

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
Навчально-науковий інститут екології
Кафедра екології та менеджменту довкілля

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

магістра

на тему

ОЦІНКА ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД У РІЧЦІ СІВЕРСЬКИЙ ДОНЕЦЬ В МЕЖАХ УКРАЇНИ

Виконав: студент 2 курсу, групи ДЕ-62

спеціальності: 101 «Екологія»

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Автор _____ / Андрій ПЕТРЕНКО
(підпис) (ім'я та прізвище)

Керівник _____ / Михайло КУЛИК
(підпис) (ім'я та прізвище)

Рецензент _____ / _____
(підпис) (ім'я та прізвище)

«До захисту допущено»

В. о. завідувача кафедри _____ / Андрій АЧАСОВ
(підпис) (ім'я та прізвище)

Нормоконтроль _____ / Світлана КРИВУЛЬКІНА
(підпис) (ім'я та прізвище)

Секретар ЕК _____ / Світлана БУРЧЕНКО
(підпис) (ім'я та прізвище)

Харків – 2023 року

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Інститут: навчально – науковий інститут екології
Кафедра: екології та менеджменту довкілля
Рівень вищої освіти: магістр
Спеціальність: 101 «Екологія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В. о. завідувача кафедри

проф. Андрій АЧАСОВ

(підпис)

(ім'я та прізвище)

року

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

Андрію ПЕТРЕНКУ

(ім'я та прізвище)

1. Тема роботи: Оцінка якості поверхневих вод у річці Сіверський Донець в межах України

керівник роботи Михайло КУЛИК, к.техн.н., доцент

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

затверджені наказом по університету від « » 2023 року №

2. Строк подання студентом роботи « » 2023 року

3. Перелік питань, які потрібно розробити:

1. Провести літературний огляд на задану тему. Основні питання, що мають бути розглянуті

- визначити стан вивчення проблеми якості поверхневих вод загалом та окремо Харківської області;
- надати характеристику водним об'єктам басейну річки Сіверський Донець;

- визначити головні джерела забруднення річки Сіверський Донець.

2. Описати методику проведення дослідження якості поверхневих вод.

3. Зробити аналіз даних щодо вмісту гідрохімічних показників поверхневих вод у річці Сіверський Донець за період 2020-2023 роки.

4. Повести оцінку якості поверхневих вод.

5. Надати рекомендації щодо покращення стану якості поверхневих вод у річці Сіверський Донець.

4. План роботи.

№ з/п	Назви етапів роботи
1.	Екологічний стан та якість поверхневих вод; забруднення поверхневих вод; проблеми у басейні р. Сіверський Донець.
2.	Головні джерела забруднення річки Сіверський Донець.
3.	Аналіз даних щодо вмісту гідрохімічних показників поверхневих вод у річці Сіверський Донець за період 2020-2023 роки.
5	Рекомендації щодо покращення стану якості поверхневих вод у річці Сіверський Донець.

5. Дата видачі завдання « » 2023 року

Студент _____
(підпис)

Андрій ПЕТРЕНКО
(ім'я, прізвище)

Керівник роботи _____
(підпис)

Михайло КУЛИК
(ім'я, прізвище)

АНОТАЦІЯ

**ОЦІНКА ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД У РІЧЦІ СІВЕРСЬКИЙ ДОНЕЦЬ
В МЕЖАХ УКРАЇНИ**

Андрій ПЕТРЕНКО

Кваліфікаційна робота «Оцінка якості поверхневих вод у річці Сіверський Донець в межах України» містить 36 сторінок, 4 розділи, 4 таблиці, 14 рисунків, 1 формулу, 17 використаних джерел.

Мета роботи: оцінити якість поверхневих вод у річці Сіверський Донець в межах України.

Актуальність теми. в результаті інтенсивного використання водних ресурсів змінюється не тільки кількість води, а й гідрологічний режим водних об'єктів, складові водного балансу, і, найголовніше, змінюється її якість.

Завдання передбачали аналіз відібраних проб води та проведення екологічної оцінки якості досліджуваного водного об'єкту на основі отриманих результатів.

Методи. Для дослідження якості води річки Сіверський Донець використовували методи збирання, обробки, інтерпретації результатів екологічних досліджень.

Результати. В результаті дослідження було визначено що вода річки Сіверський Донець за деякими показниками не відповідає нормам для господарського-побутового та культурно-побутового призначення. За результатами розрахунків індексу забруднення води річка Сіверський Донець класифікується як чиста, за індексом забрудненості класифікується як мало забруднена.

ЯКІСТЬ ВОДИ, ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН, ГДК, ВОДОСПОЖИВАННЯ,
ВОДНИЙ ОБ'ЄКТ, СТІЧНІ ВОДИ, ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ ВОДИ

ANNOTATION

ASSESSMENT OF SURFACE WATER QUALITY IN THE SIVERSKY DONETS RIVER WITHIN UKRAINE

Andriy PETRENKO

The qualification work "Assessment of Surface Water Quality in the Siversky Donets River within Ukraine" comprises 42 pages, divided into 4 sections, including 9 tables, 11 figures, 2 formulas, 26 cited sources, and appendices.

Objective: To evaluate the quality of surface water in the Siversky Donets River within Ukraine.

Relevance of the Topic: Due to the intensive use of water resources, not only the quantity of water is changing, but also the hydrological regime of water bodies, components of the water balance, and, most importantly, its quality.

Tasks: The tasks involved the analysis of collected water samples and the ecological assessment of the quality of the investigated water body based on the obtained results.

Methods: Methods employed for studying the water quality of the Siversky Donets River included techniques for collecting, processing, and interpreting the results of ecological research.

Results: The research revealed that the water in the Siversky Donets River, based on certain indicators, does not meet standards for domestic and cultural purposes. According to pollution index calculations, the Siversky Donets River is classified as clean, and based on the pollution index, it is categorized as slightly polluted.

Keywords: Water Quality, Environmental Status, MPC (Maximum Permissible Concentration), Water Consumption, Water Body, Wastewater, Water Quality Improvement.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ГІДРОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА	
Р. СІВЕРСЬКИЙ ДОНЕЦЬ	
1.1 Вплив забруднених річкових вод на здоров'я людини.....	9
1.2 Фізико-географічна характеристика р. Сіверський Донець.....	10
1.3 Екологічний стан водних ресурсів у басейні річки Сіверський Донець за умов антропогенного впливу та забруднення.....	12
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ ВОДИ У	
Р.СІВЕРСЬКИЙ ДОНЕЦЬ.....	15
РОЗДІЛ 3 ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ	
РЕЗУЛЬТАТІВ ЕКСПЕРИМЕНТУ.....	22
РОЗДІЛ 4 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПОКРАЩЕННЯ СТАНУ ВОДИ В	
ПОВЕРХНЕВИХ ВОДНИХ ОБ'ЄКТАХ.....	30
ВИСНОВКИ.....	33
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	35

ВСТУП

Актуальність Інтенсивне використання водних ресурсів впливає на велику кількість аспектів, пов'язаних з водним середовищем. Одним із наслідків є зміна гідрологічного режиму водних об'єктів, що включає в себе зміни у водному стоці, рівні води та режими стікання. Це може впливати на екосистеми водойм та прилеглих територій. Крім того, інтенсивне використання води може призводити до дисбалансу водного бюджету регіону. Зменшення обсягів ґрунтових вод та підземних резервуарів може вплинути на доступ до води для аграрного сектору, промисловості та міського споживача.

Найважливішим наслідком є зміни в якості води. Під впливом антропогенних діяльностей води можуть забруднюватися хімічними речовинами, відходами від промисловості та сільськогосподарськими виробництвами. Це може призводити до забруднення водних джерел та впливати на здоров'я людей, екосистем та тварин.

Зміни в гідрологічному циклі можуть впливати на розподіл водних ресурсів у просторі і часі, що викликає проблеми водного дефіциту для певних регіонів.

Загалом, інтенсивне використання водних ресурсів має серйозний вплив на екологічні та соціально-економічні аспекти, і вимагає ретельного управління та збалансованого підходу до забезпечення сталої експлуатації водних ресурсів. **Тема** дипломного дослідження полягає в оцінці якості поверхневих вод басейну річки Сіверський Донець, що є основою встановлення екологічних нормативів якості води для водних об'єктів, їх частин. Також для груп водних об'єктів та басейнів річок.

Мета даного дослідження: оцінити якість поверхневих вод у річці Сіверський Донець в межах України..

Об'єкт дослідження: поверхневі води річок басейну Сіверський Донець в межах України.

Предмет дослідження: гідрохімічні показники поверхневих вод у річці Сіверський Донець в межах України.

Основна гіпотеза (постановка проблеми) дослідження полягає у визначенні можливостей використання інформації щодо стану поверхневих вод.

