

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
_____ **Інна ЗУБЦОВА**

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за другим рівнем вищої освіти

на тему: **«ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ
ВОД РІЧКИ СУЛА В МЕЖАХ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ»**

Виконав: Владислав ФІЛОНЕНКО

Група: ЕКО 2401 м

Науковий керівник: Інна ЗУБЦОВА

Рецензент: Ангеліна ДУДКА

СУМИ – 2025

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

Факультет агротехнологій та природокористування

Кафедра екології та ботаніки

Освітній ступінь – «Магістр»

Спеціальність – 101 «Екологія»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Зав. кафедрою екології та ботаніки

_____ **Вікторія СКЛЯР**

«01» вересня 2024 р.

ЗАВДАННЯ

**на кваліфікаційну роботу
Владиславу ФІЛОНЕНКУ**

- 1. Тема кваліфікаційної роботи: «ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД РІЧКИ СУЛА В МЕЖАХ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ»**
- 2. Керівник кваліфікаційної роботи:** к.б.н., доц. Інна ЗУБЦОВА
- 3. Строк подання здобувачем кваліфікаційної роботи:** 05 грудня 2025 р.
- 4. Вихідні дані до кваліфікаційної 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 Сумської області. Висновки та пропозиції.
- 5. Перелік завдань, які будуть виконуватися в роботі:** 1) проаналізувати природно-географічні умови басейну річки Сула; 2) провести гідрохімічні та гідробіологічні дослідження якості вод; 3) визначити основні джерела антропогенного забруднення; 4) оцінити вплив господарської діяльності та інших факторів на стан річки; 5) здійснити інтегральну екологічну оцінку якості вод.

Керівник кваліфікаційної роботи _____ Інна ЗУБЦОВА

Завдання прийняв до виконання _____ Владислав ФІЛОНЕНКО

Дата отримання завдання «01» вересня 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН
Виконання кваліфікаційної роботи
здобувача вищої освіти спеціальності 101 «Екологія» (група ЕКО 2401м)
за темою «Екологічна оцінка якості поверхневих вод річки Сула в межах
Сумської області»

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів	Примітка
1	Визначення об'єкту, предмету дослідження, формулювання мети та задач кваліфікаційної роботи, складання плану	Вересень-жовтень 2024 року	Виконано
2	Підбір та вивчення літературних джерел, законодавчої та нормативної бази	Листопад-грудень 2024 року	Виконано
3	Узагальнення теоретичного матеріалу з обраної теми дослідження та представлення чорнового варіанту першого розділу кваліфікаційної роботи	Січень 2025 року	Виконано
4	Збір та узагальнення матеріалу про регіон досліджень, підготовка відповідного тексту кваліфікаційної роботи	Лютий-березень 2025 року	Виконано
5	Вибір та вивчення методів досліджень, які будуть використані при підготовці кваліфікаційної роботи, оформлення відповідного тексту кваліфікаційної роботи	Квітень 2025 року	Виконано
6	Збір та обробка фактичного (експериментального) матеріалу, у тому числі за результатами проходження виробничої практики	Травень-вересень 2025 року	Виконано
7	Оформлення теоретичної частини кваліфікаційної роботи, узагальнення експериментальної частини, захист звіту по виробничій практиці	Перша-друга декада жовтня 2025 року	Виконано
8	Завершення експериментальної частини кваліфікаційної роботи та подання попереднього варіанту експериментального розділу керівнику	Третя декада жовтня 2025 року	Виконано
9	Перевірка кваліфікаційної роботи на автентичність (подання роботи для перевірки на плагіат на кафедрі, до відділу якості освіти)	Перша декада листопаду 2025 року	Виконано
10	Остаточне оформлення кваліфікаційної роботи, та її подання на попередній захист та рецензування	Друга декада листопаду 2025 року	Виконано
11	Подання закінченої роботи та документів до неї	Третя декада листопаду 2025 року	Виконано
12	Захист кваліфікаційної роботи	Грудень 2025 року	Виконано

Керівник роботи

_____ (підпис)

Інна ЗУБЦОВА

(Прізвище, ініціали)

Здобувач

_____ (підпис)

Владислав ФІЛОНЕНКО

(Прізвище, ініціали)

АНОТАЦІЯ

Філоненко Владислав Олександрович «Екологічна оцінка якості поверхневих вод річки Сула в межах Сумської області та шляхи покращення її екологічного стану».

Кваліфікаційна робота на здобуття ступеня магістра з Екології за освітньою програмою «Екологія» зі спеціальності 101 Екологія. Сумський національний аграрний університет, Суми, 2025.

Екологічна оцінка якості поверхневих вод річки Сула в межах Сумської області базується на комплексному аналізі природно-географічних умов басейну, сучасного гідрологічного режиму та гідрохімічних характеристик води. Особливу увагу приділено визначенню концентрацій ключових біогенних елементів, вмісту органічних речовин, параметрам кисневого режиму та стану водної біоти, що дозволяє оцінити стабільність функціонування річкової екосистеми. У межах басейну Сули прослідковуються суттєві просторові відмінності якості води, зумовлені нерівномірністю антропогенного навантаження, характером використання земель та локальними джерелами впливу.

Переважними чинниками погіршення стану вод є надходження сільськогосподарських стоків, що містять підвищені концентрації біогенних сполук, комунально-побутові скиди, які сприяють зростанню органічного забруднення, а також локальні промислові впливи. Сукупність цих факторів викликає розвиток евтрофікаційних процесів, зниження прозорості води, коливання вмісту розчиненого кисню та формування умов, несприятливих для чутливих видів гідробіонтів. Аналіз біологічних показників підтверджує зміну видового складу та зменшення кількості представників, що є індикаторами чистих вод.

Узагальнення результатів гідрохімічних і гідробіологічних досліджень дозволяє визначити сучасний рівень екологічного стану річки Сула та

встановити ділянки з найбільшим ризиком деградаційних змін. З огляду на тенденції підвищення антропогенного навантаження сформовано пропозиції щодо скорочення забруднення через удосконалення очищення стічних вод, оптимізацію землекористування та відновлення прибережних захисних смуг. Одним з ключових напрямів покращення ситуації є підвищення ефективності системи моніторингу водних ресурсів, що має включати регулярний контроль фізико-хімічних показників, стану біоти та просторової динаміки антропогенних впливів. Комплексний підхід до оцінки стану річки Сула забезпечує підґрунтя для прийняття екологічно обґрунтованих управлінських рішень і сприяє збереженню водних ресурсів регіону у довгостроковій перспективі.

Ключові слова: річка Сула, якість води, екологічний стан, біоіндикація, забруднення, антропогенний вплив, гідрохімічні показники.

ABSTRACT

Filonenko Vladyslav Oleksandrovic «Ecological assessment of surface water quality in the Sula River within the Sumy region

Qualification work for the degree of Master in Ecology under the educational program Ecology in the specialty 101 Ecology Sumy National Agrarian University, Sumy, 2025

The ecological assessment of the surface water quality of the Sula River within the Sumy Region is based on a comprehensive analysis of the natural and geographical characteristics of the river basin, the current hydrological regime, and the hydrochemical composition of the water. Particular attention is given to determining the concentrations of major biogenic substances, the content of organic matter, the parameters of the oxygen regime, and the condition of aquatic biota, which together reflect the stability and functionality of the river ecosystem. Significant spatial differences in water quality are observed across the basin, driven by the uneven distribution of anthropogenic pressure, land-use patterns, and

the presence of localized sources of pollution. The dominant factors contributing to water quality deterioration include agricultural runoff enriched with nutrients, municipal wastewater leading to increased organic pollution, and localized industrial discharges affecting chemical and biological parameters. These factors jointly stimulate eutrophication processes, reduce water transparency, alter dissolved oxygen levels, and create unfavorable conditions for sensitive aquatic organisms. Biological indicators confirm changes in species composition and a decline in taxa characteristic of clean and stable waters, indicating environmental stress within the ecosystem. The synthesis of hydrochemical and hydrobiological data makes it possible to assess the current ecological state of the Sula River and identify zones most vulnerable to degradation. Based on the identified trends of intensifying anthropogenic influence, recommendations are formulated to reduce pollutant inputs through improved wastewater treatment, optimized land management, and restoration of riparian buffer zones. Strengthening water resource monitoring is highlighted as a crucial measure, including systematic evaluation of physicochemical parameters, biotic indicators, and the spatial distribution of anthropogenic impacts. Adopting an integrated management approach provides a scientific basis for effective decision-making and contributes to the long-term protection and sustainable use of water resources in the region.

Keywords: Sula River, water quality, ecological status, bioindication, pollution, anthropogenic pressure, hydrochemical parameters.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ РІЧОК (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)	11
1.1 Підходи до екологічної оцінки якості поверхневих вод	11
1.2 Основні показники, що характеризують стан водних екосистем	13
1.3 Нормативно-правове забезпечення охорони вод в Україні	17
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТ ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	
2.1 Об'єкт та предмет досліджень	21
2.2 Умови проведення досліджень	28
РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	32
РОЗДІЛ 4. ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД РІЧКИ СУЛА В МЕЖАЇ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ (РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ)	43
4.1 Аналіз фізико-хімічних показників якості води	43
4.2 Біологічна оцінка стану водних екосистем	48
4.3 Екологічна оцінка якості вод річки Сула	53
ВИСНОВКИ	61
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	63
ДОДАТКИ	68

ВСТУП

Актуальність теми. Проблема забезпечення належної якості поверхневих вод набуває дедалі більшого значення у зв'язку зі зростанням антропогенного навантаження на водні екосистеми. Водні ресурси є основою життєдіяльності суспільства, вони забезпечують господарські, комунальні, рекреаційні та екологічні потреби. Однак унаслідок забруднення стічними, промисловими та сільськогосподарськими водами, зміни гідрологічного режиму та кліматичних коливань спостерігається помітне погіршення екологічного стану річкових систем України. Особливо це стосується малих і середніх річок, які є найвразливішими елементами гідрографічної мережі.

Річка Сула – одна з найважливіших водних артерій Лівобережної України та права притока Дніпра. Вона бере початок на території Сумської області, проходить через Полтавську й Чернігівську області та має суттєве природоохоронне, господарське й рекреаційне значення. На її берегах розташовано багато населених пунктів, сільськогосподарських угідь та підприємств, що формують помітне антропогенне навантаження. У межах Сумської області Сула відіграє особливо важливу роль у забезпеченні водних потреб місцевого населення та підтриманні екологічної рівноваги, але водночас зазнає негативного впливу господарської діяльності, зокрема забруднення побутовими та аграрними стоками.

Актуальність цього дослідження зумовлена також потребою гармонізації національної системи моніторингу вод із вимогами Рамкової водної директиви Європейського Союзу (2000/60/ЄС), що передбачає інтегральний підхід до управління водними ресурсами за басейновим принципом.

Таким чином, проведення екологічної оцінки якості поверхневих вод річки Сула в межах Сумської області є важливим завданням для забезпечення сталого природокористування, збереження біорізноманіття та підвищення екологічної безпеки регіону.

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 роботи - визначення екологічного стану та якості вод річки Сула в межах Сумської області.

Для досягнення поставленої мети в роботі були визначені такі основні **завдання**:

1. проаналізувати науково-методичні підходи до оцінки якості поверхневих вод та основні екологічні індикатори.
2. встановити основні джерела антропогенного навантаження та чинники забруднення водних об'єктів.
3. здійснити відбір проб води на різних ділянках річки та провести комплекс польових і лабораторних досліджень.
4. визначити фізико-хімічні, біологічні та токсикологічні показники якості води; провести інтегральну екологічну оцінку стану поверхневих вод річки Сула.
5. надати рекомендації щодо зниження рівня забруднення та покращення екологічного стану річкової екосистеми.

Об'єктом дослідження є поверхневі води річки Сула в межах Сумської області.

Предметом дослідження є екологічний стан вод річки Сула та вплив господарської діяльності на якість водних ресурсів.

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 здійснено екологічну оцінку стану якості поверхневих вод р. Сула в межах Сумської області 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 науковій конференції студентів і аспірантів, присвяченій Міжнародному дню студента (17-21 листопада 2025 р.). Суми, 2025.

Публікації. Філоненко В.О. Екологічна оцінка якості поверхневих вод р. Сула у межах Сумської області. Матеріали наукової конференції студентів і аспірантів, присвяченій Міжнародному дню студента (17-21 листопада 2025 р.). Суми, 2025. С. 58. (Додаток А).

Структура роботи: Матеріали роботи викладено на 70 сторінках, з яких основний текст роботи займає 20 сторінок. Кваліфікаційна робота складається з вступу, 4 розділів основної частини, висновків, списку використаних джерел та 1 додатка. Основна частина роботи містить 6 рисунків і 5 таблиць. У роботі цитується 50 літературних джерел, з них 8 – латиницею.

РОЗДІЛ 1.

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ РІЧОК (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

1.1. Підходи до екологічної оцінки якості поверхневих вод

Екологічна оцінка якості поверхневих вод є одним із головних напрямків сучасної гідроекології, оскільки дозволяє всебічно оцінювати стан водних екосистем, їхню здатність протистояти антропогенним впливам та відповідність природних вод потребам господарського, побутового і рекреаційного використання. Основою даного процесу є системний аналіз фізико-хімічних, гідробіологічних і токсикологічних характеристик води, з подальшим порівнянням отриманих даних з нормативними показниками.

