

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет агротехнологій та природокористування
Кафедра екології та ботаніки

До захисту допускається
Завідувач кафедри екології та ботаніки
_____ **Вікторія СКЛЯР**

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за першим рівнем вищої освіти

на тему: «**МОНІТОРИНГ СТАНУ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД**
Р. СУЛА В МЕЖАХ РОМЕНСЬКОГО РАЙОНУ
(СУМСЬКА ОБЛАСТЬ)»

Виконав:	_____	Владислав ФІЛОНЕНКО
	(підпис)	(Прізвище, ініціали)
Група		ЕКО 2001
Науковий керівник:	_____	Інна ЗУБЦОВА
	(підпис)	(Прізвище, ініціали)

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет агротехнологій та природокористування

Кафедра *екології та ботаніки*

Освітній ступінь – «Бакалавр»

Спеціальність 101 «Екологія»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Зав. кафедрою _____ **Вікторія СКЛЯР**

« 01 » вересня 2022 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу студентіві

Філоненку Владиславу Олександровичу

1. Тема роботи: «Моніторинг стану поверхневих вод р. Сула в межах Роменського району (Сумська область)»

Затверджено наказом по університету від « 10 » квітня 2024 р. № 1009/ОС

2. Термін здачі студентом закінченої роботи на кафедрі 10.06. 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи: літературні дані про екологічний стан р. Сули та поверхневих вод в Україні загалом, нормативно-правова база моніторингу поверхневих вод в Україні, методи моніторингу якості поверхневих вод, хімічні методи визначення забруднюючих речовин; методи та методика проведення досліджень; результати власних досліджень про стан поверхневих вод р. Сула у межах Роменського району Сумської області. Висновки та пропозиції.

4. Перелік завдань, які будуть виконуватися в роботі: проаналізувати основні забруднюючі речовини, за якими здійснюється моніторинг у р. Сула, їх джерела надходження та вплив; дослідити етапи моніторингу та структуру системи спостережень; охарактеризувати об'єкт і предмет досліджень, описати методіку; проаналізувати моніторингові дані щодо стану поверхневих вод р. Сула у межах Роменського району (Сумська область); провести статистичний аналіз моніторингових даних; розробити рекомендації щодо поліпшення стану поверхневих вод.

Керівник кваліфікаційної роботи _____ **Інна ЗУБЦОВА**

Завдання прийняв до виконання _____ **Владислав ФІЛОНЕНКО**

Дата отримання завдання « 01 » вересня 2022 р.

АНОТАЦІЯ

Філоненко В. О. «Моніторинг стану поверхневих вод р. Сула в межах Роменського району (Сумська область)»

Кваліфікаційна робота освітнього рівня бакалавр, на правах рукопису. Спеціальність – 101 Екологія. – Сумський національний аграрний університет. – Суми, 2024.

У кваліфікаційній роботі проведено комплексне дослідження стану поверхневих вод р. Сула в межах Роменського району Сумської області. Детально описано методи моніторингу якості поверхневих вод.

Описано важливість річки Сула як життєво важливого водного об'єкта регіону та джерела води для різноманітних цілей. Розглянуто методи моніторингу якості води. Проаналізовано фактори, що впливають на якість поверхневих вод річки Сула. Висвітлено наслідки забруднення води.

Описано методологію проведення досліджень. Розглянуто важливість просторового і часового аналізу змін якості води, а також проблеми забезпечення точності даних моніторингу. Підкреслено значення отриманих результатів для екології та місцевої громади, а також окреслено напрямки майбутніх досліджень.

Представлено результати оцінки фізико-хімічних параметрів води. Наведено динаміку змін цих показників за період з 2015 по 2023 рік. Особливу увагу приділено аналізу сезонних коливань якості води та їх впливу на гідрохімічний режим річки. Досліджено вплив кліматичних факторів на формування хімічного складу води.

Розглянуто наслідки забруднення річки. Проаналізовано потенційні ризики для здоров'я населення, пов'язані з використанням забрудненої води.

На основі отриманих результатів розроблено рекомендації щодо вдосконалення системи моніторингу якості поверхневих вод р. Сула в межах Роменського району Сумської області .

Ключові слова: моніторинг, водні ресурси, аналі забруднення, річка Сула.

ABSTRACT

Filonenko V. O. «Monitoring of Surface Water Condition of the Sula River within Romny District (Sumy Region)».

Qualification work of the Master's level of education, with manuscript rights. Specialty - 101 Ecology. – Sumy National Agrarian University. – Sumy, 2024.

The qualification thesis presents a comprehensive study of the surface water condition of the Sula River within the Romny district of Sumy region. Methods for monitoring surface water quality are described in detail.

The importance of the Sula River as a vital water body in the region and a source of water for various purposes is outlined. Water quality monitoring methods are discussed. Factors affecting the quality of surface waters of the Sula River are analyzed. The consequences of water pollution are highlighted.

The research methodology is described. The importance of spatial and temporal analysis of water quality changes is considered, as well as issues of ensuring the accuracy of monitoring data. The significance of the obtained results for ecology and the local community is emphasized, and directions for future research are outlined.

The results of the assessment of physical and chemical parameters of water are presented. The dynamics of changes in these indicators for the period from 2015 to 2023 are provided. Particular attention is paid to the analysis of seasonal fluctuations in water quality and their impact on the hydrochemical regime of the river. The influence of climatic factors on the formation of the chemical composition of water is investigated.

The consequences of river pollution are examined. Potential health risks to the population associated with the use of contaminated water are analyzed.

Based on the obtained results, recommendations for improving the surface water quality monitoring system of the Sula River within the Romny district of Sumy region are developed.

Keywords: monitoring, water resources, analysis pollution, river Sula.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМИ (Огляд літератури) (Огляд літератури)	9
1.1 Екологічний стан поверхневих вод в Україні	9
1.2 Нормативно-правова база моніторингу поверхневих вод в Україні	11
1.3 Методи моніторингу якості поверхневих вод	12
1.4 Хімічні методи визначення забруднюючих речовин	16
1.5 Сучасні підходи до моніторингу стану поверхневих вод	18
1.6 Індикатори забруднення та оцінювання якості поверхневих вод	22
РОЗДІЛ 2 ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТ ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	26
2.1 Об'єкт та предмет досліджень	26
2.2 Умови проведення досліджень	31
РОЗДІЛ 3 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	35
РОЗДІЛ 4 МОНІТОРИНГ СТАНУ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД В Р.СУЛА В МЕЖАХ РОМЕНСЬКОГО РАЙОНУ (СУМСЬКА ОБЛАСТЬ)	40
4.1 Оцінка якості води р. Сула в межах Роменського району	40
4.2 Хімічний аналіз води р. Сула у межах Роменського району	45
4.3 Визначення рівня забруднення р. Сула	52
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	58
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	60
ДОДАТКИ	65

ВСТУП

Актуальність теми. Моніторинг стану поверхневих вод річки Сула передбачає аналіз різних фізико-хімічних показників для точного визначення якості води. Основні параметри, які зазвичай вимірюють, включають температуру, рН, каламутність і рівні розчиненого кисню. Температура може впливати на швидкість метаболізму водних організмів, тоді як рівень рН може вказувати на наявність кислотних або лужних речовин у воді. Каламутність є показником прозорості води і може вказувати на утворення осаду або забруднення, тоді як рівень розчиненого кисню має вирішальне значення для підтримки водного життя. Окрім цих параметрів, програми моніторингу також оцінюють рівень поживних речовин, таких як азот і фосфор, а також наявність забруднюючих речовин, таких як важкі метали та пестициди. Аналізуючи ці параметри, дослідники можуть отримати уявлення про загальний стан річки Сула та точно визначити проблемні області.

Результати моніторингу стану поверхневих вод річки Сула в Роменському районі дають цінну інформацію про тенденції якості води та потенційні екологічні загрози. Завдяки аналізу параметрів якості води, таких як згадані раніше, дослідники можуть порівнювати зібрані дані з установленими стандартами та правилами якості води. Розбіжності між виміряними значеннями та нормативними пороговими значеннями можуть вказувати на області невідповідності та потенційні ризики для здоров'я людини та навколишнього середовища. Крім того, шляхом виявлення потенційних джерел забруднення, таких як промислові викиди або сільськогосподарські стоки, зусилля з моніторингу можуть допомогти зацікавленим сторонам вжити активних заходів для пом'якшення негативного впливу на екосистему. Розуміння цих наслідків має важливе значення для розробки цілеспрямованих заходів для покращення якості води та захисту екологічної цілісності річки Сула, що на сучасному етапі і обумовлює актуальність теми даної кваліфікаційної роботи.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконувалася згідно з планами науково-дослідної роботи кафедри екології та ботаніки Сумського національного аграрного університету в межах виконання теми: «Інвентаризація біорізноманіття та комплексний популяційний аналіз рослинного покриву Північно-Східної України» (номер держреєстрації: 0121U113245).

Мета і завдання дослідження. Метою даного дослідження є комплексна оцінка сучасного екологічного стану поверхневих вод річки Сула в межах Роменського району Сумської області шляхом моніторингу основних фізико-хімічних, хімічних та гідробіологічних показників якості води.

Для досягнення мети поставлені наступні *завдання*:

- здійснити збір водних проб з річки Сула;
- визначити фізико-хімічні параметри води (температура, рН, концентрація розчиненого кисню тощо);
- провести хімічний аналіз води для визначення концентрації основних компонентів та забруднювачів;
- оцінити рівень забруднення води та виявити фактори, що впливають на його формування.

Методи досліджень. У роботі використані польові (рекогносцирувальний, маршрутний), камеральні, математичні, статистичні. Обробка матеріалів проводилася із застосуванням програмних пакетів Statistica 13.0.

Наукова новизна одержаних результатів. Уперше проведено моніторинг стану поверхневих вод р. Сула в межах Роменського району (Сумська область) та отримано повне та цілісне уявлення про їх сучасний стан.

Практичне значення одержаних результатів. Матеріали кваліфікаційної роботи можуть бути використані у навчальному процесі Сумського НАУ при викладанні таких дисциплін, як: «Основи наукової та

природоохоронної діяльності», «Гідрологія», «Основи екології та охорона природи».

Особистий внесок здобувача. Робота є самостійним дослідженням студента, який підібрав відповідні методи дослідження, здійснив забір водних зразків, здійснив їх статистичне опрацювання та аналіз. Узагальнення та інтерпретація отриманих даних здійснювалось як особисто, так і спільно із науковим керівником. Результати досліджень відображені у публікаціях та кваліфікаційній роботі. Матеріали, опубліковані у співавторстві, містять пропорційний внесок здобувача.

Апробація результатів роботи. Результати та основні положення роботи доповідались на щорічній конференції викладачів, аспірантів та студентів Сумського НАУ (2024 р.).

Публікації. За матеріалами роботи підготовлено тези, які опубліковані в Матеріалах науково-практичної конференції викладачів, аспірантів та студентів Сумського НАУ (14-16 травня 2024 р.). (Додаток А).

Структура та обсяг роботи. Матеріали роботи викладено на 69 сторінках, з яких основний текст роботи займає 19 сторінок. Кваліфікаційна робота складається з вступу, 4 розділів основної частини, висновків, списку використаних джерел та 5 додатків. Основна частина роботи містить 11 рисунків і 5 таблиць. У роботі цитується 48 літературні джерела, з них 9 – латиницею.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМИ (Огляд літератури)

1.1. Екологічний стан поверхневих вод в Україні

Важливість моніторингу якості поверхневих вод набуває все більшого значення в умовах зростаючого антропогенного навантаження на водні екосистеми. Поверхневі води є невід'ємною складовою навколишнього середовища та відіграють ключову роль у забезпеченні життєдіяльності людини і функціонуванні екосистем. Однак, внаслідок скидання неочищених або недостатньо очищених стічних вод, надходження забруднюючих речовин із сільськогосподарських угідь та атмосферних опадів, якість поверхневих вод постійно погіршується. Це призводить до деградації водних екосистем, зменшення біорізноманіття, а також становить загрозу для здоров'я людини.

Систематичний моніторинг стану поверхневих вод є необхідною передумовою для розробки ефективних заходів з охорони та раціонального використання водних ресурсів. Він дозволяє виявляти зміни у якості води, визначати джерела забруднення, оцінювати ступінь екологічного ризику та прогнозувати подальші тенденції. Результати моніторингу є основою для прийняття обґрунтованих управлінських рішень у сфері водокористування та водоохоронної діяльності [3, 17].

Стан поверхневих вод в Україні є досить критичним і потребує вжиття невідкладних заходів з охорони та відновлення водних ресурсів. Згідно з даними Державного агентства водних ресурсів України, жодна з річок країни не відповідає нормативним вимогам за усіма показниками якості води [6].

Найбільш поширеними забруднюючими речовинами, які спричиняють погіршення екологічного стану водойм, є сполуки азоту, нафтопродукти, важкі метали, синтетичні поверхнево-активні речовини, феноли та інші токсичні речовини.

Однією з головних причин незадовільного стану поверхневих вод в Україні є скидання неочищених або недостатньо очищених промислових та

комунальних стічних вод. Застарілі очисні споруди більшості підприємств не забезпечують належного рівня очищення стоків від забруднюючих речовин.

За даними Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України, щорічно у водойми країни скидається близько 1,3 млрд м³ забруднених стічних вод.

Особливо гострою є проблема забруднення водойм важкими металами, які надходять зі стоками гірничо-металургійних, машинобудівних та хімічних підприємств [21-23].

Значне навантаження на стан поверхневих вод в Україні чинить сільськогосподарська діяльність. Внаслідок надмірного та нераціонального використання мінеральних добрив і пестицидів відбувається забруднення водойм біогенними елементами (сполуками азоту та фосфору) та токсичними органічними сполуками. Це призводить до евтрофікації водойм, розвитку цвітіння води, дефіциту кисню, загибелі гідробіонтів та порушення функціонування водних екосистем.

Серйозну загрозу становить змив ґрунту з сільськогосподарських угідь під час танення снігу та зливових дощів. У результаті відбувається замулення водойм, що зменшує їх водну площу та об'єм, порушується гідрологічний режим, погіршуються умови існування водних організмів.

Забруднення поверхневих вод в Україні має вкрай негативні наслідки як для навколишнього середовища, так і для здоров'я людини. Воно призводить до деградації водних екосистем, зменшення біорізноманіття, порушення процесів самоочищення води. Забруднюючі речовини, зокрема важкі метали та токсичні органічні сполуки, здатні накопичуватись в організмах гідробіонтів та передаватись далі по трофічних ланцюгах [17,19].

Використання забруднених вод для господарсько-питних потреб, рекреаційних цілей, зрошення становить ризик для здоров'я людини. Це може спричинити різноманітні захворювання, включаючи гострі отруєння, порушення обміну речовин, імунодефіцитні стани, онкологічні та репродуктивні розлади.

Отже, проблема забруднення поверхневих вод в Україні є вкрай гострою і потребує невідкладних дій з боку державних органів, промислових підприємств, сільськогосподарських виробників та громадськості для її вирішення [23, 37].

1.2. Нормативно-правова база моніторингу поверхневих вод в Україні

Водний кодекс України від 06.06.1995 р. є основним законодавчим актом, що регламентує правові відносини у сфері використання, охорони та відтворення водних ресурсів. Розділ IV Кодексу присвячений питанням моніторингу вод та передбачає створення державної системи моніторингу довкілля [29, 32].

Стаття 21 Кодексу визначає завдання державного моніторингу вод, який повинен забезпечувати збирання, оброблення, збереження та аналіз інформації про стан вод, прогнозування його змін та розроблення науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття управлінських рішень. Моніторинг поверхневих вод включає спостереження за рівнями води, гідрохімічними, гідробіологічними та іншими показниками стану водних об'єктів [14].