Для досягнення мети потрібно розв'язати наступні **завдання**:

- 1) визначити стан вивчення проблеми якості поверхневих вод загалом та окремо Харківської області;
- 2) визначити головні джерела забруднення річки Сіверський Донець;
- 3) зробити аналіз даних щодо вмісту гідрохімічних показників поверхневих вод у річці Сіверський Донець за період 2020-2023 роки;
- 4) надати рекомендації щодо покращення стану якості поверхневих вод у річці Сіверський Донець.

Методи дослідження – включає аналіз наукової літератури, лабораторні експерименти, використання національних та регіональних звітів, статистичні аналізи та застосування атомно-абсорбційного методу.

Інформаційною базою є документи, що містять дані про екологічний стан міста Харків та Харківської області, а також результати лабораторних досліджень.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в: тому, що вона включає аналіз та оцінку стану поверхневих вод річок басейну Сіверський Донець і пропонує конкретні заходи для покращення якості поверхневих вод.

Практичне значення результатів дослідження. оцінка стану поверхневих вод є важливою частиною загальної оцінки статусу водних об'єктів. Це визначає придатність води для різних господарських потреб. Дослідження також надасть підставу для розробки практичних рекомендацій з оптимізації екологічної ситуації на вивчених територіях та поліпшення їхнього водного стану.

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНА ГІДРОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА Р. СІВЕРСЬКИЙ ДОНЕЦЬ

1.1 Вплив забруднених річкових вод на здоров'я людини

Відомо, що стан організму людини тісно пов'язаний із якістю повітря, способом життя, харчуванням та, зокрема, якістю питної води. Забруднена питна вода може серйозно впливати на здоров'я, спричиняючи спалахи інфекцій та інвазійних захворювань через наявність мільярдів вірусів і бактерій. Вода, як найпростіший хімічний компонент життя, є ключовим фактором для всього живого на Землі.

Важливо відзначити, що якість води має значний вплив на фізичне здоров'я та загальний стан людини. Чиста вода може забезпечити організм енергією та корисними мінералами, тоді як забруднена вода може серйозно зашкодити. Навіть експериментальні дослідження підтверджують, що вода з підвищеною мінералізацією може негативно впливати на функцію шлунка.

Якість питної води має ключове значення для забезпечення безпеки населення. Дослідження свідчать про характерні захворювання серед тих, хто вживає слабомінералізовану воду, такі як гіпертонічна хвороба та виразка шлунка. Забруднення джерел водопостачання може викликати серйозні порушення здоров'я населення.

Наприклад, високі рівні пестицидів у воді можуть впливати на стійкість тканин до інсуліну, що сприяє розвитку цукрового діабету 2-го типу та інших захворювань. Залізо, яке може потрапити в воду з ґрунту або водопровідних систем, може призводити до порушень функції печінки та інших проблем організму.

Суттєвий вплив на здоров'я мають також органічні речовини, такі як феноли і формальдегід, основне джерело яких - стічні води. Важливо відзначити, що власники систем водопостачання повинні впроваджувати систематичне управління промисловою безпекою, оскільки якість питної води безпосередньо впливає на здоров'я населення.

У зв'язку із цим, єдиним ефективним способом оцінки якості та безпеки питної води є проведення досліджень у лабораторіях, які мають відповідну акредитацію. Це особливо важливо, оскільки мікробіологічне та хімічне забруднення можуть впливати на здоров'я, незважаючи на зовнішні властивості води, такі як смак та запах.

Дефіцит безпечного водопостачання залишається проблемою для значної частини світового населення, особливо в сільських районах. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, лише 71% світового населення користується безпечним водопостачанням. При цьому близько третій частини світового населення, що складає близько 2,1 мільярда осіб, не має доступу до безпечного та легкодоступного водопостачання, зокрема, у сільських районах.

Важливо відзначити, що неякісна питна вода негативно впливає на здоров'я, особливо для осіб у вразливих групах, таких як немовлята, діти на штучному харчуванні, хворі на анемію, люди із захворюваннями респіраторної системи та літні особи із серцево-судинними захворюваннями.

Усі ці аспекти підкреслюють важливість ретельного моніторингу та управління якістю водопостачання. Враховуючи технічний прогрес та розвиток інновацій, ефективні та стабільні системи водопостачання стають ключовим чинником для забезпечення безпеки та поліпшення здоров'я населення.

Отже, якість питної води має далекосяжний вплив на здоров'я людей та загальний стан суспільства. Дотримання високих стандартів та впровадження заходів для зменшення забруднення водних ресурсів є важливою задачею для збереження здоров'я та забезпечення сталого розвитку.

1.2 Фізико-географічна характеристика р. Сіверський Донець

Сіверський Донець є найбільшою річкою на сході України і є найбільшим притоком Дону. Водні характеристики річки включають загальну довжину 1053 км, площу басейну 98900 км² та середній похил до гирла 0,00018 (18 см на 1 км).

Українська частина басейну є найбільшою, з довжиною 723 км і площею 54500 км². Останній населений пункт перед виходом за межі країни – х. Попівка (222 км від гирла).

Річка починається на південному схилі Середньоруської височини та тече на південь, змінюючи напрямок на південний схід після м. Змієва. Значна частина правого берега відноситься до Донецького кряжу.

Басейн річки має складну геологічну будову, з висхідними неотектонічними рухами, що сприяють врізанню річкових долин та ерозійним процесам. Є також карстові явища та виходи корінних порід.

Українська частина басейну може бути поділена на кілька частин. Перша розташована в Харківській області, є майже безлісою рівниною зі штучними лісами. Деякі ділянки мають піщані ґрунти, а інші – крейдянні породи та карстові явища.

Найбільші відмінності між ліво- та правобережною частинами басейну відзначаються в тих місцях, де річка притискується до Донецького кряжу. Ліве схил річкової долини є пологим, а правий – високим та крутим.

Басейн має різні типи ґрунтів, преобладаючими є чорноземи. Клімат характеризується прохолодною зимою та теплим літом, з невеликою кількістю опадів та переважанням сухих вітрів зі сходу.

Русло річки є покрученим, і його ширина та глибина змінюються вздовж течії. Вода має слабкий зеленуватий відтінок, і річка часто зазнає впливу водозабірних та шахтних вод, що впливає на якість води та модуль стоку.

Сіверський Донець відрізняється великою кількістю водозабірних споруд, що можна зустріти через кожні кілька кілометрів, а також великою кількістю шахтних вод. Якість води у річці є найгіршою серед великих річок України.

Низька якість води у річці Дінці справляє вплив не лише на можливість використання її для водоспоживання, але й на біологічні ресурси. Кількість риби в річці є відносно невеликою, і риба часто не досягає значних розмірів через періодичні скиди забруднюючих речовин та аварії на очисних спорудах.

Найбільшою лівою притокою Дінця є річка Оскіл, яка має довжину 472 км і площу басейну 14800 км². Вона впадає у Дінець за 580 км від гирла. Оскіл відрізняється значною мінливістю стоку, але після регулювання його водність стала більш рівномірною. Інші значущі ліві притоки включають річки Айдар і Деркул.

Найбільшою правою притокою є річка Казенний Торець, що протікає через промислові міста, такі як Краматорськ, Слов'янськ і Дружківка. Використання води цієї річки для промислового водопостачання є значним, але деякі споруди потребують реконструкції. Казенний Торець також є водоприймачем для багатьох промислових підприємств і зазнає впливу шахтних вод, що призводить до значних змін у гідрохімічних та термічних характеристиках.

Інші значущі праві притоки включають річку Лугань, яка протікає через місто Луганськ і має довжину 198 км та площу басейну 3740 км².

1.3 Екологічний стан водних ресурсів у басейні річки Сіверський Донець за умов антропогенного впливу та забруднення

Забруднення річок – актуальна та серйозна проблема нашого часу, оскільки якість води більшості з них не відповідає вимогам для використання в національному господарстві. Сіверський Донець, що є основною водною артерією Харківської області, використовується як об'єкт рибогосподарського призначення та джерело питної та технічної водопостачання. Проте річка одночасно є отримувачем стічних вод від підприємств промисловості, комунального та сільського господарства.

Проблема недостатньої якості води в водних об'єктах ускладнює забезпечення населення області водою необхідного обсягу. Таким чином, протягом останніх років проблема якості води в річках стала ще більш актуальною.

Основним фактором, що впливає на якість води річки Сіверський Донець, є антропогенне навантаження. У багатьох басейнах, загроза екологічному та хімічному стану трансграничних річок та озер, виникає через діяльність людини.

Ця діяльність призводить до забруднення води органічними (переважно внаслідок стічних вод), біогенними (головним чином через сільське господарство та стічні води) і небезпечними речовинами (в результаті промислової діяльності та видобутку корисних копалин).

Для вирішення проблеми забруднення річок головним завданням є оцінка екологічного стану та рівня забруднення поверхневих водойм в басейні річки Сіверський Донець в межах Харківської області на основі результатів екологічного моніторингу. Це надасть можливість визначити ситуацію та її зміни в процесі використання води, прогнозувати подальший розвиток, вибрати та впроваджувати відповідні природоохоронні заходи та технології.

