

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської
підготовки
Кафедра гідроекології та
водних досліджень

Магістерська кваліфікаційна робота

на тему: Оцінка якості води річки Борова за гідрохімічними
спостереженнями

Виконала студентка групи МЕГ-18
спеціальності 101 Екологія,
Глущенко Катерина Леонідівна

Керівник к. геогр. н., асистент,
Божок Юлія Володимирівна

Рецензент к.техн. н., доц.
кафедри прикладної екології та
гідрогазодинаміки ОНПУ
Мельник Сергій Володимирович

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської підготовки
Кафедра гідроекології та водних досліджень
Рівень вищої освіти магістр
Спеціальність 101 Екологія
(шифр і назва)
Освітня програма гідроекологія
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри гідроекології
та водних досліджень ОДЕКУ
_____ проф. Лобода Н.С.
“ 28 ” жовтня 2019 року

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

Глущенко Катерині Леонідівні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Оцінка якості води річки Борова за гідрохімічними спостереженнями»

керівник роботи Божок Ю.В., к. геогр. н., асистент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “08” жовтня 2019 року №235-С.

2. Строк подання студентом роботи “16” грудня 2019 року.

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) Оцінити гідроекологічний стан річки Борова згідно методики ІЗВ (стандартного). 4) Оцінити гідроекологічний стан річки Борова згідно методики ІЗВ (модифікованого).

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) фото, картосхеми річки, карти ґрунтів, гідрологічних постів, графіки індексів забруднення води стандартного та модифікованого.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання “ 28 ” жовтня 2019 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Огляд літератури, підготовка вихідних даних	28.10.19	70	задовільно
2	Опис природних умов в басейні річки	31.10.19	70	задовільно
3	Дослідження водогосподарської діяльності	4.11.19	65	задовільно
4	Опис водогосподарської діяльності	5.11.19	65	задовільно
5	Визначення якості води та екологічного стану	7.11.19	65	задовільно
6	Рубіжна атестація	18-23.11.19	65	задовільно
7	Оцінка якості води за методикою	18.11.19	65	задовільно
8	Опис результатів оцінки якості води	25.11.19	65	задовільно
9	Оформлення роботи, доповіді, презентації	9.12.19	70	задовільно
10	Подання на кафедру	9.12.19	65	задовільно
11	Перевірка на плагіат			
12	Рецензування	16.12		
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		67	задовільно

Студент _____ Глушенко К.Л.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Божок Ю.В..
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Глущенко К.Л. Оцінка якості води річки Борова за гідрохімічними спостереженнями. Одеса, 2019.

Річка Сіверський Донець є важливою водною артерією східної частини нашої держави. Води річки використовується для питного і технічного водопостачання, для риболовлі та рекреації. Річка Борова є одним з притоків Сіверського Дінця. У 2011 році після будівництва водосховища русло річки було частково штучно випрямлене. Враховуючи, що річка Борова знаходиться недалеко від промислового центру Северодонецьк та зважаючи на втручання у гідрологічний режим самої річки, дослідження екологічного стану річки є актуальним питанням.

Метою роботи є оцінка якості води річки Борова у створі м.Северодонецьк за методикою індексу забруднення води (стандартною та модифікованою), а також аналіз сучасного стану річки Борова та виявлення впливу забруднюючих речовин на біоту річки.

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

Об'єкт дослідження – річка Борова.

Методи дослідження – методика оцінки за індексами забруднення води ІЗВ (стандартна та модифікована).

Результати і новизна – полягають у виконанні оцінки стану річки Борової за методиками ІЗВ (стандартною та модифікованою) за період 1990-2015 рр.

Магістерська робота складається з 3 розділів. Робота складається з 68 сторінок, 8 рисунків, 11 таблиць, 1 додаток. У роботі використано 42 літературних джерела.

Ключові слова: ГІДРОЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН, ЗАБРУДНЕННЯ ВОДИ, БОРОВА, ЯКІСТЬ ВОДИ.

ANNOTATION

Hlushchenko K. Assessment of water quality of the Borova river by hydrochemical observations. Odessa, 2019.

The Siverskyi Donets River is an important waterway of the eastern part of our country. The river water is used for drinking and technical water supply, for fishing and recreation. Borova River is one of the tributaries of the Siverskyi Donets. In 2011, after the construction of the reservoir, the river bed was partially artificially straightened. Considering that the Borova River is near the industrial center of Severodonetsk and considering the interference with the hydrological regime of the river itself, the study of the ecological status of the river is a topical issue.

The aim of the work is to assess the water quality of the Borova river in the sewage system of the city of Severodonetsk by the method of water pollution index (standard and modified), as well as to analyze the current state of the Borova river and identify the impact of pollutants on the river biota.

The subject of the study is the hydrochemical composition and ecological status of the Borova River for the period 1990-2015.

The object of study is the Borova River.

Research Methods - the methodology for estimating water pollution indexes (standard and modified).

Results and novelty - are to evaluate the state of the Borova River using the WFD methods (standard and modified) for the period 1990-2015.

Master's work consists of 3 sections. The work consists of 68 pages, 8 figures, 11 tables. We used 42 literary sources.

Keywords: HYDROECOLOGICAL CONDITION, WATER POLLUTION, BOROVA, WATER QUALITY.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РІЧКИ СІВЕРСЬКИЙ ДОНЕЦЬ.....	10
1.1 Географічне положення та рельєф водозбору річки	10
1.3 Ґрунти басейну Сіверського Дінця	12
1.4 Водний режим річки Сіверський Донець та її приток.....	14
2 ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ГІДРОХІМІЧНОГО СКЛАДУ ВОД РІЧКИ БОРОВОЇ	19
2.1 Основні напрямки господарського використання вод річки Борова.....	20
2.2 Аналіз хімічного складу води річки Борова у створі Северодонецьк ...	21
2.2.1 Відомості про вихідні дані щодо вивчення хімічного складу води	21
2.3 Аналіз гідрохімічного режиму у створі .Борова – м.Северодонецьк	23
3 АНАЛІЗ ЯКОСТІ ВОДИ РІЧКИ БОРОВА.....	30
3.1 Методика комплексної оцінки якості води за допомогою стандартного та модифікованого індексу забрудненості води (ІЗВ).....	32
3.2 Аналіз оцінки якості води річки Борова за індексом забрудненості води (ІЗВ) для господарсько-питного та рибогосподарського водовикористання за стандартною та модифікованою методикою	35
ВИСНОВКИ	44
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	47
ДОДАТОК.....	Error! Bookmark not defined.

ВСТУП

Сталий розвиток країни передбачає збереження та охорону водних ресурсів від антропогенного навантаження. Відомо, що стан водних об'єктів залежить від ступеня їх використання, а також від змін глобального клімату. Важливою задачею гідроекологів є надання оцінки сучасної якості річок, прогнозування їх майбутнього стану та створення рекомендацій щодо раціонального використання водних ресурсів.

Актуальність теми. Річка Сіверський Донець є важливою артерією східних областей нашої держави: Харківської, Донецької, Луганської. Згідно фізико-географічного районування басейн річки розташований у декількох ландшафтних зонах, а саме – Лівобережно-Дніпровській та Середньоруській провінції, підзоні Північного степу, Донській північно-степовій провінції. Клімат характерний для лісостепових та степових агро-кліматичних зон. Загальна кількість річок в басейні дорівнює 229, кількість приток Сіверського Дінця становить 18.

Однією з приток Сіверського Дінця є річка Борова, що знаходиться у Луганській області, довжина річки становить 86 км, площа басейну 1960 км². Вздовж берегів річки знаходяться населенні пункти Дем'янівка, Рудівка, Мостки, Нове-Борове, Булгаківка та інші. Мешканці використовують воду річки Борової переважно для господарських цілей, зрошення, рибальства. Представники іхтіофауни: карасі, щуки, плотва, головень, окунь.

Гідрологічний пост на річці Борова розташований у с. Воеводка Луганської області. Відбори гідрохімічних проб здійснюються у пункті поблизу міста Северодонецьк Луганської області. Слід відмітити, що Северодонецьк - великий промисловий центр, в ньому виробляється 22,18 % промислової продукції Луганської області.

Провідні підприємства міста-ПрАТ "Северодонецьке об'єднання Азот", ТОВ " НВО "Северодонецький склопластик", СНВО "Імпульс", ПрАТ "Северодонецький ОРХІМ".

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 Северодонецьк та зважаючи на втручання у гідрологічний режим самої річки, було вирішено дослідити екологічний стан річки за методикою індексу забруднення води (ІЗВ) стандартного та модифікованого. Збереження річки Борова, як і збереження малих річок, є однією з основних екологічних проблем.

Наукова новизна магістерської роботи полягає у виконанні оцінки стану річки Борової за методиками ІЗВ (стандартної та модифікованої) за період 1990-2015 рр.

Практичне значення отриманих результатів полягає у застосуванні результатів проведеного дослідження для розробки планів збереження та відновлення ресурсів річки Борової.

Метою роботи є оцінка якості води річки Борова у створі м.Северодонецьк за методикою індексу забруднення води (стандартною та модифікованою), а також аналіз сучасного стану річки Борова та виявлення впливу 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, окреслити сучасні екологічні проблеми річки. Виконати статистичний аналіз даних гідрохімічного моніторингу. Виконати оцінку якості води за методикою ІЗВ (стандартною та модифікованою) .

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

Об'єкт дослідження – річка Борова.

Методи дослідження: методика оцінки за індексами забруднення води – стандартна та модифікована.

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 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.

1 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РІЧКИ СІВЕРСЬКИЙ ДОНЕЦЬ

1.1 Географічне положення та рельєф водозбору річки

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.

Басейн р. Сіверський Донець (правий найбільший приток Дона) розташований на південно-західному схилі Середньоросійської височини (рис.1.1). Довжина річки - 1 053 км, площа водозбору - 98 900 км², загальне падіння - 195 м, середній нахил до русла - 0,00018 (18 см на 1 км). Річка бере свій початок в районі м Белгорода (РФ). Далі тече по території України - Харківської, Донецької, Луганської областях. Впадає в р. Дон у Ростовській області (РФ) (рис.1.2). Основний напрямок верхньої течії - на південь, нижче міста Зміїв - на південний схід

Сіверський Донець має 11 приток першого порядку, довжиною понад 50 км, і ще 210 річок, довжина яких менше 50 км.

Рельєф басейну - хвиляста рівнина, яка перетинається численними долинами річок і ярами. Близько 6% загальної площі водозбору займають ліси, близько 2% - болота, основну частину - сільськогосподарські угіддя.

Басейн р. Сіверський Донець на заході і північному заході межує з басейном р. Дніпро, на півночі і сході - з басейном р. Дон, на півдні і південному сході - з річками Приазов'я (Кальміус і Міус). У витoku річки заплава вузька (близько 500 м), нижче розширюється до 3-4 км. У районі міста Ізюма русло розбивається на ряд рукавів.



Рис. 1.1 - Річка Сіверський Донець

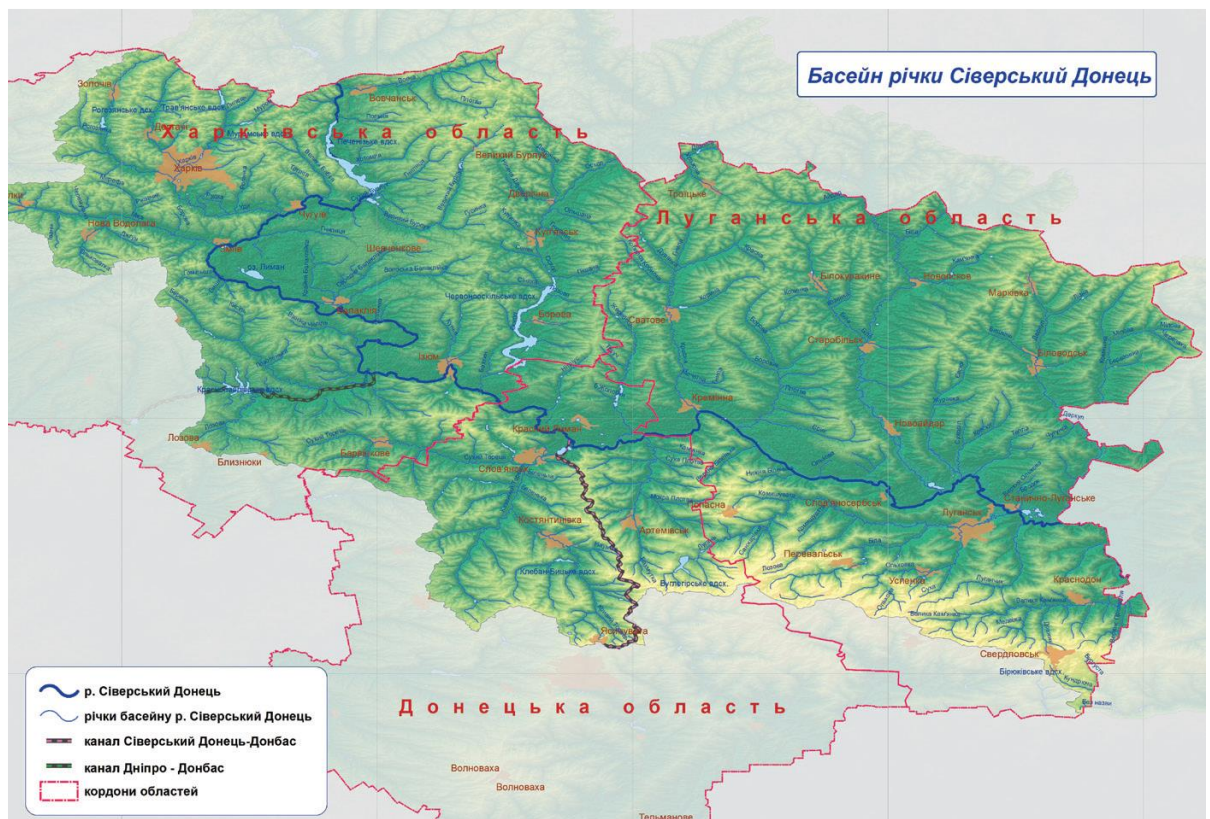


Рис. 1.1 – Карта-схема географічного положення басейну Сіверського Дінця [3].