Порядок здійснення моніторингу вод регулюється Постановою Кабінету Міністрів України від 20.07.1996 р. № 815 «Про затвердження Порядку здійснення державного моніторингу вод» [24].

Основним документом, що встановлює гігієнічні вимоги до якості поверхневих вод та визначає критерії їх екологічної оцінки залежно від виду водокористування, є «Державні санітарні правила і норми охорони поверхневих вод від забруднення» (ДСанПіН 4630-88) [27].

Цей документ регламентує гранично допустимі концентрації (ГДК) хімічних речовин для водойм господарсько-питного, культурно-побутового призначення та у рекреаційних зонах. Також встановлюються нормативи для

низки показників якості води: органолептичних, фізико-хімічних, санітарно-токсикологічних, мікробіологічних тощо.

«Правила охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами» (НАПБ В.57.33-5.3-97) регулюють питання скидання стічних вод у водні об'єкти. У правилах визначаються вимоги до складу та властивостей зворотних вод залежно від категорії та виду водокористування водойми. Також встановлюються нормативи гранично допустимого скидання (ГДС) забруднюючих речовин, порядок розрахунку ГДС тощо [17].

Останніми роками в Україні активно ведеться робота з гармонізації національного законодавства у сфері охорони та використання водних ресурсів з нормами ЄС, зокрема, положеннями Водної рамкової директиви 2000/60/ЄС. Ця директива визначає принципи комплексного управління водними ресурсами за басейновим принципом, критерії екологічної оцінки стану водних об'єктів, вимоги до програм моніторингу вод тощо.

Загалом, нормативно-правова база моніторингу поверхневих вод в Україні представлена значною кількістю законодавчих та підзаконних актів. Проте, деякі з них потребують оновлення та приведення у відповідність до сучасних міжнародних стандартів у цій сфері [5,10,].

1.3. Методи моніторингу якості поверхневих вод

Моніторинг якості поверхневих вод передбачає комплексне застосування різноманітних методів і підходів для отримання об'єктивних даних про стан водних об'єктів. Основними методами, що використовуються для моніторингу поверхневих вод, є:

- організація мережі пунктів спостереження;
- відбір та підготовка проб води до аналізу;
- фізико-хімічні методи аналізу якості води;
- хімічні методи визначення забруднюючих речовин;
- біологічні методи оцінювання якості вод;
- математичне моделювання та обробка даних [13].

Важливим елементом системи моніторингу якості поверхневих вод є розгалужена мережа пунктів спостереження. Правильна організація цієї мережі дозволяє отримувати репрезентативні та достовірні дані про екологічний стан водних об'єктів на певній території.

Пункти спостереження мають розміщуватися у місцях, які є найбільш показовими для характеристики якості води в річці, озері чи водосховищі в цілому. Їх вибір здійснюється з урахуванням таких чинників:

- гідрологічні та морфометричні особливості водойми (ширина, глибина, швидкість течії, наявність приток, заплав, островів тощо);
- гідрохімічний та гідробіологічний режим водного об'єкта;
- розташування джерел забруднення (скидів стічних вод, надходжень із сільськогосподарських угідь, ділянок змиву ґрунтів тощо);
- місця водозаборів та водокористування;
- доступність та логістика пунктів спостереження [17].

Залежно від завдань моніторингу та розмірів водойми, пункти спостереження можуть розташовуватися на певних відстанях від джерел забруднення, на межах водогосподарських ділянок річок, вище та нижче великих міст і промислових центрів. На великих водоймах встановлюються як поперечні, так і повздовжні створи спостережень.

Розрізняють основні (постійні) та допоміжні (тимчасові) пункти спостереження. Основні пункти є опорними і забезпечують систематичне спостереження за якісним станом водного об'єкта. Допоміжні пункти організовуються для вивчення конкретних явищ або вирішення окремих проблем на локальних ділянках водойм.

У пунктах спостереження здійснюється відбір проб води та вимірювання гідрологічних, гідрохімічних, гідробіологічних показників з встановленою періодичністю або в режимі автоматичного безперервного моніторингу.

Належна організація мережі пунктів спостереження забезпечує репрезентативність та якість даних, отриманих у ході моніторингу стану

поверхневих вод. Така інформація є підґрунтям для прийняття обґрунтованих управлінських рішень щодо охорони та відновлення водних екосистем [2, 6].

Відбір репрезентативних проб води є надзвичайно важливим етапом у системі моніторингу якості поверхневих вод, оскільки від цього залежить достовірність результатів аналізу. Для забезпечення високої якості даних моніторингу необхідно дотримуватися певних вимог та методик відбору й підготовки проб води.

Відбір проб води може здійснюватися вручну або за допомогою спеціальних пробовідбірників різних типів (батометрів, бютелей, пластикових відер тощо). Вибір методу пробовідбору залежить від глибини водойми, показників, що визначаються, періодичності відбору проб тощо.

Перед відбором проб необхідно ретельно підготувати посуд – промити, висушити, при потребі проконсервувати. Вимоги до підготовки посуду можуть різнитися в залежності від показників, що визначаються. Наприклад, для визначення важких металів використовується посуд з поліетилену або з борокремнієвого скла [4-6].

Під час відбору проб слід дотримуватися встановленого порядку дій, використовувати чисту тару, уникати забруднення проб. Для отримання репрезентативних даних необхідно відбирати точкові або об'єднані проби, а в певних випадках здійснювати відбір з різних горизонтів.

Після відбору проби піддаються відповідній підготовці залежно від показників, що визначаються. Це може включати консервацію, фільтрування, відстоювання, підкислення або інші процедури. Консервація проб проводиться для запобігання фізико-хімічним та біологічним змінам їх складу під час транспортування та зберігання [21-23].

Всі відібрані проби марковані, реєструються та транспортуються у спеціальних контейнерах в лабораторію для проведення аналізів. При цьому необхідно дотримуватись температурного режиму та термінів доставки, встановлених для різних видів проб.

Лише за умови суворого дотримання усіх вимог до відбору, консервації, транспортування та підготовки проб води можна гарантувати достовірність результатів аналітичного контролю в системі моніторингу якості поверхневих вод [29,37].

Фізико-хімічні методи аналізу якості води

Фізико-хімічні методи аналізу відіграють ключову роль у моніторингу якості поверхневих вод, оскільки дозволяють визначити низку важливих показників, що характеризують стан водойм. До основних фізико-хімічних методів належать:

- органолептичні методи - визначення органолептичних властивостей води: запаху, смаку, кольору, каламутності тощо;
- гравіметричні методи засновані на вимірюванні маси випаруваного залишку, осаду або продукту реакції. Застосовуються для визначення вмісту завислих речовин, сухого залишку, окремих солей;
- титриметричні або об'ємні методи базуються на вимірюванні об'єму розчину реагенту, що витрачається на реакцію з досліджуваною речовиною. Використовуються для визначення жорсткості води, лужності, вмісту окисників і відновників, розчинених газів тощо;
- електрохімічні методи ґрунтуються на вимірюванні електричних сигналів, що виникають під час хімічних реакцій. Зокрема, кондуктометричні - для визначення електропровідності; потенціометричні - для вимірювання рН та окисно-відновного потенціалу;
- оптичні методи засновані на вимірюванні інтенсивності світла, що поглинається або розсіюється досліджуваним розчином. Сюди відносяться спектрофотометричні, фотоколориметричні та нефелометричні методи аналізу [32].

Окрему групу становлять інструментальні фізико-хімічні методи, такі як атомна абсорбційна та емісійна спектроскопія, хроматографічні методи, плазмово-емісійний спектральний аналіз та інші. Вони характеризуються

високою чутливістю та селективністю і застосовуються для виявлення слідових концентрацій забруднюючих речовин.

Вибір методів фізико-хімічного аналізу залежить від показників якості води, що досліджуються, необхідної точності визначень, обладнання лабораторії. Застосування сучасних інструментальних методів підвищує ефективність моніторингу та забезпечує отримання достовірних результатів.

1.4. Хімічні методи визначення забруднюючих речовин

Для встановлення рівнів забруднення поверхневих вод і виявлення наявності різноманітних токсичних речовин основними є хімічні методи аналізу. Вони дозволяють визначати якісний склад та кількісний вміст забруднювачів у воді, що є надзвичайно важливим для оцінки екологічного стану водойм і впливу на навколишнє середовище та здоров'я людини [16].

Серед основних хімічних методів визначення забруднюючих речовин у поверхневих водах можна виділити:

- спектрофотометричні методи базуються на вимірюванні інтенсивності поглинання світла певної довжини хвилі розчином аналізованої речовини. Застосовуються для визначення вмісту важких металів, фенолів, поверхнево-активних речовин, барвників тощо;
- атомно-абсорбційна та атомно-емісійна спектрометрія використовуються для високочутливого та селективного визначення концентрацій важких металів та деяких металоїдів у воді;
- хроматографічні методи (газова, рідинна, тонкошарова хроматографія) застосовуються для розділення та визначення органічних речовин різної природи: нафтопродуктів, пестицидів, поліциклічних ароматичних вуглеводнів, поверхнево-активних речовин тощо;
- електрохімічні методи: вольтамперометрія, полярографія, кулонометрія - базуються на реєстрації електричних сигналів під час електрохімічних реакцій.

- титриметричні та гравіметричні методи є класичними методами якісного та кількісного аналізу різних неорганічних сполук, зокрема важких металів і солей [34].

Окрему групу становлять біохімічні та біологічні методи визначення вмісту органічних речовин та токсикантів на підставі вивчення їх впливу на живі організми.

Вибір конкретного методу аналізу залежить від природи речовини, її концентрації, чутливості та селективності методу, наявного обладнання та інших факторів. Сучасні інструментальні методи дозволяють виявляти забруднювачі у слідових кількостях до 10^{-9} - 10^{-12} г/дм³.

Комплексне застосування різноманітних хімічних методів забезпечує отримання повної і достовірної інформації про склад і концентрації забруднюючих речовин у досліджуваних водних об'єктах [22,31,36].

Біологічні методи оцінювання якості вод

Біологічні методи відіграють важливу роль у комплексному моніторингу якості поверхневих вод, оскільки дозволяють оцінити екологічний стан водойм на основі вивчення реакцій гідробіонтів на забруднення. Найбільш поширеними біологічними методами є:

- гідробіологічний аналіз - вивчення видового різноманіття, чисельності та біомаси водних організмів різних систематичних груп: бактеріопланктону, фітопланктону, фітобентосу, зоопланктону, зообентосу, перифітону, макрофітів. Склад угруповань гідробіонтів є індикатором рівня забруднення та екологічного стану водойми;
- біоіндикація - використання живих організмів (біоіндикаторів) для виявлення наявності певних забруднюючих речовин у воді та оцінки їх впливу. Як біоіндикатори застосовуються водорості, безхребетні тварини, риби тощо;
- біотестування - визначення токсичності води шляхом встановлення впливу проб води на тест-організми (найпростіші, рачки, риби, рослини) у лабораторних умовах;

Вищезазначені методи дозволяють не лише виявити факт забруднення водойми, а й оцінити його ступінь, визначити джерела надходження та характер токсичних речовин, спрогнозувати подальші зміни біологічного стану водного об'єкта.

Математичне моделювання та обробка даних

В процесі моніторингу якості поверхневих вод накопичуються великі масиви різноманітних даних, які потребують належної обробки, узагальнення та аналізу. Для цього використовуються різноманітні математичні методи:

- методи математичної статистики (кореляційний, регресійний, дисперсійний аналіз тощо) для виявлення закономірностей, оцінки достовірності результатів, встановлення залежностей між показниками;
- багатовимірні статистичні методи (кластерний, факторний, компонентний аналізи) для класифікації та виявлення латентних причинно-наслідкових зв'язків;
- методи інтерполяції та екстраполяції для відновлення пропущених даних та прогнозування;
- імітаційне та математичне моделювання процесів транспортування, міграції та трансформації забруднювачів у водних екосистемах;
- геоінформаційні системи та картографічні методи для візуалізації просторового розподілу показників якості води;
- експертні та інтелектуальні методи (нейронні мережі, нечітка логіка) для розпізнавання образів та автоматичної класифікації;
- застосування сучасних математичних методів та програмного забезпечення забезпечує ефективну обробку великих масивів даних моніторингу, глибокий аналіз отриманих результатів та моделювання процесів у водних екосистемах [1, 16,30].

1.5. Сучасні підходи до моніторингу стану поверхневих вод

Автоматизовані системи моніторингу представляють собою сучасний підхід до контролю якості поверхневих вод, який забезпечує безперервне

спостереження за ключовими параметрами водного середовища. Такі системи складаються з мережі датчиків, які вимірюють фізико-хімічні показники води в режимі реального часу, та центру обробки даних, який аналізує отриману інформацію.

Основними параметрами, що вимірюються автоматизованими станціями, є температура, рН, електропровідність, розчинений кисень, мутність, а також концентрації нітратів, фосфатів та інших специфічних забруднювачів. Дані передаються через GSM або супутниковий зв'язок до центру обробки, де вони аналізуються та візуалізуються.

Перевагами автоматизованих систем є можливість оперативного виявлення відхилень від норми та швидкого реагування на потенційні загрози. Однак, вони мають обмеження щодо спектру параметрів, які можуть бути виміряні автоматично, та потребують регулярного технічного обслуговування.

В Україні впровадження автоматизованих систем моніторингу знаходиться на початковому етапі. Прикладом є пілотний проект на річці Дністер, де встановлено кілька автоматичних станцій для контролю якості води [15,36,29].

Дистанційні методи спостереження за станом поверхневих вод включають використання супутникових технологій, аерофотозйомки та лідарних систем. Ці методи дозволяють отримувати інформацію про великі водні об'єкти без необхідності фізичного відбору проб.

Супутникові знімки використовуються для оцінки таких параметрів, як температура поверхні води, концентрація хлорофілу, мутність та наявність забруднюючих речовин. Аерофотозйомка з використанням дронів дозволяє отримувати детальні зображення водойм з високою роздільною здатністю, що особливо корисно для моніторингу малих річок та озер [19].

Лідарні технології застосовуються для створення тривимірних моделей водних об'єктів, визначення глибини та виявлення підводних структур. Ці дані важливі для оцінки гідроморфологічних характеристик водойм.

Сучасні інформаційно-аналітичні системи є ключовим елементом ефективного моніторингу поверхневих вод. Вони забезпечують збір, зберігання, обробку та аналіз великих обсягів даних з різних джерел [18, 24].

Такі системи включають бази даних, інструменти статистичного аналізу та візуалізації. Вони дозволяють інтегрувати дані з автоматизованих станцій, лабораторних досліджень та дистанційного зондування, створюючи комплексну картину стану водних об'єктів.

Важливою функцією інформаційно-аналітичних систем є підтримка прийняття рішень. Вони допомагають виявляти тенденції, прогнозувати зміни якості води та оцінювати ефективність природоохоронних заходів.

Біоіндикація є важливим методом оцінки екологічного стану водних об'єктів. Цей підхід базується на вивченні реакцій живих організмів на зміни у водному середовищі [9, 20].

Основними групами організмів-біоіндикаторів є водорості, макрофіти, безхребетні та риби. Кожна група надає інформацію про різні аспекти якості води. Наприклад, макрзообентос використовується для оцінки довгострокових змін якості води, тоді як фітопланктон реагує на короткострокові зміни.

Перевагами біоіндикації є можливість оцінки кумулятивного впливу забруднень та виявлення ефектів, які не завжди можна виміряти фізико-хімічними методами. Однак, інтерпретація результатів біоіндикації вимагає глибоких знань екології водних екосистем [34-36].

Геоінформаційні системи (ГІС) стали невід'ємною частиною сучасного моніторингу водних ресурсів. Вони забезпечують просторовий аналіз та візуалізацію даних, що дозволяє краще зрозуміти взаємозв'язки між різними компонентами водних екосистем.