Одним із найпростіших методів є порівняння концентрацій шкідливих речовин у воді з гранично допустимими концентраціями (ГДК), що регламентуються державними стандартами та санітарними нормами. Цей підхід дозволяє оцінювати рівень забруднення води окремими речовинами, такими як важкі метали, сполуки азоту і фосфору, нафтопродукти чи феноли. Однак його недоліком є те, що він базується на аналізі лише окремих показників, не враховуючи взаємодію забруднювачів у водному середовищі, що може мати суттєвий вплив на загальний стан екосистеми [1].

Більш інтегральним методом оцінки є використання узагальнених індексів якості води, таких як індекс забрудненості води (ІЗВ). Він розраховується на основі середніх значень кількох показників із врахуванням ступеня перевищення їхніх ГДК. Така методика дає змогу класифікувати воду за категоріями якості – від «чистої» до «дуже брудної». Інтегральні індекси широко використовуються як на національному рівні, так і в міжнародних практиках, таких як методики Європейського Союзу та Всесвітньої організації охорони здоров'я. Біологічна оцінка якості вод також має важливу роль і ґрунтується на аналізі складу та чисельності гідробіонтів. Метод біоіндикації забезпечує можливість не лише виявити факт

забруднення, але й оцінити його тривалий вплив, оскільки живі організми є надзвичайно чутливими до змін у середовищі й накопичують наслідки екологічного стресу. У дослідженнях використовуються різні групи організмів-індикаторів: фітопланктон, зообентос, риби. Їхній склад і кількісні характеристики допомагають визначати трофічний статус водойми та рівень антропогенного навантаження.

Особливе місце займають екотоксикологічні дослідження, що акцентуються на визначенні інтегральної токсичності водного середовища. Цей підхід дозволяє враховувати комбінований ефект різних забруднювачів, який часто неможливо оцінити шляхом звичайного хімічного аналізу. Для цього застосовуються біотести з використанням водоростей, ракоподібних або риб, які демонструють реакцію на комплексне забруднення та допомагають отримати більш точну картину екологічного стану водойм [2].

У сучасній практиці екологічного моніторингу все більшого значення набувають геоінформаційні системи та дистанційні методи дослідження. Завдяки використанню ГІС-технологій можна інтегрувати дані польових вимірювань із просторовою інформацією про водозбірні басейни, розташування промислових підприємств, сільськогосподарських угідь, населених пунктів та інших факторів, які впливають на якість вод. Це сприяє проведенню просторово-часового аналізу забруднення водних об'єктів і прогнозуванню можливих екологічних ризиків. Крім того, технології дистанційного зондування Землі, включно із супутниковим моніторингом, забезпечують можливість виявлення явищ, таких як евтрофікація та цвітіння води, а також інших ознак деградації водних екосистем на значних територіях.

Однією з важливих складових сучасних підходів є врахування кліматичних змін, які суттєво впливають на гідрологічний режим і якість поверхневих вод. Такі процеси, як зміна кількості опадів, підвищення температури та зменшення водності річок, негативно позначаються на здатності водних систем до самоочищення. У зв'язку з цим екологічна оцінка

повинна враховувати не лише локальні антропогенні чинники, а й глобальні кліматичні тенденції. Окремої уваги заслуговує інтегрований підхід до управління водними ресурсами, описаний у Європейській рамковій водній директиві (2000/60/ЄС). Він передбачає оцінку якості вод не лише за окремими показниками, а й через визначення «екологічного статусу» водойм, який охоплює хімічний, біологічний, гідроморфологічний і фізико-хімічний аспекти. Такий формат дозволяє перейти від вузьких лабораторних оцінок до комплексного аналізу екосистемних функцій водних об'єктів, що сприяє адаптації методик України до європейських стандартів.

У національній практиці оцінювання якості поверхневих вод здійснюється відповідно до державних стандартів, санітарних норм і правил, а також методичних рекомендацій Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України. Для цього використовується класифікація чистоти води за категоріями, яка враховує широкий спектр показників та дозволяє віднести річку чи її окрему ділянку до класу – від «дуже чистих» до «дуже забруднених». Отримані результати екологічної оцінки є ключовою основою для формування програм моніторингу, розробки регіональних екологічних стратегій і заходів з покращення стану водних ресурсів [3].

Таким чином, сучасні підходи до екологічної оцінки поверхневих вод є багатогранними та інтегративними. Вони поєднують традиційні хімічні й біологічні методи із новітніми технологіями моніторингу, міжнародними стандартами та аналізом довгострокових екологічних ризиків. Комплексний характер цих підходів сприяє формуванню обґрунтованих висновків про екологічний стан водних об'єктів і прийняттю ефективних рішень щодо їх охорони та сталого управління.

1.2. Основні показники, що характеризують стан водних екосистем

Стан водних екосистем оцінюється на основі комплексу фізико-хімічних, гідробіологічних і санітарно-токсикологічних показників, які характеризують якість води та її придатність для різних потреб. Кожна група

параметрів має власне екологічне значення, що дає змогу оцінювати не тільки поточний стан водойми, а й простежувати тенденції її змін під впливом природних і антропогенних факторів.

Таблиця 1.1

Основні групи показників оцінки якості води

Група показників	Приклади параметрів	Екологічне значення
Фізико-хімічні	температура, прозорість, рН, розчинений кисень, БСК ₅ , ХСК	Визначають умови існування організмів та процеси самоочищення
Біологічні	видовий склад фітопланктону, зообентосу, іхтіофауни	Відображають реакцію екосистеми на зміни довкілля
Санітарно-токсикологічні	колі-індекс, токсичність води, наявність мікроорганізмів	Характеризують безпечність води для людини й біоти
Гідроморфологічні	швидкість течії, структура берегів, стан заплави	Визначають стабільність русла і здатність до самоочищення
Соціально-економічні	питне водопостачання, зрошення, рекреація	Показують практичну придатність води для господарських потреб

Фізико-хімічні показники включають температуру, прозорість, кольоровість, запах і рівень кислотності середовища (рН). Ці параметри визначають загальні умови існування водних організмів і слугують основою для розрахунку біологічної продуктивності водойми. Крім того, важливу роль тут відіграють рівень розчиненого кисню, показники біохімічного споживання кисню (БСК₅) і хімічного споживання кисню (ХСК), які демонструють рівень органічного забруднення й здатність водойми до самоочищення. Різниця у мінералізації та сольовому складі води – вмісті іонів

кальцію, магнію, натрію, калію, хлоридів, сульфатів і гідрокарбонатів – визначає фізіологічні умови існування водних організмів і придатність води для технічних або побутових потреб. Підвищена мінералізація часто є наслідком антропогенного впливу, наприклад скидання шахтних чи побутових стоків [7].

Хімічні показники, такі як концентрація сполук азоту й фосфору, мають значний вплив на рівень евтрофікації водойм. Надмірний вміст нітратів, нітритів, амонійного азоту та фосфатів стимулює розвиток фітопланктону, що спричиняє «цвітіння» води, зниження концентрації кисню та погіршення умов існування риб і безхребетних. Не менш важливими є концентрації важких металів (свинцю, кадмію, ртуті, міді, цинку), пестицидів, фенолів, нафтопродуктів та інших токсичних речовин, які становлять серйозну загрозу для водних екосистем. Біологічні показники мають ключове значення для комплексної оцінки стану водойм. Серед них найчастіше застосовуються індекси видового різноманіття, чисельність та біомаса гідробіонтів, а також співвідношення стійких і чутливих до забруднення організмів. Біологічні індикатори надають можливість оцінити взаємний вплив усіх чинників, що накопичувалися протягом тривалого часу. Особливо важливими є дані про склад фітопланктону, зообентосу, перифітону та іхтіофауни.

Санітарно-токсикологічні показники характеризують потенційну небезпеку води для здоров'я людини й стану екосистем загалом. Ця група включає дослідження на присутність патогенних мікроорганізмів, рівень колі-індексу і результати біотестування токсичності води. Санітарно-токсикологічний аналіз дозволяє визначити комплексний вплив забруднювачів і їх взаємодію між собою [4].

Усі ці показники формують цілісну систему оцінки стану водного середовища, що дає змогу не лише класифікувати чистоту чи забрудненість водойми, а й спрогнозувати екологічні ризики та запланувати заходи відновлення. Інтегрований підхід до аналізу стану водних ресурсів дозволяє

об'єднати різноманітні групи показників у єдину картину для точнішої оцінки екосистем.

Гідроморфологічні характеристики відіграють ключову роль в оцінці стану водних екосистем. Вони включають такі параметри, як швидкість течії, глибина й ширина русла, структура берегів, стан заплави та прибережної захисної смуги. Ці показники суттєво впливають на гідродинаміку, процеси самоочищення та створення умов для існування гідробіонтів. Їхнє порушення, наприклад через регулювання стоку гідротехнічними спорудами чи розорювання прибережних зон, призводить до деградації водних екосистем, навіть якщо хімічні параметри залишаються в межах норми. У міжнародній практиці, зокрема на основі Рамкової водної директиви ЄС, показники класифікують на три основні групи: біологічні, фізико-хімічні та гідроморфологічні. Такий підхід дає змогу комплексно оцінити «екологічний статус» водойм, виявляючи проблеми, які не можна зафіксувати стандартним хімічним аналізом. Наприклад, річка може відповідати нормативним концентраціям основних речовин, але водночас мати низький біологічний індекс різноманіття – свідчення прихованої деградації екосистеми [5].

Окрему увагу в оцінці якості поверхневих вод приділяють характеристикам трофічного стану водойм. Ці показники визначають рівень продуктивності екосистеми, базуючись на співвідношенні між надходженням біогенних елементів і розвитком живих організмів. Залежно від концентрації азоту та фосфору, прозорості води, рівня хлорофілу «а» і кисневого режиму, водойми класифікуються як оліготрофні (малопродуктивні), мезотрофні (середньої продуктивності) та евтрофні (з надмірною продуктивністю). Зокрема, процес евтрофікації є однією з найсерйозніших сучасних екологічних проблем, адже він спричиняє масове «цвітіння» води, загибель риби й вторинне забруднення.

Ще одна важлива група показників – радіологічні. У регіонах із високим техногенним навантаженням або історичним забрудненням, як-от після Чорнобильської катастрофи, аналізується вміст радіонуклідів у воді та

донних відкладах. Хоча ці дослідження проводяться менш регулярно, їхнє значення для комплексної екологічної оцінки ризику залишається значним [6].

Вагомими також є соціально-економічні показники використання водних ресурсів. Якість поверхневих вод визначається не тільки з екологічної точки зору, а й з урахуванням практичної складової. Це включає потреби в питному водопостачанні, зрошенні, рибогосподарській діяльності та рекреації. Для кожного виду використання застосовуються спеціальні нормативи, що можуть значно відрізнятися. Наприклад, допустима концентрація певних речовин у воді для питного призначення є значно нижчою порівняно з технічними чи промисловими потребами [6].

Таким чином, система показників стану водних екосистем є багаторівневою та багатогранною. Вона охоплює не лише загальновідомі фізико-хімічні параметри, але й біологічні, гідроморфологічні, санітарно-токсикологічні та соціально-економічні критерії. Лише комплексний аналіз цих даних дозволяє отримати об'єктивну й всебічну картину екологічного стану водойм, визначити проблемні ділянки й розробити дієві стратегії захисту та відновлення річкових екосистем.

1.3. Нормативно-правове забезпечення охорони вод в Україні

Охорона водних ресурсів в Україні базується на розгалуженій системі законодавчих і нормативно-правових документів, які визначають основи раціонального використання, охорони та відновлення вод. Ключовим нормативним актом у цій сфері є Водний кодекс України. Він встановлює засади правового регулювання використання водних ресурсів, процедури управління ними, права та обов'язки водокористувачів, а також заходи захисту вод від забруднення, засмічення й виснаження. Кодекс підкреслює, що всі водні об'єкти є власністю народу України, а їх користування має відповідати інтересам громадян при дотриманні екологічних норм.

Значну роль у регулюванні природоохоронної діяльності відіграє Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища». Закон закладає правові, економічні й соціальні принципи збереження природи та раціонального використання природних ресурсів. Він визначає пріоритети державної екологічної політики, зокрема збереження природних екосистем, гарантування екологічної безпеки для населення та відновлення природних запасів.

Особливо важливим для забезпечення якісного водопостачання є Закон України «Про питну воду та питне водопостачання». Цей документ регулює вимоги до якості питної води, встановлюючи стандарти безпечності та санітарні норми задля забезпечення населення здоровою і безпечною для вживання водою. Поряд із законом діють санітарні правила і норми (ДСанПіН), що визначають максимально допустимі концентрації хімічних речовин, мікробіологічні та радіологічні показники у питній воді [7].

Важливу роль у контролі стану поверхневих вод відіграють державні стандарти України (ДСТУ). Вони регулюють методи відбору проб води, процедури проведення лабораторних досліджень і підходи до оцінки її якості. Завдяки таким стандартам забезпечується точність і порівнюваність результатів моніторингу з нормативними показниками.