1.2 Клімат досліджуваного району

1. За багаторічними середньорічними даними, сума атмосферних опадів по басейну змінюється від 600-620 мм на півночі, до 480-500 мм на півдні. В деякі вологі роки їх кількість перевищує 750 мм, а в посушливі знижується до 300 мм [4]. Майже щороку в різних частинах басейну випадають зливові дощі з сумою опадів від 50 до 100-150 мм.

Значна частина водозбору знаходиться у межах Південної кліматичної області, яка співпадає з степовою зоною. Донецький Кряж тяжіє до Північної кліматичної області. Тут переважає антициклональний тип погоди та континентальність клімату.

У цілому для термічного режиму притаманна прохолодна зима (інколи холодна) і тепле (інколи спекотне) літо. Зокрема, у Харкові середня багаторічна температура у січні становить $-6,9^{\circ}\text{C}$, липні $20,3^{\circ}\text{C}$. У Луганську ці характеристики є такими: $-5,9^{\circ}\text{C}$ і $21,7^{\circ}\text{C}$, відповідно. [5]

Між випадінням опадів в теплу пору року часто спостерігаються сухі періоди, тривалість яких може досягати трьох місяців. У цей час різко скорочується річковий стік, що вимагає підвищеної уваги до санітарного стану не тільки на притоках, а й на самій р. Сіверський Донець. Одним з основних джерел «живлення» р. Сіверський Донець є сніготанення. Водний режим характеризується добре вираженим високою весняною повінню [6]

1.3 Ґрунти басейну Сіверського Дінця

Основним типом ґрунтів в басейні Сіверського Дінця є чорноземи з середнім вмістом гумусу (у верхній частині) і малим (в нижній частині). Поблизу русла річки на лівому березі поширені переважно піщані ґрунти, на правому - більш важкі щибенисті [7].

Алювіальні відклади, що залягають на більшій частині території, створюють перший від поверхні водоносний горизонт ґрунтових вод, який широко використовується для приватного та сільськогосподарського водопостачання. На нього впливає забруднення через обмежений захист проти інфільтрації забруднених вод з поверхні землі крізь шар лесовидних суглинків. У відкладах, що залягають нижче, є декілька шарів піску, твердого пісковика, тріщинуватої крейди та вапняку, які створюють відносно захищені водоносні горизонти, що використовуються для міського та промислового водопостачання. Потужний шар осадових порід під басейном Сіверського Дінця містить декілька потужних горизонтів підземних вод, які є важливими джерелами води як для господарсько-побутових так і для промислових потреб, включаючи місцеве виробництво пляшкової природної та мінеральної води (рис.1.3).

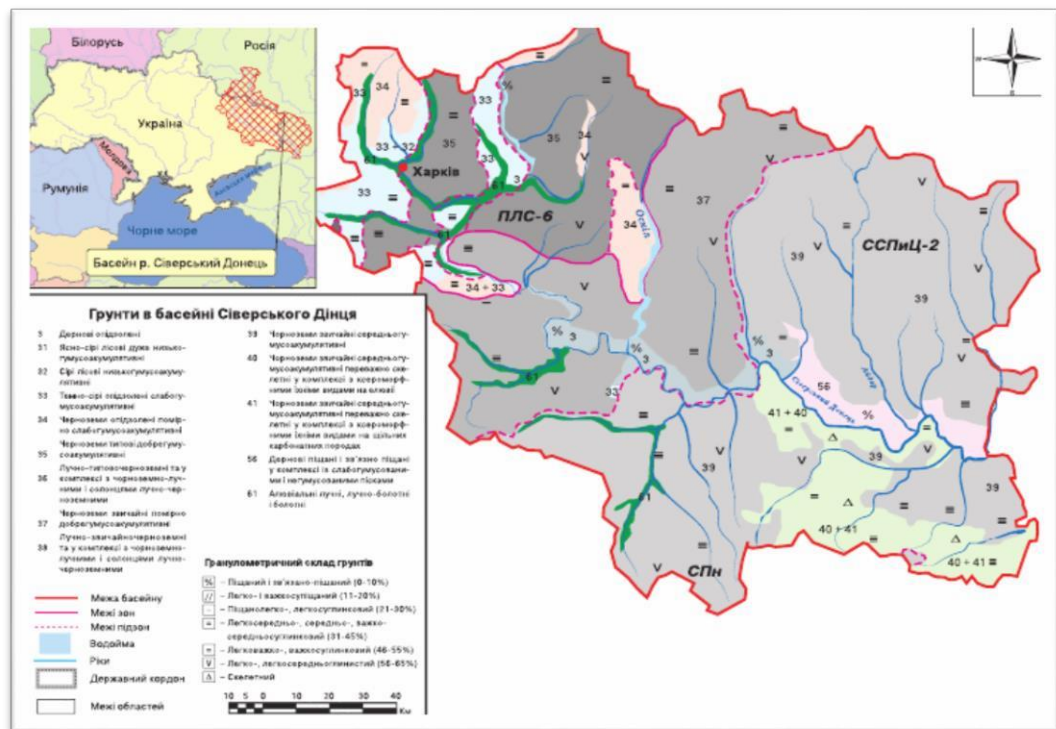


Рисунок 1.3 – Ґрунти басейну Сіверського Дінця [8]

На всій території басейну Сіверського Дінця у розрізі за активністю водообміну можна виділити певні зони. Глибина зони активного водообміну

в межах Донецького кряжа контролюється глибиною врізання найбільш великих річок і не перевищує 200-250 м. Це зона прісних і слабосолонуватих вод. Глибше мінералізація швидко наростає у зв'язку з уповільненням водообміну і на глибинах 1000-1500 м зростає до концентрації розсолів хлоридно-натрієвого складу. У цей час у межах шахтних полів Донбасу діяльність людини штучно поглибила зону активного водообміну та скоротила потужність другої зони – уповільненого водообміну.

Водоносний горизонт бучацько-канівських пісків виділяється в пісках однойменних свит еоцену. Розвинутий повсюдно за винятком території відкритого Донбасу у вигляді суцільного поля. Зазвичай залягає на глибинах від 20 до 130 м та ізольований від поверхні глинами й мергелями київської свити, потужність і водонепроникність яких спричиняє гарний природний захист від поверхневого забруднення. Підземні води зазвичай прісні й солонуваті з перевагою сульфат і кальцій іонів. Убік вододільних просторів, де водообмін порівняно утруднений, жорсткість і вміст сульфатів закономірно зростає. Характерним також є наявність розчиненого заліза в концентраціях 1-10 мг/дм³. У зв'язку з невисокими фільтраційними властивостями бучацьких пісків підземні води цього горизонту використовуються невеликими споживачами для господарсько-питних і технічних цілей. Відомості про техногенне забруднення є тільки для великих населених пунктів, де вплив на підземну гідросферу довгостроковий. Підземні води зони відкритої тріщинуватості мергельно-крейдяних відкладів розвинені у вигляді суцільного поля до північного сходу від Сіверського Дінця і на правобережжі в районі Луганська. [9]

1.4 Водний режим річки Сіверський Донець та її приток

З точки зору гідрологічного районування основну частину басейну займає гідрологічна зона недостатньої водності[10]. Гідрологічними постами, які мають найбільш тривалу довжину рядів спостережень за стоком є Зміїв, Ізюм та Лисичанськ (рис. 1.4). Замикальним постом на річці є Кружилівка

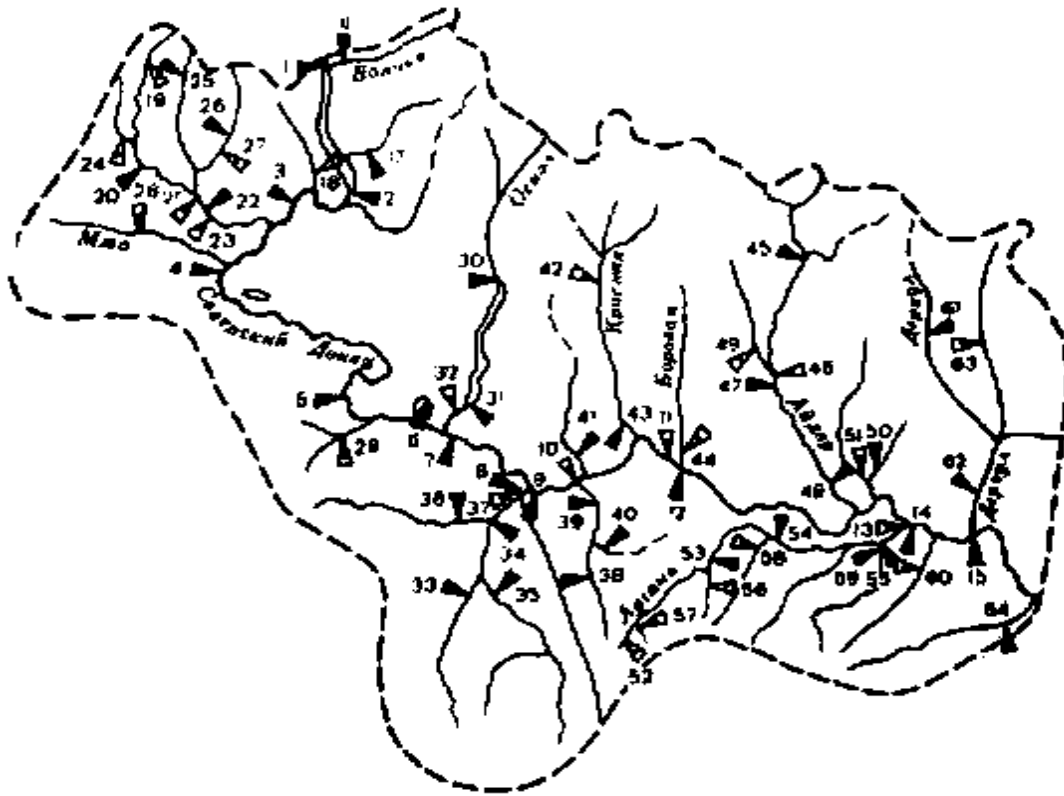


Рисунок 1.4 – Схема розташування гідрологічних постів басейну Сіверського Дінця

Середня багаторічна витрата води на посту Лисичанськ становить $104\text{м}^3/\text{рік}$ або $3,28\text{ км}^3$. Стік річки має значну мінливість, що характерно для зони недостатньої водності. Основне живлення річки відбувається за рахунок танення снігу [11].

Головна доля річного стоку проходить у період весняного водопілля. Пік водопілля припадає на березень та початок квітня.

Середня багаторічна витрата максимуму водопілля у створі Лисичанськ становить $1100\text{м}^3/\text{с}$. Мінімальні витрати спостерігаються у період зимової та літньо-осінньої межени.

У зиму межень стік менший через те, що річка живиться лише підземними водами. Сіверський Донець характеризується доволі значним стоком наносів внаслідок розчленованості рельєфу, великої розораності водозбору та малої лісистості. Водність річки зменшується у напрямі від верхів'я до гирла.[12]

1.5 Сучасні екологічні проблеми басейну річки Борової

В умовах соціального конфлікту та економічного 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 водоемів. 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 [13].

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 [14].

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 Кременського 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'язані 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, ґрунтові 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 [15].

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 [16].

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 [17].

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

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.

2 ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ГІДРОХІМІЧНОГО СКЛАДУ ВОД РІЧКИ БОРОВОЇ

Гідрологічний пост на річці Борова розташований у с. Воеводка Луганської області. Відбори гідрохімічних проб здійснювалися у пункті, що розташований у 2,5 км на північний захід від міста Северодонецьк 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 [18].

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 Северодонецьк та Лисичанськ не відповідає нормативам граничнодопустимих концентрацій (ГДК) для водойм рибогосподарського водокористування і санітарним нормам для водойм культурно-побутового водокористування.

2.1 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 [19].

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 ґрунтів 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 [20].

Жителі Северодонецького 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 Северодонецьк - великий промисловий центр, в ньому виробляється 22,18 % промислової продукції Луганської області. Провідні підприємства міста-ПрАТ "Северодонецьке об'єднання Азот", ТОВ " НВО "Северодонецький склопластик", СНВО "імпульс", ПрАТ "Северодонецький ОРГХІМ". Місто Северодонецьк входить до складу однієї з найбільших в Україні міських агломерацій – Рубіжансько-Лисичансько-Северодонецького промвузла, який займає 7% території Луганської області [21].