ГІС використовуються для створення цифрових карт водних об'єктів, моделювання водозбірних басейнів та аналізу розповсюдження забруднень. Інтеграція даних моніторингу в ГІС-середовище дозволяє проводити

комплексну оцінку стану водних ресурсів на різних просторових рівнях - від окремої водойми до цілого регіону.

Особливо корисними є можливості ГІС для створення інтерактивних карт якості води, які можуть бути доступні широкій громадськості через веб-інтерфейси. Це сприяє підвищенню прозорості та ефективності управління водними ресурсами.

Безпілотні літальні апарати (БПЛА) або дрони стали важливим інструментом у моніторингу поверхневих вод. Вони дозволяють отримувати високоякісні аерофотознімки та відео водних об'єктів з високою роздільною здатністю [32-34].

БПЛА використовуються для оцінки стану берегової лінії, виявлення джерел забруднення, моніторингу цвітіння водоростей та оцінки гідроморфологічних змін. Обладнані мультиспектральними камерами, дрони можуть надавати інформацію про якість води, яку складно отримати іншими методами.

Важливою перевагою БПЛА є можливість швидкого обстеження важкодоступних ділянок водойм та оперативного реагування на надзвичайні ситуації, такі як аварійні скиди забруднюючих речовин.

Громадський моніторинг є важливим доповненням до офіційних програм моніторингу поверхневих вод. Він передбачає залучення волонтерів та місцевих громад до збору даних про стан водних об'єктів.

Для громадського моніторингу розроблені спрощені методики та портативні інструменти, які дозволяють вимірювати основні показники якості води, такі як рН, прозорість, температура. Крім того, волонтери можуть проводити візуальні спостереження за станом водойм та фіксувати випадки забруднення [25].

Важливу роль у розвитку громадського моніторингу відіграють онлайн-платформи та мобільні додатки, які дозволяють збирати, аналізувати та візуалізувати дані, отримані волонтерами. Це сприяє підвищенню

екологічної свідомості населення та забезпечує додаткове джерело інформації для офіційних органів.

Прогнозування є важливим аспектом сучасного моніторингу, який дозволяє передбачати зміни у водних екосистемах та вчасно вживати превентивних заходів.

Для прогнозування використовуються різноманітні математичні моделі, які описують гідрологічні, хімічні та біологічні процеси у водоймах. Ці моделі враховують дані моніторингу, кліматичні фактори та антропогенне навантаження для прогнозування якості води, ризиків евтрофікації, поширення забруднень тощо [28].

Останнім часом все більшого значення набувають методи машинного навчання та штучного інтелекту у прогнозуванні стану водних екосистем. Вони дозволяють виявляти складні взаємозв'язки у даних моніторингу та підвищувати точність прогнозів.

Системи раннього попередження, засновані на прогнозних моделях, допомагають оперативно реагувати на потенційні загрози для водних екосистем та здоров'я населення. Вони є важливим інструментом для ефективного управління водними ресурсами та запобігання екологічним кризам.

Таким чином, сучасні підходи до моніторингу стану поверхневих вод характеризуються комплексністю, автоматизацією та широким використанням інформаційних технологій. Інтеграція різних методів та джерел даних дозволяє отримувати більш повну та точну інформацію про стан водних екосистем, що є основою для прийняття обґрунтованих рішень у сфері водного менеджменту [9,15,19].

1.6. Індикатори забруднення та оцінювання якості поверхневих вод

Сольовий склад є одним з ключових індикаторів якості поверхневих вод. Він характеризується вмістом головних іонів: катіонів (Ca^{2+} , Mg^{2+} ,

Na⁺, K⁺) та аніонів (HCO₃⁻, SO₄²⁻, Cl⁻). Підвищений вміст солей може вказувати на забруднення водойм промисловими або побутовими стоками.

Основними показниками сольового складу є:

- загальна мінералізація (сухий залишок);
- жорсткість води;
- електропровідність.

Для оцінки якості води за сольовим складом використовують класифікацію О.А. Алекіна, яка враховує співвідношення між головними іонами [13].

Біогенні елементи (азот, фосфор, кремній) є важливими індикаторами евтрофікації водойм. Їх підвищений вміст може призвести до «цвітіння» води та порушення екологічного балансу.

Основні показники вмісту біогенних елементів:

- амонійний азот (NH₄⁺);
- нітрити (NO₂⁻) і нітрати (NO₃⁻);
- фосфати (PO₄³⁻);
- загальний фосфор.

Співвідношення між різними формами азоту може вказувати на джерело забруднення та інтенсивність процесів самоочищення водойми.

Важкі метали (свинець, кадмій, ртуть, мідь, цинк та ін.) є небезпечними забруднювачами, які можуть накопичуватися у водних екосистемах. Їх присутність часто пов'язана з промисловим забрудненням [23].

Методи визначення важких металів включають:

- атомно-абсорбційну спектрометрію;
- інверсійну вольтамперометрію;
- мас-спектрометрію з індуктивно зв'язаною плазмою;

Оцінка забруднення важкими металами проводиться шляхом порівняння їх концентрацій з гранично допустимими концентраціями (ГДК) для водойм різного призначення.

Нафтопродукти та синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР) є поширеними забруднювачами поверхневих вод, що негативно впливають на водні екосистеми.

Методи визначення нафтопродуктів:

- інфрачервона спектрометрія;
- флуориметричний метод;
- газова хроматографія [18].

СПАР визначають колориметричним методом з метиленовим синім. Їх присутність у воді може вказувати на забруднення побутовими стічними водами.

Мікробіологічні показники є важливими індикаторами санітарного стану водойм та потенційної загрози для здоров'я людини.

Основні мікробіологічні показники:

- загальне мікробне число;
- колі-індекс (наявність кишкової палички);
- наявність патогенних мікроорганізмів [16].

Методи визначення включають культивування на селективних середовищах та молекулярно-генетичні методи (ПЛР).

Органолептичні показники дають первинну оцінку якості води і включають:

- запах;
- смак і присмак;
- кольоровість;
- мутність (прозорість) [37].

Хоча ці показники є суб'єктивними, вони важливі для оцінки загального стану водойми та її естетичних характеристик.

Для комплексної оцінки якості поверхневих вод використовують інтегральні показники, які враховують сукупність різних параметрів:

- індекс забруднення води (ІЗВ);
- модифікований індекс забруднення води (МІЗВ);

- комплексний індекс якості води.

Ці показники дозволяють класифікувати водойми за ступенем забруднення та придатності для різних видів водокористування.

Таким чином, оцінка якості поверхневих вод базується на комплексному аналізі різноманітних фізико-хімічних, біологічних та органолептичних показників. Це дозволяє отримати всебічну характеристику стану водного об'єкта та виявити потенційні загрози для екосистеми та здоров'я людини [7,12].

РОЗДІЛ 2

ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТ ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Об'єкт, предмет та методи досліджень

Об'єктом дослідження є – поверхневі води, а саме річка Сула в межах Роменського району Сумської області.

Річка Сула, життєво важливий водний об'єкт регіону, служить важливим джерелом води для різноманітних цілей, таких як сільське господарство, промисловість і побутове споживання. Моніторинг стану поверхневих вод річки Сула має важливе значення для забезпечення її стійкості та благополуччя навколишніх екосистем і спільнот [9, 12].

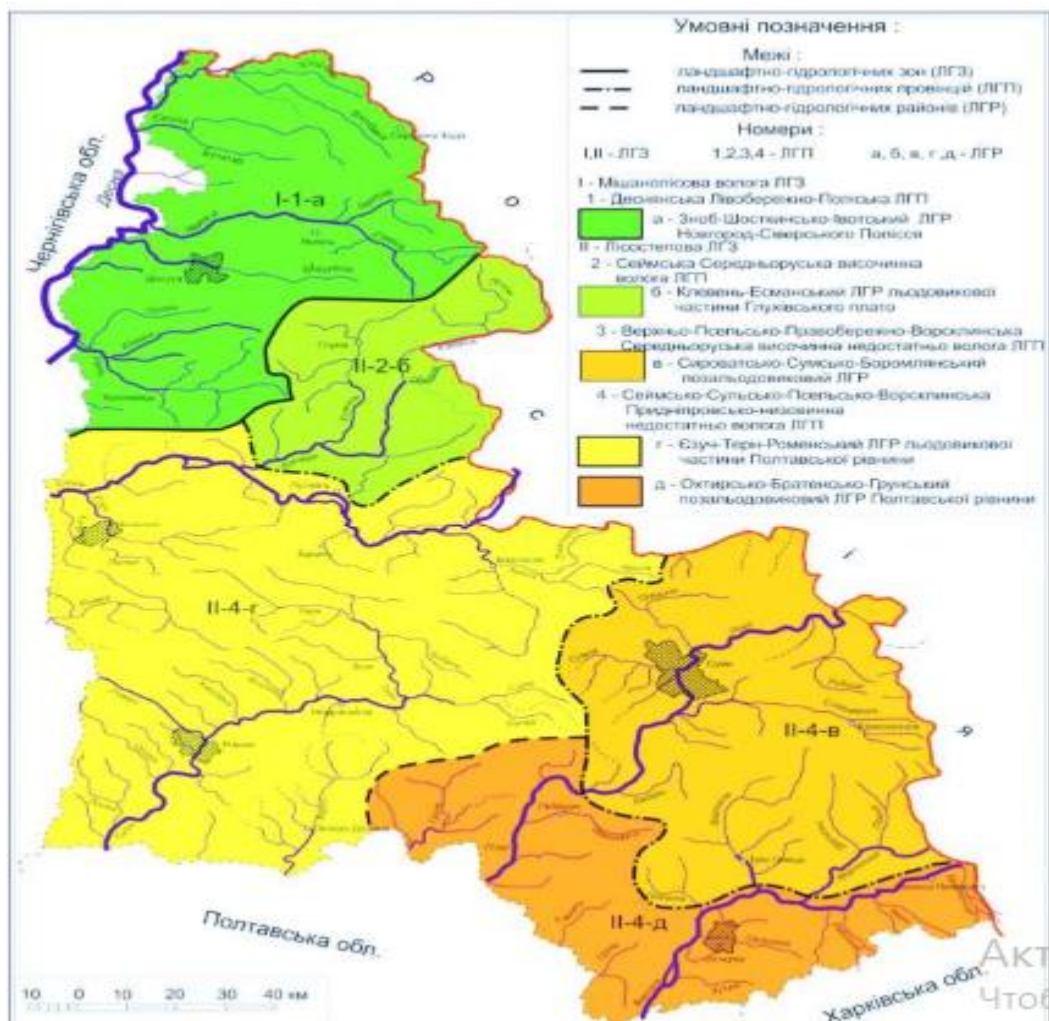


Рис. 2.1. Ландшафтно-гідрологічне районування території Сумської області

Методи моніторингу якості води відіграють ключову роль в оцінці стану поверхневих вод. Відбір проб води для аналізу є фундаментальним кроком у визначенні присутності забруднювачів і домішок. На додаток до цього, вимірювання на місці фізичних і хімічних параметрів, таких як рН, розчинений кисень, каламутність і рівні поживних речовин, забезпечують дані про стан води в реальному часі [10].

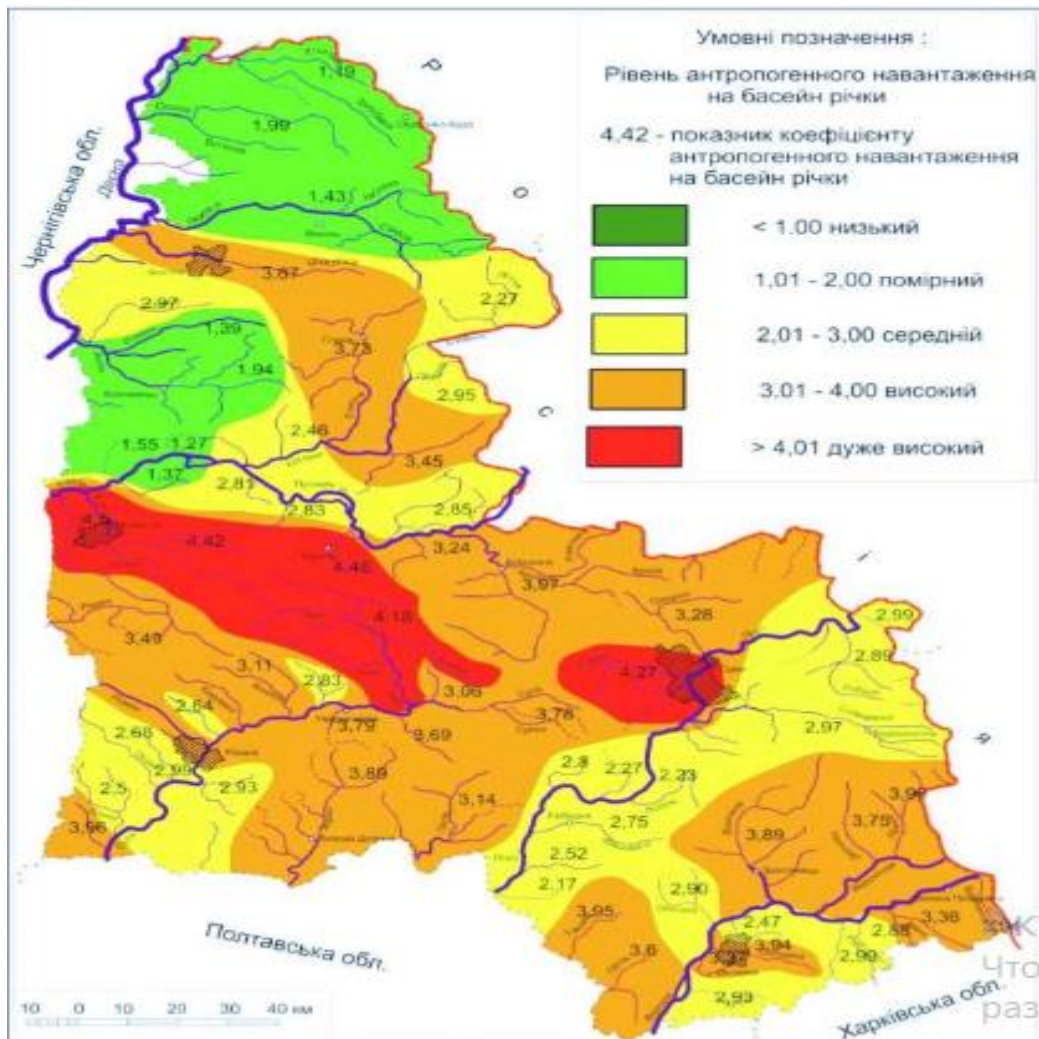


Рис.2.2. Рівень антропогенного навантаження на басейни річок Сумської області

Різні передові технології, такі як багатопараметричні зонди та інструменти дистанційного зондування, підвищили ефективність і точність вимірювань на місці. Крім того, лабораторні методи аналізу, включаючи спектрофотометрію, хроматографію та мікробіологічні тести,

використовуються для оцінки показників якості води, таких як бактеріальне забруднення, важкі метали та органічні забруднювачі. Ці методи пропонують повне розуміння складу та потенційних ризиків, пов'язаних із якістю поверхневих вод [18].

Предмет дослідження: річка Сула та її притоки, моніторинг якості води.

На якість поверхневих вод річки Сула може суттєво впливати кілька факторів. Сільськогосподарські стоки, що виникають внаслідок надмірного використання добрив і пестицидів, можуть призвести до збагачення поживними речовинами та цвітіння водоростей, що погіршує якість води. Промислова діяльність уздовж берегів річок сприяє забрудненню важкими металами через скидання неочищених стічних вод, створюючи загрозу для водних організмів і здоров'я людей. Міська забудова прилеглих територій призводить до забруднення стічних вод, що ще більше погіршує якість води. Кумулятивний вплив цих факторів посилює деградацію екосистеми річки Сула, підкреслюючи нагальну потребу в ефективних стратегіях управління для зменшення джерел забруднення та захисту якості води [26].