Останнім часом якість стічних вод, що скидаються з птахофабрики, суттєво погіршилася. Спостерігається недостатня очистка стічних вод та перевищення гранично-припустимого скиду (ГДС) забруднень у водойму за окремими показниками якості, зокрема азоту амонійного.

Порівняльний аналіз вмісту азоту амонійного в воді річки Сіверський Донець на спостережних пунктах у селах Криничне та Червона Гусарівка за останні роки дозволяє відслідкувати зміни в його вмісті при перемішуванні зі стічною водою від птахофабрики (Криничне розташоване вище за течією від розглянутого промислового підприємства). З кожним роком спостерігається поступове збільшення вмісту азоту в воді, що прямо впливає на якість води в річці Сіверський Донець.

Невдоволення ГДС обумовлене технічними можливостями очисних споруд, спроектованих у 70-80-х роках, а також збільшенням обсягів та погіршенням якості виробничих стічних вод.

Отже, для вирішення цієї проблеми необхідна розробка технічних рішень для реконструкції птахофабрики.

Забруднення водних ресурсів, зокрема річки Сіверський Донець, представляє собою значущу проблему, оскільки якість води не відповідає стандартам для використання в різних галузях національного господарства. Річка, яка виконує важливі функції у рибногосподарському секторі та забезпечує водопостачання, є

також отримувачем стічних вод від різних галузей промисловості, комунального та сільського господарства. Проблема низької якості води в річках ускладнює надання необхідного обсягу води для населення області. Таким чином, питання якості води стає ще більш актуальним протягом останніх років.

Основним чинником, що впливає на якість води річки Сіверський Донець, є антропогенне навантаження. Багатофакторне забруднення води, таке як органічне забруднення внаслідок стічних вод, біогенне забруднення від сільського господарства та небезпечні речовини внаслідок промислової діяльності, є серйозною загрозою для екологічного та хімічного стану річки.

Для розв'язання цієї проблеми критично важливим є виконання оцінки екологічного стану та рівня забруднення водойм басейну річки Сіверський Донець в межах Харківської області. Результати екологічного моніторингу нададуть можливість аналізувати ситуацію та її динаміку, прогнозувати подальший розвиток та визначати ефективні природоохоронні заходи та технології.

Останнім часом спостерігається погіршення якості стічних вод від птахофабрики, що призводить до недостатньої очистки та перевищення ГДС забруднень у водоймі. Це особливо виражено у вмісті азоту амонійного, який є ключовим показником. Порівняльний аналіз вмісту азоту амонійного в річці Сіверський Донець на різних спостережних пунктах вказує на поступове збільшення концентрації азоту, що має прямий вплив на якість води.

Необхідність реконструкції птахофабрики та впровадження технічних рішень стає обов'язковою для вирішення проблеми недостатньої очистки стічних вод та забезпечення відповідності ГДС.

Таким чином, екологічний стан водних ресурсів у басейні річки Сіверський Донець потребує негайного уваги та впровадження ефективних заходів для запобігання подальшому забрудненню та відновлення екосистеми річки.

РОЗДІЛ 2 МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ ВОДИ У Р.СІВЕРСЬКИЙ ДОНЕЦЬ

У роботі були розглянуті показники якості води на території Харківської області, які були зібрані та структуровані зі звітів про стан навколишнього природного середовища міста Харкова та Харківської області.

Дослідження включало аналіз різноманітних показників, таких як хімічний та бактеріологічний склад води, рівень забруднення важкими металами, та інші характеристики. Результати аналізу свідчать про певні відхилення від нормативів, встановлених для господарсько-побутового та культурно-побутового використання води.

На основі отриманих даних була проведена екологічна оцінка стану водойм та водних об'єктів, а також розроблені рекомендації щодо покращення якості води у регіоні. Важливим етапом роботи була ідентифікація джерел забруднення та визначення можливих шляхів подолання проблеми.

На рис. 2.1, 2.2, 2.3 та 2.4 зображені точки відбору проб та їх географічне положення.



Рис. 2.1 Місяця відбору проб води р. Сіверський Донець

Для дослідження було обрано 6 дат відбору проб у період з 14.03.2023р по 02.08.2023 р. Пропонується в роботі використовувати наступні маркери:

- 14.03.2023р. – Проба №1;
- 18.04.2023р. – Проба №2;
- 15.05.2023 – Проба №3;
- 19.06.2023 – Проба №4;
- 18.07.2023 – Проба №5;
- 02.08.2023 – Проба №6.