Територіальна близькість промислових міст Лисичанська, Северодонецька та Рубіжного чинить взаємний вплив на екологічну ситуацію в регіоні.

2.2 Аналіз хімічного складу води річки Борова у створі Северодонецьк

2.2.1 Відомості про вихідні дані щодо вивчення хімічного складу води

Оцінка якості води за гідрохімічними показниками велася створі р.Борова – м.Северодонецьк

Використано матеріали по хімічному складу за 1990-2015 рр. (число років – 25, кількість проб - 210). Кількість проб, що відбиралися, на протязі всього періоду спостережень відрізняється кількістю. Максимальна кількість проб води відбиралася у 1997 року (11 проб), (вона має наступний розподіл 2/1, 3/1, 4/1, 5/3, 6/1, 7/1, 9/1, 10/1, 11/1). Найменша кількість проб складала 7 (2003, 2005, 2007, 2008-2013, 2015 рр.).

Дані про відбори проб води на хімічний аналіз на посту р.Борова – м.Северодонецьк приведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Кількість відібраних на протязі року проб , створ р.
Борова, 1990-2015 рр.

Рік	Кількість проб	Місяць/кількість відібраних проб
1990	9	3/1,4/1,5/1,6/1,7/1,8/1,9/1,10/1,11/1
1991	9	3/1,4/1,5/1,6/1,7/1,8/1,9/1,10/1,11/1
1992	9	4/1, 5/1,6/1,7/1,8/1,9/1,10/1,11/1,12/1
1993	9	3/1,4/1,5/1,6/1,7/2,8/1,9/1,10/1
1994	10	3/1,4/1,5/1,6/1,7/1,8/2,9/1,10/1,11/1
1995	9	3/1,4/1,5/1,6/1,7/1,8/1,9/1,10/1,11/1
1996	8	5/2,6/1,7/1,8/19/1,10/1,11/1
1997	12	2/1, 3/1, 4/1, 5/3, 6/1, 7/1, 9/1, 10/1, 11/1
1998	12	2/1,3/1,4/,5/1,6/1,7/1,8/2,9/1,10/1,11/1,12/1
1999	8	3/1,4/1,5/1,6/1,8/1,9/1,10/1,11/1
2000	10	3/1,4/1,5/1,6/1,7/1,8/1,9/1,10/1,11/1,12/1
2001	9	3/1,4/1,6/1,7/3,9/1,10/1,11/1
2002	8	3/1,4/1,5/1,6/1,7/1,8/1,9/1,10/1
2003	7	4/1,5/1,6/1,7/1,8/1,9/1,10/1
2004	8	3/1,4/1,5/1,6/1,7/1,8/1,10/1,11/1
2005	7	3/1,4/1,5/1,6/1,7/1,8/1,9/1
2006	8	4/1,5/1,6/1,7/1,8/1,9/1,10/1
2007	7	3/1,4/1,5/1,6/1,7/1,8/1,9/1
2008	7	3/1,4/1,5/1,6/1,7/1,8/1,9/1
2009	7	3/1,4/1,5/1,6/1,7/1,8/1,9/1
2010	7	3/1,4/1,5/1,6/1,7/1,8/1,9/1
2011	7	4/1,5/1,6/1,7/1,8/1,9/1,10/1
2012	7	3/1,4/1,5/1,6/1,7/1,8/1,9/1
2013	7	3/1,4/1,5/1,6/1,7/1,8/1,9/1
2014	-	Данні відсутні у зв'язку з проведенням АТО
2015	7	4/1,5/1,6/1,7/1,8/1,9/1,10/1

2.3 Аналіз гідрохімічного режиму у створі .Борова – м.Северодонецьк

При дослідженні хімічного складу поверхневих вод важливе значення має вивчення просторового розподілу як окремих головних іонів, так і величини мінералізації, що визначають, в основі, придатність водних ресурсів для різних видів господарського використання. За умов високого рівня антропогенного навантаження на водні ресурси басейну річки найбільш напружена ситуація виникає у меженний період, при формуванні мінімального стоку.

Режим головних іонів та мінералізації води. *Азотні іони (NH_4^+) та (HNO_2).* Перевищення рівня азоту як амонійного, так і нітритного, в водоймі, веде до погіршення якості води, забруднення, загибелі живих організмів, а так само непридатності води для вживання людиною і тваринами. Скупчення білкового азоту схильне до аммоніфікації, і цей процес розкладає білки до амонійного стану. Стічні води очищають за допомогою цього джерела азоту, якщо в них є джерело вуглецевого живлення для клітин. Інтенсивне використання настає в періодах фази їх росту, а коли починається окислення, амонійний азот вивільняється у вигляді аміаку. Далі він окислюється до стану нітритів і потім нітратів, або ж повторно бере участь в уже новому синтезі. Для того щоб амонійний азот видалити з водойми, застосовується клиноптилоліт, тоді вода відновлює свої якості. Ставляться градирні в теплу пору року, а взимку їх замінюють іонообмінні установки, завдяки яким шкідливі речовини видаляються з стічних вод. Постійно проводяться аналізи, беруться проби на азот амонійний в воді, який з взятої проби відганяється, а потім в отриманому дистилаті визначається його кількість. [22]

Джерела забруднення. Найхарактерніші особливості виробничих стічних вод - нестабільний хімічний склад, необхідний період адаптації для розвитку мікрофлори, надлишок сполук органічного та мінерального походження азоту. Перед твором біологічної очистки на очисних спорудах

стічні води змішуються з побутовими та господарськими і таким чином усереднюються. *Азот амонійний* (формула NH_4^+) є обов'язковим компонентом стічних вод. Джерелами забруднення можуть бути стічні води самих різних галузей промисловості - від харчової та медичної до металургійної, коксохімічної, мікробіологічної, хімічної та нафтохімічної. Сюди ж можна віднести все господарсько-побутові стоки, гнойові, сільськогосподарські - з полів. В результаті розкладаються білкові речовини і сечовина, а нітрити та нітрати анаеробно відновлюються. [23]

Феноли. Є одними з найбільш поширених забруднювачів, що надходять у поверхневі води зі стоками підприємств нафтопереробної, сланцепереробної, лісохімічної, коксохімічної, анілінофарбної промисловості, в результаті лісосплаву, а також зі стоками гідролізної промисловості (переробка нехарчової рослинної сировини целюлозно-паперової і частково текстильної промисловості). Процес самоочищення водойм від фенолу протікає відносно повільно і його сліди можуть нестися перебігом річки на великі відстані, тому до скидання феноломістящих стоків застосовують потужне очищення. [24].

Перевищення природного фону по фенолу може служити вказівкою на забруднення водойм. У забруднених фенолами природних водах зміст їх може досягати десятків і навіть сотень мікрограмів в 1 літрі.

Скидання фенольних вод у водойми і водотоки різко погіршує їх загальний санітарний стан, впливаючи на живі організми не тільки своєю токсичністю, а й значною зміною режиму біогенних елементів і розчинених газів (кисню, вуглекислого газу). Фенольним з'єднанням називається речовина, що має в своїй молекулі ароматичне (бензольне) ядро, що містить одну, дві або більше гідроксильних груп. Найпростішим представником фенольних сполук є сам фенол.

Вода водойми набуває забарвлення, специфічний запах карболки, покривається флуоресціює плівкою, що заважає природному перебігу біологічних процесів у водоймі. У поверхневих водах феноли можуть

перебувати в розчиненому стані у вигляді фенолятов, фенолят-іонів і вільних фенолів.[25]

Феноли в водах можуть вступати в реакції конденсації і полімеризації, утворюючи складні гумусоподібні і інші досить стійкі з'єднання. В умовах природних водойм процеси адсорбції фенолів донними відкладеннями і суспензіями відіграють незначну роль. Скидання фенольних вод у водойми і водотоки різко погіршує їх загальний санітарний стан, впливаючи на живі організми не тільки своєю токсичністю, а й значною зміною режиму біогенних елементів і розчинених газів (кисню, вуглекислого газу).[26]

Біогенні речовини. До біогенних речовин у природних водах належать сполуки азоту, фосфору і силіцію. Азот і фосфор обов'язково входять до складу тканин будь-якого живого організму, без них не розвиваються водні рослини і тварини. Концентрації біогенних елементів цілком залежать від інтенсивності біохімічних і біологічних процесів у водоймах. Біологічні речовини мають велике значення для життєдіяльності рослинних та тваринних організмів. В свою чергу концентрація біогенних елементів та їх режим цілком чи окремо залежать від інтенсивності біологічних процесів, які відбуваються у водних об'єктах .[27]

Азот амонійний. У воді річки Борова в м. Северодонецьк виходячи з даних про річні спостереження середня концентрація азоту амонійного становить $0,36 \text{ мгN/дм}^3$, змінюючись у межах від $0,15 \text{ мгN/дм}^3$ до $0,92 \text{ мгN/дм}^3$.

Азот нітритний (N-NO₂⁻). У воді річки Борова в м. Северодонецьк виходячи з даних про річні спостереження середня концентрація азоту нітритного становить $0,03 \text{ мгN/дм}^3$ змінюючись у межах від $0,01 \text{ мгN/дм}^3$ до $0,05 \text{ мгN/дм}^3$.

Феноли. У воді річки Борова в м. Северодонецьк середня концентрація фенолів становить $0,0008 \text{ мгP/дм}^3$, змінюючись у межах від 0 мгP/дм^3 до $0,003 \text{ мгP/дм}^3$.

БСК₅. Біохімічне споживання кисню (*БСК₅*) - це кількість кисню в міліграмах, потрібна для окиснення органічних речовин, що містяться в 1 л води, аеробними бактеріями до CO_2 і H_2O впродовж 5 діб без доступу повітря і світла.

БСК₅ - важливий екологічний показник стану природних водойм. За високого вмісту органічних речовин у воді швидко розмножуються аеробні бактерії, для життєдіяльності яких необхідний кисень. Це може зумовити зниження вмісту розчиненого кисню, створити гіпоксичні умови і загибель окремих видів гідробіонтів. *БСК₅* не включає витрат на нітрифікацію.[28]

У воді річки Борова в м. Северодонецьк виходячи з даних про річні спостереження середня концентрація *БСК₅* становить 3,48 мг/дм³, змінюючись у межах від 2,66 мг/дм³ до 4,61 мг/дм³.

Нафтопродукти.. Основні похідні нафти - бензини; проміжні дистиляти: дизельне паливо; гас; газотурбінне паливо. газойль; котельне паливо (мазути); гудрон; нафтові масла. Вони являють собою суміші газоподібних, рідких та твердих вуглеводнів. Щодо джерел, завдяки яким ці забруднюючі речовини потрапляють в навколишнє природне середовище, так морське транспортування нафти за допомогою танкерів і підводних трубопроводів забруднює морське середовище приблизно на 20 відсотків від загального нафтового забруднення з усіх джерел. Втрати нафти і нафтопродуктів, які відбуваються в результаті аварій на берегових нафтових терміналах і в процесі перекачування нафтопродуктів за допомогою підводних трубопроводів, складають 5 і 10 відсотків відповідно.37 відсотків таких забруднень потрапляє у водне середовище без аварій. Це пов'язано з екологічним недосконалістю існуючих технологій нафтопереробки, в результаті чого забруднюючі продукти потрапляють в навколишнє середовище через побутові та промислові стоки. Частка забруднень, що відбуваються в процесі буріння і подальшої експлуатації морських свердловин, становить менше 0.2 відсотка. Шляхом атмосферного переносу в найбільші водойми Землі (річки, моря і океани) потрапляє приблизно 5

відсотків всіх нафтових забруднень. Найвпливовіші джерела забруднення в процесі діяльності з розвідки і подальшої видобутку вуглеводневої сировини: аварійні викиди розчинів (тампонажних і бурових); аварійні викиди самого сировини, що видобувається; несанкціоновані скиди пластових вод і шламів; випадкові витоку невеликої масштабу.[29]

У воді річки Борова в м. Северодонецьк виходячи з даних про річні спостереження середня концентрація Zn^{2+} становить 24,86 мкг/дм³, змінюючись у межах від 5 мкг/дм³ до 39,86 мкг/дм³.

Мікроелементи. Мікроелементи - це хімічні елементи, присутні в організмах в низьких концентраціях (зазвичай тисячні частки відсотка і нижче). Дія мікроелементів, що входять до складу зазначених з'єднань або впливають на їх функції, проявляється головним чином в зміні активності процесів обміну речовин в організмах. Деякі мікроелементи впливають на зростання (Mn, Zn, I - у тварин; B, Mn, Zn, Cu - у рослин), розмноження (Mn, Zn - у тварин; Mn, Cu, Mo - у рослин), кровотворення (Fe, Cu, Co), на процеси тканинного дихання (Cu, Zn), внутрішньоклітинного обміну і т. д.[30]

Організм людини і тварин отримує мікроелементи в основному з продуктів харчування і води. Це найбільша група хімічного складу природних вод до якої входять: типові катіони (Li^+ , Rb^+ , Cs^+ , Be^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+} , та ін.); іони важких металів (Cu^{2+} , Ag^+ , Au^+ , Pb^{2+} , Fe^{2+} , Ni^{2+} , Co^{2+} та ін.); атмосферні комплексоутворювачі (Cr, Mn, Mo, V); типові аніони (Br^- , I^- , F^- , B^{3-}).