Наслідки поганої якості води в річці Сула виходять за рамки екологічних проблем і мають далекосяжні наслідки для різних аспектів суспільства. Деградація водних екосистем через забруднення становить загрозу біорізноманіттю та може призвести до скорочення популяцій риби та втрати середовища проживання диких тварин. Споживання забрудненої води може призвести до серйозних ризиків для здоров'я громад, які живуть уздовж річки, включно з поширенням хвороб, що передаються через воду, та довготерміновими наслідками для здоров'я [36].

Крім того, економічні наслідки забруднення води очевидні у зменшенні виробництва риби та негативному впливі на індустрію туризму, яка покладається на річку для рекреаційної діяльності. Вирішення проблем, пов'язаних із низькою якістю води в річці Сула, є обов'язковим для

збереження екосистемних послуг, які вона надає, та забезпечення добробуту як водного життя, так і населення [7-9].

Щоб вирішити проблему поганої якості води в річці Сула, можна застосувати різні стратегії для покращення стану поверхневих вод. Впровадження технологій очищення води, таких як системи фільтрації, відстійники та методи дезінфекції, може допомогти видалити забруднення та забруднюючі речовини з води, перш ніж вона буде випущена назад у річку. Крім того, регулювання та забезпечення дотримання екологічної політики, включаючи ліміти скидання стічних вод і заходи контролю забруднення, є важливими для запобігання подальшому погіршенню якості води [11].

Державні установи та регулюючі органи відіграють вирішальну роль у моніторингу дотримання цих правил і притягненні забруднювачів до відповідальності за їхні дії. Крім того, кампанії з підвищення обізнаності громадськості щодо збереження води та запобігання забрудненню можуть дати можливість місцевим громадам вживати заходів щодо захисту річки Сула та просування практики сталого управління водними ресурсами. Залучаючи зацікавлені сторони на всіх рівнях, ці стратегії можуть сприяти відновленню та збереженню якості річкової води для майбутніх поколінь.

Підсумовуючи, моніторинг стану поверхневих вод річки Сула є обов'язковим для забезпечення стійкості цього життєво важливого водного об'єкта та захисту екосистем і спільнот, які від нього залежать. Методи моніторингу якості води, включаючи відбір проб, вимірювання на місці та лабораторний аналіз, дають цінну інформацію про стан річки. Такі фактори, як сільськогосподарський стік, промислові скиди та розвиток міст, створюють серйозну загрозу для якості води, підкреслюючи необхідність ефективних стратегій управління. Вплив поганої якості води виходить за рамки проблем навколишнього середовища та включає ризики для здоров'я людини та економічні наслідки [13].

Впроваджуючи технології очищення води, дотримуючись природоохоронних норм, інформуючи населення, можна покращити якість

поверхневих вод річки Сула та пом'якшити негативний вплив забруднення. Зрештою, збереження здоров'я річки вимагає колективних дій і відданості практикам сталого управління водними ресурсами на благо як теперішнього, так і майбутніх поколінь.

Річка Сула, розташована в межах Роменського району, є значним водним об'єктом, який відіграє вирішальну роль у місцевій екосистемі та громаді. Проте якість його поверхневих вод викликає дедалі більше занепокоєння через різні фактори, що впливають на динаміку забруднення.

На якість води річки Сула впливає кілька ключових факторів, насамперед промислове забруднення, сільськогосподарський стік та скидання міських стічних вод. Промислова діяльність уздовж берегів річок сприяє викиду шкідливих хімікатів і забруднюючих речовин у воду, що впливає на її загальну якість. Заводи часто скидають неочищені відходи прямо в річку, що призводить до забруднення та погіршення якості води. Крім того, сільськогосподарські стоки, що містять пестициди та добрива з сусідніх ферм, просочуються в річку, ще більше підвищуючи рівень забруднення. Використання цих хімікатів у сільському господарстві може мати шкідливий вплив на водне життя та якість води. Крім того, міські райони навколо річки Сула часто скидають у річку неочищені стічні води, що збільшує навантаження забруднення. Сукупний вплив цих факторів становить значну загрозу для загального здоров'я річкової екосистеми [25].

Динаміка забруднення річки Сула має значний вплив на водні екосистеми регіону. Підвищення рівня забруднення призвело до зменшення біорізноманіття, оскільки середовища існування деградували та стали непридатними для процвітання різних видів. Захворювання, що передаються через воду, також стали поширеним явищем, вражаючи як дику природу, так і людей, які залежать від річки з різними цілями. Крім того, порушення харчового ланцюга через забруднення призводить до дисбалансу в екосистемі, що впливає на загальний стан здоров'я та стійкість водного життя. Ці наслідки вказують на нагальну потребу врегулювати динаміку

забруднення річки Сула, щоб захистити її крихку екосистему та залежні від неї громади [37].

Стан поверхневих вод річки Сула в межах Роменського району є комплексною проблемою, на яку впливають різноманітні фактори, що впливають на якість води та динаміку забруднення. Розуміючи ці фактори, оцінюючи їхній вплив на водні екосистеми та впроваджуючи ефективні стратегії для покращення, можна вжити заходів для пом'якшення забруднення та збереження здоров'я річкової екосистеми. Вкрай важливо, щоб зацікавлені сторони працювали разом над практикою сталого управління, щоб зберегти річку Сула та забезпечити її життєздатність для майбутніх поколінь [31].

Вода є життєво важливим ресурсом для життя на Землі, і її якість має важливе значення для добробуту як екосистем, так і населення. Таким чином, збір і аналіз проб води для визначення хімічного складу та вмісту забруднюючих речовин відіграють вирішальну роль у моніторингу та управлінні навколишнім середовищем.

2.2. Умови проведення досліджень

Басейн Дніпра налічує велику кількість річок в межах України який перерізає Україну з півночі на південь на протязі 1120 км. В гідрографічному плані р. Сула належить до басейну Дніпра. Басейн річки Сула бере початок на Середньоросійській височині та охоплює територію півночі Лівобережної України в межах районів Сумської, Чернігівської, Полтавської на Київської областей. Річка Сула є лівою притокою Дніпра та для неї є характерною зона достатньої водності в основному відповідає лісостеповій зоні [3].

Її довжина становить 363 км, а площа водозбору – близько 18 500 км². Долина річки трапецієвидна, часто асиметрична. Русло по усій довжині звивисте. Подекуди розгалужене, ширина 10-70 м, а глибина – 1,5- 2 м. Вона має звивисте русло з плесами по всій території. Ширина русла становить від

15 до 75 м. Дно має муловий характер, а береги високі, іноді обривисті. Переважає змішаний тип харчування, вода багата мінералами і йодом. Але головна цінність р. Сули в її використанні для водопостачання і зрошування. Річка Сула в другій половині серпня характеризується низьким рівнем води, глибина по фарватеру рідко перевищує 2 метри. Основним наслідком цього є непрохідність переважної більшості позначених на картах рукавів і проток, перетворення островів в півострови, складність ідентифікації приток, значна кількість очерету по берегам та збільшення висоти самих берегів, що робить недоступними цілий ряд стоянок. Течія на різних ділянках в цілому повільна, показник коливався в межах 1-2 км/год. Вода в цілому чиста до с. Горошино (початок другої ділянки плавнів), прозорість складає 1,5-2 метри. Далі вода починає набувати зеленого кольору, з впадінням річки в Сулинську затоку Кременчуцького водосховища за кольором стає подібна до горохового супу. В самому водосховищі (о. Жовніне) вода чистіша, проте в цілому нижче с. Горошино використовувати у якості питної не рекомендується. В великих селах вздовж річки налагоджено централізоване водопостачання (водонапірна вежа – колонки), якість води нижче середньої, рекомендується кип'ятіння [4]. Значний вплив на формування рельєфу здійснило Дніпровське зледеніння (290 тис. років тому). Просуваючись на південь, язик льодовика підгачував р. Сула, що призводило до переливання річкових і талих вод через вододіли і утворення долин, які тепер називаються прохідними або «мертвими». Зараз ці «мертві» долини являють собою глибокі улоговини з похилими схилами без терас і постійних водотоків [5].

Крайня нижня ділянка басейну р. Сула розташована у межах північносхідного схилу Українського кристалічного щита. Відповідно до гідрогеологічного районування територія басейну р. Сула розташована в межах Дніпровсько-Донецького артезіанського басейну та південно-західного схилу Воронезького кристалічного масиву [6].

Клімат передусім визначає метеорологічні чинники, від яких залежить водний режим поверхневих і підземних вод. Основними метеорологічними

елементами, які впливають на хімічний склад природних вод, є атмосферні опади, температура повітря і випаровування. Для території, де розташований басейн р. Сула з її притоками р. Удай і р. Ромен характерний континентальний тип річного розподілу атмосферних опадів з максимумом влітку і мінімумом взимку. Максимальна кількість опадів (320 - 340 мм) випадає у теплий період року, переважно у вигляді дощів, які часом носять зливовий характер. Температура повітря може впливати на зміну складу річкової води: влітку, в умовах жаркого клімату може відбуватись осадка кальциту у мілководних, добре прогрітих водоймах; при низьких температурах в процесі кристалізації льоду виділяються важкорозчинні сполуки, а в розчинах зберігаються найбільш легкорозчинні при низьких температурах сполуки (хлориди кальцію, магнію і натрію) [7]. Середня річна температура повітря змінюється від + 6,4°C (Метеорологічна станція Суми) до +8,2 °C (Метеорологічна станція Кобеляки). Найхолодніший місяць року - січень, найтепліший - липень. Замерзає на початку грудня, скресає до середини березня. Випаровування - один із найважливіших чинників формування мінералізації та хімічного складу поверхневих та ґрунтових вод. З рік величина сумарного випаровування в середньому становить близько 450 мм, при цьому зі зменшенням широти випаровування збільшується [28].

В гідрографічному плані річка Сула та її притоки р. Ромен та р. Удай належить до басейну Дніпра. Басейн річки Сула бере початок на Середньоросійській височині та охоплює територію півночі лівобережної України в межах районів Сумської, Чернігівської, Полтавської та Київської областей. На річці розташовані міста Лубни та Ромни. Долина річки трапецієподібна, часто асиметрична. Ширина від верхів'я до пониззя поступово зростає від 0,4-0,5 км до 10-11 км, лише на ділянці між гирлами Лохвиці і Удаю долина звужується до 4 км [14].

У Сумській області в басейні р. Сула розташовані 6 водосховищ, загальною площею 1113 га. Одне з них, Карабутівське водосховище об'ємом 13 млн. м³. За цільовим призначенням водосховище, в основному,

комплексного використання, для зрошення та зволоження. Також наявні 681 ставків, загальною площею 2013га на території області в басейні р. Сула [6].

Серед великої кількості приток першого та другого порядку, які знаходяться в басейні Сули, основними є річки Терн, Бишкін, Хмелівка, Ромен, Бугайчиха, Лохвиця, Сулиця, Удай, Перевід, Іченька, Смож, Лисогір, Сліпорід, Оржиця, Солониця [7].

У долині річки Сула Сумської області розкинувся Біловодський гідрологічний заказник загальнодержавного значення. Землі його простягаються на 1515,7 гектарів. Заказник створений в 1980 році. Рослинний і тваринний світ заказника багатий своєю різноманітністю. Береги старих русел та затонів щільно поросли очеретом і рогозою. На височинах простягаються луки з осоки. Якщо пощастить, знайдете орхідею (пальчатокорінник травневий), яка внесена до Червоної книги України. Також можна зустріти рідкісні екземпляри птахів: білу, сіру та руду чаплю, лелеки чорного, коростеля. Крім того, тут живе торф'яна черепаха. Часто заказник називають Біловодського болотом. Назва «Біловодський» він отримав від місцевого села Біловод, неподалік від якого розташований. А село, в свою чергу, так називають через колір води в річці Сула, вона розмиває вапнякові береги і стає білого кольору [26].

У дельті Сули та в Сулинській затоці розташовано Сулинський ландшафтний заказник загальнодержавного значення [14].

РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Систематизований аналіз екологічного стану поверхневого водного об'єкту було проведено на основі моніторингових даних Державного агентства водних ресурсів України, а також на основі власних досліджень.

При проведенні дослідження використовували теоретичні методи: аналізу (співставлення, порівняння, класифікації, впорядкування, систематизації). Інформаційну базу дослідження складають науково-аналітичні статті, звітні та статистичні дані, надані у вільний доступ.

Нами були відібрані проби води в річці Сума в Роменському Сумської області та проведений аналіз води на органолептичні та якісні властивості води.

Визначення органолептичних властивостей води проводили за загальноприйнятою методикою [34].

Визначення запаху води. Запах води вимірюється за допомогою відчуття людей, які оцінюють його за допомогою своїх нервових рецепторів. У чисту колбу наливали 100–150 мл води та закривали пробкою. Перемішували воду в колбі коловими рухами. Відкривали колбу та оцінювали запах за інтенсивністю в балах. Інтенсивність запаху води визначають органолептичним шляхом при 20 °С і 60°С і виражають в балах згідно таблиці 3.1.

Таблиця 3.1.

Визначення інтенсивності запаху води

Інтенсивність запаху, бал	Характеристика	Описові визначення
0	Запаху немає	Відсутність відчутного запаху
1	Дуже слабкий	Запах, який не помічається споживачем, але виявляється досвідченим дослідником
2	Слабкий	Запах, який не привертає уваги споживача, але виявляється ним, якщо звернути увагу на нього
3	Помітний	Запах, який легко виявляється і може дати привід відноситися до води з

		незадоволенням
4	Виразний	Запах, який звертає на себе увагу
5	Дуже сильний	Запах сильний настільки, що робить воду непридатною для використання

Визначення походження запаху проводили згідно таблиці 3.2.

Таблиця 3.2.

Приблизне походження запаху

Характер запаху	Приблизне походження запаху
Ароматичний	Огірковий, квітковий
Болотний	Намуловий, водоростяний
Гнилоосний	Фекальний, стічної води
Древесний	Деревної кори
Землистий	Свіжозораної землі, гнилистий
Пліснявий	Застійний
Рибний	Риби, риб'ячого жиру
Сірководневий	Тухлих яєць
Трав'янистий	Скошеної трави, сіна
Невизначений	Не схожий на зазначені вище

Визначення прозорості води робили за допомогою диску, який опускається у воду доти, доки не зникне з поля зору. Результати вимірювання залежать від глибини занурення диска, що залежить від прозорості води. Граничні показники прозорості води залежать від застосування води і вимог до якості води для конкретних цілей. Для різних типів води (річок, озер, морів) і джерелом використання (питна вода, водопостачання промисловості, аквакультури, водні спортивні заходи тощо) встановлюються різні граничні показники прозорості. Для річок і озер гранична глибина проникнення світла зазвичай становить близько 1–2 метрів. Для морів і океанів гранична глибина проникнення світла може сягати понад 100 метрів. Прозорість води за кільцем не менше, як 40см вважають доброю, 20–30см – допустимою, а вода з прозорістю менше як 20 см вимагає освітлення. Тобто мінімально допустима величина прозорості – 20 см. В іншому випадку роблять висновок

про наявність каламуті у пробі води, що свідчить про пригнічення життєдіяльності організмів (у разі природної води) або про необхідність додаткового очищення (відстоювання) перед вживанням.