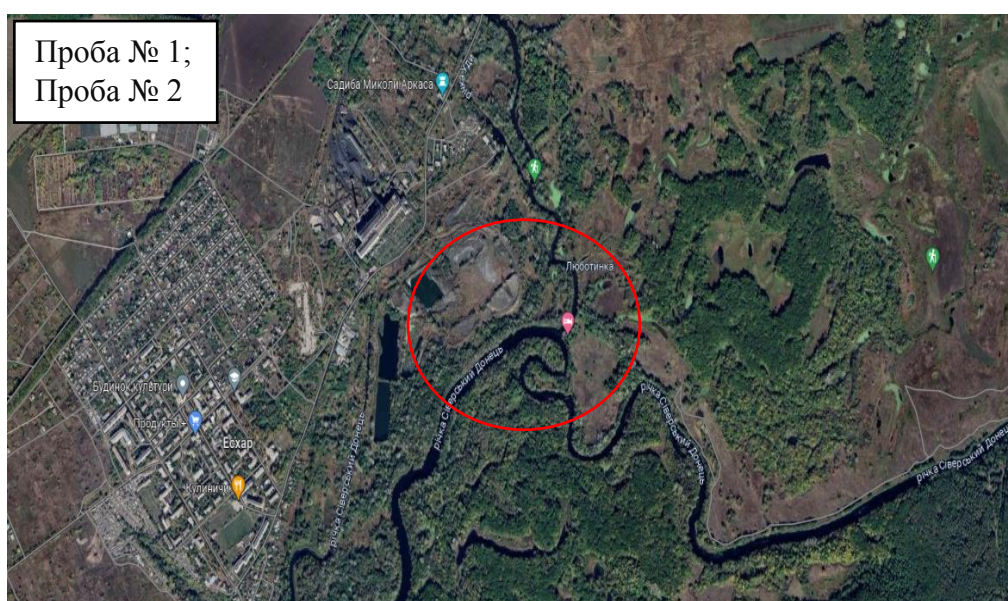


Рис. 2.2 Місяця відбору проб води р. Сіверський Донець, с. Есхар

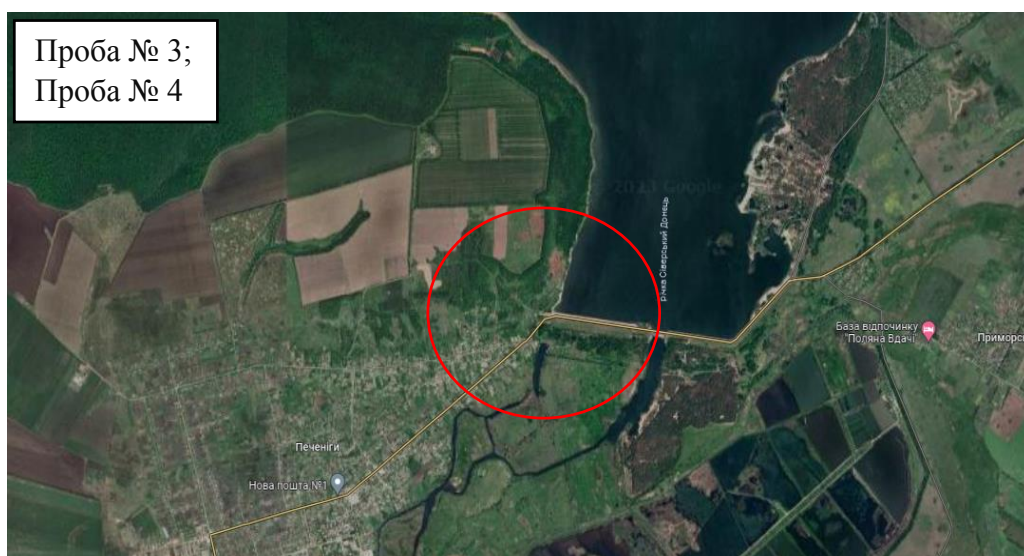


Рис. 2.3 Місяця відбору проб води р. Сіверський Донець, Пчкннзьке водосховище

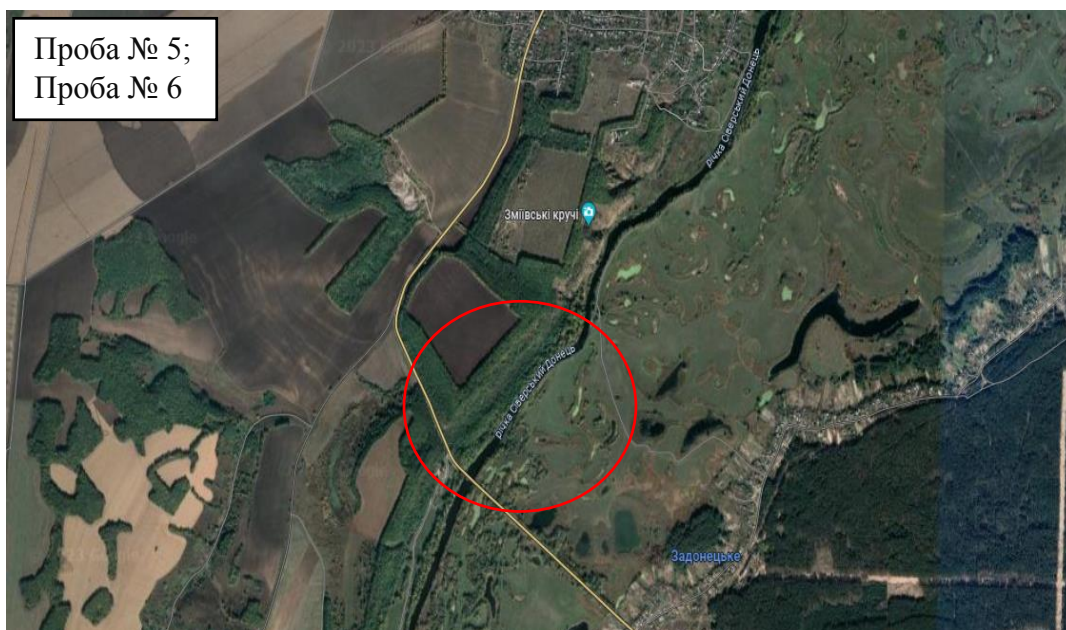


Рис. 2.4 Місяця відбору проб води р. Сіверський Донець, с. Задонецьке

Відібрані зразки піддавались аналізу для визначення вмісту важких металів, таких як залізо, цинк, мідь, марганець, кадмій (не виявлено), та хром (не виявлено). Показники якості води, такі як рН водного середовища, концентрація нітратів та нітритів, прозорість, відсутність запаху, мутність, загальна жорсткість, концентрація хлоридів, лужність та аміак, також були уважно вивчені під час аналізу.

Результати цих досліджень дозволили зробити висновки про загальний стан водних ресурсів на досліджуваній території, виявити можливі джерела забруднення та визначити пріоритетні напрямки для покращення якості води. Ці дані стануть основою для розроблення ефективних стратегій та заходів з водоохорони та управління водними ресурсами у регіоні.

У таблиці 2.1 виражені ГДК для господарсько-питного та культурно-побутового призначення [13].

Таблиця 2.1

Нормативні значення для використання води у господарсько-питного та культурно-побутового призначення [13]

Показник	Одиниці виміру	ГДК
БСК-5	мгО ² / дм ³	3
Розчинений кисень	-	4
рН водне	одиниці рН	8,5
Нітрати	мг/дм ³	50
Нітрити	мг/дм ³	3,3
Прозорість	см	>30
Мутність	-	1
Жорсткість заг	ммоль/дм ³	7
Хлориди	мг/дм ³	350
Лужність	мг/дм ³	6,5
Аміак	мг/дм ³	2
Fe	мг/дм ³	0,2
Zn	мг/дм ³	1
Cu	мг/дм ³	1
Mn	мг/дм ³	0,05

Рівень рН визначається за допомогою рН-метра, використовуючи дослідну довгу з двома катодами, куди поміщається досліджуваний зразок, і вимірюється протягом 1-3 хвилин [14].

Для визначення нітратів додається до 10 мл досліджуваної води бруцин, після чого додається 2 мл концентрованої сірчаної кислоти. Присутність нітратів виявляється зміною коліру на жовтий [14]. Нітрити визначають фотоелектроколориметричним методом, де до двох пробірок додається досліджувана вода та робочий розчин, а потім додається реактив Гріса. Пробірки піддаються термічній обробці, а потім визначається інтенсивність забарвлення суміші [14].

Прозорість води визначається за допомогою приладу Снеллена, який складається з циліндра з плоским дном і градуйованої шкали. Експерт спостерігає за шрифтом через прозорий циліндр під час зливання води [14]. Запах води визначається нагріванням 200 мл тестового зразка та оцінкою запаху, порівнюючи його з таблицею та виражаючи в балах [14].

Мутність визначається наявністю у воді завислих частинок, глини, мулу, піску та органічних речовин.

Жорсткість визначається кількістю солей кальцію і магнію. Вода називається жорсткою, якщо в ній містяться значні кількості цих солей, і м'якою, якщо їх майже немає [15]. Визначення хлоридів ґрунтується на реакції хлору з азотнокислим сріблом. Розчин хромату калію додається до досліджуваного зразка води, і титрується азотнокислим сріблом [16].

Лужність визначається кількістю доданої кислоти, необхідної для нейтралізації 1 дм³ води. Лужність природних вод визначається гідрокарбонатами кальцію і магнію [17]. Концентрацію амонійного азоту визначають на фотоелектроколориметрі за порівнянням інтенсивності забарвлення зразка води зі стандартним розчином [15]. Визначення концентрацій заліза, кадмію, цинку, хрому, міді та марганцю виконувалось на атомно-абсорбційному спектрометрі. Для підготовки розчину додається 2 мл HCl 1% до 50 мл досліджуваної води. Після цього підготовлений зразок завантажується до спектрометра, де процес визначення концентрацій металів повністю автоматизований. Для деяких металів, таких як кадмій, цинк і хром, застосовують модифікатори, такі як паладій та магній.

У процесі підготовки модифікаторів, до 10 мл дистильованої води додається 0,05 мл концентрованого магнію чи паладію, утворюючи нітрат магнію чи паладію. Для визначення концентрації цинку використовується модифікатор магнію, а для хрому та кадмію - модифікатор паладію. Процес додавання модифікаторів до зразків є повністю автоматизованим, інструмент МГА-915 МД самостійно завантажує зразки до кювети, де проводиться вижигання.

Основна суть цього приладу полягає в автоматизованому визначенні концентрацій важких металів у воді та ґрунті з мінімальним втручанням людини, що дозволяє зменшити похибки під час аналізу. Визначення концентрацій металів можливе до десятитисячних значень з мінімальною похибкою. Вимоги до результатів дослідження встановлені згідно з державними санітарними нормами та правилами ДСанПІН 2.2.4-171-10 [18], які передбачають гігієнічну оцінку безпеки та якості питної води з урахуванням епідемічної безпеки, санітарно-хімічних та радіаційних показників [18]. Комплексна оцінка якості води річки Сіверський Донець проводилась за індексами ІЗВ.

Кількість показників для розрахунку індексу забруднення води (надалі у роботі ІЗВ) повина бути не меншою 5, незалежно від того, перевищують вони ГДК чи ні, але обов'язковими є розчинений кисень та БСК-5. Кількість показників для морських вод повинна бути не меншою 4 і включати обов'язково розчинений кисень (надалі у роботі – розч. O^2). ІЗВ в нашому випадку розраховується за 9 показниками, де БСК-5, розчинений кисень, рН є обов'язковими, в нашому випадку це (БСК-5, розчинений кисень, рН, Нітрити, Аміак, Fe, Zn, Cu, Mn) згідно з формулою 2.1:

$$ІЗВ = (1/9) \sum (C_i / ГДК_i) \quad (2.1)$$

де C_i – середнє арифметичне значення показника якості води;

ГДК_i – гранично допустима концентрація.

Після розрахунків класифікується відповідно до таблиці 2.2 [10].

Оцінка якості води ІЗВ виконується за наступними класами [10]

Рівень забруднення	Значення ІЗВ	Клас якості вод
Дуже чисті	до 0,2	I
Чисті	0,2—1,0	II
Помірно забруднені	1,0—2,0	III
Забруднені	2,0—4,0	IV
Брудні	4,0—6,0	V
Дуже брудні	6,0—10,0	VI
Надзвичайно брудні	>10,0	VII

Якщо значення ІЗВ низьке, то це може свідчити про добру якість води з точки зору певних параметрів. З іншого боку, високе значення ІЗВ може свідчити про наявність забруднень та потенційний негативний вплив на довкілля та здоров'я.

У висновку роботи, ІЗВ може бути порівняно з нормативами та стандартами для водних об'єктів, встановленими відповідно до законодавства. Зазначення конкретних висновків та рекомендацій може бути здійснено на основі отриманих результатів та порівняння їх із встановленими стандартами.

Узагальнено, оцінка за ІЗВ дозволяє зробити висновки щодо забрудненості водного об'єкту та визначити можливі заходи для поліпшення якості води та збереження екологічного балансу в досліджуваній області.

РОЗДІЛ 3

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ

Залежно від соціальних, технічних і економічних потреб можуть бути використані різні оцінки якості водних ресурсів: екологічна, рекреаційна, позаекономічна, економічна, економіко-екологічна, соціально-економіко-екологічна, а також: оцінка збитків від забруднення та порушення природного балансу (наприклад, водного, сольового, балансу речовин, енергії тощо).