Мікроелементи входять до складу низки сполук, які мають специфічні функції: ферментів, вітамінів, гормонів. Мікроелементи накопичуються вибірково в різних органах - цинк - переважно в статевих залозах, гіпофізі, підшлунковій залозі; йод - у щитовидній залозі; мідь - в печінці і кістковому мозку; кадмій і молібден - в нирках; літій - в легких; стронцій - в кістках; хром, марганець - в гіпофізі. Концентрація мікроелементів в крові і тканинах організму мінлива, вона змінюється в залежності від захворювання, віку та інших фізіологічних станів, а також від часу доби і року.

За високих концентрацій у воді, які перевищують встановлені санітарно-гігієнічні нормативи, мікроелементи можуть бути дуже токсичними для організму людини .[31]

Мідь (Cu^{2+}) є порівняно малопоширеним елементом, а дефіцит міді в організмі людини визиває анемію. Більша кількість міді (близько 80%) присутня в земній корі у вигляді сполук із сіркою, близько 15% перебуває у вигляді кисневих сполук (карбонати, оксиди, силікати). [32]

У воді річки Борова в м. Северодонецьк виходячи з даних про річні спостереження середня концентрація становить $6,13 \text{ мкг/дм}^3$,змінюючись у межах від $0,73 \text{ мкг/дм}^3$ до $40,14 \text{ мкг/дм}^3$.

Залізо у поверхневих водах міститься в кількостях, що становлять десяти частки міліграма в 1 дм^3 , поблизу боліт – одиниці міліграма. Підвищений вміст заліза (понад 1 мг/дм^3) погіршує якість води і можливість її використання для питних і технічних цілей. Дефіцит мікроелемента - заліза - викликає порушення утворення еритроцитів; порушення росту; втома протягом всього дня і часті нічні пробудження; збільшення ризику інфекційних захворювань; анемію, неприродну блідість шкіри; загальне погіршення самопочуття; ламкість волосся і нігтів; часті головні болі; дратівливість; поверхнєве і прискорене дихання; шлунково-кишкові захворювання; запори і тріщини в куточках рота.[33]

У воді річки Борова в м. Северодонецьк виходячи з даних про річні спостереження середня концентрація становить $0,22 \text{ мкг/дм}^3$,змінюючись у межах від $0,04 \text{ мкг/дм}^3$ до $0,55 \text{ мкг/дм}^3$.

Цинк (Zn^{2+}). Цинк разом з кадмієм та ртуттю, за сучасною номенклатурою ІУРАС утворюють 12 групу періодичної таблиці і за своїми хімічними властивостями близький до магнію в тому сенсі, що має ступінь окиснення +2. Цинк 24-ий за поширеністю хімічний елемент у земній корі. Найчастіше він зустрічається у вигляді сульфїду, його основна порода —

сфалерит (цинкова обманка). Зустрічається у невеликій кількості у всіх породах вулканічного походження. Майже всі сполуки цинку добре розчинні у воді. Внаслідок цього, на відміну від міді і свинцю, цинк більш поширений у водах. Надходять у природні води у результаті процесів руйнування та розщеплення гірських порід та мінералів, а також зі стічними водами рудозбагачувальних фабрик та гальванічних цехів, виготовлення мінеральних фарб та ін.

Цинк належить до активних мікроелементів, які впливають на ріст та розвиток рослинних організмів. Крім того він в організмі він також зменшує токсичність кадмію та міді. В той же час концентрації цинку, які перевищують ГДК, негативно впливають на організми. Міграційна здатність цинку вища ніж у міді і свинцю. У водах гумідної зони домінують розчинені форми цинку, серед яких високий процент не закомплексованих іонів двовалентного цинку (Zn^{2+}). [34]

У воді річки Борова в м. Северодонецьк виходячи з даних про річні спостереження середня концентрація Zn^{2+} становить 24,86 мкг/дм³, змінюючись у межах від 5,00 мкг/дм³ до 139,86 мкг/дм³.

3 АНАЛІЗ ЯКОСТІ ВОДИ РІЧКИ БОРОВА

Якість води - це сукупність нормованих хімічних і біологічних характеристик, а також фізичних властивостей, що визначають придатність води для даного виду використання. З екологічної точки зору, якість поверхневих вод визначається сукупністю гідрохімічних, бактеріологічних, гідробіологічних характеристик та фізичних властивостей, значення яких знаходиться в толерантних величинах, що створюють можливість розвитку і функціонування річкової чи озерної екосистеми.

Річки і водойми вважаються забрудненими, якщо показники складу та властивостей води в них змінилися під прямим або непрямим впливом виробничої діяльності і господарсько-побутового використання населенням і частково або повністю непридатні для одного із видів водокористування або водоспоживання [35].

Критерієм забрудненості води є погіршення її якості внаслідок зміни органолептичних властивостей і появи речовин, шкідливих для людей, тварин, птахів, риб, в залежності від виду водокористування або водоспоживання, а також підвищення температури води, яка змінює умови для нормальної життєдіяльності водних організмів.

Критерії якості води як природного ресурсу не можуть бути єдиними. Усе залежить від використання: господарсько-питного водопостачання, промисловості, рибного господарства тощо. Тому вимоги можуть бути екологічними, гігієнічними, естетичними тощо.

Критерії якості поверхневих вод, за якими судять про рівень забруднення водних об'єктів, розподіляються на три групи: *фізичні* (запах, смак, колір, температура, забарвленість, завислі речовини, прозорість, каламутність, нафтові плівки тощо); *хімічні* (мінеральні й органічні речовини, розчинені гази та забруднюючі речовини, не характерні для даного водного об'єкту або такі, що перевищують регламентовані норми); *гідробіологічні*

(фітопланктон та зоопланктон, зообентос, перифітон, вищі водні рослини, індекс сапробності, інтенсивність дихання та фотосинтез).

Традиційно критерії якості води водних об'єктів розглядаються у двох видах:

1. Відношення фактичних концентрацій шкідливих речовин у водоймах і річках до їх (ГДК) не повинні перевищувати одиниці:

$$\frac{C_i}{ГДК_i} \leq 1 \quad (3.1)$$

де C_i — фактична концентрація i -го інгредієнту у воді, мг/дм³; ГДК _{i} — гранично допустима концентрація i -го інгредієнту у воді, мг/дм³.

2. При наявності у водному об'єкті декількох речовин, які мають комбіновану дію, сума показників перевищення ГДК для них також не повинна перевищувати одиницю:

$$\sum_i^n \frac{C_i}{ГДК_i} \leq 1 \quad (3.2)$$

де n — кількість шкідливих речовин, які мають комбіновану дію.

Подібні оцінки якості поверхневих вод не завжди надійні і можливі з екологічної точки зору. Тому в практиці оцінки якості води часто базуються на вибраних репрезентативних показниках, зміст і значення яких відповідає цілям використання поверхневих вод.

Усі хімічні речовини, які виявляють шкідливий вплив на здоров'я людини, санітарний стан і рибну продуктивність водних об'єктів, розподіляють на групи за так званим лімітуючим показником шкідливості. За гігієнічним нормуванням якості води виділяють три основні групи забруднюючих речовин: *санітарно токсикологічні*, які виявляють прямий вплив на здоров'я населення (токсикологічні речовини, збудники захворювань, пестициди тощо); *загально-санітарні*, які впливають на

загальний санітарний режим водних об'єктів (легкоокислюючі органічні речовини, активний хлор); *органолептичні*, які сприймаються безпосередньо органами чуття людини і додають воді смак, запах, колір (залізо, марганець, нафта, фенол). При рибогосподарському нормуванні додатково виділяють ще дві групи речовин: *токсикологічної* та *рибогосподарської* дії [36].

3.1 Методика комплексної оцінки якості води за допомогою стандартного та модифікованого індексу забрудненості води (ІЗВ)

Проблема комплексного оцінювання якості води на сучасному етапі має важливе і першочергове значення. Ця проблема займає центральне місце у водоохоронній діяльності.

На теперішній час в Україні та в інших країнах світу розроблена досить велика кількість критеріїв комплексної оцінки якості поверхневих прісних вод. Одні класифікації відносяться до бактеріальних та фізико-хімічних, в основу інших покладена гідробіологічна оцінка забрудненості вод .

Оцінка якості води за хімічними показниками вважається досить трудомістким завданням, оскільки воно базується на порівнянні середніх концентрацій, які спостерігаються в пунктах контролю якості вод, з встановленими нормами (ГДК) для кожного інгредієнту. Більшість із запропонованих на даний час комплексних показників отримано шляхом об'єднання та узагальнення численних часткових показників у один інтегруючий, якій дозволяє характеризувати різні становища водних об'єктів. Звернемо увагу на характеристики найбільш відомих комплексних показників даного напрямку.

Методика ІЗВ є однією з найпростіших методик комплексної оцінки якості води. Розрахунок «класичного ІЗВ» [36] проводиться за рибогосподарськими нормативами за шістьма гідрохімічними показниками (азот амонійний, азот нітритний, нафтопродукти, феноли, розчинений кисень, БСК₅).

Модифікований ІЗВ [36] розраховується теж за шістьма показниками: БСК₅ і О₂ є обов'язковими, а інші чотири показника беруть за найбільшим відношенням до ГДК зі списку: SO₄²⁻, Cl⁻, ХСК, NH₄⁺, NO₂⁻, NO₃⁻, PO₄³⁻, Fe загальний, Mn²⁺, Cu²⁺, Zn²⁺, Cr⁶⁺, Ni²⁺, Al³⁺, Pb²⁺, Hg²⁺, As³⁺, НП, СПАР.

$$ІЗВ = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ГДК_i}, \quad (3.3)$$

де C_i і $ГДК_i$ – відповідно, фактична концентрація і значення ГДК нормованих компонентів; n – число показників, що використовуються для розрахунку ІЗВ.

Встановлюється вимога, що для розчиненого кисню потрібно ділити його ГДК на концентрацію. Також варто врахувати, що ГДК для розчиненого кисню і показника БСК₅ є несталими (табл. 3.1, 3.2).

За величинами розрахованих ІЗВ виконується оцінка якості води. При цьому виділяють сім класів якості води (табл. 3.3).

Таблиця 3.1 – Нормативний вміст БСК₅

БСК (мгО ₂ /дм ³)	Норматив
≤ 3	3
3-15	2
≥ 15	1

Таблиця 3.2 – Нормативний вміст розчиненого кисню

Розчинений кисню (мгО ₂ /дм ³)	ГДК, мг/дм ³
≥ 6	6
5-6	12

Продовження таблиці 3.2

4-5	20
3-4	30
2-3	40
1-2	50
0-1	60

Таблиця 3.3 – Класи якості води за показником ІЗВ

Значення ІЗВ	Класи якості води	Рівень забруднення води
$\leq 0,2$	I	«дуже чиста»
0,21-1,09	II	«чиста»
1,1-2,09	III	«помірно забруднена»
2,1 – 4,09	IV	«забруднена»
4,1 – 6,09	V	«брудна»
6,1 – 9,99	VI	«дуже брудна»
$>10,0$	VII	«надзвичайно брудна»

Перший клас – води, на які найменше впливає антропогенне навантаження. Величини їх гідрохімічних та гідробіологічних показників близькі до природних значень для даного регіону.

Другий клас – води з певними змінами щодо природного стану, однак зміни поки що не порушили екологічної рівноваги.

Третій клас – води зі значним антропогенним впливом, рівень якого близький до межі стійкості екосистем.

Води вищих класів – це води з порушеними екологічними параметрами, їх екологічний стан оцінюється як екологічний регрес.

Оцінка якості води по методу ІЗВ базується на порівнянні концентрації певних іонів з встановленими їх ГДК. Отримані таким чином індекси якості дозволяють віднести воду до певного класу якості, що потім дає змогу

прослідкувати тенденції зміни якості води в часі. Вказаний метод дає попередні результати і не визнається за нормативну методику комплексної оцінки якості води, проте, широко використовується в оперативній практиці установ Агентства водних ресурсів і Державної Гідрометслужби України.

3.2 Аналіз оцінки якості води річки Борова за індексом забрудненості води (ІЗВ) для господарсько-питного та рибогосподарського водовикористання за стандартною та модифікованою методикою

Для задоволення питних і побутових потреб населення, та рибного господарства використовується вода з прісних водойм, саме тому велику роль грає якість води, що повинна відповідати високим вимогам для нормального функціонування людей, тварин та взагалі всього навколишнього середовища.

Вода, що потребується населенням має належним чином повністю відповідати критеріям, що потрібні для якісного впливу на здоров'я людини, а саме наявності у воді гранично допустимих концентрацій деяких показників.

Для оцінки можливостей використання води з водних об'єктів для потреб населення та галузей економіки встановлені нормативи екологічної безпеки водокористування, а саме – гранично допустима концентрація речовин у воді водних об'єктах (ГДК).

Уперше ГДК для питної води було запроваджено у 1939 р. До 1991 р. кількість норм ГДК для водяних об'єктів господарсько-питного і культурно-побутового призначення досягла 1925 пунктів. [37]

Щоб виявити чи придатна вода, за нормами ГДК по «Санітарними правилами і нормами охорони поверхневих вод від забруднення» [38] для питних і побутових потреб населення, та рибного господарства, у створі річки Борова, був розрахований індекс забрудненості води (ІЗВ) за двома методиками, стандартною та модифікованою.