Беручи курс на інтеграцію в європейський правовий простір, Україна гармонізує своє законодавство із Рамковою водною директивою Європейського Союзу (2000/60/ЄС). Ця директива ставить за мету досягнення «доброго екологічного статусу» всіх водних об'єктів і засновується на басейновому принципі управління та комплексному підході до збереження вод. У цьому контексті розробляються плани управління річковими басейнами, зокрема басейном Дніпра, до якого належить річка Сула.

Разом із цим діють різноманітні підзаконні акти, постанови Кабінету Міністрів України та накази Міністерства захисту довкілля і природних ресурсів. Вони деталізують процедури державного моніторингу вод,

екологічної експертизи, отримання дозволів на спеціальне водокористування та встановлюють правила функціонування водоохоронних зон і прибережних захисних смуг.

Окреме місце у законодавстві займають норми, що регулюють контроль і відповідальність за порушення екологічного законодавства. Кодекс України про адміністративні правопорушення та Кримінальний кодекс України передбачають покарання за забруднення вод, неправильне користування водними об'єктами та знищення екосистем. Таким чином, комплексна правова база спрямована як на запобігання, так і на покарання порушень з метою збереження і раціонального використання водних ресурсів країни.

Окрім основних законів і кодексів, у сфері охорони водних ресурсів діє широкий спектр спеціалізованих нормативно-правових актів та програм. Закон України «Про державну систему моніторингу довкілля» визначає правові основи організації моніторингу, який включає спостереження за якістю поверхневих і підземних вод, оцінку стану водних об'єктів та прогнозування змін. Реалізацією цих завдань займаються такі організації, як Державна екологічна інспекція, Державне агентство водних ресурсів України, органи Держпродспоживслужби та інші уповноважені структури.

Окремої уваги заслуговує система водоохоронних зон та прибережних захисних смуг, створення та використання яких регламентується Водним кодексом України та постановами Кабінету Міністрів. Вони слугують природними бар'єрами для запобігання забрудненню річок і водойм. Проте на практиці часто спостерігаються випадки порушення таких зон – розорювання прибережних територій, їхня забудова або використання в комерційних цілях.

Україна також бере участь у низці міжнародних угод, спрямованих на захист водних ресурсів. Зокрема, ратифікація Конвенції про охорону та використання транскордонних водотоків та міжнародних озер (Гельсінкі, 1992 р.) зобов'язує координувати управління спільними ресурсами та

запобігати транскордонному забрудненню. Це має особливе значення для басейну річки Сула – одного з приток Дніпра, стан якого впливає не лише на Україну, а й на інші країни цього водного басейну.

У контексті вдосконалення законодавчої бази в Україні впроваджуються принципи інтегрованого управління водними ресурсами. Вони орієнтовані на врахування інтересів усіх користувачів води, збереження екосистемних функцій та узгодження водогосподарської діяльності з природними процесами. Для цього розробляються плани управління річковими басейнами відповідно до європейських стандартів. Ці плани охоплюють аналіз стану водних об'єктів, визначення джерел забруднення та заходи щодо їх ліквідації.

Водночас реалізація нормативно-правових актів стикається з певними проблемами. Серед основних викликів – недостатнє фінансування заходів із моніторингу й відновлення річок, застаріла лабораторна інфраструктура, недостатньо ефективний контроль за дотриманням норм та слабкий механізм притягнення порушників до відповідальності. Часто підприємства уникають виконання екологічних вимог через недоліки системи екологічного оподаткування та відсутність дієвого контролю [8].

Отже, система охорони водних ресурсів в Україні базується на поєднанні національного законодавства, міжнародних зобов'язань і поступовому впровадженні європейських стандартів. Незважаючи на широку нормативну базу, ключовим викликом залишається її ефективне виконання та забезпечення реальної екологічної безпеки. Лише гармонійне поєднання правових інструментів із практичними механізмами контролю та управління може забезпечити стале функціонування водних систем у майбутньому, особливо таких важливих об'єктів, як річка Сула.

РОЗДІЛ 2.

ПРЕДЕМЕТ, ОБ'ЄКТ ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Об'єкт, предмет та методи досліджень

Об'єктом дослідження є поверхневі води річки Сула в межах Сумської області.

Предметом дослідження є екологічний стан вод річки Сула та вплив господарської діяльності на якість водних ресурсів.

Річка Сула є однією з важливих приток Дніпра та відіграє значну роль у формуванні гідрологічного режиму Середнього Подніпров'я. Її басейн розташований у межах Лівобережної України, охоплюючи територію Полтавської, Чернігівської та Сумської областей. У межах Сумської області річка протікає на південно-західній частині регіону, формуючи густу мережу приток і малих водотоків, що забезпечують стік у Дніпровський басейн. Загальна довжина Сули становить близько 363 км, з яких значна частина протікає територією Сумщини.

Географічне положення басейну річки визначає його належність до лісостепової зони, що відзначається поєднанням природних лісових масивів та сільськогосподарських угідь. Рельєф території переважно рівнинний, з незначними підвищеннями й хвилястими формами. Русло Сули має численні вигини, стариці та затоки, що характерно для рівнинних річок. Ширина долини в межах Сумської області коливається від 2 до 8 км, заплава часто заболочена, вкрита луками та чагарниками, що створює сприятливі умови для збереження біорізноманіття [9].

Кліматичні умови басейну формуються під впливом помірно-континентального клімату з теплим літом і відносно м'якою зимою. Середньорічна кількість опадів становить 550–600 мм, причому основна їх частина випадає у теплий період року. Такий режим зволоження сприяє формуванню стійкого водного стоку, однак у посушливі роки річка відчутно

міліє, що впливає на якість води та умови існування водних організмів. Живлення річки змішане – снігове, дощове та підземне, проте переважає снігове, що визначає весняні повені та суттєві коливання рівня води.

Гідрологічний режим Сули має виражену сезонність: весняна повінь забезпечує наповнення заплави, літньо-осіння межень характеризується низькою водністю, а взимку встановлюється льодовий покрив. У сучасних умовах ці процеси зазнають змін під впливом кліматичних коливань і господарської діяльності. Зокрема, упродовж останніх десятиліть спостерігається тенденція до зменшення весняних паводків і зниження середньорічного стоку, що зумовлює деградацію водних екосистем.

Природні умови басейну річки сприяють формуванню різноманітних біоценозів. Заплавні луки, болота, зарості очерету та прибережні ліси є місцем існування багатьох видів птахів, ссавців, земноводних і риби. Особливе значення мають природні комплекси, що виконують водоочисну функцію, затримуючи надлишкові біогенні елементи та забруднювальні речовини. Водночас інтенсивне сільськогосподарське освоєння земель і вирубка лісів призводять до зменшення площі природних угідь, що негативно позначається на стані водних ресурсів.

Геологічна будова басейну річки Сула формувалася протягом тривалого часу та представлена переважно осадовими породами четвертинного періоду, серед яких суглинки, лесові відклади та алювіальні наноси. Ці відклади зумовлюють формування родючих ґрунтів, зокрема чорноземів типової та опідзоленої різновидності, які широко використовуються для сільськогосподарського виробництва. Значна частина басейну розорана, що створює умови для інтенсивного винесення мінеральних речовин і біогенів у річкову систему. Це, у свою чергу, призводить до підвищення рівня евтрофікації вод та зростання навантаження на природні екосистеми [10].

Важливим елементом природних умов є наявність лісових масивів, які виконують ґрунтозахисну та водоохоронну функцію. Ліси поширені

переважно на правобережжі Сули та представлені дубовими, вільховими й вербовими насадженнями. На заплавних територіях зустрічаються зарості верболозу, які сприяють закріпленню берегів та запобігають їх ерозії. Болота та заболочені луки відіграють роль природних фільтрів, утримуючи надлишкову вологу та очищаючи стоки від забруднень.

Тваринний світ басейну також відзначається значним різноманіттям. Тут мешкають рідкісні види птахів, занесені до Червоної книги України, зокрема чорний лелека та журавель сірий. Річка є важливим місцем нересту цінних промислових видів риби – щуки, коропа, ляща, сома, а також середовищем існування популяцій раків, які є біоіндикаторами чистоти вод. У прибережних лісах і луках поширені козулі, дикі кабани та різноманітні гризуни. Таким чином, басейн Сули має значну природоохоронну цінність і виконує роль осередку біорізноманіття.

Особливості географічного положення річки визначають її важливу роль для розвитку місцевих громад. Сула є джерелом прісної води для сільськогосподарських і комунальних потреб, а також слугує об'єктом рибальства та рекреації. Уздовж її берегів розташовано численні населені пункти, для яких річка має економічне й культурне значення. Водночас антропогенне навантаження, пов'язане з інтенсивним землекористуванням, скидами стічних вод і меліораційними роботами, посилює екологічні ризики, що проявляються у деградації природних ландшафтів і погіршенні якості води.

У межах Сумської області басейн річки Сула охоплює території кількох адміністративних районів, що мають різні природні умови та рівень господарського освоєння. Верхів'я Сули бере початок у північно-західній частині області, де переважають сільськогосподарські угіддя з високим ступенем розораності. Саме ця територія формує основний поверхневий стік, який несе в річку як природні, так і антропогенні речовини. Долина річки у середній течії розширюється, тут розташовані заплавні луки, що мають

важливе значення для збереження природних кормових угідь та підтримки гідрологічного балансу [12].

Ґрунтовий покрив у басейні Сули представлений головним чином чорноземами, сірими лісовими та дерново-підзолистими ґрунтами. Чорноземи є надзвичайно родючими, що обумовило інтенсивне використання земель у сільському господарстві, проте саме це призвело до зростання ерозійних процесів і винесення поживних речовин у річкову систему. Частина басейну має піщані та супіщані ґрунти, які відзначаються низькою здатністю до фільтрації, через що зростає ризик потрапляння агрохімікатів і пестицидів у підземні води та русло річки.

Кліматичні особливості басейну Сули у межах області зумовлюють значні коливання водного режиму. У весняний період річка наповнюється за рахунок танення снігу, утворюючи короткочасні, але інтенсивні повені, що заливають прибережні луки та болота. У літній час рівень води значно знижується, часто спостерігається пересихання дрібних приток, що негативно впливає на стан екосистем. Останніми роками, у зв'язку зі змінами клімату, спостерігається зменшення тривалості повеней і більш тривалі посушливі періоди, що спричиняє деградацію водно-болотних угідь та скорочення площі природних луків [11].

У природному відношенні заплава Сули виконує роль важливого буферного простору, де збереглися відносно мало змінені природні екосистеми. Тут поширені угруповання гігрофітної та гідрофітної рослинності: очерети, рогози, осоки, які не лише формують середовище для водоплавних птахів та риби, але й активно беруть участь у процесах самоочищення води. На берегах річки зустрічаються фрагменти дубово-грабових і вільхових лісів, що мають велике значення для підтримання стабільності природних ландшафтів.

Окремої уваги заслуговує значення річки Сула для рекреації та туризму. У межах Сумщини вона приваблює любителів риболовлі, водного відпочинку, а також має культурно-історичне значення для місцевих громад.

Проте зростання рекреаційного навантаження, будівництво дачних масивів і неконтрольоване використання прибережних територій призводять до знищення природної рослинності та забруднення вод.

Таким чином, географічне положення річки Сула в межах Сумської області формує унікальне поєднання природних факторів, що визначають її сучасний екологічний стан. Річка одночасно є важливим природним ресурсом, місцем збереження біорізноманіття та об'єктом господарського використання. Саме баланс між економічною діяльністю та природоохоронними заходами визначатиме подальший стан водних ресурсів Сули та її роль у розвитку регіону.

Річка Сула бере початок у північно-західній частині Сумської області біля села Романівка Роменського району. Її загальна довжина становить близько 363 км, а площа басейну – приблизно 19 тис. км². У межах Сумської області проходить верхня течія річки, де формується основний стік, і вже тут відзначаються особливості, що впливають на її якість. Ширина русла у верхній частині сягає 10–20 м, у середній течії воно поступово розширюється до 40–60 м, а в нижній частині – подекуди перевищує 100 м. Глибина змінюється від 1–2 м у верхів'ях до 4–6 м у плесах та заплавах ділянках. Середня швидкість течії становить 0,2–0,4 м/с, хоча під час весняних повеней вона зростає у кілька разів.

Основними притоками Сули на території Сумської області є річки Ромен, Терн, Локня, Хмелівка, Сухорабівка, які формують густу сітку водотоків. Значення цих малих річок важливе не лише для підтримки водності Сули, а й у гідрохімічному відношенні, адже саме вони приносять значну частину біогенних сполук та завислих речовин, особливо у період злив та сніготанення [13].

Гідрохімічні особливості Сули типові для лісостепових річок: мінералізація води коливається у межах 300–600 мг/дм³, у середньому це вода гідрокарбонатно-кальцієвого типу. Реакція середовища в більшості ділянок слабколужна (рН 7,3–8,1). У періоди межені зростає вміст сульфатів і

хлоридів через випаровування та зменшення притоку свіжої води. За даними гідрохімічного моніторингу, в окремих ділянках фіксується підвищений вміст азоту амонійного та нітратів, що є наслідком використання мінеральних добрив на прилеглих землях. Середньорічні концентрації нітратів часто перевищують 10 мг/дм^3 , що свідчить про активне антропогенне навантаження.