В роботі було розглянуто показники якості води на території Харківської області, які зібрані та структуровані з звіту про Стан навколишнього природного середовища міста Харкова та Харківської області.

У таблиці 3.1 представлені показники, які досліджували у пробах води р. Сіверський Донець.

Таблиця 3.1

Величини показників якості поверхневих вод р. Сіверський Донець [5]

Назва показника	Проба №1	Проба №2	Проба №3	Проба №4	Проба №5	Проба №6	ГДК
рН водне	9,2	9,54	9,80	8,24	9,46	8,91	8,5
Прозорість, см	27	29,0	27,0	26,0	26,0	16,0	30
Загальна мінералізація, мг/дм ³	435	437,0	431,0	423,0	350,0	423,0	1000
Каламутність	1,3	1,4	1,5	1,5	1,5	2,0	1
Хлориди, мг/дм ³	37,4	36,6	37,1	34,1	32,5	33,7	350
Азот амонійний, мг/дм ³	0,4	0,3	0,0	0,1	0,3	0,2	2
Сульфати	167	152,0	163,0	125,0	134,0	138,0	500
Жорсткість загальна, ммоль/дм ³	7,2	7,1	7,3	7,3	7,4	7,6	7
Лужність загальна, мг/дм	5,2	5,0	5,1	5,2	5,6	6,3	6,5
Розчинений кисень	10,4	10,8	10,3	9,09	6,26	5,03	4
БСК ₅	2,46	2,65	2,57	1,58	1,54	1,83	3

Аналізуючи дані, що згруповані в таблиці 3.1 робимо висновок про те, що деякі показники мають перевищення ГДК (гранично допустимої концентрації), а саме: рН водне, показник каламутності та жорсткості. Розглянемо кожен з показників візуально на графіках.

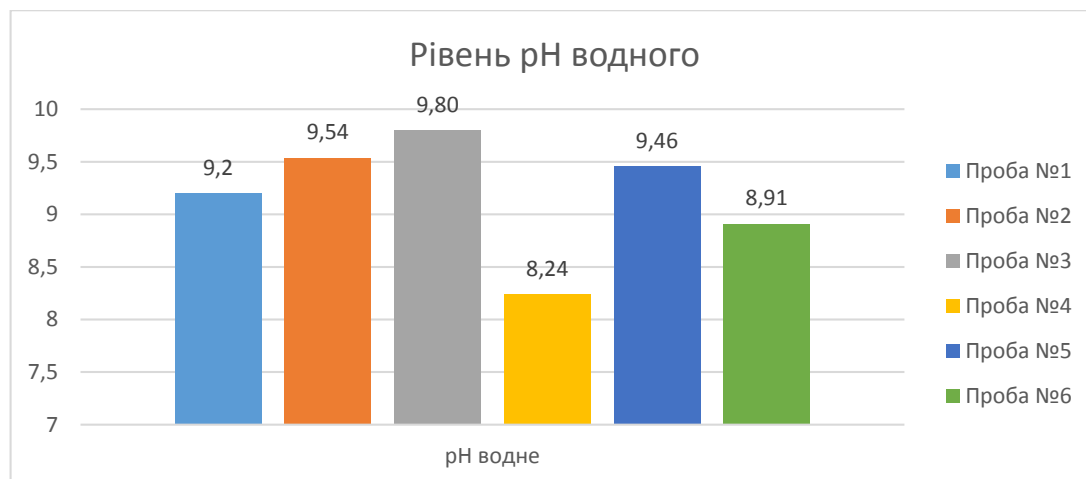


Рис. 3.1 Рівень рН водного за досліджуваний період

На графіку (рис. 3.1) ми можемо побачити, Проби №1, №2, №3, №5 та №6 мають значення рН, які перевищують норматив. Це може свідчити про можливі проблеми з кислотністю води. Рекомендується подальше спостереження та можливі заходи для нормалізації рівня рН. Проба №4 має значення рН, який знаходиться в межах норми.

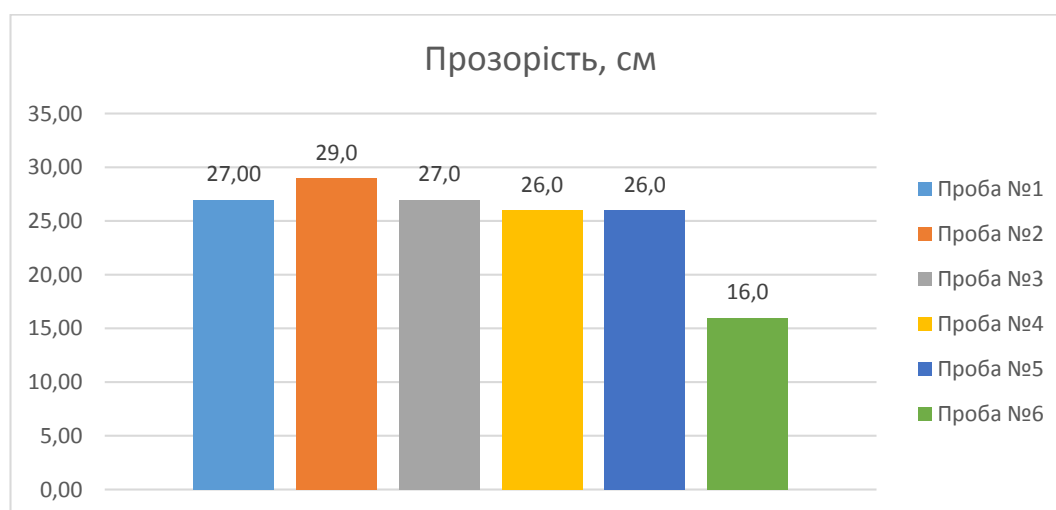


Рис. 3.2 Рівень прозорості за досліджуваний період

Проба №6 має значення прозорості, яке суттєво нижче нормативу. Це може вказувати на наявність забруднень або інших проблем з якістю води. В інших пробах значення прозорості знаходяться в межах норми.

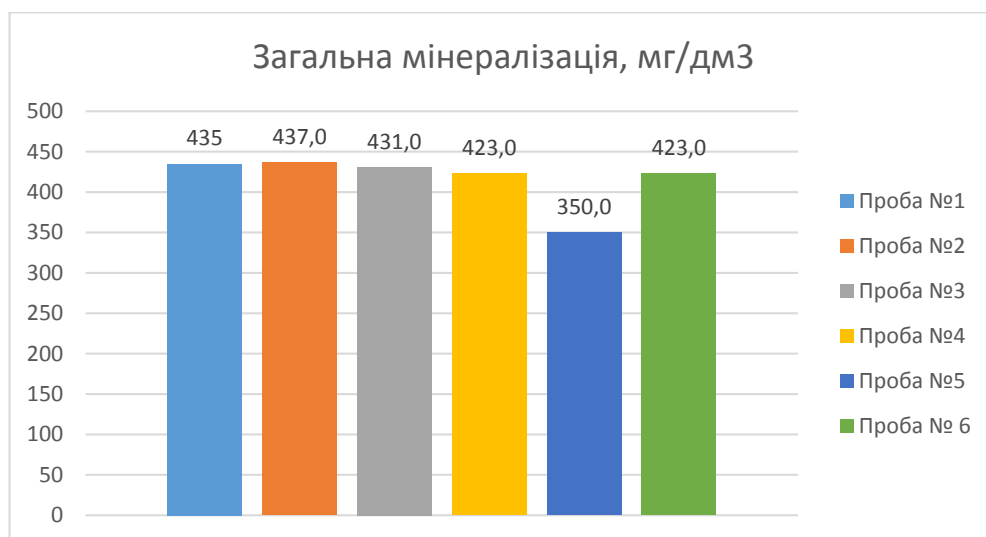


Рис. 3.3 Загальна мінералізація

За результатами вимірювань загальна мінералізація води на всіх пробах знаходиться в межах норми. Це позитивний показник, що свідчить про те, що рівень мінералізації води є прийнятним. Немає необхідності в додаткових заходах щодо цього параметра.



Рис. 3.4 Рівень каламутності в досліджуваних зразках

Усі проби мають значення каламутності, які перевищують норматив. Це може вказувати на погіршення якості води та наявність забруднень. Рекомендується додаткове дослідження та при необхідності вжиття заходів для зменшення рівня каламутності.