Значення гранично допустимих концентрацій (ГДК) гідрохімічних показників, які використовувалися для розрахунку за стандартною методикою наведені в табл. 3.1

Таблиця 3.1 - Значення нормативів ГДК для гідрохімічних показників

Показник	ГДК, мг/л	
	(господарсько-питні)	(рибогосподарські)
Азот амонійний (NH ₄)	2	0,39
Азот нітритний (NO ₂)	1,003	0,02
Нафтопродукти	0,3	0,05
Феноли	0,001	0,001
Біохімічне споживання кисню (БСК ₅)	3	2,25
Розчинений кисень (O ₂),	4	6,0

Проби необхідних для розрахунку показників були відібрані в створі річки Борова. Вихідні дані представлені в Додатку А, табл. А.1.

Для господарсько-питного та рибогосподарського водовикористання розрахунок значень ІЗВ проводився окремо.

З аналізу індексів забрудненості води, осереднених за кожен рік, можна зробити висновок, що якість води р. Борова для господарсько-питних цілей характеризується II класом якості – чиста (ІЗВ знаходиться у межах 0,30-0,96) та III класом якості - помірно забруднена (ІЗВ – 1,20) (табл. 3.2, рис. 3.1). До другого класу якості відносяться води з певними змінами щодо природного стану, однак зміни поки що не порушили екологічної рівноваги.

Третій клас якості, це води зі значним антропогенним впливом, рівень якого близький до межі стійкості екосистем.

З аналізу якості води для господарсько-питного призначення (табл. 3.2, рис. 3.1) відзначається, що у 1990-1992 рр., 1994-2013 рр. та 2015р, води річки Борова відносяться до чистих (II клас якості); у 1993 році води річки Борова були віднесені до помірно забруднених (III клас якості). Річка була забруднена саме за рахунок антропогенної дії.

Що до індексу забруднення води для рибогосподарських потреб (табл. 3.2, рис. 3.2), то з його аналізу можна побачити, що якість води р. Борова характеризується II, III та IV класами якості – чисті, помірно брудні та забруднені води (ІЗВ знаходиться у межах 0,62 –2,25). З аналізу якості води для рибного господарського призначення відзначається, що у 1990 – 1992 рр. та 1994-2001 рр. води річки Борова відносяться до помірно забруднених (III клас якості); у 1993 р. до забруднених (IV клас якості); у 2002-2013 рр. та 2015 р. до чистих (II клас якості води). Цей результат свідчить про те, що стан річки часом погіршувався, для розведення там риби, це було спричинено антропогенною дією, але потім стан вод річки почав поліпшуватись.

Таблиця 3.2 – Розрахунок індексу забруднення води за стандартною методикою, створ р. Борова – м. Северодонецьк, 1990-2015 рр.

Рік	Господарсько-питні			Рибогосподарські		
	ІЗВ	Клас якості	Рівень забрудненості води	ІЗВ	Клас якості	Рівень забрудненості води
1990	0,96	II	чисті	1,63	помірно забруднені	III
1991	0,72	II	чисті	1,33	помірно забруднені	III

Продовження таблиці 3.2

1992	0,74	II	чисті	1,41	помірно забруднені	III
1993	1,20	III	помірно забруднені	2,25	забруднені	IV
1994	0,72	II	чисті	1,47	помірно забруднені	III
1995	0,69	II	чисті	1,40	помірно забруднені	III
1996	0,71	II	чисті	1,51	помірно забруднені	III
1997	0,67	II	чисті	1,45	помірно забруднені	III
1998	0,77	II	чисті	1,75	помірно забруднені	III
1999	0,72	II	чисті	1,67	помірно забруднені	III
2000	0,55	II	чисті	1,24	помірно забруднені	III
2001	0,91	II	чисті	1,39	помірно забруднені	III
2002	0,53	II	чисті	0,95	чисті	II
2003	0,40	II	чисті	0,90	чисті	II
2004	0,38	II	чисті	0,87	чисті	II
2005	0,41	II	чисті	0,98	чисті	II
2006	0,45	II	чисті	0,99	чисті	II
2007	0,30	II	чисті	0,67	чисті	II

Продовження таблиці 3.2

2008	0,32	II	чисті	0,70	чисті	II
2009	0,30	II	чисті	0,68	чисті	II
2010	0,31	II	чисті	0,63	чисті	II
2011	0,31	II	чисті	0,68	чисті	II
2012	0,31	II	чисті	0,62	чисті	II
2013	0,32	II	чисті	0,73	чисті	II
2014	-			-		-
2015	0,33	II	чисті	0,72	чисті	II



Рис. 3.1 Значення ІЗВ, розраховані для господарсько-питних призначень розрахований за стандартною методикою, р. Борова – м. Северодонецьк , 1990-2015 рр.4

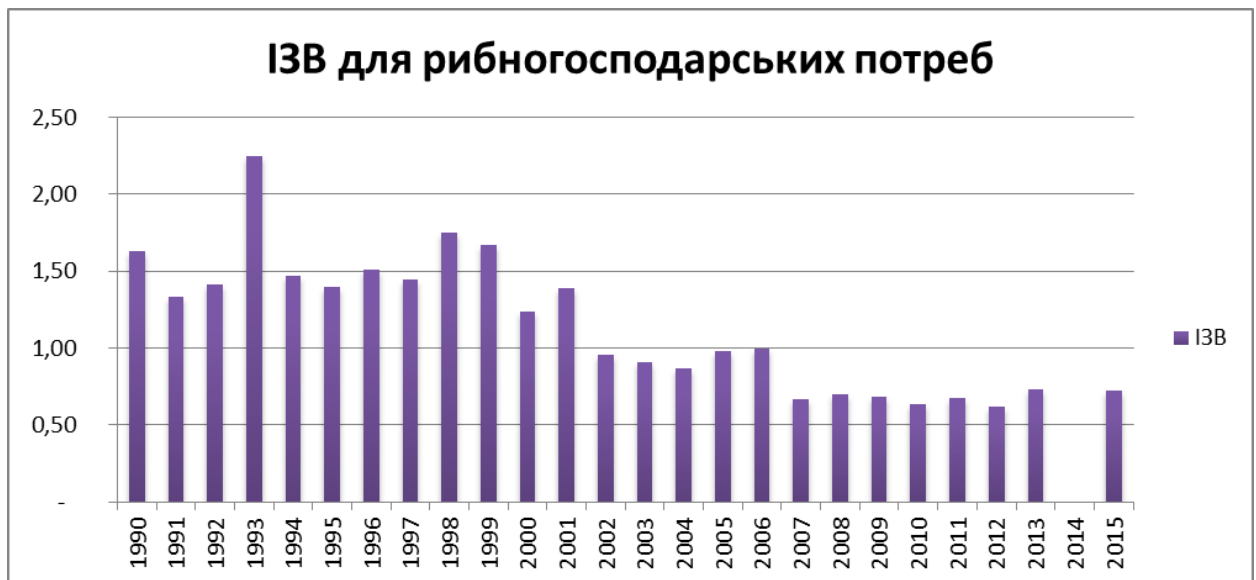


Рис. 3.2 Значення ІЗВ, розраховані для рибногосподарських призначень розрахований за стандартною методикою, р. Борова – м. Северодонецьк , 1990-2015 рр.

Наступним етапом робота був розрахунок та аналіз модифікованого ІЗВ. Значення гранично допустимих концентрацій (ГДК) гідрохімічних показників, які використовувалися для розрахунку наведені в табл. 3.2.

Таблиця 3.3 - Значення нормативів ГДК для гідрохімічних показників

Показник	ГДК, мг/л	
	(господарсько-питні)	(рибногосподарські)
Залізо (Fe)	0,3	0,05
Мідь (Cu)	0,1	0,005
Цинк (Zn)	1,0	0,01
Хром 6 (CrO ₃)	0,05	0,001
Біохімічне споживання кисню (БСК ₅)	3,0	2,25
Розчинений кисень (O ₂),	4,0	6,0

Проби необхідних для розрахунку показників були відібрані в створі річки Борова, а саме таких показників, як - біохімічне споживання кисню

(БСК5), розчинений кисень (O₂), Залізо (Fe), Мідь (Cu), Цинк (Zn), Хром 6+, (CrO₃). Вихідні дані представлені в Додатку А, табл. А.1 Для господарсько-питного та рибогосподарського водовикористання розрахунок значень ІЗВ проводився окремо.

Аналіз індексів забрудненості води показав, що якість води р. Борова для господарсько-питних цілей характеризується II класом якості – чиста (ІЗВ знаходиться у межах 0,57-0,93) (табл. 3.4, рис. 3.3). До другого класу якості відносяться води з певними змінами щодо природного стану, однак зміни поки що не порушили екологічної рівноваги.

При аналізі якості води для рибогосподарського призначення (табл. 3.4, рис. 3.4) було відзначено, що у 1990-1991 рр., 1997 р., 1998 р., води річки Борова відносяться до брудних (V клас якості); у 1992-1996 рр., 1999-2001 рр., 2003-2010 рр, 2013 р., 2015 р. води річки Борова були віднесені до забруднених (IV клас якості – води з порушеними екологічними параметрами, їх екологічний стан оцінюється як екологічний регрес), у 2002 р., 2011-2012 рр., 2015 р. – до помірно забруднених (III клас якості – води зі значним антропогенним впливом, рівень якого близький до межі стійкості екосистем). Річка була забруднена саме за рахунок антропогенної дії.

Таблиця 3.4 – Розрахунок індексу забруднення води за модифікованою методикою, створ р. Борова – м. Северодонецьк, 1990-2015 рр.

Рік	Господарсько-питні			Рибогосподарські		
	ІЗВ	Клас якості	Рівень забрудненості води	ІЗВ	Клас якості	Рівень забрудненості води
1990	0,87	II	Чисті	4,14	Брудні	V
1991	0,69	II	Чисті	4,90	Брудні	V
1992	0,93	II	Чисті	2,38	Забруднені	IV

Продовження таблиці 3.4

1993	0,75	II	Чисті	3,61	Забруднені	IV
1994	0,75	II	Чисті	3,06	Забруднені	IV
1995	0,74	II	Чисті	3,04	Забруднені	IV
1996	0,78	II	Чисті	2,80	Забруднені	IV
1997	0,84	II	Чисті	4,95	Брудні	V
1998	0,78	II	Чисті	4,49	Брудні	V
1999	0,74	II	Чисті	3,83	Забруднені	IV
2000	0,80	II	Чисті	3,35	Забруднені	IV
2001	0,57	II	Чисті	3,66	Забруднені	IV
2002	0,63	II	Чисті	1,89	Помірно забруднені	III
2003	0,64	II	Чисті	2,55	Забруднені	IV
2004	0,67	II	Чисті	2,98	Забруднені	IV
2005	0,60	II	Чисті	2,72	Забруднені	IV
2006	0,65	II	Чисті	2,33	Забруднені	IV
2007	0,65	II	Чисті	2,55	Забруднені	IV
2008	0,60	II	Чисті	2,40	Забруднені	IV
2009	0,63	II	Чисті	2,33	Забруднені	IV
2010	0,59	II	Чисті	2,28	Забруднені	IV
2011	0,58	II	Чисті	1,88	Помірно забруднені	III
2012	0,64	II	Чисті	1,94	Помірно забруднені	III
2013	0,65	II	Чисті	2,08	Забруднені	IV
2014						
2015	0,57	II	Чисті	1,64	Помірно забруднені	III

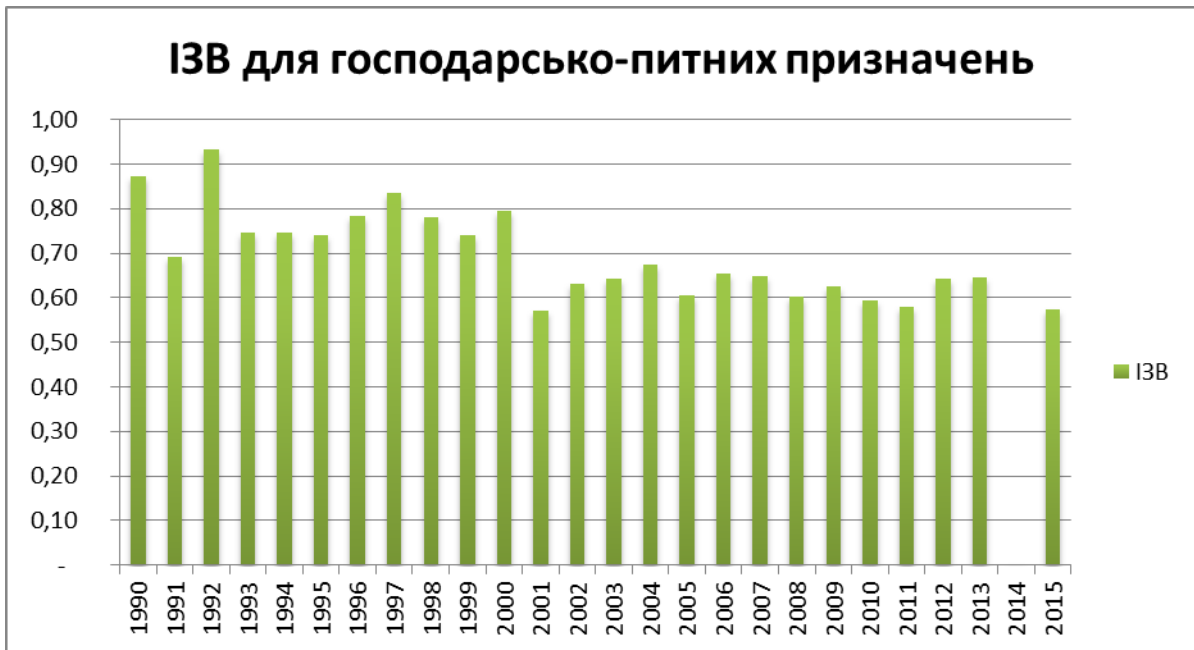


Рисунок 3.3 – Значення ІЗВ, розраховані для господарсько-питних призначень, р. Борова – м. Северодонецьк , 1990-2015 рр.