Визначення колірності води. Колірність води можна визначити якісно і кількісно. Якісно – порівнюючи на білому фоні кольоку профільтрованої досліджуваної води (воду фільтрують, якщо прозорість її нижча 20 см за Снелленом) і дистильованої, які наливають шаром однокової висоти у два безколірних циліндри з плоским дном. Розрізняють воду безколірну, світло-жовту, інтенсивно жовту, зеленувату (зеленоподібну). Класифікація води за прозорістю. Оцінку прозорості та вміст завислих речовин проводили згідно таблиці 3.3. [34].

Таблиця 3.3.

Класифікація води за прозорістю

Оцінка прозорості	Прозорість, см	Вміст завислих речовин, мг/дм ³
Прозора	більше 30	менше 3 – 4
Слабко мутна	25 – 30	менше 5 – 6
Середньо мутна	20 – 25	6 – 10
Мутна	10 – 20	10 – 30
Дуже мутна	менше 10	більше 30

Допустимий вміст завислих речовин у воді річки залежить від типу річки та її функцій, таких як забезпечення питної води, збереження рибного запасу та забезпечення рекреаційної діяльності. Загальновизнаними нормами є такі: для того, що використовують як джерело питної води, максимально допустимий вміст завислих речовин зазвичай становить 0,1–1,0 мг/дм³; для води, яка має важливі значення для збереження рибного запасу, максимально допустимий вміст завислих речовин становить 2,0–10,0 мг/дм³; для води, яка використовується для рекреаційних цілей, максимально допустимий вміст завислих речовин зазвичай становить 50,0 мг/дм³. Однак необхідно зазначити, що допустимий вміст речовини у водійській річці може відрізнятися у зв'язку з конкретними умовами та потребами користувача води.

Визначення рН води проводили на приладі рН метру, це портативний цифровий прилад для вимірювання рівня кислотності в будь-якій штучній водоймі або рідині. РН – це міра кислотності (чи лужності) розчину. Він вказує на концентрацію провідних іонів (H^+) у розчині. Чим менше значення рН, тим кислотніший розчин, а чим більше значення рН, тим більше лужний розчин. Інтервал значення рН фактично знаходиться між 0 і 14. Значення рН 7 відповідає нейтральному розчину, деконцентрація H^+ і OH^- іонів є однаковою. Розчини з рН менше 7 вважаються кислими, тоді як розчини з рН більше 7 вважаються лужними. Нормативний рН води у водоймі незалежно від виду водокористування не повинен виходити за межі 6,5–8,5 [36].

Визначення жорсткості води проводили за допомогою приладу Солемір TDS Хіаомі. Показники приладу оцінюють воду за наступною шкалою: 0–50 – ідеально чиста вода; 50–100 – вода вважається відносно чистою; 100–300 – задовільні показники чистоти; 300–600 – вода містить велику кількість домішок; 600 – 1000 – вона не рекомендована до вживання, через домішки вона змінила смак; 1000 і більше – вживання такої води небезпечно для життя.

Осад у воді вимірювали методом седиментації – цей метод полягає в тому, щоб зібрати пробу води з річки, дати їй стояти в спеціальному контейнері протягом деякого часу, після чого заміряти висоту осаду, яка відкладається на дні контейнера. Чим більше осаду випадає з води, тим більше важким буде осад, що відкладається на дні, і тим більше буде висота відкладеного матеріалу [36]. Осад – це тверді речовини, які складаються на дні проби з водою. Якщо присутній осад у річковій воді, це може бути ознакою її забруднення. Осад може містити різні речовини, такі як глина, пісок, мул або інші відходи. Це може бути наслідком забруднення поверхневих вод або стічних вод з промислових або сільськогосподарських джерел.

На завершення дослідження поверхневих вод Роменського району річки Сула підкреслює важливість оцінки якості води для здоров'я навколишнього середовища та благополуччя людей. Використовуючи багатовимірний підхід, який враховує фізичні, хімічні та біологічні параметри, дослідники можуть отримати повне розуміння динаміки якості води в регіоні.

Незважаючи на труднощі моніторингу, забезпечення надійності та точності даних має вирішальне значення для прийняття обґрунтованих рішень. Наслідки висновків щодо якості води поширюються на водні екосистеми, здоров'я людини та політичні рекомендації щодо збереження та управління [21, 28].

РОЗДІЛ 4. МОНІТОРИНГ СТАНУ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД В Р.СУЛА В МЕЖАХ РОМЕНСЬКОГО РАЙОНУ (СУМСЬКА ОБЛАСТЬ)

4.1. Оцінка якості води р. Сула в межах Роменського району

Річка Сула має важливу роль для Роменського району і його мешканців. Річка є популярним місцем для туристів та мешканців, які люблять відпочивати біля води. Уздовж берегів річки є багато зон відпочинку.

Нами були відібрані проби води в річці Сула у селі Сурмачівка Сумської області Роменського району та проведено аналіз води на органолептичні та якісні властивості води. Зразок № 1 був відібраний вище за течією річки Сула на північний захід від села Сурмачівка, зразок № 2 – в русі річки Сула на північній околиці села Сурмачівка, де річка огинає населений пункт, зразок № 3 – відібраний нижче за течією річки Сула на північний схід від села Сурмачівка.

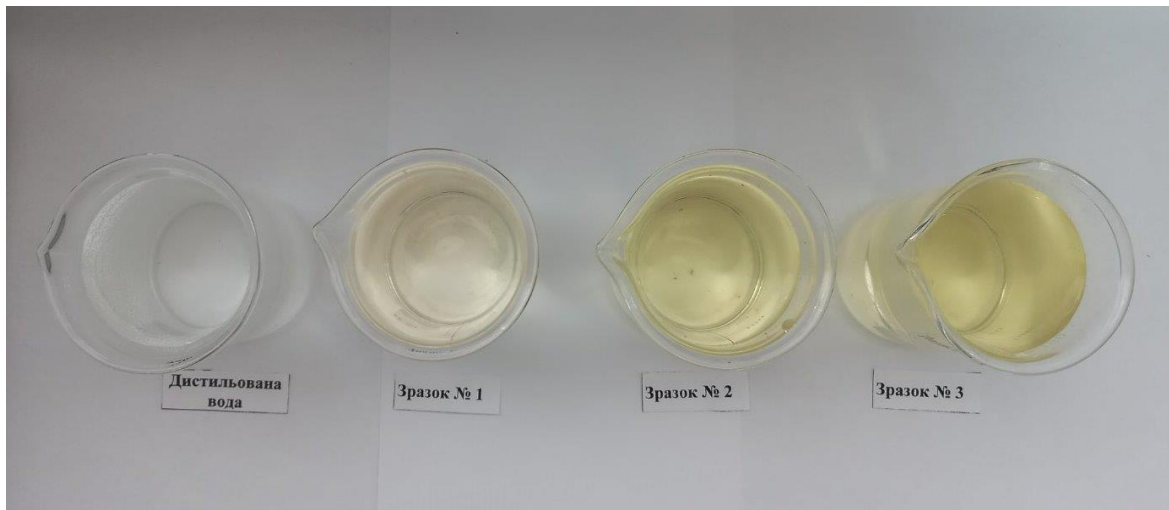


Рис.4.1.1. Відібрані зразки води

За результатами досліджень у 2022-2023 роках нами було встановлено, що запах води у зразку № 1 дорівнює 1 балу. Це означає, що інтенсивність запаху дуже слабка і ледь відчувається болотний запах, що відноситься до природних запахів води і зумовлюється продуктами розкладання рослин. У зразку № 2 та № 3 показник дорівнює 2 бали, що означає більшу

інтенсивність запаху. Характер запаху був визначений як гнилісний, це може свідчити про наявність стічних вод у річці.

Прозорість води річки Сула у зразку № 1 – 27 см, це означає що вода в річці відноситься до слабко мутної. У зразку № 2 і 3 – 24 см, це означає, що вода в річці відноситься до середньо мутної.

За встановленою шкалою колір води у зразку № 1 світло жовта, що може бути зумовлено наявністю часточок піску у воді. У зразку № 2 і 3 ми спостерігали зеленоподібний колір, що скоріш за все обумовлено життєдіяльністю синьо-зелених водоростей. Проте для річкової води, наявність такого кольору не є критичним, оскільки на поверхні води візуально ми не спостерігали розростання колоній мікроорганізмів.

Після відстоювання води, ми спостерігали піщаний осад у воді зі зразку № 1. Піщаний осад у річковій воді означає наявність піску у воді, яка відкладається на дні річки. Пісок є одним з основних компонентів природного річкового дна, але коли його кількість збільшується внаслідок різних природних чи антропогенних чинників, це може впливати на якість води та природного середовища. Піщаний осад може бути результатом природних процесів, таких як природні потоки води або зсуви ґрунти, або він може бути спричинений людською діяльністю, такою як будівництво на березі річки, забруднення водовідходами промисловості чи відходами побутового вжитку. Наявність піщаного осаду може впливати на різні аспекти життя водних організмів, а також на якість води для людського споживання. Крім того, збільшення кількості піску в річковому водієві може призвести до зменшення глибини річки.

У зразку № 2 та 3 ми спостерігали сірий осад, що може мати кілька можливих причин, зокрема ознакою забруднення річкової води, яке може бути спричинене викидами промислових відходів, сільськогосподарських добрив, стічних вод або інших забруднюючих речовин. Сірий осад, також може бути також наслідком ерозії ґрунту, коли земля і пісок змивається з берегів річки або з прилеглих територій. Проте, у деяких випадках сірий осад

може бути природним процесом, пов'язаним з відкладенням мінеральних солей або інших речовин на дні річки. Наявність сірого осаду в річковій воді може свідчити про проблеми з екологічним станом річки. Однак для точного визначення причини сірого осаду необхідно провести аналіз води та здійснити огляд річкового дна.

Оскільки ми проводили визначення органолептичних властивостей води в лабораторних умовах температура для всіх зразків була однаковою і становила 21,3 °С. Результати аналізу представлені у таблиці 4.1.1.

Таблиця 4.1.1

Визначення органолептичних властивостей води р. Сула

Показник	Одиниця виміру	Фактичне значення		
		зразок № 1	зразок № 2	зразок № 3
Запах	бал	1	2	2
Прозорість	см	27	24	24
Колір	-	світло жовтий	зеленоподібний	зеленоподібний
Осад		піщаний	сірий	сірий
Температура	°С	21,3		

Одним із важливих показників якості води є рН. Оптимальне його значення для річкової води фактично знаходиться в межах від 6,5 до 8,5. Однак варіант із значенням рН, що відповідає оптимальним умовам для різних організмів, може відрізнятися. Багато водних організмів здатні пристосуватися до незначних змін рівня рН, але значні зміни можуть призвести до шкідливих наслідків для водних екосистем.

Водойма з низьким або високим рівнем рН може бути небезпечною до використання для питних цілей, а також забруднювати навколишнє середовище. Тому важливо слідкувати за рівнем рН води та проводити заходи для його контролю та підтримки оптимального рівня. Ми визначили і

проаналізували рН зразків води річки Сула. Зокрема показник рН зразка № 1 знаходиться на рівні 8,1, що є в межах норми. Показник у зразку № 2 становив 9,15, а в зразку № 3 – 9,28, що відноситься до слабо лужного середовища (рис. 4.1.2).



Зразок №1

Зразок № 2

Зразок № 3

Рис. 4.1.2. Показники рН в різних зразках річки Сула

Ще один важливий показник якості води це жорсткість річкової води. Цей показник її мінералізації, який вказує на наявність у воді різних солей, зокрема кальцію та магнію. Жорсткість річкової води може впливати на різні аспекти, зокрема на підтримку рослинного життя. Рослини можуть бути чутливі до високої або низької жорсткості води. Висока жорсткість води може забезпечити рослинам додатковий кальцій та магній, що може бути корисним для їх росту та розвитку. Однак низька жорсткість води може бути шкідливою для рослин, оскільки вона не містить достатньо мінералів. А також показник може впливати на корозію трубопроводних шляхів. Висока жорсткість води може призвести до накопичення мінералів у системах трубопроводів та приладах, що може спричинити корозію та зменшити їх термін служби. Вода вважається відносно чистою, якщо показник в межах до 100. Якщо показник в межах від 100 до 300 така вода знаходиться у

задовільному стані, у межах від 300 до 600 – вода містить велику кількість домішок.

За результатами наших досліджень жорсткість води у зразку № 1 становила 322 TDS, що на 7 % перевищує допустимий показник. Жорсткість води у зразку № 2 становила 391 TDS, що перевищило норму на 30 %. Показник у зразку № 3 становив 393 TDS, що вище за норму на 31 % (Рис 4.1.3).



Зразок №1



Зразок № 2



Зразок № 3

Рис. 4.1.3. Показники жорсткості води виміряні в TDS

Знаючи прозорість води ми змогли визначити показник вмісту завислих речовин (табл. 4.1.3). Але слід враховувати, що визначення цього показника за прозорістю можна визначити лише приблизно.

Таблиця 4.1.3.

Якісні показники води р. Сула у зразку № 1

Показник	Одиниця виміру	Фактичне значення		
		зразок 1	зразок 2	зразок 3
pH	pH шкала	8,11	9,15	9,27
Жорсткість води	TDS	322	391	393
Вміст завислих речовин	мг/дм ³	4–6	6–10	6–10

Залежно від джерел забруднення та інших факторів, цей показник у річній воді може змінюватися від дуже низького до дуже високого рівня. Зазвичай, це включає різні типи твердих частинок, такі як глина, пісок, мул, органічні матеріали та інші неорганічні речовини. За результатами аналізу було встановлено, що вміст завислих речовин у р. Сула у зразку № 1 становив 4-6 мг/дм³, у зразку № 2 і 3 – 6–10 мг/дм³. Забруднення річок твердими частинами може бути наслідком природних процесів, таких як ерозія та обвал берегів річок, або наслідком людської діяльності, такого як будівництво доріг, забудова берегів, нелегальні смітникові звалища, а також викиди промислових відходів та стічних вод.

4.2. Хімічний аналіз води р. Сула у межах Роменського району

Біогенні елементи, такі як азот, фосфор і кремній, є важливими для життєдіяльності водних організмів, оскільки вони беруть участь у біохімічних процесах та екологічних системах. У природних водах вміст цих елементів є невеликим, проте їх режим значно залежить від температури води, що впливає на активність життєдіяльності організмів і процеси розкладання органічних речовин.

Мінеральні сполуки азоту в природних водах можуть перебувати у вигляді неорганічних і органічних сполук. Неорганічні сполуки включають амонійні (NH_4^+), нітритні (NO_2^-) та нітратні (NO_3^-) іони.

Середньорічні концентрації амонію (NH_4^+) коливалися від 0 мг/дм³ до 0,36 мг/дм³, при середньому вмісті 0,004 мг/дм³. Ці показники вказують на різноманітність і динаміку вмісту азоту в річці Сула, що свідчить про складні процеси, що відбуваються у її екосистемі.

