса, 1999. - С. 82-86.
19. Перелік методик вимірювань складу та властивостей проб об'єктів довкілля, викидів, відходів і скидів, допущених до використання Мінекоресурсів України: Введено 03.11.2003. - Київ, 2003. – 37 с.

20. Електронний ресурс. Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Theodoxus_fluviatilis.
21. Даус М. Є., Отченаш Н. Д. Гідроекологічні основи водного господарства, раціональне використання та охорона водних ресурсів: конспект лекцій – ОДЕКУ. – Одеса. 2018. – 193 с.
22. Боровський А.Л. Екологія поверхневих вод: У 2 кн.: Підручник / А.Л. Боровський. - Рівне, 2015. - 319 с.
23. Реймерс Н.Ф. Природопользование: Словарь-справочник /Н.Ф. Реймерс. - М.: Мысль, 1990. - 637 с.
24. Використання шахтних вод для господарсько-питного водопостачання: Методичні вказівки. – К., 2015. – 31 с.
25. Дишлюк В.С. Поверхневі водні об'єкти в урбанізованому довіллі та деякі напрями збереження їх запасів / В.С. Дишлюк // Агроекологічний журнал - К, 2016 - №4, - С. 16-35.
26. ДБН 360-92 "Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень". – К., 1993. – 107 с.
27. Лобода Н. С., Куза А. М. Методи математичної статистики у гідроекологічних дооослідженнях: конспект лекцій. - Одеса: ОДЕКУ, 2017, 93 с.].
28. Лобода Н.С. Методи статистичного аналізу у гідрологічних розрахунках і прогнозах: навч.посіб. Одеса: Екологія. 2010. 184с.]
29. Школьний Є.П., Лоєва І.Д., Гончарова Л.Д. Обробка та аналіз гідрометеорологічної інформації. Одеса: 1999. 600с.].

ДОДАТОК

Табл. А.1 – Оцінка якості води р. Борова за комбінаторним індексом забруднення КІЗ для 1991 р.

№ п/п	Показник	Ni	Hi %	Бал	Ki	Загальний бал	Si	Характеристика якості
1	Магній, мг/дм^3	2	40,00	3(c)	0,85	1(a1)	3	Брудна
2	Хлориди, мг/дм^3	2	22,22	2(b)	0,84	1(a1)	2	Забруднена
3	Сульфати, мг/дм^3	4	80,00	4(d)	2,01	2(b1)	8	Дуже брудна
4	Біхром, окисл,, мг O2/дм3	9	100,00	4(d)	3,25	2(b1)	8	Дуже брудна
5	БСК$_5$, мг O_2/дм^3	8	88,89	4(d)	1,39	1(a1)	4	Брудна
6	Мідь, мкг/дм^3	7	100,00	4(d)	4014,29	4(d1)	16	Неприпустимо брудна
7	Цинк, мкг/дм^3	7	100,00	4(d)	1398,71	4(d1)	16	Неприпустимо брудна
8	Хром 6+, мкг/дм^3	0	0,00	1(a)	0,00	1(a1)	1	Слабо забруднена
n=8; КІЗ=16=(16/8)=2n;					Клас II – забруднена			

Табл. А.2 – Оцінка якості води р. Борова за комбінаторним індексом забруднення КІЗ для 1993 р.

№ п/п	Показник	Ni	Hi %	Бал	Ki	Загальний бал	Si	Характеристика якості
1	Магній, мг/дм^3	5	55,56	4(d)	0,99	1(a1)	4	Брудна
2	Хлориди, мг/дм^3	8	88,89	4(d)	1,08	1(a1)	4	Брудна
3	Сульфати, мг/дм^3	9	100,00	4(d)	2,21	2(b1)	8	Дуже брудна
4	Біхром, окисл,, мг O2/дм3	9	100,00	4(d)	1,93	1(a1)	4	Брудна
5	БСК$_5$, мг O_2/дм^3	9	100,00	4(d)	1,70	1(a1)	4	Брудна
6	Мідь, мкг/дм^3	7	87,50	4(d)	662,50	4(d1)	16	Неприпустимо брудна
7	Цинк, мкг/дм^3	8	100,00	4(d)	1512,50	4(d1)	16	Неприпустимо брудна
8	Хром 6+, мкг/дм^3	8	88,89	4(d)	4888,89	4(d1)	16	Неприпустимо брудна
n=8; КІЗ=18=(18/8)=2; Клас II - забруднена								

Табл.А.3 – Оцінка якості води р. Борова за комбінаторним індексом забруднення КІЗ для 1994 р.