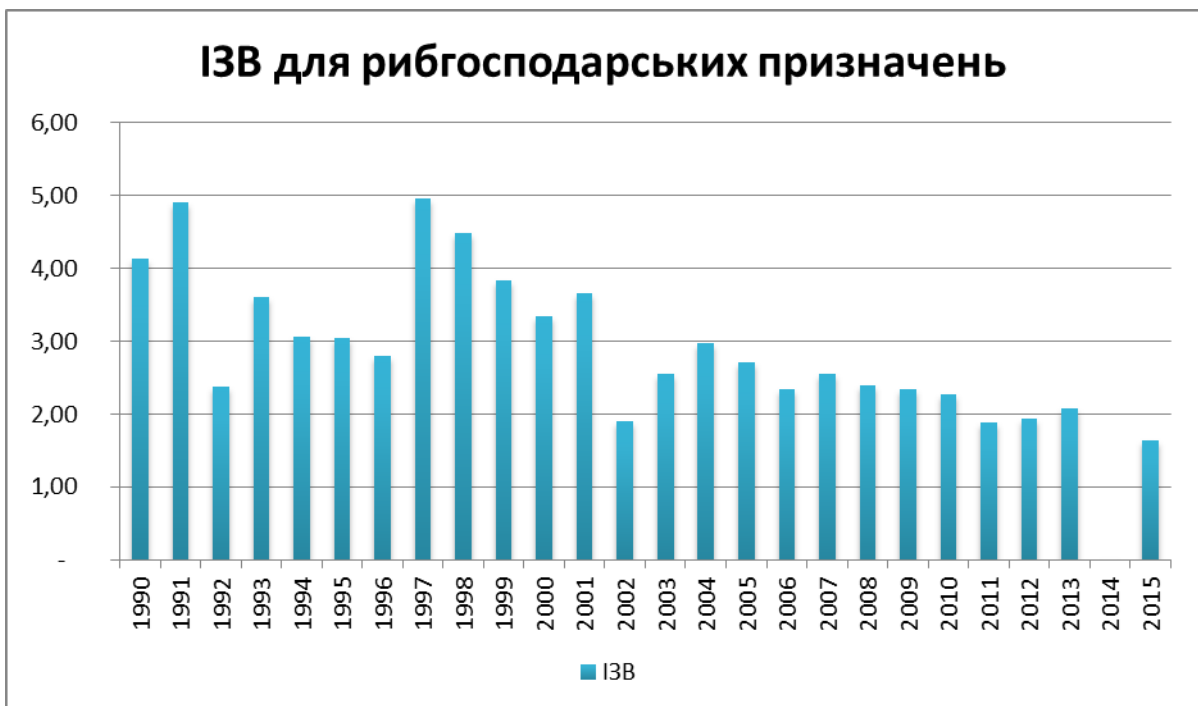


Рисунок 3.4 – Значення ІЗВ, розраховані для рибгосподарських призначень р. Борова – м. Северодонецьк , 1990-2015 рр

Аналіз якості вод інших річок басейну Сіверського Дінця за іншими методиками наведені в роботах [39, 40].

ВИСНОВКИ

Сучасний стан водних об'єктів України у своїй більшості є незадовільним та потребує проведення закладів по очищенню, збереженню та відновленню 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.Северодонецьк за методикою індексу забруднення води.

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 важкими 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).

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

4) Аналіз якості води для господарського-питних цілей за стандартним та модифікованим ІЗВ на р. Борова- м.Северодонецьк майже у 100% випадків показав II клас якості вод – «чисті».

5) Оцінка якості води для рибогосподарських призначень, в яких вимоги до якості води більш жорсткі, показала наступну ситуацію: у 68% років клас якості вод був IV - характеристика «забруднені води», у 16% - V клас якості, характеристика «брудні води», та у 16% - III, характеристика «помірно забруднені». Максимальні величини ІЗВ=4,9 та ІЗВ=4,95 характерні для 1991 р. та 1998 р.

Існує загальна тенденція до зниження концентрації забруднюючих речовин, що можна пояснити припиненням дії промислових підприємств через економічну кризу в країні.

З точки зору господарсько-питних призначень рівень антропогенного навантаження на річку Борова призводить до змін в екосистемі, проте, ці зміни не порушують екологічної рівноваги з огляду на якість води.

З точки зору розведення риби, якість річки не дає можливості нормального функціонування рибного господарства.

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

- застосування методів прояснення води, знебарвлення та знезараження рідким хлором, хлорним вапном, озоном;
- на промислових підприємствах необхідно впроваджувати сучасні методи очищення стічних вод, безстічні системи водокористування, безводні та безвідходні технологічні процеси;
- необхідно ввести суворі штрафні санкції щодо промислових підприємств, які порушують міжнародні та державні екологічні норми та правила по охороні природних вод;

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Глущенко К.Л., Куза А.М. Оцінка якості води річки Борова – м. Северодонецьк на основі методики індексу забруднення води стандартного / Збірник тез за матеріалами студентської наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ (06-10 травня 2019р.). Одеса, ТЕС. – 2019р. – С. 119-121
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. Справочник по климату СССР. Украинская ССР. – Л.: Гидрометеоиздат, 1969. – Вып.10, ч. 4. – 696 с.
5. Коротун І.М. Природні умови та ресурси України: Навч. посібник / І.М. Коротун, Л.К. Коротун, С.І.Коротун. – Рівне: 2000. – 192 с.
6. Вишневський В. І. Річки і водойми України. Стан і використання / В. І. Вишневський. – К. : Віпол, 2015. – 376 с.
7. Маринич О.М. Фізична географія Української РСР / О.М. Маринич, А.І. Ланько, М.І. Щербань, П.Г. Шищенко.– Київ: Вища школа, 1982. – 208 с.
8. [Електронний ресурс]<http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/5134>
9. Лобода Н.С., Отченаш Н.Д. Гідроекологія підземних вод: конспект лекцій. – Одеса, ТЕС. 217 с.
10. Електронний атлас України. – Інститут географії НАН України, Інтелектуальні Системи ГЕО. – 1999-2000.
11. Вишневський В. І., Косовець О. О. Гідрологічні характеристики річок України. Київ : Ніка-Центр, 2003. 324 с.

12. Справочник по водным ресурсам / Под ред. Б.И. Стрельца. – К.: Урожай, 1987. – 304 с.
13. Гандзюра В. П. Продуктивність біосистем за токсичного забруднення середовища важкими металами / В. П. Гандзюра. — К. : ВГЛ «Обрії», 2002. — 248 с.
14. Сухарев С. М. Основи екології та охорони довкілля : навч. посіб. / С. М. Сухарев, С. Ю. Чун-дак, О. Ю. Сухарева. — К., 2006. — 394 с.
15. Використання шахтних вод для господарсько-питного водопостачання: Методичні вказівки. – К., 2015. – 31 с.
16. 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.
17. Хільчевський В. К. Загальна гідрохімія / В. К. Хільчевський, В. І. Пелешенко. – К. : Либідь, 1997. – 384с.
18. Гідролого-екологічний тлумачний словник / за ред. проф. А.В. Яцика. - К.: Урожай, 1995. - 155 с.
19. Боровський А.Л. Екологія поверхневих вод: У 2 кн.: Підручник / А.Л. Боровський. - Рівне, 2015. - 319 с.
20. Реймерс Н.Ф. Природопользование: Словарь-справочник /Н.Ф. Реймерс. - М.: Мысль, 1990. - 637 с.
21. 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 .
22. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://infoindustria.com.ua/strasti-po-azotu-ammoniy-ili-nitrat/>
23. [Електронний ресурс]. Матеріали сайту
Режим доступу: <https://infoindustria.com.ua/strasti-po-azotu-ammoniy-ili-nitrat/>

24. [Электронный ресурс]. Материалы сайта «Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центральная научно – производственная ветеринарная радиологическая лаборатория».
- Режим доступа: <http://www.fgu-radiovetlab.ru/sobytiya-i-novosti/pishchevaya-bezopasnost/item/2173-prevyshenie-fenolov-v-vode.html>
25. Рудзитис Г.Є., Фельдман Ф.Г. Хімія. Органічна хімія. 7-е изд. - М.: Просвещение, 2000. - 160 с.
26. Голіцин А.Н., Щербакова Г.С. Методичний посібник. моніторинг забруднення навколишнього природного середовища; Видатництво Онікс, 2007. — 336 с.
27. Ревель П., Ревель Ч. Среда нашего обитания. В четырех книгах (перевод с англ.). М., Мир, 1995. 196 с.
28. [Электронный ресурс]. Материалы сайта. «Портал магистров»
- Режим доступа: <http://masters.donntu.org/2006/feht/fomina/library/article8.htm>
29. [Электронный ресурс]. Материалы сайта. «Портал о нефти»
- Режим доступа: <https://neftok.ru/raznoe/zagryaznenie-okruzhayushhej-sredy-neftyu-i-nefteproduktami.html>
30. Авцын А.П., Жаворонков А.А. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология. М.: 1991. 287 с.
31. Войнар А. О., Биологическая роль микроэлементов в организме животных и человека, 2 изд., М., 1960; 486 с.
32. Фримантл М. Химия в действии. — М.: «Мир», 1991. — Т. 2. 294 с.
33. [Электронный ресурс]. Материалы сайта. « Правда »
- Режим доступа: <https://www.pravda.ru/navigator/potrebnost-organizma-v-zheleze.html>

34. Химические свойства неорганических веществ: Учеб. пособие для вузов. 3-е изд., испр./Р. А. Лидин, В. А. Молочко, Л. Л. Андреева; Под ред. Р. А. Лидина. — М.: Химия, 2000. 480 с.: ил. — ISBN 5-7245-1163-0.
35. Юрасов С. М., Сафранов Т. А., Чугай А. В. Оцінка якості природних вод : навч. пос. Одеса : Екологія, 2012. 168 с
36. Сніжко С.І. Оцінка та прогнозування якості природних вод. – К.: Ніка-Центр, 2001. – 262 с.
37. Салихов, В.А. Типовые промышленные технологии : учебное пособие / В.А. Салихов. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2018. – 177 с.
38. СанПиН № 4330-88. Санитарные нормы и правила охраны поверхностных вод от загрязнения. – М., 1988.
39. Лобода Н.С., Смалій О.В. Роль приток Донбасу у формуванні якості поверхневих вод річки Сіверський Донець // Український гідрометеорологічний журнал, 2019, Одеса, ТЕС, №24. –С.8-14.
40. Лобода Н.С., Смалій О.В., Катинська І.В., Котович О.М. Оцінка змін якості води по довжині річки Сіверський Донець на початку ХХІ сторіччя // Український гідрометеорологічний журнал, 2019, Одеса, ТЕС, №23. –С.54-68.