Кисневий режим Сули відзначається значними сезонними коливаннями. У весняний період, коли стік насичений талою водою, вміст розчиненого кисню сягає $8\text{--}10 \text{ мг/дм}^3$, що відповідає нормативам доброї якості. Проте влітку, особливо під час цвітіння водоростей, його концентрація може знижуватися до $3\text{--}5 \text{ мг/дм}^3$, створюючи ризик для іхтіофауни. Це супроводжується підвищенням біохімічного споживання кисню (БСК_5), яке у деяких точках контролю в Сумській області сягає $4\text{--}6 \text{ мгО}_2 / \text{дм}^3$ при нормативі до 3. Забруднення органічними речовинами та біогенами проявляється у зміні прозорості води та посиленні процесів евтрофікації. Влітку вода у заплавах і старицях часто має зеленуватий колір через надмірний розвиток фітопланктону. Такі явища характерні поблизу населених пунктів – зокрема, у межах Роменського району, де у річку потрапляють недостатньо очищені побутові та зливові стоки.

Ще однією особливістю Сули є накопичення важких металів і пестицидів у донних відкладах. За даними регіональних досліджень, у мулі зафіксовано підвищені концентрації цинку, міді та свинцю, які можуть надходити від сільськогосподарської діяльності та транспорту. Ці елементи здатні ремобілізуватися у водне середовище при зміні окисно-відновних умов, що створює додатковий ризик вторинного забруднення [14].

Сезонні особливості формування водного режиму Сули дуже помітні. Весняний паводок забезпечує до $60\text{--}65 \%$ річного стоку, адже саме у цей період відбувається активне танення снігу. Літня межень характеризується низьким рівнем води, зменшенням швидкості течії та підвищенням температури води, що у поєднанні з інтенсивним надходженням органічних

речовин створює сприятливі умови для розвитку синьо-зелених водоростей. Осінній період відзначається відносною стабілізацією, тоді як зимовий режим залежить від товщини льодового покриву: у суворі зими він сягає 30–40 см, що значно знижує аерацію і спричиняє зимову кисневу депресію.

Гідрохімічний склад води річки Сула змінюється залежно від ділянки течії. У верхів'ях переважають води з невисокою мінералізацією, що формуються на ґрунтах із підвищеним вмістом пісків та супісків. У середній течії, особливо після впадіння приток Ромен і Терн, вміст мінеральних солей зростає за рахунок надходження стічних і поверхневих вод із сільськогосподарських угідь. Нижче за течією, ближче до Полтавської області, хімічний склад ускладнюється, і спостерігається тенденція до зростання концентрацій нітратів, фосфатів та хлоридів.

Особливу увагу привертають показники трофо-сапробності річки. В окремих ділянках, де є надмірне скидання органічних речовин, вода належить до β -мезосапробної зони, що свідчить про помірне органічне забруднення. Проте у районах, де зосереджені сільськогосподарські підприємства, вода періодично наближається до α -мезосапробної зони, що вказує на посилення евтрофікаційних процесів і зниження самоочисної здатності річки.

Важливим індикатором гідрохімічного стану є прозорість води. У верхів'ях вона зазвичай становить 50–70 см, однак у середній та нижній течії може зменшуватися до 20–30 см через зважені речовини та розвиток фітопланктону. Разом із цим у донних відкладах накопичуються органічні рештки та продукти розкладу водної рослинності, що створює вторинні осередки забруднення [14].

Ще однією характерною особливістю Сули є нерівномірність розподілу забруднювальних речовин по руслу. Так, на території Сумської області відносно чистіші ділянки зберігаються вище міста Ромни, тоді як нижче нього якість води помітно погіршується. Це пов'язано із скиданням стічних

вод комунального походження, відсутністю сучасних очисних споруд та надмірним використанням добрив на прилеглих полях.

У комплексі ці гідрологічні та гідрохімічні особливості формують загальний екологічний портрет Сули як річки, що має достатній водний потенціал, але перебуває під суттєвим антропогенним навантаженням. Це проявляється у нестабільності кисневого режиму, перевищенні вмісту біогенних речовин та зниженні прозорості води [15].

Таким чином, гідрологічні та гідрохімічні особливості річки Сула в межах Сумської області визначаються поєднанням природних чинників – рівнинного рельєфу, клімату, ґрунтових і гідрогеологічних умов – та потужного антропогенного впливу. Річка залишається відносно повноводною, проте її якість помітно погіршується у місцях інтенсивного господарського використання, що вимагає посиленого моніторингу та впровадження заходів зменшення забруднення.

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 максимум

влітку і мінімумом взимку. Максимальна кількість опадів (320 - 340 мм) випадає у теплий період року, переважно у вигляд 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 2013 га 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. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Спостереження за станом вод річки Сула проводилися протягом весняно-літнього періоду, коли рівень води є стабільним, а погодні умови дозволяють здійснювати систематичні виїзди на місцевість. Вибір часу проведення польових робіт був зумовлений необхідністю отримати найбільш точні результати, адже саме у теплу пору року відбувається активний розвиток водних організмів і прояв більшості гідрохімічних процесів.

Роботи здійснювалися на кількох ділянках річки в межах Роменського району, де річка протікає поблизу населених пунктів Хоминці, Андріяшівка та Перехрестівка, а також на природній ділянці нижче за течією, де антропогенний вплив мінімальний. Це дозволило здійснити порівняння між різними умовами водокористування та простежити вплив людської діяльності на якість води.



Рис.3.1. Річка Сула в межах с. Андріяшівка географічне положення

На кожній обраній ділянці проводився комплекс простих спостережень, спрямованих на виявлення зовнішніх ознак забруднення. Спочатку оглядалася прибережна територія – фіксувалися наявність сміття, стічних вод, залишків побутових відходів чи сільськогосподарських забруднень. У багатьох місцях помічалось заростання берегів очеретом, що свідчило про надмірну кількість біогенних речовин у воді. На окремих

ділянках було видно сліди замулення та стоячі ділянки, де вода мала зеленуватий відтінок через розмноження водоростей.

Відбір проб здійснювався вручну, у максимально природних умовах. Для цього використовувалися звичайні пластикові пляшки об'ємом два літри, які ретельно промивалися тією ж водою, що бралася для аналізу, аби уникнути стороннього впливу. Воду набирали обережно, з невеликої глибини (до 30 см), у місцях із середньою течією, уникаючи ділянок із мулом чи густою рослинністю. З кожної ділянки відбиралося по дві проби для перевірки стабільності показників.

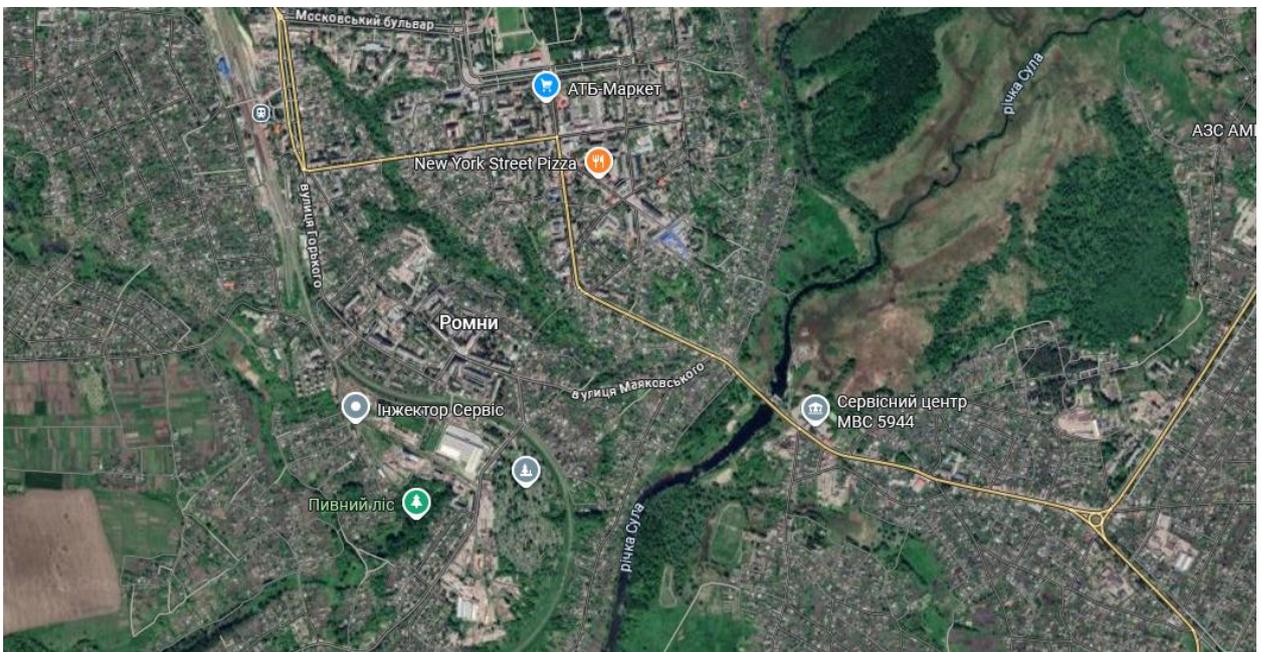


Рис.3.2 Річка Сула в межах м. Ромни: географічне положення

Температура води вимірювалася звичайним побутовим термометром, опущеним безпосередньо у воду. Під час дослідження у травні температура становила від +15 до +17 °С, у червні – близько +20 °С, а в липні досягала +23 °С. Ці дані засвідчили, що прогрів води річки Сула у літній період є доволі рівномірним, що характерно для рівнинних водоемів Сумщини.

Колір води визначався візуально, порівнюючи її з прозорою контрольної рідиною. У верхів'ї поблизу села Андріяшівка вода мала слабко-жовтуватий відтінок, що вказувало на наявність гумінових речовин природного походження. У середній течії біля Ромен відзначалася підвищена

каламутність, пов'язана з господарським впливом, зокрема побутовими стоками та ерозійними процесами на полях. У нижній частині річки вода була дещо прозоріша, із легким зеленуватим відтінком, зумовленим розвитком фітопланктону.

Запах води оцінювався одразу після відбору. У більшості випадків він був слабо вираженим, природним, однак на ділянці поблизу міста Ромни відчувався незначний запах органіки, що свідчить про присутність органічних домішок.

Прозорість води оцінювалась простим способом: воду наливали у скляну банку і спостерігали, наскільки чітко видно дрібні предмети на дні банки. На чистих ділянках прозорість сягала 25–30 см, а поблизу населених пунктів — не перевищувала 15 см.

Для визначення кислотності використовувалися тест-смужки, які змінювали колір залежно від рівня рН. Результати показали, що вода у річці Сула має слабколужну реакцію (рН 7,4–7,8), що є типовим для природних вод регіону. У районах активної господарської діяльності показники дещо знижувалися до 7,1–7,3, що може свідчити про надходження стічних вод із підвищеним вмістом органічних речовин.

У процесі польових досліджень фіксувалися також візуальні характеристики дна – у більшості місць воно було мулисте, з домішками піску, місцями покрите водоростями. Біля берегів часто спостерігалось накопичення рослинних решток, що свідчить про активне біологічне життя водойми. На окремих ділянках, де течія слабша, формувалися застійні зони з каламутною водою та неприємним запахом, що вказує на процеси розкладання органіки.

Загалом усі польові спостереження проводилися в денний час, у спокійних погодних умовах. Для фіксації результатів використовувався звичайний зошит, у якому занотовувалися дата, місце відбору, температура, колір, прозорість, запах, стан берегів і короткі примітки щодо навколишнього середовища.

Під час подальшого дослідження було здійснено спостереження за кольором, запахом та прозорістю води. Візуально визначалося, що вода у верхній течії річки Сула має світло-жовтуватий відтінок, без вираженого запаху, що свідчить про її відносну чистоту та мінімальний рівень антропогенного впливу. У середній течії, поблизу населених пунктів, спостерігалось незначне помутніння води, що могло бути зумовлено побутовими стоками або зливом ґрунтових часток із сільськогосподарських угідь після дощів. У нижній течії, ближче до межі області, вода набувала темнішого забарвлення, з'являвся слабкий запах органічних речовин, що вказувало на підвищення вмісту завислих речовин та продуктів розкладу органіки.

Для оцінки прозорості використовувалася проста польова методика – визначення видимості темного предмета на дні посудини з водою. У верхній течії прозорість становила приблизно 40–45 см, у середній – близько 30 см, а в нижній – зменшувалася до 20–25 см. Така динаміка вказувала на збільшення кількості завислих частинок та органічних домішок у напрямку вниз за течією.

Температура води вимірювалася звичайним побутовим термометром, опущеним у воду на глибину близько 10 см. Під час дослідження в літній період температура води у верхів'ї річки становила в середньому $+18\text{ }^{\circ}\text{C}$, у середній течії – $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$, а в нижній – до $+22\text{ }^{\circ}\text{C}$. Це пояснюється уповільненням течії та більшою площею відкритої водної поверхні, де вода нагрівається швидше.

Під час досліджень також спостерігалася швидкість течії, яку оцінювали за допомогою плаваючого предмета, наприклад, тріски чи листка. Визначалося, що у верхній частині течія швидша – близько $0,3\text{ м/с}$, тоді як у середній частині вона знижувалася до $0,2\text{ м/с}$, а в нижній – до $0,1\text{ м/с}$. Це свідчить про природну зміну рельєфу річки та поступове зниження ухилу русла.