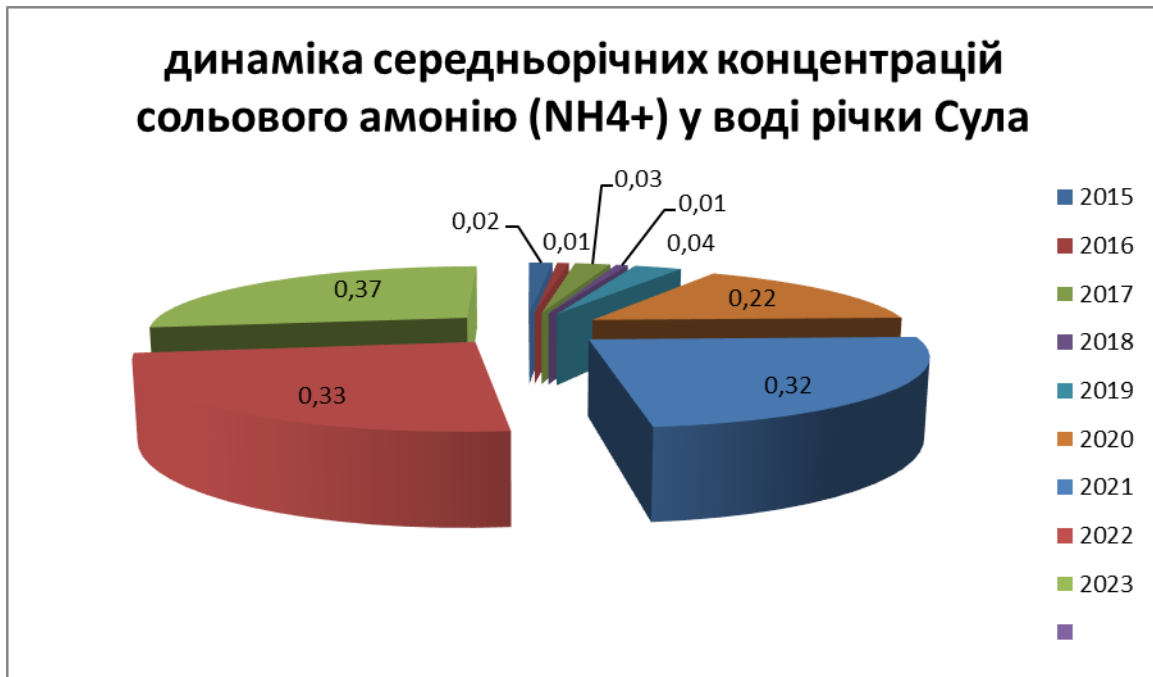


Рис.4.2.1. Динаміка середньорічних концентрацій сольового амонію (NH₄⁺) у воді річки Сула

У 2015 році середньорічна концентрація NH₄⁺ становила 0,37 мг/дм³, а вже у 2019 році значення цього показника знизилося до 0,04 мг/дм³. Така різка зміна може свідчити про зменшення викидів амонію в довкілля або про ефективні заходи з контролю за забрудненням.

Проте у наступні роки, з 2020 по 2023 рік, середньорічні концентрації NH₄⁺ залишалися низькими, коливаючись від 0,01 до 0,03 мг/дм³. Це може свідчити про певну стабілізацію рівня забруднення або ефективність заходів щодо контролю за викидами амонію.

Загалом, зниження середньорічних концентрацій сольового амонію (NH₄⁺) у воді річки Сула та їх стабілізація на низькому рівні у наступні роки свідчить про певні позитивні тенденції у зменшенні забруднення цього біогенного елемента. Однак необхідно продовжувати моніторинг та приймати заходи для підтримки чистоти водоймища.

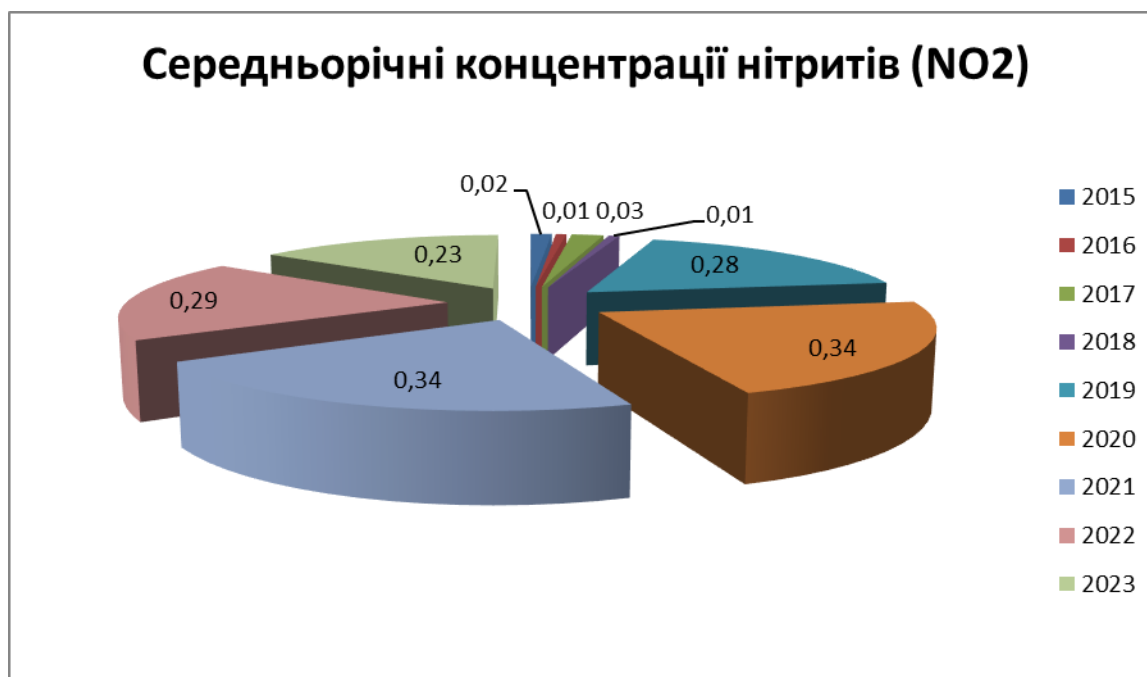


Рис.4.2.2. Середньорічні концентрації нітритів (NO₂) у воді річки Сула

Аналізуючи середньорічні концентрації нітритів (NO₂) у воді річки Сула за період з 2015 по 2023 рік, можна виявити деякі цікаві тенденції.

У період з 2015 по 2018 рік середньорічні концентрації нітритів залишалися на низькому рівні, коливаючись від 0,01 до 0,03 мг/дм³. Однак у 2019 році спостерігається різке збільшення середньорічної концентрації NO₂ до 0,28 мг/дм³, а в 2020 і 2021 роках це значення ще більше зросло до 0,34 мг/дм³. Таке збільшення може свідчити про погіршення якості води через збільшення викидів або інших факторів, що впливають на концентрацію нітритів.

Проте в наступні роки, з 2022 по 2023 рік, середньорічні концентрації NO₂ трохи зменшилися, але залишалися вище, ніж до 2019 року, становлячи відповідно 0,29 мг/дм³ та 0,23 мг/дм³.

Отже, можна зробити висновок, що з 2019 року спостерігається значне збільшення середньорічних концентрацій нітритів у воді річки Сула, що може бути зв'язано з погіршенням екологічної ситуації в басейні річки або з іншими антропогенними впливами.

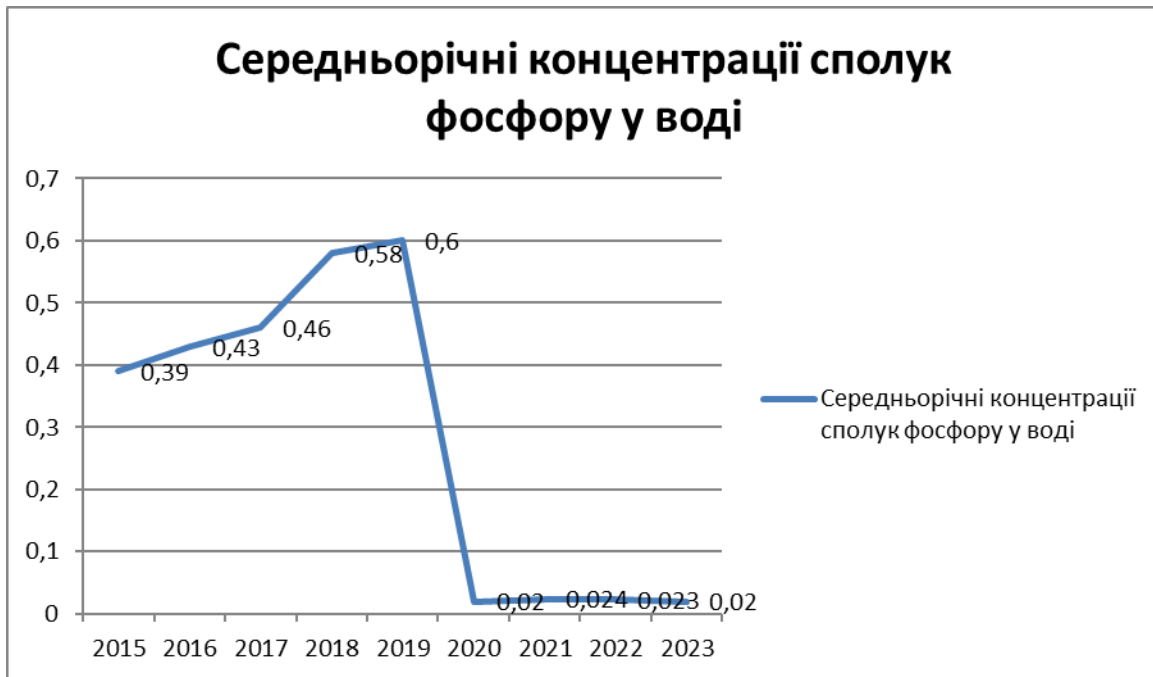


Рис.4.2.3. Середньорічні концентрації сполук фосфору у воді річки Сула

Аналізуючи середньорічні концентрації сполук фосфору у воді річки Сула протягом періоду з 2015 по 2023 рік, можна виявити цікаві тенденції.

У період з 2015 по 2019 рік спостерігалось поступове збільшення середньорічних концентрацій фосфору у воді, з 0,39 мг/дм³ в 2015 році до 0,6 мг/дм³ в 2019 році. Це збільшення може свідчити про погіршення якості води та збільшення викидів фосфорсодержащих сполук у довкілля.

Проте у 2020 році спостерігається раптове зниження середньорічної концентрації фосфору до значень 0,02 мг/дм³, і ці значення майже не змінюються впродовж наступних років, 2021-2023 років.

Такі різкі коливання в концентраціях фосфору можуть бути пов'язані зі змінами в використанні землі в басейні річки, технологіями сільськогосподарського виробництва та іншими антропогенними факторами.

Отже, потрібно подальше дослідження для з'ясування причин таких раптових змін у концентраціях фосфору та їх можливого впливу на екосистему річки Сула.



Рис.4.2.4. Динаміка середньорічних концентрацій розчиненого кремнію у воді р. Сула

Аналізуючи динаміку середньорічних концентрацій розчиненого кремнію у воді річки Сула протягом періоду з 2015 по 2023 рік, видно цікаву тенденцію.

Загалом, з 2015 по 2021 рік спостерігалось поступове збільшення середньорічних концентрацій розчиненого кремнію в воді, з 12,86 мг/дм³ у 2015 році до 15,86 мг/дм³ у 2021 році. Це може бути пов'язано з різними факторами, такими як зміни в рельєфі місцевості, розвиток промисловості або зміни у використанні землі в басейні річки.

Проте у 2022 та 2023 роках спостерігається раптове зниження середньорічної концентрації розчиненого кремнію до значень 5,03 мг/дм³ у 2022 році і 4,21 мг/дм³ у 2023 році. Це може бути зумовлено різними факторами, такими як зміни в екосистемі річки або вплив певних антропогенних чинників.

Такі раптові зміни в концентраціях розчиненого кремнію можуть вказувати на зміни в екологічному стані річки та вплив антропогенних

факторів на водні ресурси. Для ретельного розуміння цих змін необхідно провести подальше дослідження та моніторинг водних ресурсів річки Сула.

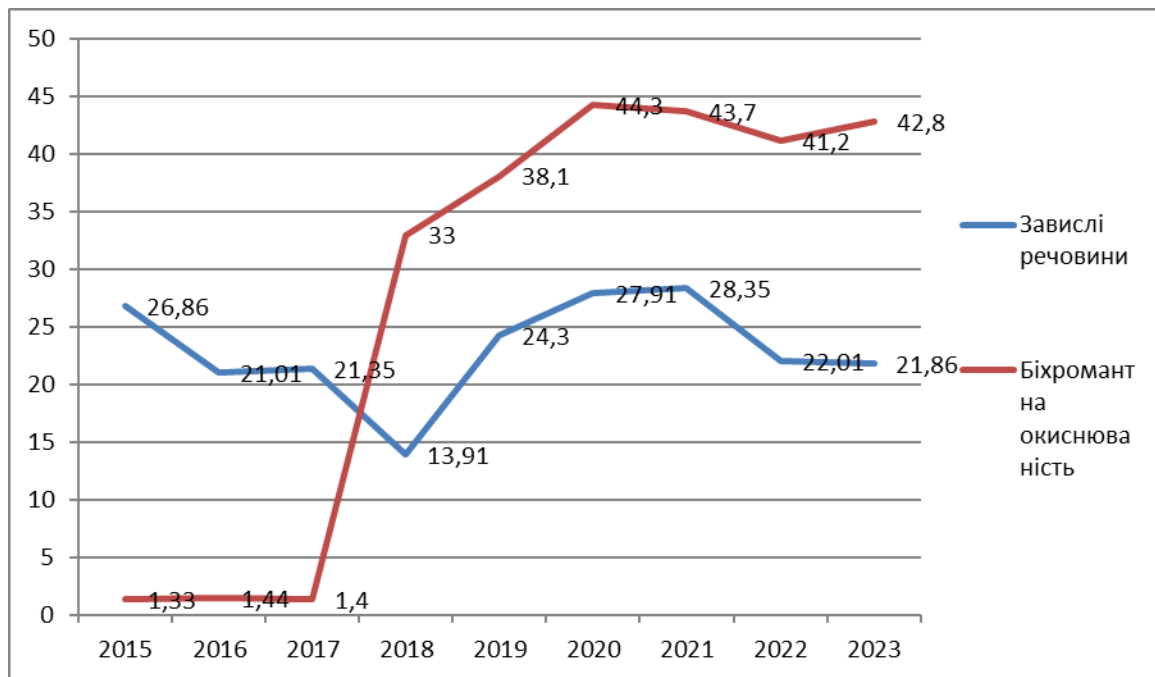


Рис.4.2.5. Динаміка середньорічного вмісту завислих речовин і показника біхроматної окиснюваності у воді р. Сула

За аналізом динаміки середньорічного вмісту завислих речовин у воді річки Сула протягом періоду з 2015 по 2023 рік видно, що спостерігається певна коливальність цього параметру. У 2015 році вміст завислих речовин становив 26,86, що показує помірний рівень забруднення. У наступні роки спостерігається певний спад цього показника, але у 2018 році рівень забруднення знижується значно нижче до 13,91. З 2019 року відбувається зростання концентрації завислих речовин, і до 2020 року цей показник досягає максимального значення 27,91. Подальші роки відзначаються стабілізацією цього показника на відносно високому рівні.

Щодо показника біхроматної окиснюваності, спостерігається схожа тенденція. У 2015 році цей показник склав 1,33, але в подальших роках відбувається його збільшення. У 2018 році відбувається значне зростання до 33, що може вказувати на погіршення якості води. Проте, з 2019 року цей показник починає зменшуватися, але залишається на високому рівні.

Таким чином, можна зробити висновок, що середньорічний вміст завислих речовин та показник біхроматної окиснюваності у воді річки Сула мають тенденцію до коливань протягом визначеного періоду, що може свідчити про зміни у рівні забруднення цього водного об'єкту.