ДОДАТОК

Додаток А

Таблиця А.1 - Вихідні дані для розрахунку стандартного індексу забрудненості води , р. Борова – м. Северодонецьк , 1990-2015 рр

Рік	Дата	O ₂ , мг/дм ³	Феноли, мг/дм ³	БСК ₅ , мг/дм ³	Нафто- продукти, мг/дм ³	NH ₄ , мг/дм ³	NO ₂ , мг/дм ³
1990	12.03	12,6	0	6,50	0,04	0,76	0,044
	10.04	9,13	0,005	3,81	0,06	1,78	0,01
	15.05	7,17	0	4,41	0,06	1,39	0,01
	6.06	6,66	0,005	3,00	0,19	1,14	0,018
	11.07	7,44	0	3,38	0,06	1,08	0,015
	8.08	9,13	0	3,58	0,06	1,08	0,011
	12.09	7,39	0,003	3,38	0,06	0,38	0,01
	16.10	11,9	0,003	6,86	0,04	0,19	0
	13.11	6,72	0,008	3,94	0,06	0,44	0,015
1991	2503	10,2	0,001	0	0	0	0
	25.03	0	0,001	3,7	0,06	0,16	0
	22.04	7,44	0,003	5,58	0,06	0,64	0,025
	5.05	9,02	0,003	5,03	0,06	0,2	0
	11.06	7,45	0,001	4,69	0,09	0,52	0,025
	17.07	6,78	0	3,39	0,09	1,44	0,071
	18.08	6,94	0,003	4,03	0,09	1,04	0,051
	16.09	6,76	0,003	6,09	0,04	0,72	0,025
	7.01	8,36	0,001	5,01	0,09	1,2	0,025

Продовження таблиці А.1

1992	25,03	10,2	0,001				
	25,03		0	3,7	0,06	0,16	0
	22,04	7,44	0	5,58	0,06	0,64	0,025
	5,05	9,02	0	5,03	0,06	0,2	0
	11,06	7,45	0,001	4,69	0,09	0,52	0,025
	17,07	6,78	0,003	3,39	0,09	1,44	0,071
	18,08	6,94	0,003	4,03	0,09	1,04	0,051
	16,09	6,76	0,003	6,09	0,04	0,72	0,025
	7,1	8,36	0,001	5,01	0,09	1,2	0,025
	20,1	7,83	0	5,08	0,04	0,4	0
	3,11	10,9	0	4,33	0,1	0,22	0,025
	25,11	10,4	0	3,73	0,1	0,3	0,025
1993	24,03	7,95	0,003	3,62	0,2	0,6	0,051
	8,04	7,96	0,003	3,29	0,18	0,14	0,02
	10,05	9,33	0,002	3,84	0,2	1	0,015
	15,06	7,92	0,002	3,76	0,15	0,6	0,038
	6,07	7,96	0,001	3,29	0,2	0,25	0,033
	6,07	7,3	0,014	3,95	0,23	2,41	0,143
	20,08	7,07	0,002	4,8	0,15	0,6	0,031
	16,09	8,03	0,002	4,31	0,1	0,7	0,051
	26,10	8,62	0,001	3,62	0,1	0,54	0,051
1994	22,03	9,23	0,002	3	0,1	0,25	0,02
	19,04	7,91	0,003	3	0,13	0,3	0,031
	11,05	8,14	0	3,55	0,15	0,4	0,041
	9,06	8,03	0	4,6	0,13	0,3	0,041

Продовження таблиці А.1

1994	19,07	7,39	0	3,5	0,08	0,25	0,041
	9,08	7,25	0	3,27	0,13	0,36	0,041
	9,08	6,6	0,008	5	0,1	0,6	0,106
	13,09	7,36	0	3,35	0,08	0,16	0,01
	25,10	8,04	0	3,32	0,13	0,18	0,046
	11,11	7,18	0	3,39	0,1	0,25	0,041
1995	9,03	8,14	0,002	3,23	0,13	0,24	0,031
	18,04	8,57	0,003	3,28	0,1	0,34	0,052
	16,05	8,71	0	3	0,1	0,24	0,026
	20,06	8,23	0	4,08	0,15	0,34	0,036
	4,07	6,9	0	3,73	0,1	0,24	0,041
	21,08	6,6	0	3,27	0,1	0,3	0,046
	25,09	7,7	0	3,32	0,1	0,3	0,041
	23,10	8,63	0	3,59	0,07	0,28	0,041
	22,11	8,79	0,007	3	0,07	0,3	0,051
1996	13,05	8,13	0	3,29	0,07	0,18	0,071
	22,05	7,08	0,008	4,46	0,13	0,4	0,102
	12,06	7,49	0	3,55	0,1	0,24	0,036
	17,07	6,4	0	2,62	0,1	0,26	0,046
	19,08	7,39	0	3,19	0,13	0,18	0,036
	16,09	8,37	0	3,32	0,1	0,28	0,046
	14,1	8,36	0	3,19	0,1	0,26	0,036
	12,11	7,58	0,003	3	0,1	0,28	0,051
1997	19,02	12,3	0,004	3,83	0,1	0,24	0,057
	4,03	12,5	0	5,01	0,13	0,35	0,057

Продовження таблиці А.1

1997	8,04	10,9	0	6,04	0,15	0,28	0,008
	6,05	7,91	0	3,96	0,03	0,14	0,041
	13,05	8,43	0	3,92	0,03	0,16	0,021
	20,05	7,63	0	4,97	0,03	0,3	0,026
	2,06	7,81	0	4,56	0,24	0,48	0,033
	8,07	7,72	0	3,77	0,23	0,22	0,031
	20,08	7,83	0	4,07	0,23	0,3	0,041
	8,09	7,58	0	3,91	0,24	0,28	0,051
	7,10	8,81	0	5,01	0,24	0,32	0,046
	11,11	9,34	0	5,3	0,24	0,28	0,025
1998	24,02	10,7	0,001	5,68	0,3	0,5	0,082
	23,03	10,4	0,001	4,71	0,22	0,36	0,061
	21,04	10,7	0	5,24	0,32	0,32	0,025
	25,05	8,03	0	3,86	0,32	0,32	0,018
	8,06	7,23	0,001	3	0,28	0,48	0,04
	14,07	7,4	0	4	0,28	0,08	0,031
	3,08	6,05	0	3,45	0,26	0,42	0,036
	3,08	5,37	0,001	3,14	0,22	0,34	0,031
	14,09	5,99	0,001	3,38	0,2	0,38	0,041
	7,10	8,47	0	4,74	0,2	0,32	0,046
	10,11	9,84	0	4,94	0,18	0,3	0,041
7,12	7,81	0,001	3,14	0,18	0,28	0,041	
1999	15,03	10,6	0,001	2,63	0,22	0,32	0,042
	7,04	10,6	0,001	3,28	0,22	0,3	0,053
	24,05	9,12	0	2,82	0,24	0,34	0,045
	7,06	7,25	0	2,49	0,26	0,2	0,069

Продовження таблиці А.1

1999	9,08	7,25	0	2,84	0,24	0,32	0,042
	20,09	8,2	0,001	2,51	0,24	0,4	0,029
	26,10	8,68	0	2,55	0,24	0,24	0,037
	3,11	7,32	0	2,12		0,28	0,032
2000	15,03	9,5	0,002	3,58	0,23	0,17	0,044
	11,04	10,4	0,009	3,96	0,14	0,17	0,037
	16,05	9,65	0,004	3,83	0,1	0,23	0,029
	1,06	7,35	0,002	4,12	0,11	0,17	0,044
	17,07	6,92	0,003	3,62	0,11	0,3	0,025
	21,08	5,93	0,002	3,55	0,12	0,26	0,014
	6,09	6,19	0,002	3,23	0,12	0,32	0,028
	17,10	8,24	0,009	3,3	0,2	0,36	0,027
	7,11	8,62	0,004	3,29	0,17	0,32	0,029
	4,12	8,37	0,002	3,29	0	0,28	0,033
2001	6,03	9,89	0	2,99		0,34	0,036
	11,04	9,89	0,001	3,27		0,39	0,041
	12,06	7,48	0,001	3,24			0,045
	3,07	6,43	0,001	3,51		0,44	0,041
	16,07	6,79	0,001	3,98		0,28	0,034
	16,07	5,88	0,001	3,59		0,18	0,034
	11,09	7,16	0,001	3,22		0,2	0,018
	15,10	8,62	0,001	3,44		0,2	0,023
	20,11	8,57	0	3,19		0,27	0,028
2002	11,03	10,3	0,00	3,6		0,23	0,009
	9,04	10,1	0,00	3,27		0,02	0,01

Продовження таблиці А.1

2002	13,05	9,05	0,00	3,22		0,02	0,01
	18,06	6,14	0,00	3,24		0,18	0,019
	9,07	5,93	0,00	5,23		0,25	0,015
	12,08	6,14	0,00	3,56		0,13	0,016
	10,09	7,98	0,00	3,16		0,21	0,021
	28,1	9,7	0,00	3,23	0,04	2,23	0,007
2003	16,04	9,82	0	3,3	0,04	0,23	0,02
	20,05	9,05	0,001	3,19	0,02	0,36	0,022
	9,06	7,2	0	2,62	0,04	0,18	0,043
	9,07	6,58	0	3,57	0,04	0,44	0,032
	20,08	8,23	0	3,01	0,04	0,19	0,009
	15,09	8,67	0,001	3,15	0,04	0,48	0,042
	20,10	9,63	0	3,36	0,04	0,22	0,036
2004	16,03	10,3	0	3,23	0,03	0,69	0,018
	16,04	9,82	0	3,3	0,04	0,23	0,02
	20,05	9,05	0,001	3,19	0,02	0,36	0,022
	9,06	7,2	0,001	2,62	0,04	0,18	0,043
	9,07	6,58	0	3,57	0,04	0,44	0,032
	20,08	8,23	0	3,01	0,04	0,19	0,009
	13,10	9,04	0	2,91	0,04	0,33	0,03
	8,11	9,31	0	3,21	0,04	0,26	0,032
2005	16,03	8,6	0	2,89	0,01	0,65	0,021
	4,04	9,95	0,001	3,33	0,02	0,31	0,025
	17,05	9,37	0,001	2,9	0,05	0,78	0,023
	13,06	6,46	0,001	3,22	0,08	0,82	0,036
	25,07	6,21	0	2,95	0,01	0,47	0,036

Продовження таблиці А.1

2005	15,08	6,78	0	3,23	0,03	0,45	0,02
	6,09	7,06	0	3,27	0,03	0,37	0,034
2006	21,03	9,37	0	3,56	0,03	0,59	0,035
	17,04	8,07	0	3,24	0,03	0,56	0,036
	22,05	9,04	0	3,4	0,03	0,45	0,034
	6,06	7,8	0	3,54	0,04	0,29	0,029
	10,07	7,37	0	3,2	0,04	0,27	0,026
	14,08	6,46	0	3,28	0,04	0,35	0,023
	12,09	7,7	0	3,2	0,04	0,37	0,032
	9,10	8,99	0	2,93	0,04	0,29	0,027
2007	12,03	9,81	0	3,51	0,02	0,15	0,011
	24,04	10,3	0	3,19	0,01	0,18	0,013
	14,05	9,99	0	3,56	0,01	0,09	0,026
	4,06	8,78	0	3,59	0,01	0,1	0,033
	18,07	8,12	0	3,27	0,02	0,19	0,027
	6,08	7,43	0	3,23	0,01	0,1	0,054
	17,09	9,38	0	3,25	0	0,22	0,012
2008	24,03	8,7	0	3,25	0,02	0,22	0,008
	8,04	9,38	0	3,24	0,01	0,24	0,017
	19,05	8,15	0	3,2	0,01	0,25	0,012
	3,06	8,51	0	3,27	0,01	0,96	0,026
	7,07	7,1	0	2,94	0,01	0,43	0,012
	13,08	7,7	0	3,55	0,01	0,38	0,012
	8,09	8,03	0	3,21	0,02	0,21	0,024

Продовження таблиці А.1

2009	11,03	9	0	3,54	0,01	0,22	0,009
	6,04	8,99	0	3,21	0,01	0,1	0,015
	12,05	8,76	0	3,26	0,01	0,1	0,026
	2,06	8,51	0	3,26	0,01	0,44	0,037
	20,07	7,74	0	3,23	0,01	0,38	0,023
	4,08	7,85	0	3,27	0,01	0,31	0,019
	8,09	8,4	0	3,24	0,01	0,21	0,019
2010	16,03	9,7	0	3,22	0,01	0,19	0,01
	13,04	9,69	0	3,23	0,01	0,25	0,013
	19,05	8,45	0	3,56	0,01	0,12	0,017
	1,06	8,07	0	3,24	0,01	0,18	0,011
	5,07	7,44	0	3,48	0,02	0,25	0,023
	4,08	6,18	0	3,58	0,01	0,26	0,017
	21,09	7,81	0	3,25	0,01	0,25	0,018
2011	19,04	9,31	0	3,54	0,01	0,24	0,014
	17,05	8,18	0	3,28	0,01	0,16	0,016
	6,06	8,46	0	3,25	0,01	0,21	0,012
	18,07	6,47	0	3,27	0,02	0,28	0,011
	16,08	6,1	0	3,21	0,01	0,29	0,022
	13,09	8,13	0	3,26	0,01	0,29	0,036
	5,10	8,13	0	2,91	0,01	0,23	0,028
2012	20,03	9,69	0	3,55	0,01	0,25	0,015
	19,04	9,37	0	3,25	0,01	0,16	0,016
	7,05	9,01	0	3,24	0,01	0,18	0,016
	11,06	8,11	0	3,27	0,01	0,21	0,012
	17,07	6,22	0	3,23	0,02	0,24	0,012

Продовження таблиці А.1

2012	20,08	6,82	0	3,3	0,02	0,24	0,013
	11,09	8,4	0	3,21	0,02	0,22	0,013
2013	19,03	9,24	0	3,19	0,01	0,22	0,013
	22,04	9,37	0	3,24	0,02	0,19	0,014
	13,05	8,99	0	3,22	0,02	0,47	0,03
	17,06	8,77	0	3,25	0,02	0,57	0,018
	16,07	8,02	0	3,21	0,02	0,21	0,018
	20,08	7,11	0	3,34	0,02	0,4	0,02
	16,09	7,76	0	3,3	0,02	0,35	0,025
2014	Данні відсутні у зв'язку з проведенням АТО						
2015	23,04	8,99	0	3,24	0,02	0,22	0,013
	18,05	9,04	0	3,31	0,02	0,21	0,023
	8,06	8,35	0	3,33	0,02	0,35	0,02
	6,07	7,85	0	3,21	0,02	0,37	0,018
	10,08	7,58	0	3,27	0,02	0,24	0,019
	7,09	7,11	0	3,28	0,02	0,37	0,02
	5,10	8,13	0	3,41	0,02	0,35	0,019

Таблиця А.2 - Вихідні дані для розрахунку модифікованого індексу забрудненості води , р. Борова – м. Северодонецьк , 1990-2015 рр