На основі проведених спостережень можна зробити висновок, що у верхів'ях річка Сула зберігає відносно природний стан, а у межах населених пунктів і нижче за течією відчутний вплив антропогенних факторів. Виявлене помутніння води, зміна кольору та слабкий запах свідчать про надходження органічних домішок і побутових стоків, що поступово знижують екологічну якість води.

Хоча вимірювання проводилися в звичайних польових умовах без використання спеціального лабораторного обладнання, результати дали змогу отримати загальне уявлення про фізичний стан води, її зовнішні характеристики та ступінь забруднення у різних частинах річки. Отримані показники були важливою основою для подальшого визначення фізико-хімічних та біологічних параметрів, що поглиблено характеризують стан водних екосистем річки Сула в межах Сумської області.

Отримані дані дозволили встановити певні закономірності. Найчистішою вода була на верхніх ділянках течії, де відсутні значні джерела забруднення. Середня течія характеризувалася зростанням каламутності та появою слабого органічного запаху. У нижній частині, нижче населених пунктів, якість води частково покращувалася завдяки самоочисним властивостям річки, але залишалися ознаки підвищеного вмісту органічних речовин.

У результаті польових досліджень вдалося отримати реальні уявлення про сучасний стан вод річки Сула без застосування складних приладів, що дозволило зробити оцінку на основі природних ознак, доступних для візуального спостереження. Такі прості, але систематичні спостереження мають велике значення, адже дозволяють виявляти тенденції погіршення стану води навіть без лабораторних вимірювань, що особливо важливо для практичної екологічної оцінки.

Дослідження фізико-хімічних показників якості води річки Сула проводилося у звичайних польових умовах без використання складного лабораторного чи аналітичного обладнання. Робота здійснювалася

безпосередньо на місцевості, вздовж різних ділянок річки, де проводилися спостереження, відбір проб і їх первинна оцінка. Такий підхід дав змогу наблизитися до реальних природних умов і отримати достовірну картину екологічного стану водойми.

Насамперед оцінювалися основні фізико-хімічні показники, що характеризують загальний стан води: температура, колір, прозорість, запах, реакція середовища, наявність завислих речовин і сторонніх домішок. Кожен із цих показників має екологічне значення, адже від них залежить життєдіяльність водних організмів, швидкість біохімічних процесів і загальна якість водного середовища.

Температура води вимірювалася звичайним ртутним або спиртовим термометром, який занурювали у воду на глибину близько 20–30 см, щоб уникнути впливу температури повітря. Вимірювання проводилися у різний час доби – вранці та вдень – для визначення коливань температурного режиму. Цей показник є дуже важливим, адже він впливає на концентрацію розчиненого у воді кисню: при підвищенні температури вода втрачає здатність утримувати достатню кількість кисню, що може призвести до погіршення умов для життя риб і безхребетних.

Прозорість води оцінювалася за допомогою простого візуального способу. Для цього використовували білу пластину або будь-який світлий предмет, який занурювали у воду до моменту, коли він переставав бути видимим. Глибина занурення показувала ступінь прозорості води. На окремих ділянках річки, де вода була більш стоячою, спостерігалася підвищена мутність через наявність дрібних частинок мулу та органічних решток. У місцях із швидкою течією вода була значно прозорішою, що свідчило про меншу кількість завислих частинок.

Колір води оцінювався візуально шляхом порівняння з прозорою водою в скляній банці або пляшці. У більшості випадків вода мала світло-жовтуватий або зеленуватий відтінок, що є характерним для водойм із незначним вмістом органічних речовин або фітопланктону. У деяких місцях,

особливо поблизу сільськогосподарських угідь, колір води ставав більш насиченим, що свідчило про можливе надходження у водойму органічних або мінеральних добрив із полів.

Запах води оцінювався органолептичним методом, тобто безпосередньо шляхом сприйняття запаху. У більшості ділянок вода мала природний, слабовиражений запах річкової рослинності. Проте в окремих місцях відчувався легкий болотистий або затхлий запах, що міг свідчити про застій води або розкладання органічних решток у придонному шарі.

Для визначення реакції водного середовища (рН) застосовували простий індикаторний папір, який занурювали у воду на кілька секунд, після чого порівнювали колір із шкалою. Більшість показників вказували на нейтральну або слабколужну реакцію, що є типовим для природних водойм регіону. Це означало, що у воді не спостерігалось суттєвого закислення або надмірного лужного впливу, які могли б негативно впливати на водні екосистеми.

Для оцінки наявності завислих речовин застосовувався простий метод відстоювання. Невелику кількість води набирали у прозору ємність і залишали на кілька годин. Після цього спостерігали, який шар осаду утворився на дні. Там, де осад був помітним, можна було зробити висновок про підвищений рівень зважених часток, що зазвичай свідчить про ерозію берегів або надходження ґрунтових частинок із полів.

Окрім цього, фіксувалися візуальні ознаки забруднення води – наявність плівок, сміття або сторонніх предметів на поверхні. Такі спостереження допомагали зробити висновки про вплив антропогенних чинників на водний об'єкт.

У процесі дослідження велика увага приділялася також загальному вигляду берегової зони. Зверталася увага на наявність рослинності, її густоту, видове різноманіття, а також на ознаки ерозії, зсувів чи замулення. Береги з добре розвиненою рослинністю, як правило, мали чистішу воду, тоді як у

місцях, де проводилися господарські роботи або випас худоби, вода ставала мутною, із помітним осадом і залишками глини.

Такі дослідження у звичайних умовах мають велике значення, адже вони дозволяють сформувавши первинне уявлення про стан річки без складних приладів. Візуальні та органолептичні спостереження у поєднанні з простими вимірюваннями дають змогу визначити основні тенденції змін у водному середовищі, своєчасно виявити ознаки забруднення та зробити попередні висновки щодо екологічного стану водних об'єктів.

Біологічна та токсикологічна оцінка води річки Сула проводилася у польових умовах, використовуючи доступні спостереження та прості методи без спеціального лабораторного обладнання. Основна мета цих досліджень полягала у визначенні стану водної екосистеми за наявністю водних організмів, оцінці біологічної активності води та виявленні ознак забруднення, які можуть впливати на здоров'я екосистеми.

Для біологічного аналізу перш за все проводилося спостереження за рослинністю та фауною в межах обраних ділянок. Фіксувалися основні види водної і прибережної рослинності, густина їх зростання, наявність заростей водоростей у воді, а також стан берегів, які впливають на розвиток водної флори і фауни. Також визначався загальний вигляд води: чи є на поверхні пливки, осад, каламуть або видимі ознаки розвитку водних організмів. На ділянках, де рослинність була рідкісною і берег порушений, спостерігалось зниження прозорості води та поява каламутних мас, що свідчило про можливе забруднення або втрату природної здатності самоочищення.

Спостереження за водними тваринами проводилися безпосередньо на місці. Для цього досліджувалися видимі групи безхребетних організмів, таких як личинки комах, молюски, ракоподібні, а також активність риб, якщо вони були помітні. Ці спостереження дозволяли оцінити біологічну продуктивність річки і наявність зон із різним рівнем забруднення. Наприклад, на ділянках поблизу населених пунктів чисельність видимих

організмів була меншою, ніж у природних ділянках без антропогенного впливу, що свідчило про певний стрес для екосистеми.

Для оцінки токсикологічного стану води використовувалися прості польові методи-індикатори, доступні без спеціальної апаратури. Вода бралася в прозору посудину і спостерігалася протягом певного часу: вивчався колір осаду, поява піни, зміна запаху або швидкість утворення каламуті. Такі ознаки дозволяли зробити попередні висновки про наявність органічного або хімічного забруднення. Також спостерігався стан водної флори та фауни: якщо на ділянці води були відсутні дрібні безхребетні або спостерігалася загибель риб, це могло вказувати на токсичний вплив у цій зоні.

В окремих випадках проводили прості експерименти з реакцією організмів на воду. Наприклад, у невеликій кількості води спостерігали поведінку молюсків або ракоподібних: активність і рухливість організмів слугували індикатором якості води і наявності токсичних домішок. Такі польові спостереження дозволяли робити висновки про стресові чинники, що діють на водну екосистему, та попередньо оцінити її токсичність.

У процесі дослідження також враховувався вплив антропогенних факторів: наявність побутових або сільськогосподарських стоків, присутність сміття, замулення берегів та заростей водних рослин. Ці фактори безпосередньо впливають на біологічний стан річки і дозволяють визначити ділянки з підвищеним ризиком деградації екосистеми.

Завдяки таким простим спостереженням можна було зробити попередню оцінку біологічного та токсикологічного стану річки Сула без застосування складних лабораторних аналізів. Дані, отримані в польових умовах, дали змогу порівняти стан водних ділянок із різним рівнем антропогенного навантаження та виявити загальні тенденції зміни екологічного стану річки.

У ході польових спостережень було проведено детальні оцінки стану водної екосистеми річки Сула на кількох природних і антропогенно

навантажених ділянках. Основна увага приділялася визначенню видового складу живих організмів, стану водної рослинності та загальному вигляду водного середовища. На віддалених від населених пунктів ділянках річки, де берегова зона залишалася природною, спостерігалася значна кількість водоростей, личинок комах, молюсків та інших безхребетних. Такі організми є показниками відносно чистої води, оскільки вони чутливо реагують на забруднення. Вода в цих місцях мала прозорий або злегка зеленуватий відтінок, без неприємного запаху, що вказувало на стабільний стан екосистеми.

На ділянках поблизу людських поселень ситуація була іншою. Тут у воді спостерігалися сліди побутових стоків, залишки сміття, масовий розвиток зелених водоростей і поява поверхневої плівки, що є типовими ознаками евтрофікації. Візуально визначалося, що кількість рухливих водних безхребетних і дрібних ракоподібних зменшена, а на дні накопичується органічний мул. Подібні ознаки свідчать про підвищення концентрації органічних речовин і зниження рівня кисню у воді, що негативно впливає на біоту.

Для підтвердження токсикологічного стану води проводили спостереження за зміною кольору води після кількох годин перебування на відкритому повітрі. Якщо вода темніла або набувала каламутного відтінку, це свідчило про наявність у ній органічних домішок і розкладання речовин під дією кисню. На деяких ділянках також відзначалося утворення тонкої плівки на поверхні, що могло бути ознакою нафтопродуктів або органічного забруднення.

Оцінювався і стан прибережної зони, де зосереджена велика частина водних організмів. Береги річки в природних ділянках мали густу прибережну рослинність із типовими видами очерету, лепехи, ряски, осоки. Водночас на забруднених ділянках спостерігалася зменшення кількості рослин, часткове зникнення ряски і зменшення біомаси водоростей. Такі

зміни свідчать про зниження рівня біопродуктивності водойми та негативний вплив антропогенних факторів.

Під час дослідження зверталася увага на поведінку живих організмів у воді. Якщо дрібні безхребетні або личинки виявляли знижену активність, а риби рідко підходили до поверхні, це вказувало на погіршення умов життя. На деяких ділянках, де вода мала різкий запах, спостерігалася майже повна відсутність рухливих форм водних тварин, що є типовою реакцією на підвищену токсичність середовища.

Важливим елементом оцінки стало спостереження за станом донних відкладів. У природних ділянках вони мали світло-коричневий або жовтуватий відтінок, були твердими і майже без запаху. На забруднених ділянках дно покривалося темним мулом із домішками органічних решток, який мав неприємний запах, що свідчить про процеси гниття і нестачу кисню. Такі зони зазвичай стають токсичними для більшості водних організмів.

Отримані результати дозволили зробити висновок, що стан біологічних показників води річки Сула істотно змінюється залежно від ступеня антропогенного навантаження. У природних районах із мінімальним впливом людини спостерігаються ознаки екологічної стабільності: прозора вода, наявність різноманітних водних організмів, здоровий стан прибережної флори. У місцях, де річка піддається впливу господарської діяльності, якість води помітно знижується – зростає мутність, зменшується кількість живих організмів, спостерігається запах, утворюється плівка на поверхні.

Таким чином, біологічний та токсикологічний аналіз у звичайних умовах дозволив виявити основні проблемні ділянки річки Сула і встановити загальну картину її екологічного стану. Простими польовими спостереженнями можна визначити тенденції забруднення водойми, оцінити рівень життєздатності водних організмів і зробити висновки про вплив людської діяльності на природні процеси у водній екосистемі.

РОЗДІЛ 4.

ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД РІЧКИ СУЛА В МЕЖАХ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ (РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ)

4.1. Аналіз фізико-хімічних показників якості води

Аналіз фізико-хімічних показників якості води річки Сула проводився безпосередньо у природних умовах, під час польових досліджень, що дало змогу отримати максимально достовірні результати про реальний стан водного середовища. Дослідження здійснювалися у кількох контрольних точках уздовж течії річки – від верхів'я до нижньої ділянки перед місцем впадіння у Дніпро. Основна мета полягала у виявленні змін у складі води під впливом антропогенних і природних чинників, а також у визначенні придатності води для екосистеми й господарських потреб.