№ п/п	Показник	Ni	Hi %	Бал	Ki	Загальний бал	Si	Характеристика якості
1	Магній, мг/дм^3	7	58,33	4(d)	1,06	1(a1)	4	Брудна
2	Хлориди, мг/дм^3	5	41,67	3(c)	0,96	1(a1)	4	Брудна
3	Сульфати, мг/дм^3	9	75,00	4(d)	1,72	1(a1)	8	Брудна
4	Біхром, окисл,, мг O2/дм3	9	75,00	4(d)	1,53	1(a1)	4	Брудна
5	БСК$_5$, мг O_2/дм^3	9	75,00	4(d)	1,63	1(a1)	4	Брудна
6	Мідь, мкг/дм^3	8	72,73	4(d)	550,00	4(d1)	16	Неприпустимо брудна
7	Цинк, мкг/дм^3	8	72,73	4(d)	925,00	4(d1)	16	Неприпустимо брудна
8	Хром 6+, мкг/дм^3	9	75,00	4(d)	7222,22	4(d1)	16	Неприпустимо брудна
n=8; КІЗ=17=(17/8)=2,13n;					Клас III - брудна			

Табл. А.4 – Оцінка якості води р. Борова за комбінаторним індексом забруднення КІЗ для 1995 р.

№ п/п	Показник	Ni	Hi %	Бал	Ki	Загальний бал	Si	Характеристика якості
1	Магній, мг/дм^3	8	88,89	4(d)	1,11	1(a1)	4	Брудна
2	Хлориди, мг/дм^3	5	55,56	4(d)	0,98	1(a1)	4	Брудна
3	Сульфати, мг/дм^3	9	100,00	4(d)	1,63	1(a1)	4	Брудна
4	Біхром, окисл,, мг O2/дм3	9	100,00	4(d)	1,67	1(a1)	4	Брудна
5	БСК$_5$, мг O$_2$/дм^3	9	100,00	4(d)	1,51	1(a1)	4	Брудна
6	Мідь, мкг/дм^3	9	100,00	4(d)	788,00	4(d1)	16	Неприпустимо брудна
7	Цинк, мкг/дм^3	9	100,00	4(d)	833,33	4(d1)	16	Неприпустимо брудна
8	Хром 6+, мкг/дм^3	9	100,00	4(d)	6111,11	4(d1)	16	Неприпустимо Брудна
n=8; КІЗ=17=(17/8)=2,13n; Клас III – брудна								

Табл.А.5 – Оцінка якості води р. Борова за комбінаторним індексом забруднення КІЗ для 1996 р.

№ п/п	Показник	Ni	Hi %	Бал	Ki	Загальний бал	Si	Характеристика якості
1	Магній, мг/дм^3	7	87,50	4(d)	1,07	1(a1)	4	Брудна
2	Хлориди, мг/дм^3	6	75,00	4(d)	1,04	1(a1)	4	Брудна
3	Сульфати, мг/дм^3	8	100,00	4(d)	1,75	1(a1)	4	Брудна
4	Біхром, окисл,, мг O2/дм3	8	100,00	4(d)	1,66	1(a1)	4	Брудна
5	БСК$_5$, мг O$_2$/дм^3	8	100,00	4(d)	1,48	1(a1)	4	Брудна
6	Мідь, мкг/дм^3	6	100,00	4(d)	716,67	4(d1)	16	Неприпустимо брудна
7	Цинк, мкг/дм^3	7	100,00	4(d)	771,43	4(d1)	16	Неприпустимо брудна
8	Хром 6+, мкг/дм^3	7	87,50	4(d)	5250,00	4(d1)	16	Неприпустимо брудна
n=8; КІЗ=17=(17/8)=2,13n;					Клас III - брудна			

Табл. А.6 – Оцінка якості води р. Борова за комбінаторним індексом забруднення КІЗ для 1997 р.