Рік	Дата	O ₂ , мг/л	Cu, мкг/дм ³	БПК ₅ мг O ₂ /л	CrO ₃ , мкг/дм ³	Fe, мг/дм ³	Zn, мкг/дм ³
1990	12.03	12,6	11	6,50	20	0,62	12
	10.04	9,13	14	3,81	7	0,1	16
	15.05	7,17	16	4,41	14	0,46	0
	6.06	6,66	0	3,00	11	0,6	16
	11.07	7,44	0	3,38	4	0,18	0
	8.08	9,13	8	3,58	24	0	0
	12.09	7,39	0	3,38	4	0,1	13
	16.10	11,9	0	6,86	0	0	0
	13.11	6,72	0	3,94	4	0,1	0
1991	25.03	10,2	0,09	0	0	0,09	19
	25.03	0	0,75	3,7	0	0,75	170
	22.04	7,44	0,18	5,58	0	0,18	170
	5.05	9,02	0,11	5,03	0	0,11	180
	11.06	7,45	0,17	4,69	0	0,17	170
	17.07	6,78	0,17	3,39	0	0,17	170
	18.08	6,94	0,19	4,03	0	0,19	100
	16.09	6,76	0	6,09	0	0,01	19
	7.01	8,36	0,02	5,01	0	0	0

Продовження таблиці А.2

1992	25,03	10,2	0	0	4	0,11	5
	25,03	0	6	3,7	6	0,14	8
	22,04	7,44	6	5,58	5	0,21	13
	5,05	9,02	8	5,03	4	0,46	17
	11,06	7,45	3	4,69	4	0,63	13
	17,07	6,78	10	3,39	5	0,55	20
	18,08	6,94	8	4,03	6	0,69	15
	16,09	6,76	3	6,09	4	0,85	10
	7,1	8,36	3	5,01	7	0,44	12
	20,1	7,83	8	5,08	2	0,51	20
	3,11	10,9	5	4,33	2	0,62	13
	25,11	10,4	0	3,73	0	0	5
1993	24,03	7,95	10	3,62	0	0,46	21
	8,04	7,96	10	3,29	4	0,3	12
	10,05	9,33	8	3,84	4	0,56	15
	15,06	7,92	5	3,76	2	0,69	10
	6,07	7,96	9	3,29	4	0,83	17
	6,07	7,3	0	3,95	15	0,65	20
	20,08	7,07	5	4,8	4	0,46	15
	16,09	8,03	6	4,31	4	0,41	11
	26.10	8,62	10	3,62	7	0	21
1994	22,03	9,23	8	3	7	4	4
	19,04	7,91	5	3	4	17	7
	11,05	8,14	4	3,55	2	19	4
	9,06	8,03	4	4,6	4	4	17

Продовження таблиці А.2

1994	19,07	7,39	5	3,5	4	4	19
	9,08	7,25	5	3,27	17	7	4
	9,08	6,6	9	5	19	4	4
	13,09	7,36	8	3,35	4	17	7
	25,10	8,04	4	3,32	4	19	0
	11,11	7,18	5	3,39	7	0	0
1995	9,03	8,14	9	3,23	5	0	6
	18,04	8,57	8	3,28	3	0,24	6
	16,05	8,71	9	3	3	0,37	8
	20,06	8,23	9	4,08	6	0,3	8
	4,07	6,9	5	3,73	6	0,29	6
	21,08	6,6	8	3,27	7	0,46	6
	25,09	7,7	8	3,32	4	0,3	12
	23,10	8,63	10	3,59	6	0,37	17
	22,11	8,79	5	3	15	0,46	6
1996	13,05	8,13	9	3,29	6	0,16	12
	22,05	7,08	9	4,46	11	0,20	8
	12,06	7,49	5	3,55	4	0,29	8
	17,07	6,4	8	2,62	9	0,46	8
	19,08	7,39	7	3,19	0	0,32	6
	16,09	8,37	5	3,32	4	0,46	6
	14,1	8,36	9	3,19	4	0,41	6
	12,11	7,58	9	3	4	0,16	12
1997	19,02	12,3	8	3,83	4	0,29	20
	4,03	12,5	10	5,01	39	0,27	14

Продовження таблиці А.2

1997	8,04	10,9	10	6,04	21	0,37	16
	6,05	7,91	8	3,96	19	0,51	14
	13,05	8,43	6	3,92	14	0,58	19
	20,05	7,63	6	4,97	16	0,40	17
	2,06	7,81	9	4,56	20	0,47	10
	8,07	7,72	6	3,77	8	0,43	10
	20,08	7,83	8	4,07	8	0,53	16
	8,09	7,58	9	3,91	6	0,55	10
	7,10	8,81	8	5,01	8	0,59	10
	11,11	9,34	10	5,3	6	0,37	16
1998	24,02	10,7	10,8	5,68	39	0,51	154
	23,03	10,4	14	4,71	36	0,36	52
	21,04	10,7	2,4	5,24	8	0,13	22
	25,05	8,03	4,4	3,86	8	0,14	6
	8,06	7,23	2,8	3	0	0	49
	14,07	7,4	0	4	7	0	0
	3,08	6,05	0	3,45	6	0	0
	3,08	5,37	0	3,14	5	0	0
	14,09	5,99	0	3,38	5	0,16	0
	7,10	8,47	0	4,74	4	0,51	0
	10,11	9,84	0	4,94	7	0,36	0
7,12	7,81	0	3,14	39	0	0	
1999	15,03	10,6	6,4	2,63	8	0,53	186
	7,04	10,6	2,4	3,28	8	0,27	73
	24,05	9,12	2,4	2,82	8	0,11	15
	7,06	7,25	1,6	2,49	9	0,22	22

Продовження таблиці А.2

1999	9,08	7,25	0,8	2,84	8	0,26	0
	20,09	8,2	0	2,51	9	0	0
	26,10	8,68	0	2,55	6	0	29
	3,11	7,32	0	2,12	6	0	0
2000	15,03	9,5	0	3,58	7	0,13	28
	11,04	10,4	0	3,96	6	0,06	5
	16,05	9,65	2,4	3,83	7	0,2	15
	1,06	7,35	1,2	4,12	6	0,63	20
	17,07	6,92	8	3,62	7	0,12	13
	21,08	5,93	2	3,55	7	0,93	69
	6,09	6,19	1,2	3,23	8	0	0
	17,10	8,24	1,2	3,3	9	0	0
	7,11	8,62	0	3,29	7	0	0
	4,12	8,37	0	3,29	6	0	0
2001	6,03	9,89	2,4	2,99	8	0,23	16
	11,04	9,89	3,2	3,27	8	0,08	13
	12,06	7,48	3,6	3,24	9	0,07	90
	3,07	6,43	1,2	3,51	8	1,53	12
	16,07	6,79	0,4	3,98	8	0,13	25
	16,07	5,88	0	3,59	9	0	0
	11,09	7,16	0	3,22	5	0	0
	15,10	8,62	0	3,44	6	0	0
20,11	8,57	0	3,19	6	0	0	
2002	11,03	10,3	0	3,6	0	0	0
	9,04	10,1	0	3,27	0	0	0

Продовження таблиці А.2

2002	13,05	9,05	0,8	3,22	2	0,04	5
	18,06	6,14	2	3,24	7	0,07	9
	9,07	5,93	2,4	5,23	9	0	9
	12,08	6,14	2,8	3,56	7	0,04	36
	10,09	7,98	0	3,16	7	0,05	21
	28,1	9,7	0	3,23	7	0,03	7
2003	16,04	9,82	0,4	3,3	6	0,39	95
	20,05	9,05	4	3,19	5	0,14	4
	9,06	7,2	2	2,62	5	0,27	20
	9,07	6,58	2,4	3,57	5	0,07	134
	20,08	8,23	4	3,01	9	0,05	18
	15,09	8,67	0	3,15	6	0,02	17
	20,10	9,63	0	3,36	8	0	0
2004	16,03	10,3	0	3,23	0,03	0,69	0,018
	16,04	9,82	0	3,3	0,04	0,23	0,02
	20,05	9,05	0,001	3,19	0,02	0,36	0,022
	9,06	7,2	0,001	2,62	0,04	0,18	0,043
	9,07	6,58	0	3,57	0,04	0,44	0,032
	20,08	8,23	0	3,01	0,04	0,19	0,009
	13,10	9,04	0	2,91	0,04	0,33	0,03
	8,11	9,31	0	3,21	0,04	0,26	0,032
2005	16,03	8,6	0	2,89	0,01	0,65	0,021
	4,04	9,95	0,001	3,33	0,02	0,31	0,025
	17,05	9,37	0,001	2,9	0,05	0,78	0,023
	13,06	6,46	0,001	3,22	0,08	0,82	0,036
	25,07	6,21	0	2,95	0,01	0,47	0,036

Продовження таблиці А.2

2005	15,08	6,78	0	3,23	0,03	0,45	0,02
	6,09	7,06	0	3,27	0,03	0,37	0,034
2006	21,03	9,37	0	3,56	0,03	0,59	0,035
	17,04	8,07	0	3,24	0,03	0,56	0,036
	22,05	9,04	0	3,4	0,03	0,45	0,034
	6,06	7,8	0	3,54	0,04	0,29	0,029
	10,07	7,37	0	3,2	0,04	0,27	0,026
	14,08	6,46	0	3,28	0,04	0,35	0,023
	12,09	7,7	0	3,2	0,04	0,37	0,032
	9,10	8,99	0	2,93	0,04	0,29	0,027
2007	12,03	9,81	0	3,51	0,02	0,15	0,011
	24,04	10,3	0	3,19	0,01	0,18	0,013
	14,05	9,99	0	3,56	0,01	0,09	0,026
	4,06	8,78	0	3,59	0,01	0,1	0,033
	18,07	8,12	0	3,27	0,02	0,19	0,027
	6,08	7,43	0	3,23	0,01	0,1	0,054
	17,09	9,38	0	3,25	0	0,22	0,012
2008	24,03	8,7	0	3,25	0,02	0,22	0,008
	8,04	9,38	0	3,24	0,01	0,24	0,017
	19,05	8,15	0	3,2	0,01	0,25	0,012
	3,06	8,51	0	3,27	0,01	0,96	0,026
	7,07	7,1	0	2,94	0,01	0,43	0,012
	13,08	7,7	0	3,55	0,01	0,38	0,012
	8,09	8,03	0	3,21	0,02	0,21	0,024

Продовження таблиці А.2

2009	11,03	9	0	3,54	0,01	0,22	0,009
	6,04	8,99	0	3,21	0,01	0,1	0,015
	12,05	8,76	0	3,26	0,01	0,1	0,026
	2,06	8,51	0	3,26	0,01	0,44	0,037
	20,07	7,74	0	3,23	0,01	0,38	0,023
	4,08	7,85	0	3,27	0,01	0,31	0,019
	8,09	8,4	0	3,24	0,01	0,21	0,019
2010	16,03	9,7	0	3,22	0,01	0,19	0,01
	13,04	9,69	0	3,23	0,01	0,25	0,013
	19,05	8,45	0	3,56	0,01	0,12	0,017
	1,06	8,07	0	3,24	0,01	0,18	0,011
	5,07	7,44	0	3,48	0,02	0,25	0,023
	4,08	6,18	0	3,58	0,01	0,26	0,017
	21,09	7,81	0	3,25	0,01	0,25	0,018
2011	19,04	9,31	0	3,54	0,01	0,24	0,014
	17,05	8,18	0	3,28	0,01	0,16	0,016
	6,06	8,46	0	3,25	0,01	0,21	0,012
	18,07	6,47	0	3,27	0,02	0,28	0,011
	16,08	6,1	0	3,21	0,01	0,29	0,022
	13,09	8,13	0	3,26	0,01	0,29	0,036
	5,10	8,13	0	2,91	0,01	0,23	0,028
2012	20,03	9,69	0	3,55	0,01	0,25	0,015
	19,04	9,37	0	3,25	0,01	0,16	0,016
	7,05	9,01	0	3,24	0,01	0,18	0,016
	11,06	8,11	0	3,27	0,01	0,21	0,012
	17,07	6,22	0	3,23	0,02	0,24	0,012

Продовження таблиці А.2

2012	20,08	6,82	0	3,3	0,02	0,24	0,013
	11,09	8,4	0	3,21	0,02	0,22	0,013
2013	19,03	9,24	0	3,19	0,01	0,22	0,013
	22,04	9,37	0	3,24	0,02	0,19	0,014
	13,05	8,99	0	3,22	0,02	0,47	0,03
	17,06	8,77	0	3,25	0,02	0,57	0,018
	16,07	8,02	0	3,21	0,02	0,21	0,018
	20,08	7,11	0	3,34	0,02	0,4	0,02
	16,09	7,76	0	3,3	0,02	0,35	0,025
2014	Данні відсутні у зв'язку з проведенням АТО						
2015	23,04	8,99	1,6	3,24	5,7	0,02	6
	18,05	9,04	1,2	3,31	4,3	0,09	10
	8,06	8,35	1,6	3,33	4,3	0,08	4
	6,07	7,85	3,6	3,21	4,9	0,07	8
	10,08	7,58	0,9	3,27	4,6	0,02	3
	7,09	7,11	9,2	3,28	4,9	0,05	9
	5,10	8,13	0,5	3,41	5,1	0,04	21