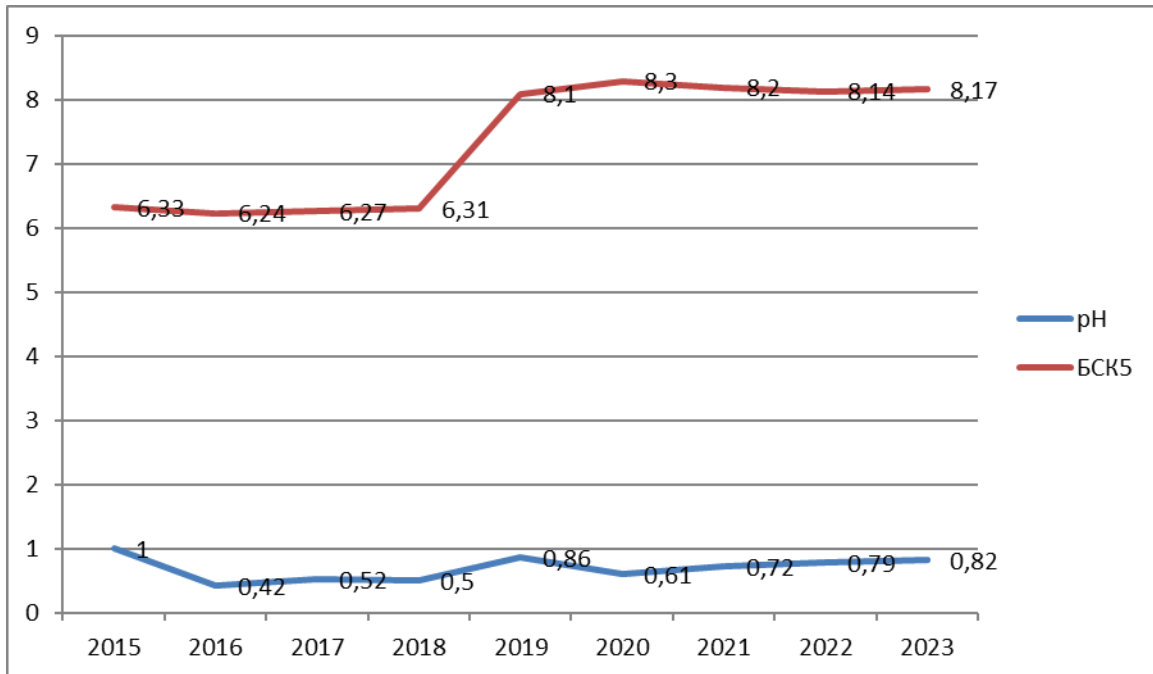


Рис.4.2.6. Динаміка середньорічних значень БСК5 і рН у воді р. Сула

Аналізуючи динаміку середньорічних значень показників рН і БСК5 у воді річки Сула протягом періоду з 2015 по 2023 рік, можна виявити деякі цікаві тенденції.

1. Рівень рН:

- У 2015 році рівень рН був нейтральним (1), показуючи стабільність середньорічного значення.
- У наступні роки (з 2016 по 2018) спостерігалася невелика зміна, але загалом рівень рН залишався стабільним, зі значенням навколо 0,5-0,52.
- З 2019 по 2023 рік відбувається помітне зростання рівня рН, з 0,86 у 2019 році до 0,82 у 2023 році. Це може вказувати на певне зміщення в кислотно-основному балансі води, можливо, внаслідок змін у водних та геологічних умовах.

2. Біохімічне споживання кисню (БСК5):

- Середньорічні значення БСК5 показують невелику коливантність протягом вивченого періоду.
- Загалом, з 2015 по 2018 рік, середньорічні значення залишалися в межах 6,24-6,33, що може свідчити про стабільність вмісту органічних речовин у воді.
- З 2019 року відбувається помітне зростання середньорічних значень БСК5, з 8,1 у 2019 році до 8,17 у 2023 році. Це може вказувати на збільшення кількості органічних речовин у воді, що потребують кисню для біологічного розкладання.

Таким чином, можна зробити висновок, що рівень рН та середньорічні значення БСК5 у воді річки Сула мають тенденцію до змін протягом вивченого періоду, що може впливати на загальну якість водного середовища.

4.3. Визначення рівня забруднення р. Сула

Деградація екосистеми річки Сула, яка в першу чергу пояснюється діяльністю людини, проявляється через різні показники забруднення, які суттєво впливають на якість води та біорізноманіття. Примітно, що наявність надмірної кількості фосфатів, нітратів та інших шкідливих хімічних речовин є явною ознакою забруднення річки, причому ці речовини часто походять від сільськогосподарських стоків, промислових скидів та неочищених стічних вод, що потрапляють у водний шлях.

Незважаючи на ці труднощі, річка Сула зберігає свою природну здатність до самовідновлення, що свідчить про те, що завдяки ефективній співпраці між зацікавленими сторонами та впровадженню комплексних зусиль з відновлення, можливо, усунути шкоду та зберегти здоров'я річки. для майбутніх поколінь.

Сезонні коливання річки Сула суттєво впливають на якість її води, що відображається на гідрохімічному режимі та різноманітних оцінках якості води в часі. Гідрохімічний аналіз басейну р. Сула виявляє чіткі

закономірності якості води, які відповідають сезонним змінам. Ці висновки є вирішальними, враховуючи розроблені в Україні методики комплексної оцінки якості води, які акцентують увагу на визначенні індексів та коефіцієнтів забруднення води.

Дослідження свідчать про незначне зниження мінералізації води р. Сула. Цей період збігається із зусиллями щодо моніторингу та, можливо, пом'якшення факторів, що сприяють погіршенню якості води. Крім того, історичні дані про споживання води, такі як багаторічне середнє споживання води становило 28,7 м³/с. Ці висновки підкреслюють важливість постійного моніторингу та впровадження стратегічних заходів для усунення впливу сезонних коливань на якість води річки Сула.

Забруднення річки Сула багатогранно впливає на її біорізноманіття, особливо впливаючи на водні організми та рослинний світ, які складають основу її екосистеми. Введення забруднювачів може отруїти водну флору і фауну, причому деякі забруднювачі є більш згубними через їх рухливість у відкладах або біодоступність у воді, що призводить до прямого токсичного впливу на організми.

Ця ситуація ще більше ускладнюється дренажем шахти, який може значно змінити рівень рН річки. Такі зміни ускладнюють відокремлення прямих токсикологічних впливів на організми від впливів, викликаних зміною рівня рН, тим самим ускладнюючи зусилля щодо пом'якшення наслідків забруднення.

Крім того, фізичні наслідки забруднення, такі як зменшення проникнення світла через високі концентрації завислих відкладень, безпосередньо обмежують біомасу водоростей шляхом зменшення фотосинтезу, критичного процесу для підтримки харчової мережі річки.

Крім того, відкладення оксидів металів, загального забруднювача від гірничодобувної діяльності, може ще більше обмежити ріст водоростей, покриваючи водорості або їхній субстрат, що ускладнює колонізацію та процвітання цих первинних виробників. Цей каскад ефектів підкреслює

складність впливу забруднення на річку Сула, підкреслюючи взаємопов'язані проблеми хімічних і фізичних змін, які разом становлять значну загрозу її біорізноманіттю.

Наслідки для здоров'я громад, які проживають поблизу річки Сула, значною мірою залежать від різноманітних форм забруднення, які не тільки погіршують екосистему, але й створюють пряму загрозу здоров'ю людей. Околиці річки особливо вразливі до наслідків глобального забруднення, яке переважно спричинене атмосферними викидами, які можуть подолати великі відстані від місця свого походження, тим самим впливаючи на громади, віддалені від джерел забруднення.

Цей тип забруднення створює безліч ризиків для здоров'я, включаючи проблеми з диханням, серцево-судинні захворювання та інші хронічні захворювання. Зокрема, рівень шумового забруднення в цих громадах може загострити проблеми зі здоров'ям, що призведе до збільшення серцево-судинних проблем серед населення.

Крім того, забруднення ґрунту, ґрунтових і поверхневих вод різними забруднювачами може призвести до серйозних наслідків для здоров'я, включаючи ерозію, провалля та втрату біорізноманіття, що ще більше ставить під загрозу здоров'я та безпеку цих спільнот. Взаємозв'язок цих типів забруднення підкреслює багатогранність екологічних ризиків для здоров'я, з якими стикаються жителі, які живуть поблизу річки Сула, підкреслюючи нагальну потребу в комплексних стратегіях пом'якшення цих негативних наслідків.

Беззаперечним є багатогранний вплив забруднення річки Сула на місцеву економіку, оскільки він переплітає погіршення навколишнього середовища з економічною нестабільністю. По-перше, зниження якості повітря, прямий наслідок забруднення річки, підриває здоров'я людей і цілісність природних екосистем, які є ключовими для підтримки місцевих громад.

Крім того, ця деградація навколишнього середовища посилює ризик повеней, погіршуючи здатність природного ландшафту поглинати воду, що призводить до потенційно руйнівних повеней, які можуть знищити майно, сільське господарство та інфраструктуру, що має вирішальне значення для місцевої економіки. Ця ситуація ускладнюється витоком шкідливих хімічних речовин у річку, що не лише становить пряму загрозу здоров'ю людей, але й накладає значний економічний тягар на громади через збільшення витрат на охорону здоров'я та втрату продуктивності через хворобу. Такий каскад негативних наслідків підкреслює нагальну потребу вирішення проблеми забруднення річки Сула не лише для захисту навколишнього середовища, але й для збереження та сприяння економічному добробуту громад, які від нього залежать.

Фізіологічне значення важких металів в екологічному контексті полягає в їх ролі в біологічних процесах, таких як активація ферментів, взаємодія з вітамінами та гормонами. Ці метали є необхідними для підтримки нормальної функціональної активності живих організмів, проте їх збільшення в водних середовищах може мати серйозні наслідки для біологічних систем.

Залізо загальне (Fe заг) є одним із важливих важких металів, вміст якого в поверхневих водах зазвичай дуже малий, зазвичай виражається у міліграмах на один літр. Підвищені рівні заліза (понад 1 мг/дм³) можуть суттєво погіршити якість води, роблячи її непридатною для питних або технічних цілей.

Одним із ключових факторів, що впливають на концентрацію заліза у природних водах, є процеси хімічного вивітрювання гірських порід, які включають механічне руйнування та подальше розчинення. Багато розчинених сполук заліза потрапляють у водойми через підземні джерела, стічні води промислових підприємств і сільського господарства, а також зливні води та стічні води з сільськогосподарських угідь.

Отже, вивчення вмісту важких металів, таких як залізо, у водному середовищі важливо для оцінки стану екосистем та встановлення заходів для їх захисту та відновлення.

Мідь (Cu) є елементом, що зустрічається в природі відносно рідко. Приблизно 80% міді міститься у земній корі у формі сполук з сіркою, а близько 15% утворює кисневі сполуки, такі як карбонати, оксиди та силікати.

Надходження міді у поверхневі води має різноманітні джерела, включаючи гірські породи, стічні води від хімічних та металургійних підприємств, шахтні води та різні реагенти, що містять мідь, а також стічні води з сільськогосподарських угідь.

Характерною особливістю поведінки міді у природних водах є його схильність до сорбції високодисперсних частинок ґрунту і порід. За досліджуваній період концентрації міді коливалися в межах від 0 до 0,045 мг/дм³, при цьому максимальне значення було зафіксоване у 2020 році.

Марганець (Mn) у вільному вигляді не зустрічається в природі, але входить до складу багатьох мінералів, переважно у формі оксидів. Основним джерелом його надходження у поверхневі води є залізомарганцеві руди, стічні води марганцевих збагачувальних фабрик, металургійні підприємства, хімічна промисловість та шахтні води. Значна кількість марганцю потрапляє у водні середовища через розкладання гідробіонтів, особливо водоростей та вищих водних рослин.

У природних водах вміст марганцю може варіюватися від одиниць до навіть сотень мікрограмів на кубічний дециметр. Цей елемент відіграє важливу роль у житті рослин та тварин, беручи участь у процесах фотосинтезу, фотолізу води та видалення кисню. У водоймах басейну річки Сула його середньорічні концентрації становили від 0 до 0,908 мг/дм³.

Хром (Cr) є одним із важливих мікроелементів для багатьох живих організмів, але великі концентрації можуть бути шкідливими. Підвищений вміст хрому може суттєво погіршити якість води, призводячи до змін її кольору, смаку та іонного складу.

Нафта та продукти її переробки, як-от автомобільне паливо, дизель, гас, мастила та мазут, становлять серйозну загрозу для поверхневих вод. Ці речовини складаються з різноманітних органічних сполук, включаючи вуглеводні, ароматичні сполуки, кисневі та сірчані сполуки, які можуть негативно впливати на екосистеми водойм.

Хоча загалом нафтопродукти (НП) відзначаються невисокою розчинністю у воді, окремі їх компоненти, особливо ароматичні сполуки, можуть мати значну розчинність - до 100 мг/дм³. Нормативи гранично допустимих концентрацій (ГДК) для нафтопродуктів значно менші, зазвичай становлять 0 - 0,07 мг/дм³ в залежності від конкретного виду продукту. Навіть невелика кількість нафтопродуктів, що потрапляє у поверхневі води, може призвести до серйозного забруднення великих водойм і зробити їх непридатними для використання в якості питної води.

У басейні річки Сула концентрація сумарних нафтопродуктів або СПАР у воді переважно знаходилась у діапазоні від 0 до 0,05 мг/дм³, що становило від 9,8% до 97% від загального обсягу води. У випадках, коли концентрація перевищувала 0,5 мг/дм³, вміст нафтопродуктів становив від 0% до 2,8%. Протягом усього періоду досліджень у 97% випадків вміст сумарних нафтопродуктів у воді не перевищував фонових значень.

ВИСНОВКИ

За результатами проведеної роботи можна зробити наступні висновки:

1. За результатами досліджень прозорість води з річки Сула знаходиться в межах 24–27 см. У відібраних зразках спостерігались запахи, зокрема болотний та гнилісний. Колір залежно від зразку був світло жовтим або зеленоподібним. У зразку № 1 було виявлено піщаний осад, а у зразку № 2 і 3 – сірий, що може свідчити про забруднення води у річці. Показник рН в межах норми знаходиться лише у зразку № 1. Жорсткість води у зразку № 1 на 7 % перевищує допустимий показник. Жорсткість води у зразку № 2 перевищило норму на 30 %. Показник у зразку № 3 вище за норму на 31 %.

2. Середньорічні концентрації NH_4^+ залишалися низькими, коливаючись від 0,01 до 0,03 мг/дм³. Це може свідчити про певну стабілізацію рівня забруднення або ефективність заходів щодо контролю за викидами амонію.

Загалом, зниження середньорічних концентрацій сольового амонію (NH_4^+) у воді річки Сула та їх стабілізація на низькому рівні у наступні роки свідчить про певні позитивні тенденції у зменшенні забруднення цього біогенного елемента. Однак необхідно продовжувати моніторинг та приймати заходи для підтримки чистоти водоймища.

3. Виявлені фактори, що впливають на якість води, можуть бути використані для оцінки рівня забруднення водних ресурсів річки Сула, що є важливим кроком у плануванні ефективних заходів з водоохорони.

4. Застосовуючи комплексні методи моніторингу, аналізуючи ключові параметри якості води та одержуючи дієві рекомендації на основі результатів моніторингу, зацікавлені сторони можуть працювати над збереженням екологічного балансу річки Сула, одночасно задовольняючи потреби місцевих громад у воді. Постійна пильність і профілактичні заходи, засновані на даних моніторингу, є важливими для забезпечення стійкості цього життєво важливого водного ресурсу в Сумській області.