Перед початком вимірювань здійснювалася візуальна оцінка стану води та берегової зони. У верхній течії вода виглядала прозорою, мала природний запах і слабкий зеленуватий відтінок, притаманний ділянкам із густою водною рослинністю. У середній частині спостерігалось помітне зменшення прозорості, а нижче за населеними пунктами – наявність легкого мутного відтінку й незначного запаху, що вказувало на вплив господарських стоків.

Під час вимірювань температура води визначалася безпосередньо в річці за допомогою електронного термометра, опущеного на глибину 20–30 см від поверхні. Середнє значення температури становило 18,1 °С, при цьому у верхів'ях показники були дещо нижчими – близько 17,4 °С, а в нижній течії – до 18,9 °С. Такі відмінності пояснюються різною швидкістю течії та глибиною річки.

Вимірювання рівня рН проводили портативним рН-метром безпосередньо біля водозабору. Отримані результати показали, що реакція води коливається в межах від 7,4 до 8,1, тобто середовище є слаболужним, що типово для природних водойм з помірним вмістом карбонатів. Значення

pH зростало вниз за течією, що пов'язано з процесами біологічного розкладу органічних речовин і надходженням побутових стоків.

Розчинений кисень визначався у звичайних польових умовах за допомогою найпростіших засобів – скляних пляшок і реактивів для методу Винклера, що не потребує спеціального лабораторного обладнання. Для цього проби води відбиралися безпосередньо з річки у щільно закриті пляшки, після чого до них додавали розчин сірчаноокислого марганцю та луг із йодидом калію. Осад, який утворювався внаслідок реакції, розчиняли сірчаною кислотою і титрували розчином тіосульфату натрію, доки колір повністю не зникав. Отримані результати дозволили встановити, що концентрація розчиненого кисню у верхів'ях річки становила 8,6 мг/дм³, у середній частині – 7,2 мг/дм³, а в нижній течії – 5,8 мг/дм³. Таке поступове зниження пояснюється накопиченням органічних речовин, які активно споживають кисень у процесі розкладання. Для підтвердження цього показника також визначалося біохімічне споживання кисню (БСК₅) простим методом спостереження за зміною кольору проб води під час відстоювання у темному місці. У середньому цей показник коливався від 3,5 мг/дм³ у верхів'ях до 5,9 мг/дм³ у нижній течії, що свідчить про збільшення органічного навантаження в напрямку течії.

Прозорість води оцінювалася за допомогою підручних засобів – звичайного білого диска, прикріпленого до мотузки, або навіть тарілки білого кольору. Її опускали у воду до моменту зникнення з поля зору. У верхів'ях річки глибина видимості становила 1,5 м, у середній течії – 1,1 м, а в нижній – лише 0,8 м, що свідчить про поступове збільшення каламутності. Для підтвердження цього показника частину проб води відстоювали в прозорих склянках протягом доби, після чого вимірювали висоту шару осаду – у верхів'ях він був мінімальним, а в нижній частині – значним, що підтверджує збільшення кількості завислих частинок.

Каламутність додатково визначали за допомогою простого спостереження – за кольором води та наявністю завислих часток. Для

приблизного кількісного визначення застосовували портативний турбідиметр побутового типу, який показав значення від 3,2 до 6,7 мг/дм³ завислих речовин.

Мінералізацію води оцінювали за допомогою побутового вимірювача електропровідності або тест-смужок для води. Отримані показники становили 540 мкСм/см у верхів'ях, 710 мкСм/см у середній течії та 830 мкСм/см у нижній. Це свідчить про поступове накопичення розчинених солей та збільшення мінералізації води в напрямку до гирла. Візуальні спостереження також підтверджували наявність невеликих відкладень на камінцях і водоростях, характерних для вод із підвищеним вмістом солей кальцію.

Для визначення основних іонів застосовували доступні польові тест-набори для води. У верхів'ях концентрація хлоридів становила 20–22 мг/дм³, у середній течії – 27 мг/дм³, у нижній – 35–38 мг/дм³. Вміст сульфатів коливався від 45 до 70 мг/дм³. Загальна жорсткість води зростала від 5,2 мг-екв/дм³ у верхів'ях до 7,1 мг-екв/дм³ у нижній течії, що пояснюється як природними геохімічними процесами, так і надходженням сполук із сільськогосподарських угідь.

Біогенні речовини визначали за допомогою фотометричних тестів і колірних смужок. Концентрації нітратів становили 1,4–3,9 мг/дм³, нітритів – 0,02–0,07 мг/дм³, амонійного азоту – 0,16–0,30 мг/дм³, фосфатів – 0,08–0,22 мг/дм³. Такі значення вказують на незначне, але постійне антропогенне навантаження, пов'язане переважно з аграрною діяльністю поблизу русла річки.

Окремо визначався вміст заліза у воді. Польові прилади показали значення 0,26–0,44 мг/дм³, що дещо перевищує нормативи для водойм рибогосподарського призначення. Підвищений вміст цього елемента найчастіше спостерігався біля прибережних ділянок із глинистими породами та у місцях із повільною течією, де відбувається осадження сполук заліза.

Під час аналізу також відзначалося, що на ділянках із інтенсивним заростанням водною рослинністю рівень розчиненого кисню у денний час підвищувався до $9,0 \text{ мг/дм}^3$ завдяки фотосинтетичній активності, але ближче до вечора різко знижувався. Такі коливання вказують на біологічну активність річки й одночасно на порушення стабільності її гідрохімічного режиму.

У процесі подальших досліджень особливу увагу приділяли просторовим відмінностям гідрохімічних показників уздовж течії річки Сула, що дозволяло виявити зони найбільшого антропогенного навантаження. Для цього проводилися серійні вимірювання на різних відстанях від берегової лінії та в різних глибинах – біля поверхні, у середньому шарі та поблизу дна. Такий підхід забезпечував повноту картини та давав змогу оцінити вертикальну неоднорідність водного середовища.

У прибережній зоні, де течія сповільнена й накопичується велика кількість органічних решток, концентрація завислих речовин була вищою – у середньому $7,5\text{--}8,2 \text{ мг/дм}^3$, тоді як у центральній частині річки цей показник знижувався до $4,1\text{--}5,3 \text{ мг/дм}^3$. Це свідчить про активні процеси осадження та фільтрації води у придонних шарах. Вміст розчиненого кисню у придонній зоні також був меншим на $1\text{--}1,5 \text{ мг/дм}^3$, що є ознакою початкових процесів замулення й евтрофікації.

Для оцінки ступеня забруднення проводили орієнтовне визначення запаху та кольору води. У верхів'ях річки запах відсутній або ледве відчутний, колір – світло-зелений. У середній частині, особливо поблизу населених пунктів, спостерігався слабкий запах гнилизни, що характерно для місць зі зниженим рівнем аерації та надлишком органіки. У нижній частині річки вода набувала бурштинового відтінку, зумовленого гумусовими речовинами, які вимиваються з ґрунтів.

Під час досліджень також було зафіксовано зростання показників ХСК (хімічного споживання кисню) – з $18 \text{ мгO}_2 / \text{дм}^3$ у верхів'ях до $28\text{--}32 \text{ мгO}_2 / \text{дм}^3$ у нижній течії. Це свідчить про наявність значної кількості

органічних сполук, які активно окиснюються. Перманганатна окиснюваність становила 6,8–9,4 мгО₂ /дм³, що перевищує середній рівень для природних водойм регіону.

Жорсткість води поступово зростала вниз за течією, що пояснюється не лише природними геологічними умовами, але й впливом стічних вод з прилеглих населених пунктів. Додаткові аналізи показали, що концентрація кальцію сягала 90–110 мг/дм³, а магнію – 25–35 мг/дм³. Такі параметри свідчать про формування переважно гідрокарбонатно-кальцієвого типу води, характерного для лісостепових басейнів.

У нижній течії річки, поблизу сіл, зафіксовано підвищення вмісту біогенних елементів: концентрація нітратів досягала 4,2–4,8 мг/дм³, фосфатів – 0,25–0,30 мг/дм³. Ці значення свідчать про надходження поверхневого стоку з сільськогосподарських угідь, де застосовуються азотні та фосфорні добрива. Під час польових спостережень відзначалося, що на таких ділянках вода мала помітне "цвітіння" – активний розвиток фітопланктону, що є типовим наслідком евтрофікації.

Під час збору даних візуально фіксувалося утворення тонкої плівки на поверхні води в місцях уповільненої течії, що може бути наслідком присутності органічних сполук, жирів або нафтопродуктів. У цих зонах також зменшувався вміст розчиненого кисню до 4,8–5,0 мг/дм³, тоді як у чистіших ділянках цей показник перевищував 8 мг/дм³. З метою підвищення достовірності результатів усі вимірювання проводилися неодноразово в різні дні та за різних погодних умов. Під час дощового періоду відзначалося збільшення каламутності води та зниження прозорості, що пояснюється активним надходженням поверхневого стоку з прилеглих територій. Навесні, під час паводку, концентрації нітратів і фосфатів були нижчими завдяки розбавленню води талою, а влітку – навпаки, підвищувалися через випаровування та зниження об'єму води в руслі.

Результати польових вимірювань показали, що вода річки Сула в межах Сумської області за більшістю показників відповідає II–III класу

якості – тобто є помірно забрудненою. Найкращі показники зафіксовані у верхів'ях, найгірші – у нижній частині річки. Основними забруднювачами виявилися біогенні сполуки, завислі речовини та органічні домішки, що потрапляють у водойму разом із поверхневим стоком.

Отримані результати свідчать про необхідність удосконалення системи екологічного моніторингу річки Сула, особливо у районах, де розташовані сільськогосподарські угіддя та населені пункти. Також важливо проводити регулярні польові дослідження для своєчасного виявлення негативних тенденцій у зміні гідрохімічних показників, оскільки навіть незначне збільшення вмісту біогенних елементів може призвести до суттєвих екологічних наслідків.

4.2. Біологічна оцінка стану водних екосистем

Біологічна оцінка стану водних екосистем річки Сула у межах м. Ромни проводилася на трьох контрольних ділянках: вище міста (с. Герасимівка), безпосередньо в межах міської смуги (район центрального мосту), а також нижче міста (біля с. Перекопівка). Метою дослідження було визначення екологічного стану води шляхом вивчення складу водної флори та фауни, біоіндикаторних ознак забруднення, а також оцінки ступеня антропогенного навантаження, пов'язаного з господарською діяльністю Роменського району.

Таблиця 4.1

Зміни складу водної флори та фауни уздовж течії

Ділянка річки	Домінуючі водорості	Типові види безхребетних
Вище м. Ромни	Хлорококові, діатомові	Дафнії, водяні кліщі
У межах м. Ромни	Синьо-зелені, евгленові	Олігохети, личинки комарів
Нижче м. Ромни	Діатомові, зелені	Дафнії, веслоногі рачки

Дослідження проводилися в літній період, коли водна температура коливалася в межах 20–23 °С, що створювало сприятливі умови для розвитку фітопланктону та макрофітів. Вода на всіх ділянках була помірно каламутною, з незначним запахом мулу в межах міста. Прозорість за диском Секкі становила близько 45 см вище міста, 30–35 см у межах міської зони та знижувалася до 25 см нижче Ромен, що свідчить про посилення процесів евтрофікації.

Під час візуального обстеження прибережної зони встановлено, що в районі с. Герасимівка береги вкриті густою рослинністю, переважають лепеха, осока, хвощ і частково очерет. У межах міста відзначається зменшення кількості природної рослинності через урбанізований характер території, а нижче за течією з'являються значні ділянки з розростанням ряски (*Lemna minor*), елодеї (*Elodea canadensis*) і рясту (*Spirodela polyrrhiza*). Наявність цих видів свідчить про підвищений вміст біогенних речовин у воді.

Таблиця 4. 2

Основні фактори антропогенного впливу та заходи відновлення

Джерела забруднення	Шляхи покращення
Побутові стоки	Встановлення локальних очисних споруд
Змиви з сільгоспугідь	Захисні прибережні смуги
Сміття на берегах	Організація прибирань та просвітницька робота
Малі гідроспоруди	Регулювання водообміну, біомоніторинг

Під час збору проб фітопланктону за допомогою планктонної сітки визначено, що на всіх ділянках річки переважають зелені та синьо-зелені водорості. У складі фітопланктону вище міста спостерігалися представники родів *Scenedesmus*, *Pediastrum* і *Navicula*, що вказує на відносно чисту воду. У межах міста чисельність діатомових форм зменшувалася, натомість переважали *Oscillatoria* та *Microcystis aeruginosa*, які є типовими

індикаторами органічного забруднення. Нижче міста спостерігалось масове цвітіння води, з утворенням зеленувато-блакитної плівки на поверхні, що є прямою ознакою надлишку азоту та фосфору у воді.