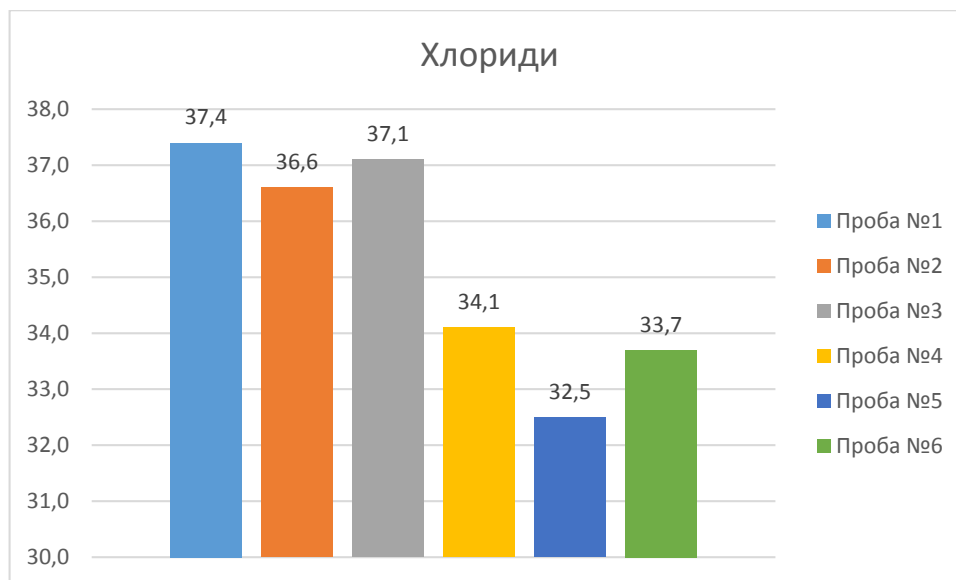


Рис. 3.5 Рівень хлоридів у досліджуваних зразках

Рівень хлоридів в усіх пробах знаходиться в межах норми, що свідчить про відповідність даного показника стандартам.

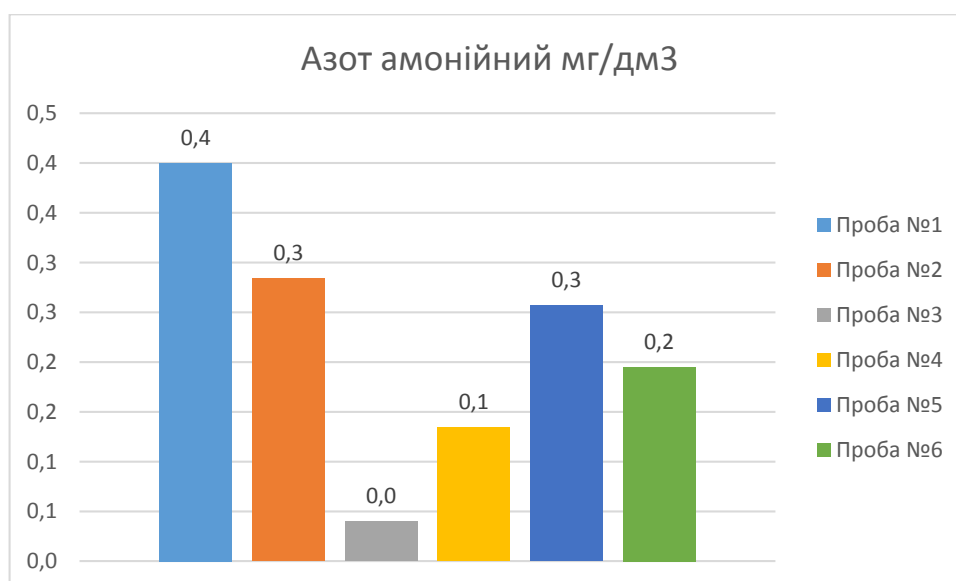


Рис. 3.6 Рівень азоту амонію у досліджуваних зразках

Рівень азоту амонійного в усіх пробах знаходиться в межах норми, що є задовільним результатом.

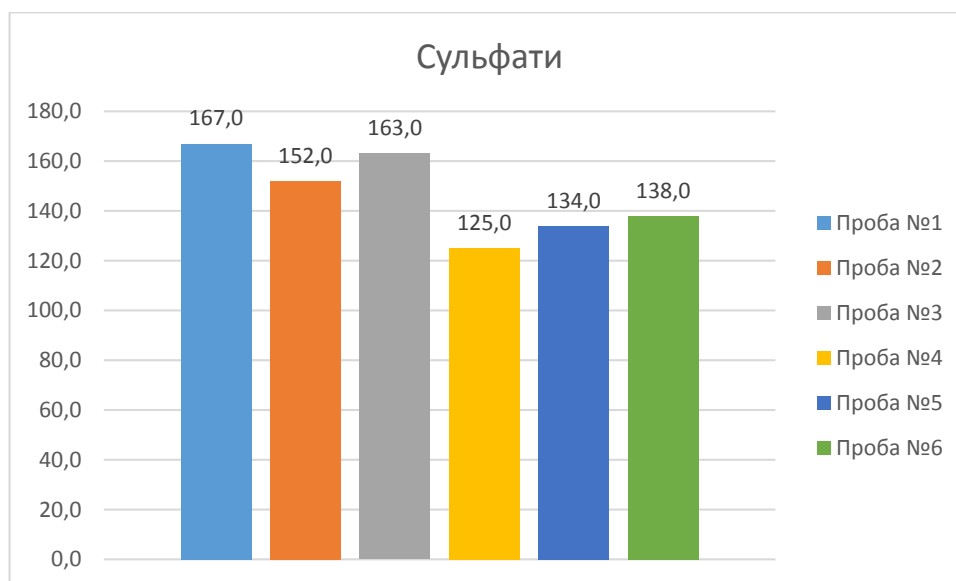


Рис. 3.7 Рівень сульфатів у досліджуваних зразках

Рівень сульфатів в усіх пробах знаходиться в межах норми, що свідчить про відповідність даного показника стандартам.

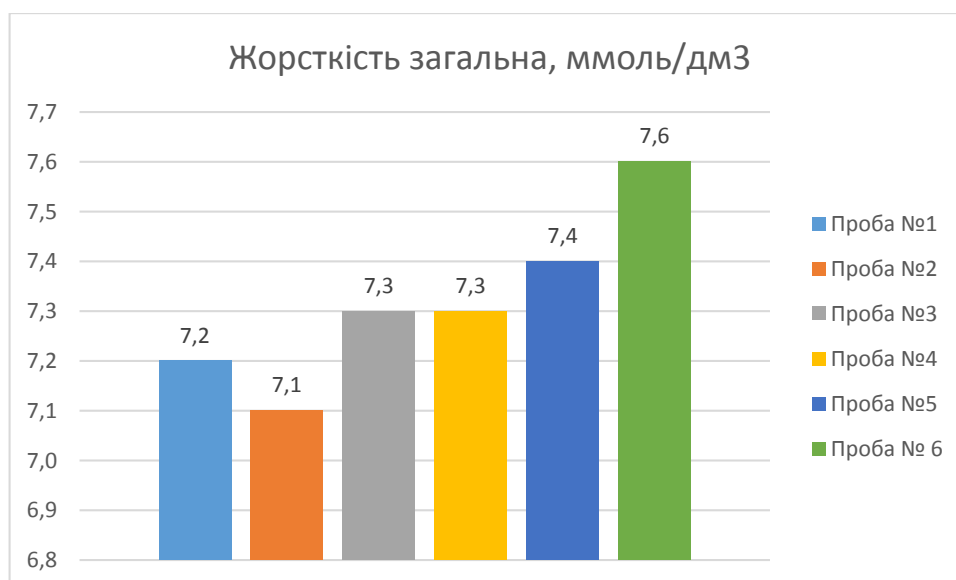


Рис. 3.8 Рівень жорсткості у досліджуваних зразках

Рівень жорсткості загальної в усіх пробах знаходиться в межах норми, що свідчить про відповідність даного показника стандартам.

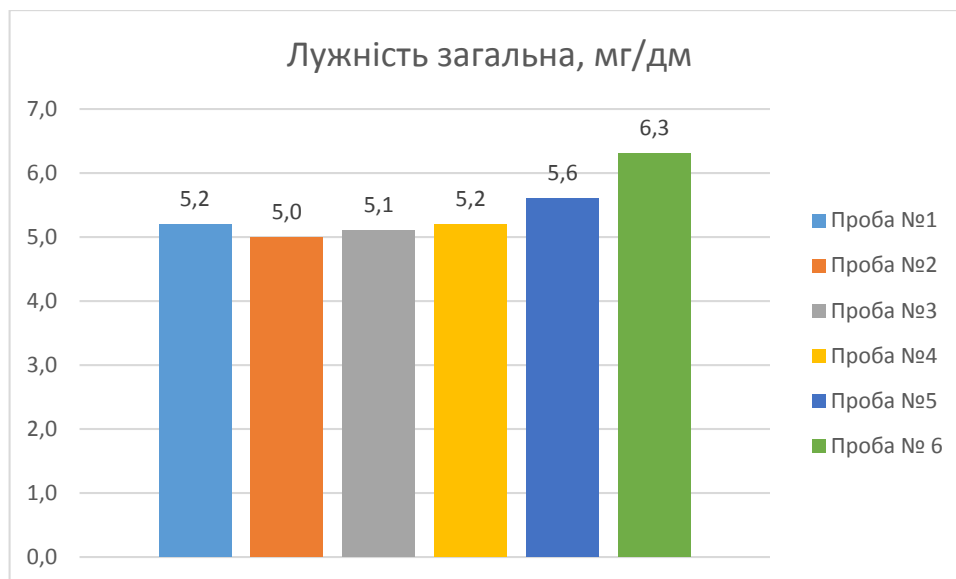


Рис. 3.9 Рівень лужності у досліджуваних зразках

Рівень лужності загальної в усіх пробах знаходиться в межах норми, що свідчить про відповідність даного показника стандартам.