ПРОПОЗИЦІЇ

1. Розробити та впровадити комплексну програму моніторингу якості води річки Сула, яка б включала регулярні вимірювання фізико-хімічних параметрів, концентрацій забруднюючих речовин та оцінку стану біорізноманіття.
2. Посилити контроль за скиданням промислових та комунальних стічних вод у річку Сула, забезпечивши їх належне очищення перед скиданням.
3. Впровадити сучасні агротехнічні практики в сільському господарстві для зменшення стоку пестицидів та добрив у річку.
4. Розробити та реалізувати програми з відновлення прибережних зон та водоохоронних територій для покращення природної здатності річки до самоочищення.
5. Проводити регулярні інформаційно-просвітницькі кампанії серед місцевого населення щодо важливості збереження чистоти річки Сула та раціонального використання водних ресурсів.
6. Сприяти впровадженню інноваційних технологій очищення води на підприємствах регіону та модернізації очисних споруд.
7. Розробити довгострокову стратегію управління водними ресурсами басейну річки Сула з урахуванням кліматичних змін та зростаючих антропогенних навантажень.
8. Посилити міжвідомчу співпрацю та координацію дій між органами влади, науковими установами та громадськими організаціями для ефективного вирішення проблем забруднення річки Сула.
9. Впровадити систему економічних стимулів для підприємств, які впроваджують екологічно чисті технології та зменшують свій вплив на водні ресурси.
10. Регулярно проводити оцінку ефективності впроваджених заходів та корегувати стратегію управління водними ресурсами відповідно до отриманих результатів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Арсан О.М. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод: Навчальний посібник. К: Ліра-К, 2021. 256 с.
2. Боголюбов В. М., Клименко М. О., Мокін В. Б. Моніторинг довкілля : підручник. [2-е вид., перероб. і доп.]. Вінниця : ВНТУ, 2010. 232 с.
3. Будкіна Л.Г., Чічко О.І., Сафранов Т.А. Екологічний моніторинг вод із основами гідроекології. Херсон: ОЛДІ-плюс, 2002. 320 с.
4. Василенко О. А. Математично-статистичні методи аналізу у прикладних дослідженнях: навч. посіб. О. А. Василенко, І. А. Сенча. Одеса: ОНАЗ ім. О. С. Попова, 2011. 166 с.
5. Відбір проб води (розчинів) та підготовка їх до аналізу [Електронний ресурс]: Режим доступу до ресурсу: <https://kc.pnu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/11/2020/09/%D0%9B%D0%B5%D0%BA%D1%86%D1%96%D1%8F-2%D0%9D2%D0%9E-n.pdf>.
6. Водний кодекс України від 06.06.1995 р. Відомості Верховної Ради України. 1995. - № 24. Ст. 189.
7. Гриценко А.В., Васенко О.Г., Верніченко Г.А. та ін. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. Харків: УкрНДІЕП, 2019. 37 с.
8. Даус М., Кликач Н.. Багаторічна динаміка гідрохімічних показників річки Сула. Матеріали XXVII Всеукраїнської наукової інтернетконференції «Вітчизняна наука на зламі епох: проблеми та перспективи розвитку», 17 листопада 2016 р., Переяслав-Хмельницький Державний педагогічний університет імені Григорія Сковороди. С. 29-34.
9. Директива 2000/60/ЄС Європейського Парламенту і Ради "Про встановлення рамок діяльності Співтовариства в галузі водної політики" від 23 жовтня 2000 року.
10. ДСТУ 7525:2014 Вода питна. Відбирання проб. К.: Мінекономрозвитку України, 2015. 27 с.

- 11.Жолинський І.Д., Гриб Й.В. Методологічні основи управління якістю поверхневих вод. Рівне: НУВГП, 2007. 346 с.
- 12.Карпенко К.К., Тюленева В.О., Вакал А.П., Родінка О.С., Книш М.П., Кравченко В.М. Гідрологічні заказники у заплаві р. Сули на Сумщині. Стан природного середовища та проблеми його охорони на Сумщині. Книга 3. Суми: Джерело, 1999. С. 86–98.
- 13.Клименко В.Г. Гідрологія України. Харків. 2011. 124 с.
- 14.Клименко М.О., Прищепя А.М., Вознюк Н.М. Моніторинг довкілля: підручник. Київ: Академія, 2018. 360 с.
- 15.Коваленко С.А., Пономаренко Р.В., Третьяков О.В., Іванов Є.В. Дослідження зміни екологічного стану річки Псел. Техногенно-екологічна безпека. Х.: НУЦЗУ, 2021. № 10(2/2021). С. 45 – 51. DOI: 10.52363/2522-1892.2021.2.7.
- 16.Коваленко С.А., Пономаренко Р.В., Третьяков О.В., Титаренко А.В., Іванов Є.В. Визначення нових аспектів зміни екологічного стану поверхневого водного об'єкту. Комунальне господарство міст. Х.: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2022. Том 3, випуск 170'2022. С. 53 – 61. DOI: 10.33042/2522-1809-2022-3-170-53-61.
- 17.Кузьмін В.І. Аналітична хімія об'єктів навколишнього середовища: Підручник. К.: КНУ імені Тараса Шевченка, 2019. 463 с.
- 18.Курило С.М. Еколого-гідрохімічна оцінка поверхневих вод басейну Дніпра. Український географічний журнал. 2019. № 2. С. 25-33.
- 19.Линник П.М., Жежеря В.А., Жежеря Т.П. Методи дослідження органічних речовин природних вод. Київ: Наукова думка, 2021. 304 с.
- 20.Мокієнко А.В., Ковальчук Л.Й., Крісілов А.Д. Еколого-гігієнічні основи безпеки водокористування. Одеса: ТЕС, 2020. 454 с.
- 21.Національна доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні у 2021 році. К.: Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України, 2022. 326 с.

- 22.Осадча Н.М., Набиванець Ю.Б., Осадчий В.І. Гідрохімічний довідник: поверхневі води України. Київ: Ніка-Центр, 2018. 330 с.
- 23.Пономаренко Р.В. Визначення екологічного стану головного джерела водопостачання України. Техногенно-екологічна безпека. Х.: НУЦЗУ, 2020. № 6(2/2019). С. 69 – 77. DOI: 10.5281/zenodo.3559035.3.
- 24.Правила приймання стічних вод до систем централізованого водовідведення. Затв. Наказом Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 01.12.2017 № 316.
- 25.Про затвердження Порядку здійснення державного моніторингу вод: Постанова Кабінету Міністрів України від 20.07.1996 р. № 815.
- 26.Про затвердження Порядку перевірки, взяття проб води та проведення їх аналізу [Електронний ресурс] // Верховна Рада України. Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/828-2019-%D0%BF#Text>.
- 27.Про затвердження Правил охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами [Електронний ресурс]. Верховна Рада України. Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/465-99-%D0%BF#Text>.
- 28.Проблеми гідрології, гідрохімії, гідроекології. Київ : Ніка-Центр, 2019. 330 с.
- 29.Романенко В.Д. Основи гідроекології. К.: Обереги, 2001. 728 с.
- 30.Романенко В.Д., Жукинський В.М., Оксіюк О.П. та ін. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. Київ: Символ. 2017. 28 с.
- 31.Саблій Л.А. Фізико-хімічні та біологічні методи аналізу об'єктів довкілля. Рівне: НУВГП, 2012. 314 с.
- 32.Сніжко С.І. Оцінка та прогнозування якості природних вод: підручник. Київ: Ніка-Центр, 2018. 400 с.

33. Сташук В.А., Мокін В.Б., Гребінь В.В., Чунарьов О.В. С 78 Наукові засади раціонального використання водних ресурсів України за басейновим принципом: Монографія. Херсон : Грінь Д.С., 2014. 250 с.

34. Умови скидання зворотних вод у водні об'єкти [Електронний ресурс]: Режим доступу до ресурсу: <http://surl.li/umnoh>

35. Химко Р.В., Мережко О.І., Бабко Р.В. Малі річки - дослідження, охорона і відновлення. К.: ін-т екології, 2003. 380 с.

36. Хільчевський В.К. Комплексна оцінка екологічного стану басейну річки Случ.. К.: Ніка-Центр, 2013. 346 с.

37. Хільчевський В.К., Осадчий В.І., Курило С.М. Основи гідрохімії: Навчальний посібник. К.: Ніка-Центр, 2012. 312 с.

38. Швєбс Г. І., Ігошин М. І.; Каталог річок і водойм України : Навч.-довідк. посіб. Одес. нац. ун-т ім. І.І.Мечникова. О. : Астропринт, 2003. 392 с.

39. Яцик А.В. Водогосподарська екологія: У 4 т., 7 кн. К.: Генеза, 2004. Т. 3, кн.4. - 496 с.

40. Bartram, J., & Ballance, R. (Eds.). Water quality monitoring: a practical guide to the design and implementation of freshwater quality studies and monitoring programmes. 1996. UNEP/WHO.

41. Bartram, J., & Rees, G. (Eds.). Monitoring bathing waters: a practical guide to the design and implementation of assessments and monitoring programmes. 2000. WHO.

42. Chapman, D. (Ed.). Water quality assessments: a guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring (2nd ed.). 1996 Chapman & Hall.

43. Deininger, R. A., & Maciunas, J. Environmental monitoring and characterization. 2002 Academic Press.

44. Kundzewicz, Z. W. (Ed.). Water resources management in catchments. Ecological Perspectives in Sustainable Development Series 2003, UNESCO.

45. Ongley, E. D. Modern principles of water quality control. In H. J. Maidment (Ed.), Handbook of Hydrology 1998 (pp. 18.1-18.38). McGraw-Hill.

46.Schwarzenbach, R. P., Egli, T., Hofstetter, T. B., Von Gunten, U., & Wehrli, B. Global water pollution and human health. *Annual Review of Environment and Resources*, 2010. 35, 109-136.

47.Li Ren, Shuping Song, Yue Zhou. Evaluation of River Ecological Status in the Plain River Network Area in the Context of Urbanization: A Case Study of 21 Rivers' Ecological Status in Jiangsu Province, China. *Ecological Indicators*. 142 (2022) 109172. DOI: 10.1016/j.ecolind.2022.109172.

48.Mariola Krodkiewska, Aneta Spyra, Anna Cieplik. Assessment of Pollution, and Ecological Status in Rivers Located in the Vistula and Oder River Basins Impacted by the Mining Industry in Central Europe (Poland). *Ecological Indicators*. 144 (2022) 109505. DOI: 10.1016/j.ecolind.2022.109505.

ДОДАТКИ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

МАТЕРІАЛИ

науково-практичної конференції
викладачів, аспірантів та студентів
Сумського НАУ
(14-16 травня 2024 р.)

МОНІТОРИНГ СТАНУ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД РІЧКИ СУЛА В МЕЖАХ РОМЕНСЬКОГО РАЙОНУ

Філоненко В. О., студ. 4 курсу ФАГП, спец. 101 «Екологія»
 Науковий керівник: доц. І. В. Зубцова
 Сумський НАУ

Річка Сула є важливим природним ресурсом та водним об'єктом в Роменському районі, її вода використовується для забезпечення побутових, сільськогосподарських та інших потреб місцевого населення. З метою збереження та покращення якості поверхневих вод річки Сула було проведено комплексне дослідження, спрямоване на виявлення можливих джерел забруднення та оцінку рівня екологічної безпеки водного об'єкту.

Методика моніторингу передбачає регулярний збір проб води для лабораторного аналізу її хімічного та бактеріального складу. Також проводяться вимірювання фізико-хімічних параметрів, таких як температура води, рівень розчиненості кисню, рН тощо. Ці дані дозволяють отримати об'єктивну оцінку стану водних ресурсів та вчасно реагувати на будь-які негативні зміни.

Результати моніторингу стану поверхневих вод річки Сула в межах Роменського району вказують на необхідність удосконалення системи водопостачання та водовідведення, а також контролю за станом прибережних територій. Посилення заходів з екологічного контролю та вжиття превентивних заходів є ключовими для забезпечення чистоти та безпеки водних ресурсів річки Сула та її водосховища.



Рис. 1. р. Сула в межах Роменського району (Фото: <http://sufl.lj/sq5xm>)

Дослідження стану поверхневих вод річки Сула в межах Роменського району важливе для забезпечення сталого використання водних ресурсів та збереження екосистем. Поглиблене вивчення хімічного складу води, аналіз біологічного індексу вод, вимірювання рівня забруднення та визначення джерел забруднення є необхідними кроками для розробки ефективних заходів з охорони водних ресурсів.

Також важливо забезпечити належне збереження та обробку отриманих даних, щоб вони були доступні для аналізу та використання в майбутньому. Крім того, необхідно регулярно інформувати громадськість про результати моніторингу та важливість збереження водних ресурсів. Залучення громадськості до участі у моніторингових програмах може збільшити рівень усвідомлення та відповідальності за довкілля серед місцевого населення.

Отже, можна зробити висновок, що моніторинг стану поверхневих вод річки Сула в межах Роменського району є важливим інструментом для забезпечення екологічної безпеки та сталого використання водних ресурсів. Систематичний аналіз якості води та вчасне реагування на можливі зміни дозволяють підтримувати чистоту водойм та забезпечувати їхню доступність для потреб місцевого населення. Однак, для успішного збереження водних екосистем необхідно посилити контроль за станом водойм та розробити програми екологічного відновлення та захисту водних ресурсів.

ДОДАТОК Б

Самооцінювання кваліфікаційної роботи здобувачем

Критерій	Рівень		Коментар
Огляд літератури побудовано навколо основної проблеми, використано найактуальніші сучасні дослідження за темою, чітко відображено зв'язок між завданнями, поставленими в роботі, та попередніми дослідженнями	+	+	
Надана конкретна та точна інформація про методи та дані (кількість, температура, тривалість, послідовність, умови, розташування, розміри тощо), методи пов'язані з іншими дослідженнями.		+	
Наведено конкретні результатами з поясненнями та аналізом, порівняння з результатами інших досліджень, показано чіткий зв'язок проблеми з отриманими результатами		+	
Надано пропозиції щодо удосконалення, що підкріплено відповідними обґрунтуваннями (прогноз, модель тощо)	+	+	
Висновки містять зв'язок з найважливішими аспектами попередніх розділів, підсумок ключових результатів, продемонстровано зв'язок між цією роботою та наявними дослідженнями зосереджена увага на суттєвих результатах, зазначено їх можливе застосування; подано обмеження, на які слід спрямувати майбутні дослідження.		+	
Перелік посилань є повним та достатнім для вирішення завдань дослідження		+	
Робота оформлена повністю відповідно до вимог	+	+	
Робота не містить друкарських та граматичних помилок	+	+	

Підтверджую, що робота виконана мною самостійно, не містить академічного плагіату. Зокрема, у моїй роботі немає запозичення текстів, ідей чи розробок, результатів досліджень інших авторів без посилань на них, у тому числі буквального перекладу з іноземних мов чи перефразування, що видаються за свій текст, вирваних із контексту тверджень, цитат без лапок, фабрикації (вигаданих) даних чи фальсифікації (вигаданих і модифікованих на догоду бажаному висновку) результатів досліджень.

_____ Владислав ФІЛОНЕНКО

ДОДАТОК В**Декларація академічної доброчесності**

Я, Філоненко Владислав Олександрович, здобувач вищої освіти першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 101 «Екологія» денної форми навчання Сумського національного аграрного університету зобов'язуюсь дотримуватися принципів академічної доброчесності під час виконання кваліфікаційної роботи. Я поінформований, що у разі порушення мною академічної доброчесності під час виконання кваліфікаційної роботи, повинен буду нести академічну та/або інші види відповідальності і до мене можуть бути застосовані заходи дисциплінарного характеру за порушення академічної доброчесності та етики академічних взаємовідносин, в тому числі, кваліфікаційна робота може бути анульована з наступним відрахуванням із університету. Також усвідомлюю, що до мене у майбутньому може бути застосована процедура позбавлення ступеня вищої освіти та відповідної кваліфікації, якщо свідомо вчинене порушення академічної доброчесності не буде виявлено під час перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень відповідно до встановленої в університеті процедури з використанням ліцензованих програмних продуктів.

_____ Владислав **ФІЛОНЕНКО**



Дно річки Сула, село Сурмачівка Роменського району Сумської області



Краєвид річки Сула, село Сурмачівка Роменського району Сумської області