№ п/п	Показник	Ni	Hi %	Бал	Ki	Загальний бал	Si	Характеристика якості
1	Магній, мг/дм^3	11	91,67	4(d)	1,08	1(a1)	4	Брудна
2	Хлориди, мг/дм^3	9	75,00	4(d)	1,15	1(a1)	4	Брудна
3	Сульфати, мг/дм^3	12	100,00	4(d)	1,96	1(a1)	4	Брудна
4	Біхром, окисл,, мг О2/дм3	12	100,00	4(d)	1,63	1(a1)	4	Брудна
5	БСК$_5$, мг O_2/дм^3	12	100,00	4(d)	2,01	2(b1)	8	Дуже брудна
6	Мідь, мкг/дм^3	11	100,00	4(d)	800,00	4(d1)	16	Неприпустимо брудна
7	Цинк, мкг/дм^3	11	100,00	4(d)	1418,18	4(d1)	16	Неприпустимо брудна
8	Хром 6+, мкг/дм^3	12	100,00	4(d)	14083,33	4(d1)	16	Неприпустимо брудна
n=8; КІЗ=18=(18/8)=2,25n; Клас III - брудна								

Табл.А.7 – Оцінка якості води р. Борова за комбінаторним індексом забруднення КІЗ для 1998 р.

№ п/п	Показник	Ni	Hi %	Бал	Ki	Загальний бал	Si	Характеристика якості
1	Магній, мг/дм^3	9	75,00	4(d)	1,05	1(a1)	4	Брудна
2	Хлориди, мг/дм^3	1	8,33	1(a)	0,75	1(a1)	1	Слабо забруднена
3	Сульфати, мг/дм^3	12	100,00	4(d)	1,68	1(a1)	4	Брудна
4	Біхром, окисл,, мг О2/дм3	12	100,00	4(d)	1,42	1(a1)	4	Брудна
5	БСК$_5$, мг O_2/дм^3	12	100,00	4(d)	1,83	1(a1)	8	Дуже брудна
6	Мідь, мкг/дм^3	5	100,00	4(d)	688,00	4(d1)	16	Неприпустимо брудна
7	Цинк, мкг/дм^3	5	100,00	4(d)	5660,00	4(d1)	16	Неприпустимо брудна
8	Хром 6+, мкг/дм^3	12	100,00	4(d)	11500,00	4(d1)	16	Неприпустимо Брудна
n=8; КІЗ=17=(17/8)=2,13n; Клас III - брудна								

Табл.А.8 – Оцінка якості води р. Борова за комбінаторним індексом забруднення КІЗ для 1999 р.

№ п/п	Показник	Ni	Hi %	Бал	Ki	Загальний бал	Si	Характеристика якості
1	Магній, мг/дм^3	0	0,00	1(a)	0,86	1(a1)	1	Слабо забруднена
2	Хлориди, мг/дм^3	0	0,00	1(a)	0,73	1(a1)	1	Слабо забруднена
3	Сульфати, мг/дм^3	8	100,00	4(d)	2,03	1(a1)	4	Брудна
4	Біхром, окисл,, мг O2/дм3	8	100,00	4(d)	1,47	1(a1)	4	Брудна
5	БСК$_5$, мг O_2/дм^3	7	87,50	4(d)	1,18	1(a1)	4	Дуже брудна
6	Мідь, мкг/дм^3	5	100,00	4(d)	272,00	4(d1)	16	Неприпустимо брудна
7	Цинк, мкг/дм^3	5	100,00	4(d)	6500,00	4(d1)	16	Неприпустимо брудна
8	Хром 6+, мкг/дм^3	8	100,00	4(d)	7750,00	4(d1)	16	Неприпустимо брудна
n=8; КІЗ=17=(17/8)=2,13n;					Клас III - брудна			

Табл.А.9 – Оцінка якості води р. Борова за комбінаторним індексом забруднення КІЗ для 2000 р.

№ п/п	Показник	Ni	Hi %	Бал	Ki	Загальний бал	Si	Характеристика якості
1	Магній, мг/дм^3	7	70,00	4(d)	1,03	1(a1)	4	Брудна
2	Хлориди, мг/дм^3	0	0,00	1(a)	0,76	1(a1)	1	Слабо забруднена
3	Сульфати, мг/дм^3	10	100,00	4(d)	2,10	2(b1)	8	Дуже брудна
4	Біхром, окисл,, мг O2/дм3	10	100,00	4(d)	1,53	1(a1)	4	Брудна
5	БСК$_5$, мг O$_2$/дм^3	10	100,00	4(d)	1,59	1(a1)	4	Брудна
6	Мідь, мкг/дм^3	6	100,00	4(d)	266,67	4(d1)	16	Неприпустимо брудна
7	Цинк, мкг/дм^3	6	100,00	4(d)	2500,00	4(d1)	16	Неприпустимо брудна
8	Хром 6+, мкг/дм^3	10	100,00	4(d)	7200,00	4(d1)	16	Неприпустимо брудна