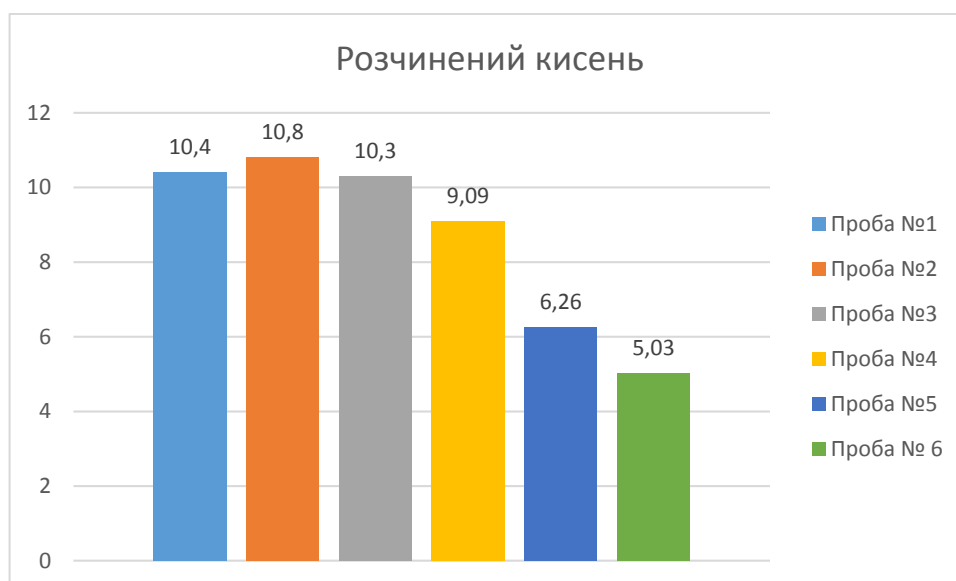


Рис. 3.9 Розчинений кисень

Загальна оцінка графіка свідчить про високу кількість розчиненого кисню, що може бути пов'язано з ефективними процесами аеробного розкладання органічних речовин у воді. Однак, для повноцінної оцінки ситуації, важливо також

врахувати інші параметри води та можливі джерела викидів, які можуть впливати на якість води.

БСК5 (біохімічне споживання кисню за 5 діб) є показником, який вказує на кількість кисню, яка споживається водою протягом п'яти днів при біохімічному процесі біодеструкції органічних речовин за участю мікроорганізмів.

Вимірюється в міліграмах кисню на літр води ($\text{мг O}_2/\text{л}$). Визначення БСК5 дозволяє оцінити ступінь забруднення води органічними речовинами та її здатність до самоочищення.

Загальна якість води має свої позитивні та від'ємні аспекти. Деякі параметри перевищують нормативи, такі як каламутність та рН у деяких пробах.

Індекс забруднення води - це комплексний показник, який використовується для оцінки ступеня забруднення водного об'єкта різними речовинами. Індекс забруднення може включати різні параметри, такі як хімічний склад води, бактеріологічні показники, концентрацію різних речовин.

Індекс забруднення води (ІЗВ) дозволяє попередньо оцінити якість води за шістьма показниками. Існує дві методики: стандартна та модифікована. До стандартної методики входять шість обов'язкових показників: БСК5, розчинений кисень, феноли, нафтопродукти, аміак, нітрати. При відсутності одного із перерахованих компонентів розрахунок поводять за модифікованою методикою в якій залишаються два обов'язкових компонента БСК5 та розчинений кисень, а чотири останніх відбираються по 30 максимальному відношенню їх концентрації до ГДК

Для розрахунку індексу забруднення води за необхідності потрібна детальна інформація щодо різних параметрів якості води та їх вплив на здоров'я людей та середовище. Крім того, існують різні методології для розрахунку індексу забруднення, і вони можуть відрізнятися залежно від конкретного контексту та регіону.

Проведені розрахунки ІЗВ групуємо в таблицю для подальшого аналізу.

Таблиця 3.2

Значення ІЗВ та класу якості для проб води

Проба води	ІЗВ	Клас якості вод	Характеристика класу якості води
Проба 1	0,21	II	Для вод II класу характерні певні зміни порівняно з природними, однак ці зміни не порушують екологічної рівноваги.
Проба 2	0,20	II	Для вод II класу характерні певні зміни порівняно з природними, однак ці зміни не порушують екологічної рівноваги.
Проба 3	0,17	I	До I класу відносяться води, на які найменше впливає антропогенне навантаження. Величини їх гідрохімічних і гідробіологічних показників близькі до природних значень для даного регіону.
Проба 4	0,13	I	До I класу відносяться води, на які найменше впливає антропогенне навантаження. Величини їх гідрохімічних і гідробіологічних показників близькі до природних значень для даного регіону.
Проба 5	0,07	I	До I класу відносяться води, на які найменше впливає антропогенне навантаження. Величини їх гідрохімічних і гідробіологічних показників близькі до природних значень для даного регіону.
Проба 6	0,10	I	До I класу відносяться води, на які найменше впливає антропогенне навантаження. Величини їх гідрохімічних і гідробіологічних показників близькі до природних значень для даного регіону.

Аналіз результатів розрахунку ІЗВ показав, що в пробах № 1 та №2 спостерігається певне перевищення. Вода з цих проб (відібрано в с. Есхар, Харківська обл.) має клас води II. Це може бути пов'язано зі знаходженням неподалік річки ТЕЦ «Есхар», яка використовує воду для охолодження. Також, у відкритих джерелах, є інформація щодо викидів стічних вод підприємствами, які займаються підприємницькою діяльністю на цій території.

РОЗДІЛ 4

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПОКРАЩЕННЯ СТАНУ ВОДИ В ПОВЕРХНЕВИХ ВОДНИХ ОБ'ЄКТАХ

Виходячи з розрахунків ІЗВ, які були отримані у 3 розділи, робимо висновок. Що на якість води в річці Сіверський Донець впливає робота ТЕС. Що знаходиться в с. Есхар.

Теплові електростанції (ТЕС) використовують різні види палива, такі як вугілля, нафта, газ і інші, для послідовного перетворення хімічної енергії на теплову, механічну та електричну енергію. Ці електростанції поділяються за видом енергетичного устаткування на паротурбінні, газотурбінні та дизельні. Робота паротурбінних електростанцій ґрунтується на термодинамічних принципах. Ротори електричних генераторів приводяться в рух паровими турбінами, де тепла енергія пари перетворюється в кінетичну енергію, що потім передається роторам турбін. Водяна пара виступає як робоче тіло для паротурбінних електростанцій. Пара необхідних параметрів утворюється у котлі за рахунок теплоти, виділеної під час спалювання органічного палива.

Важливим аспектом є те, що ТЕС мають негативний вплив на навколишнє середовище. Електростанції, які використовують тверде паливо, викидають в атмосферу частину золи та недогорілі частки палива, а також різні види забруднюючих речовин, таких як сірчистий та сірчаний ангідриди, оксиди азоту та вуглецю. Використання органічного палива, такого як природний газ, також призводить до викидів токсичних оксидів азоту та вуглецю, а також бензопірену.

Якщо підприємство випускає стічні води, навіть якщо вони є ідеально чистими, але дуже холодними або гарячими, це може призводити до порушення екологічної рівноваги в водоймі. Збільшення середньої температури сприяє активнішому розмноженню мікроорганізмів, що може призвести до заростання і замулення водойм. Також може виникнути поява колоній патогенних мікроорганізмів. Висока температура води може знизити розчинність кисню, що

призводить до евтрофікації (заростання) водойм та зменшення кількості риб та їхнього різноманіття.

Ділянки витoku гарячої води можуть створювати безкисневі зони, ускладнюючи рух риб та обмежуючи їх доступ до місць нересту. Висока температура може призвести до підвищення розчинності більшості мінералів, що сприяє заростанню і псує склад води, осідаючи на дно. Теплове забруднення може призвести до обміління водойм через збільшення температури води, що сприяє випаровуванню та активному розмноженню мікроорганізмів.

Електростанції, які використовують тепло та атомну енергію, виробляють велику кількість тепла під час процесу охолодження, що призводить до теплового забруднення водойм та атмосфери. Це може викликати проблеми для екосистем, а також обмежує ефективність електростанцій. Додатково, стоки промислових підприємств і водоспоживальних станцій також впливають на чистоту води. Важливо зазначити, що температура води, яку відводять електростанції, повинна відповідати нормам, але іноді ці стандарти можуть вказувати на значний тепловий вплив на водойми. Загалом, це викликає потребу в удосконаленні технологій та впровадженні більш екологічно чистих методів виробництва енергії для зменшення негативного впливу на навколишнє середовище.