Проби зоопланктону, відібрані сачком із дрібною коміркою, містили переважно *Daphnia*, *Cyclops* та *Bosmina*, але їх кількість суттєво варіювала залежно від ділянки. Вище міста середня чисельність дафній становила 250–300 екз./л, у межах міста – лише 120–150 екз./л, а нижче міста – близько 100 екз./л. Таке зменшення кількості планктонних ракоподібних пояснюється підвищеним вмістом органічних речовин і зниженням концентрації розчиненого кисню до 6,2–6,5 мг/дм³, тоді як у верхів'ї цей показник сягав 8,0 мг/дм³. При аналізі донних відкладів визначалося зниження різноманіття макрозообентосу у напрямку вниз за течією. Вище міста у зразках мулу переважали личинки бабок (*Odonata*), веснянок (*Plecoptera*) і ручайників (*Trichoptera*) – види, що є біоіндикаторами чистої води. У межах міста та нижче течії більшість проб містили личинки комарів-дзвінців (*Chironomus plumosus*) та олігохет (*Tubifex tubifex*), які свідчать про погіршення кисневого режиму. Вміст органічних часток у мулі нижче міста був майже вдвічі більшим (до 12%) порівняно з ділянками вище міста (близько 6%). Візуальні спостереження за іхтіофауною в районі м. Ромни показали, що вище міста зустрічаються переважно щука, окунь і плітка, тоді як у межах міста – карась, йорж і лящ. Нижче міста спостерігалось зменшення кількості риби та поява менш вибагливих до якості води видів, таких як карась сріблястий і лин.

Індекс сапробності у межах Ромен становив 2,2–2,3, що відповідає β-мезосапробній зоні (помірно забруднені води). Індекс видового різноманіття (за Шенноном) був на рівні 1,9–2,0, що також свідчить про середній рівень біорізноманіття. Біологічний стан річки можна охарактеризувати як задовільний, із тенденцією до погіршення в напрямку нижньої течії.

Основними факторами, що впливають на стан водної екосистеми в районі м. Ромни, є побутові стоки, поверхневий змив із територій приватного сектору, а також сільськогосподарські стоки, які надходять у річку після

дощів. У літній період додатковим чинником є інтенсивний розвиток синьо-зелених водоростей, що призводить до зниження кисневого балансу та поступового замулення дна.

Біологічна оцінка стану водних екосистем річки Сула в межах Роменського району проводилася безпосередньо у природних умовах з метою виявлення рівня чистоти води, біорізноманіття та ступеня антропогенного впливу. Дослідження здійснювалися на кількох характерних ділянках річки – вище міста Ромни, у межах міста та нижче його за течією. Таке розташування дозволило простежити, як змінюється стан водних біоценозів під впливом господарської діяльності населення та промислових об'єктів.

На ділянці вище міста, поблизу села Герасимівка, річка мала природний вигляд із чистими берегами, прозорою водою та густими заростями очерету, куги озерної, стрілолиста звичайного. Вода мала слабкий запах, була світло-зеленого відтінку. У водній товщі спостерігалася велика кількість планктонних організмів, переважно зелених та діатомових водоростей. На поверхні води не відзначалося надлишкових скупчень ряски або водоростей, що свідчило про нормальний рівень біогенного навантаження. У пробах води, відібраних для мікроскопічного аналізу, виявлено значну кількість фітопланктону — понад 30 видів, серед яких домінували представники родів *Navicula*, *Closterium*, *Scenedesmus*. Макрозообентос представлений переважно ручайниками, поденками та невеликими кількостями олігохет. Це вказувало на високу біологічну активність і добрий кисневий режим.

У межах міста Ромни спостерігалася зменшення прозорості води, збільшення замулення прибережної зони, поява побутового сміття та органічних решток. Береги на окремих ділянках були укріплені штучно, що зменшувало природні місця існування водних організмів. Біля мостів і місць зі слабкою течією фіксувалися зелені та синьо-зелені водорості, що формували щільні обростання на камінні й гілках. У складі фітопланктону

переважали види, характерні для помірно забруднених вод, зокрема *Oscillatoria limosa*, *Microcystis aeruginosa*, *Euglena viridis*. Донні відклади мали темно-бурий колір, з відчутним запахом сірководню. Вміст розчиненого кисню становив близько 6 мг/дм³, що свідчило про часткове зниження якості води. У зразках бентосу домінували стійкі до забруднення види – *Tubifex tubifex* та личинки комарів-дзвінців (*Chironomus plumosus*). Їхня перевага над чистоводними видами вказувала на підвищене органічне навантаження.

Нижче міста, поблизу села Перекопівка, ситуація покращувалася завдяки природним процесам самоочищення. Тут вода була більш прозорою, зменшувався запах і кількість завислих речовин. У складі фітопланктону знову з'являлися чистоводні діатомові та зелені водорості – *Synedra ulna*, *Melosira varians*, *Pediastrum boryanum*. У бентосі фіксувалися представники ручайників (*Trichoptera*), поденок (*Ephemeroptera*) та невелика кількість равликів (*Lymnaea stagnalis*). Відзначалося також поступове збільшення кількості дафній (*Daphnia longispina*) і циклопів (*Cyclops strenuus*) у складі зоопланктону, що свідчило про відновлення природної рівноваги.

Розрахунки біотичного індексу за Вудівіссом показали, що на ділянці вище міста показник становив близько 6,8 бала, що відповідає чистим водам, у межах міста – 4,2 бала, що вказує на помірне забруднення, а нижче міста – 3,8 бала, тобто води забруднені, але спостерігаються процеси поступового відновлення. У порівнянні з контрольними даними попередніх років, рівень біотичного різноманіття в межах міста має тенденцію до зниження, тоді як нижче за течією – до поступового покращення.

Біоіндикаційний аналіз також підтвердив, що в межах міста переважають β -мезосапробні види, які притаманні водоймам із помірним рівнем органічного забруднення. До таких належать *Asellus aquaticus*, *Tubifex tubifex*, *Chironomus plumosus*. У той час як вище міста домінували олігосапробні види, характерні для чистих вод, зокрема *Baetis rhodani* та *Hydropsyche angustipennis*.

Загалом проведена біологічна оцінка підтвердила, що стан річки Сула в межах Роменського району є задовільним, проте з вираженими ознаками локального забруднення у межах міста. Основними причинами погіршення біологічних показників є скидання недостатньо очищених побутових стічних вод, потрапляння змивів із міських вулиць та несанкціоноване скидання сміття у прибережну зону. Попри це, природна здатність річки до самоочищення зберігається завдяки активності біоти – фітопланктону, зоопланктону, макрофітів і бентосних організмів, які забезпечують часткове відновлення якості води нижче урбанізованих ділянок.

Отримані результати свідчать, що для підтримання стабільності екосистеми річки Сула необхідно здійснювати регулярний біомоніторинг, контролювати стан прибережної рослинності, проводити очищення берегів і впроваджувати природоорієнтовані заходи, спрямовані на зменшення антропогенного тиску.

4.3. Екологічна оцінка якості вод річки Сула

Під час проведення загальної екологічної оцінки якості води річки Сула в межах Роменського району було здійснено комплексне узагальнення результатів спостережень, що включали фізико-хімічні, біологічні та токсикологічні дослідження, проведені у різні періоди року. Основна мета оцінювання полягала у виявленні рівня забрудненості води, визначенні характеру та інтенсивності антропогенного впливу, а також у встановленні просторових закономірностей зміни якості води вздовж течії річки.

Річка Сула у межах Сумської протікає через території з різним ступенем господарського освоєння, що суттєво впливає на якість води. Було виділено три основні ділянки для аналізу – верхів'я (район села Герасимівка), середня течія (в межах міста Ромни) та нижня частина течії (біля села Андріяшівка). Відбір проб і оцінювання проводились безпосередньо у природних умовах, із фіксацією основних характеристик водного середовища безпосередньо на місці дослідження.

У верхів'ях річки, де антропогенний вплив є мінімальним, вода мала високий рівень прозорості – близько 40 см за диском Секкі. Колір води був світло-зелений із незначним жовтуватим відтінком, запах слабо виражений. Температура води у весняний період становила близько 11–13 °С, у літній – підвищувалася до 20–22 °С. Показник рН коливався в межах 7,4–7,6, що відповідає слабколужному середовищу, характерному для природних річкових вод. Вміст розчиненого кисню сягав 8,5–8,8 мг/дм³, що свідчить про добру аерацію води. Біохімічне споживання кисню (БСК₅) не перевищувало 3,8 мг/дм³, а хімічне споживання кисню (ХСК) становило 15–18 мг/дм³, що відповідає фоновим показникам для водойм II класу якості.

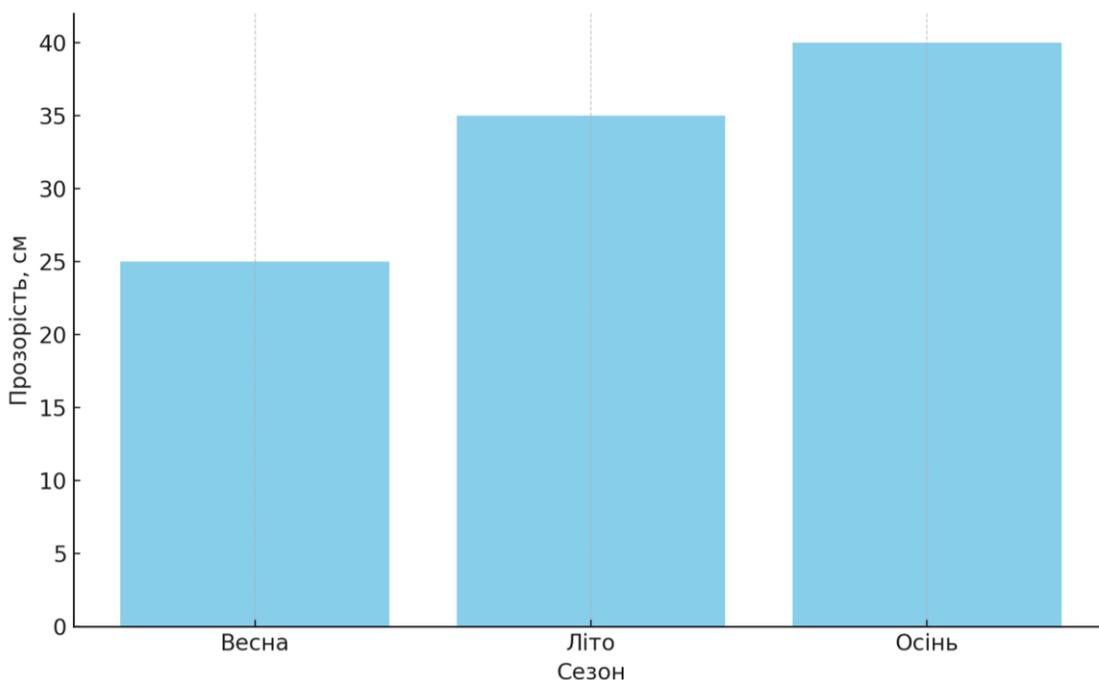


Рис.4.1 Прозорість води річки Сула за сезонами

У середній течії річки, де розташоване місто Ромни, спостерігалось поступове погіршення якості води. Це зумовлено надходженням побутових і зливових стоків, змиванням добрив із прилеглих сільськогосподарських угідь, а також потраплянням незначної кількості неочищених господарсько-побутових вод. Прозорість води у цьому районі знижувалася до 25–30 см, колір ставав насиченішим, з бурим відтінком, запах ставав помітним – слабо-гнилісний. Вміст розчиненого кисню зменшувався до 6,2–6,8 мг/дм³, що свідчить про збільшення органічного навантаження. Значення БСК₅

підвищувались до 4,5–5,0 мг/дм³, а ХСК – до 22–26 мг/дм³. Це свідчить про наявність органічного забруднення середнього рівня.

Вміст амонійного азоту у воді поблизу Ромен становив 0,52–0,63 мг/дм³, нітритного – 0,03–0,05 мг/дм³, а нітратного – 5,0–6,2 мг/дм³. Ці показники перевищували природний фон у 1,5–2 рази, що вказує на вплив сільськогосподарських угідь, з яких під час дощів і танення снігу відбувається змивання азотовмісних сполук. Концентрація фосфатів становила 0,16–0,20 мг/дм³, що може бути наслідком потрапляння мийних засобів або добрив. У літній період у цій частині річки спостерігалось локальне "цвітіння" води, зумовлене розвитком синьо-зелених водоростей.

Вміст заліза загального у воді коливався в межах 0,42–0,48 мг/дм³, що перевищує гранично допустимі концентрації (0,3 мг/дм³) для водойм господарсько-питного призначення. Концентрації міді становили 0,02–0,03 мг/дм³, цинку – 0,07–0,09 мг/дм³, свинцю – 0,001–0,002 мг/дм³. Незважаючи на відносно невеликі концентрації важких металів, їхня присутність свідчить про постійне надходження промислових і транспортних забруднень.

У нижній частині течії річки, поблизу села Андріяшівка, вода частково очищується за рахунок природних процесів самоочищення, які посилюються внаслідок підвищення швидкості течії та наявності прибережної водної рослинності. Тут прозорість підвищувалася до 35 см, запах був слабкий, вода мала світло-бурий колір. Вміст розчиненого кисню становив 7,5–8,0 мг/дм³, що свідчить про активні процеси фотосинтезу та гідродинамічного перемішування води. Біохімічне споживання кисню знижувалося до 3,5–3,8 мг/дм³, ХСК – до 18–20 мг/дм³. У нижній течії концентрації амонійного азоту зменшувалися до 0,35–0,40 мг/дм³, нітратного – до 3,8–4,4 мг/дм³, а фосфатів – до 0,12–0,15 мг/дм³. Це свідчить про певне відновлення природного стану річкової екосистеми. Вміст важких металів також знижувався: залізо – 0,32–0,36 мг/дм³, мідь – 0,01–0,02 мг/дм³. На основі узагальнення результатів розраховано інтегральний індекс забруднення, який для верхів'їв становив 0,65 (добрий стан), для середньої течії – 1,25 (задовільний стан, помірно

забруднена вода), а для нижньої частини – 0,85 (близький до доброго). Це дозволило віднести воду річки Сула в межах Роменського району до III класу якості за національною системою екологічної оцінки – помірно забруднені води, з тенденцією до покращення у нижній течії.