Зменшення впливу теплоелектростанцій на річки може бути досягнуте за допомогою різноманітних заходів та технологій. Замість відкритих систем охолодження, які використовують воду з річок, можна впроваджувати системи замкнутого циклу. Це дозволяє зменшити використання річкової води для охолодження, тим самим знижуючи вплив на річкову екосистему.

Розробка та використання ефективних технологій очищення теплових стічних вод перед їхнім відведенням у річку дозволяє зменшити тепловий вплив на водойму та зберегти біоту річкового середовища. Модернізація енергоблоків для підвищення їхньої ефективності може допомогти знизити витрати палива і, відповідно, тепловий навантаження на річку.

Заміна традиційних теплових електростанцій електростанціями, що використовують відновлювальні джерела енергії, такі як сонячна чи вітрова

енергія, може допомогти знизити вплив на водні ресурси. Регулярний моніторинг температури води, якість води та впливу електростанцій на водні екосистеми дозволяє вчасно виявляти проблеми та впроваджувати корекційні заходи.

За впровадження строгих екологічних стандартів та нормативів для викидів і стічних вод теплоелектростанцій, що дозволяє контролювати та обмежувати їхній вплив на водойму. Ці підходи спрямовані на забезпечення сталого виробництва електроенергії, зниження негативного впливу на водні екосистеми та покращення екологічної стійкості теплоелектростанцій.

У загальному, зменшення впливу теплоелектростанцій на річки та їхні екосистеми є критично важливим завданням для забезпечення сталого використання енергетичних ресурсів та збереження водних ресурсів. Для досягнення цієї мети, важливо впроваджувати технології та заходи, спрямовані на зменшення витрат води для охолодження, покращення очищення теплових стічних вод, використання енергоефективних технологій, а також перехід до відновлювальних джерел енергії.

Модернізація і покращення теплових електростанцій, враховуючи екологічні аспекти, може сприяти збалансованому використанню водних ресурсів та збереженню річкових екосистем. Важливо також розвивати та застосовувати нові технології управління водними ресурсами та збільшення використання вторинних ресурсів, таких як зола, у будівельній індустрії.

Застосування строгих екологічних стандартів та систем моніторингу є важливим етапом для забезпечення відповідальної енергетичної діяльності. Здійснення цих заходів сприятиме створенню сталого енергетичного сектору, який забезпечує електроенергією, зберігаючи при цьому природні ресурси та зберігаючи біорізноманіття водних екосистем.

ВИСНОВКИ

На сьогоднішній день, використання водних ресурсів суб'єктами господарювання у кількісному вираженні перевершує загальне використання усіх інших природних ресурсів. Це призводить до виснаження та забруднення водних ресурсів. Головною причиною забруднення водойм є значне водоспоживання та викид забрудненої води, що впливає з високого рівня витрати води. Природні механізми самоочищення вже не можуть забезпечити необхідної якості води через великий обсяг водоспоживання. Окрім високого рівня споживання води, дефіцит води також спричинений зростанням забруднення внаслідок викидів промислових та побутових стічних вод у річки. Водні об'єкти басейну річки Сіверський Донець, який є основним джерелом водопостачання Харківської, Луганської і Донецької областей, стикаються з екологічними проблемами. Басейн річки Сіверський Донець є одним з найбільш екологічно напружених регіонів України, з великим обсягом використання води для екологічно небезпечних виробництв. Річка Сіверський Донець, яка протікає через Харківську, Донецьку та Луганську області, є найбільшою річкою та важливим джерелом прісної води в східній частині України. Однак водозабезпеченість регіону низька, і інтенсивне використання річкового стоку вдвічі перевищує середній рівень в Україні.

Висновки з аналізу якості води: високий рівень розчиненого кисню за всіма пробами, що свідчить про ефективні процеси аеробного розкладання органічних речовин; однак, проблеми з каламутністю в пробах 2, 3, 4 та 5 вказують на можливі забруднення та погіршення якості води.

Рівень хлоридів, азоту та сульфатів в межах норми, свідчить про відповідність стандартам. Відсутність проблем у цих показниках для всіх досліджених проб.

Рівень жорсткості в межах норми, що вказує на відсутність серйозних проблем з вмістом солей кальцію та магнію.

Деякі параметри (наприклад, каламутність та рН) перевищують нормативи, що може вказувати на потенційні проблеми у якості води.

Загальна якість води є високою, але рекомендується контроль за забрудненням та проведення подальших досліджень.

Використовуючи ІЗВ, класифікація якості води дозволяє визначити її придатність для різних цілей. Всі проби води мають високу якість за ІЗВ, що свідчить про їх придатність для різноманітних використань. Водні ресурси досліджено і оцінено з точки зору різних параметрів якості води. Велика частина показників вказує на високу якість води, але необхідно звертати увагу на певні аспекти, такі як каламутність та рН, для забезпечення тривалої стабільності водного середовища. Продовження моніторингу та прийняття заходів для запобігання забрудненню є ключовими для збереження якості води та екологічної стійкості.

Аналіз результатів розрахунку ІЗВ показав, що в пробах № 1 та №2 спостерігається певне перевищення. Вода з цих проб (відібрано в с. Есхар, Харківська обл.) має клас води II. Це може бути пов'язано зі знаходженням неподалік річки ТЕЦ «Есхар», яка використовує воду для охолодження. Також, у відкритих джерелах, є інформація щодо викидів стічних вод підприємствами, які займаються підприємницькою діяльністю на цій території.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Белан С.В., Рибалова О.В., Козловська О.В. Визначення екологічної небезпеки водокористування басейну р. Сіверський Донець у Харківській області. Вітник ХНАДУ, вип. 60, 2013.
2. Екологічна оцінка якості води річки Харків у межах УКРАЇНИ. Збірник наукових праць. Харків, 2012 .
3. Загальнодержавна програма «Питна вода України» на 2006-2020 роки.// Відомості Верховної Раду України, 2005, № 15, с. 243-255.
4. Задніпровський В.В., Максименко Н.В. Проблеми і динаміка екологічного стану басейну р. Сіверський Донець на Харківщині. Наукові праці УкрНДГМІ. 2003. Вип. 252
5. Карпець К. М. До питання самоочищення річок м.Харкова. // Нове у змісті, технологіях і методиках навчального процесу та дослідженнях з географії і картографії. Харків: 2008.
6. Малахова В. Головні причини й джерела забруднення малих річок Харкова. Шляхи подолання екологічної кризи. Каразінський колоквіум. Шоста обласна конференція. Харків: 2007.
7. Некос А. Н., Гарбуз А. Г. Екологічна оцінка об'єктів навколишнього середовища та харчових продуктів. Харків: ХНУ В. Н. Каразіна, 2012. 104 с.
8. Прокопов В. О. Питна вода України: медико-екологічні та санітарногігієнічні аспекти. Київ: Медицина, 2016. 400 с.
9. Рибалова О.В., Козловська О.В., Коробкова Г.В. Оцінка екологічного ризику погіршення стану басейну р. Сіверський Донець в Харківській області. Режим доступу: http://www.rusnauka.com/7_NITSB_2014/ Ecologia/6_161747 .doc.htm
10. Савицький О. Спадок ери динозаврів. Огляд теплової енергетики України. Київ: Національний екологічний центр України, 2014. 32 с
11. [Сіверсько-Донецьке басейнове управління водних ресурсів](http://www.rusnauka.com/7_NITSB_2014/ Ecologia/6_161747 .doc.htm). Державне агентство водних ресурсів України <https://sdbuvr.gov.ua/> ;

12. Сучасний екологічний стан української частини річки Сіверський Донець (експедиційні дослідження) / А.В. Гриценко, О.Г. Васенко, А.В. Колісник та ін.: за ред. д-ра геогр. наук, проф. А.В. Гриценка, канд. біол. наук, доц. О.Г. Васенка. – Х.: ВПП «Контраст», 2011. – 340 с.

13. Ухань О.О., Осадча Н.М. Характеристика кисневого режиму поверхневих вод басейну р. Сіверський Донець. Наукові праці УкрНДГМІ. 2010. Вип. 259

14. Ухань О.О., Осадчий В.І., Осадча Н.М., Манченко А.П. Особливості формування хімічного складу поверхневих вод басейну р. Сіверський Донець. Наукові праці УкрНДГМІ. 2002. Вип. 250 С.

15. Хільчевський В.К. Водопостачання і водовідведення. Гідроекологічні аспекти.: ВЦ “Київський університет”, К. 1999. 319 с.

16. Швєбс Г.І. Ігошин М.І. Каталог річок і водойм України. Навчально-довідковий посібник. Одеса: Астропринт, 2003. 390 с.

17. Юрасов С.М., Сафранов Т.А., Чугай А.В. Оцінка якості природних вод Навчальний посібник ОДЕСА. 2011.