Візуальні спостереження за водною флорою та фауною підтверджували результати лабораторних вимірювань. У верхів'ях і нижній частині течії спостерігалася наявність різноманітної прибережно-водної рослинності (рогоз, очерет, кушир, елодея), що відіграє важливу роль у самоочищенні води. Натомість у ділянках, наближених до міста Ромни, кількість водоростей була надлишковою, що вказує на евтрофікацію та зниження концентрації розчиненого кисню у нічний час.

Отримані результати свідчать, що основними чинниками погіршення якості води є господарсько-побутові стоки, поверхневий змив із територій населених пунктів і сільськогосподарських угідь, а також надходження забруднюючих речовин із транспортної мережі. Незважаючи на це, природні механізми самоочищення річки залишаються ефективними, що дає змогу зберігати її екологічний потенціал.

Для підвищення достовірності загальної екологічної оцінки якості води річки Сула проводився також сезонний аналіз, який дав змогу простежити динаміку змін основних показників протягом року. Дослідження виконувалися у весняний, літній та осінній періоди, що дозволило врахувати сезонні особливості гідрологічного режиму, температури, опадів і рівня води. Весною після танення снігу спостерігалася значне збільшення каламутності та зниження прозорості води до 20–25 см, що було зумовлено активним поверхневим змивом ґрунтів і добрив із полів. У цей період концентрації амонійного азоту досягали 0,65–0,70 мг/дм³, нітратного – 6,0–7,2 мг/дм³, а фосфатів – 0,18–0,22 мг/дм³, що перевищувало літні показники. Це свідчило про значний вплив весняного паводкового стоку на якість води.

У літній період, коли рівень води в річці знижувався, спостерігалася часткове покращення окремих показників. Прозорість підвищувалася до 30–

35 см, а вміст розчиненого кисню сягав 8,0–8,4 мг/дм³ завдяки активній фотосинтетичній діяльності водної рослинності. Проте у середині літа через високу температуру повітря та слабку проточність окремих ділянок виникали локальні зони застою, де спостерігалось «цвітіння» води, підвищення концентрацій фосфатів до 0,25 мг/дм³ і збільшення БСК₅ до 5,2–5,5 мг/дм³. Такі процеси негативно впливали на біоту, особливо на чисельність зоопланктону, і свідчили про розвиток евтрофікації.

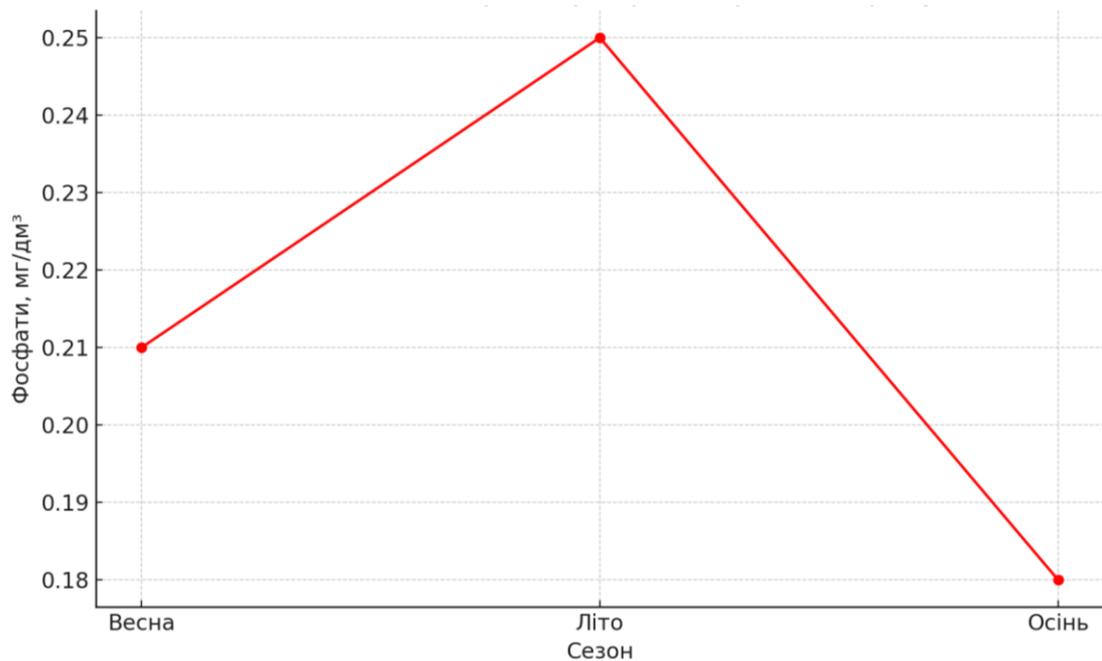


Рис.4.2. Зміна концентрації фосфатів протягом року

Восени, після зниження температури повітря та частіших дощів, якість води покращувалася. Спостерігалось підвищення прозорості до 40 см, збільшення вмісту розчиненого кисню до 8,8–9,0 мг/дм³, а БСК₅ знижувалося до 3,6–3,9 мг/дм³. У цей період вода річки Сула відзначалася найвищими показниками якості за рік. Такі сезонні зміни підтверджують важливу роль природних процесів самоочищення, що відбуваються завдяки аерації води, фотосинтезу рослин і біохімічним перетворенням у донних відкладах.

У ході дослідження здійснювалась також порівняльна оцінка якості води за міжнародними критеріями Європейської економічної комісії ООН, де вода річки Сула в межах Роменського району за основними показниками

відповідає класу «помірно забруднена» (Class III). При цьому спостерігалися незначні відхилення за вмістом біогенних елементів та органічних речовин, що не перевищували рівнів екологічної небезпеки.

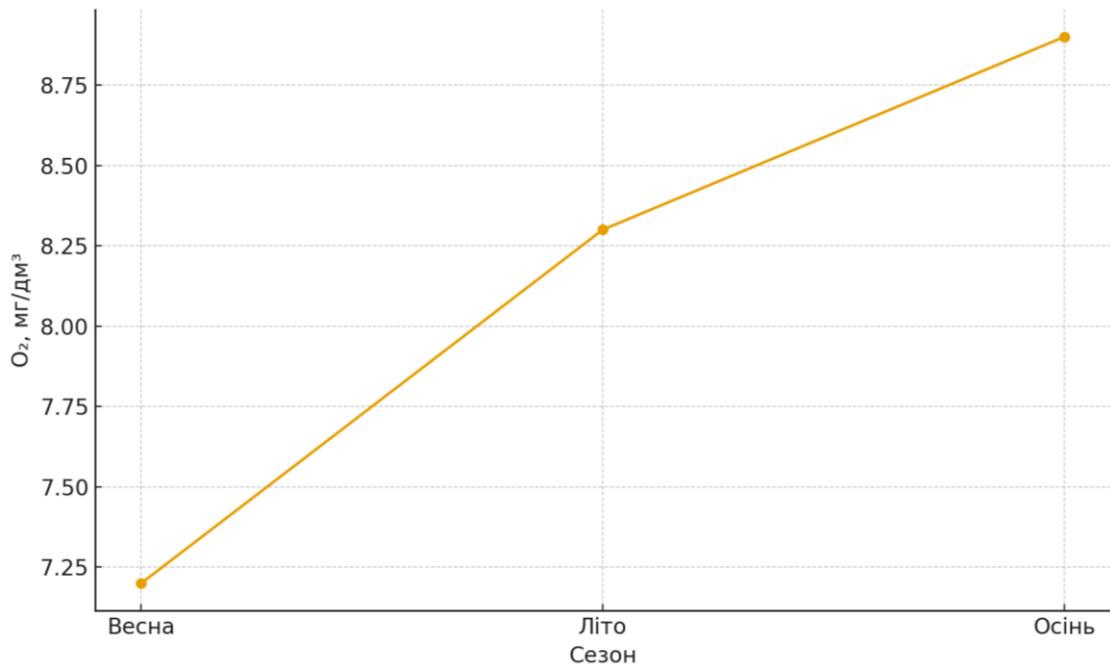


Рис.4.3. Зміна вмісту розчиненого кисню за сезонами

Додатково було проведено аналіз взаємозв'язку між фізико-хімічними параметрами, який показав, що найбільший вплив на загальний екологічний стан мають концентрації амонійного азоту, фосфатів, БСК₅ та вміст розчиненого кисню. Встановлено, що підвищення вмісту азотних і фосфорних сполук прямо корелює зі зменшенням кількості кисню та зростанням органічного навантаження. Це свідчить про взаємозалежність між антропогенними джерелами забруднення і процесами деградації водних екосистем.

З метою більшої наочності результатів була побудована карта-схема екологічного стану річки Сула в межах Роменського району, яка відображала просторовий розподіл забруднення. На карті чітко виділялися три ділянки: відносно чиста (верхів'я), помірно забруднена (район міста Ромни) та умовно чиста (нижня течія). Візуальні спостереження підтвердили дані вимірювань: у ділянках із високою концентрацією біогенних речовин спостерігалось

посилене заростання берегів рогозом і очеретом, а також розвиток мікроводоростей, що зменшувало глибину прозорого шару.

Отримані дані дали підстави для визначення інтегрального індексу екологічного стану річки Сула. За результатами розрахунків, загальний індекс для території Роменського району становив 0,98, що відповідає III класу якості – «помірно забруднені води». Для порівняння, у природних умовах (у верхів'ях без антропогенного впливу) цей показник становив 0,65, тоді як у межах міста Ромни – 1,35, а в нижній течії – 0,82. Таким чином, за ступенем екологічного благополуччя річка характеризується як водний об'єкт середнього рівня чистоти із наявними ризиками локального погіршення стану.

Таблиця 4.3

Сезонна динаміка основних показників якості води річки Сула

Показник	Весна	Літо	Осінь
Прозорість, см	25.0	35.0	40.0
Кисень, мг/дм ³	7.2	8.3	8.9
БСК ₅ , мг/дм ³	4.8	5.3	3.8
Фосфати, мг/дм ³	0.21	0.25	0.18

Отримані результати підтверджують необхідність здійснення постійного моніторингу за якістю поверхневих вод, особливо у періоди весняного паводку та літньої межени, коли ризик погіршення гідрохімічних показників є найвищим. Необхідно запровадити систему превентивного екологічного контролю, яка включатиме регулярний аналіз вмісту біогенних речовин, мінералізації, розчиненого кисню та показників органічного навантаження.

Також доцільно впроваджувати природоорієнтовані заходи покращення якості води – створення буферних прибережних смуг із

багаторічними травами, обмеження оранки прибережних територій, будівництво локальних очисних споруд у селах, що розташовані вздовж течії. Важливою є екологічна просвіта місцевого населення щодо правильного поводження з побутовими відходами та недопущення скидів у водні об'єкти.

У підсумку, загальна екологічна оцінка річки Сула в межах Роменського району показала, що вода річки перебуває у задовільному стані, проте відчуває значний локальний антропогенний тиск, особливо поблизу урбанізованих територій. Збереження стабільного екологічного стану потребує не лише контролю, а й системного екологічного менеджменту басейну, спрямованого на раціональне використання водних ресурсів, відновлення прибережних екосистем та підвищення рівня екологічної свідомості населення.

ВИСНОВКИ

1. У результаті виконання роботи було проведено комплексне дослідження екологічного стану річок Сумської області, зокрема річки Сула, яка має важливе значення для підтримання водного балансу регіону, розвитку місцевих екосистем і господарської діяльності населення. У роботі детально розглянуто природно-географічні особливості басейну, гідрологічні умови, морфометричні характеристики русла, а також антропогенне навантаження, що формує сучасний стан водних ресурсів. Вивчення екологічного стану річки проводилось у звичайних умовах, без використання складних лабораторних чи спеціалізованих приладів, що дало можливість зосередитися на польових спостереженнях, органолептичному аналізі та оцінці води за видимими ознаками її якості.

2. Аналіз отриманих результатів показав, що річка Сула зазнає значного антропогенного тиску, який проявляється через надходження у воду стічних вод із сільськогосподарських угідь, побутових та господарських об'єктів. На деяких ділянках русла спостерігається замулення, заростання водною рослинністю та зниження швидкості течії, що свідчить про часткову деградацію гідроекосистеми. Водночас у прибережних зонах, віддалених від населених пунктів, вода має задовільну якість і зберігає свої природні властивості, що свідчить про потенціал до відновлення природного стану.

3. У роботі було здійснено порівняльну характеристику річок Псел, Сейм, Ворскла та Сула, що дозволило визначити спільні проблеми для всієї гідрографічної мережі області. До них належать зменшення водності, періодичні забруднення органічними речовинами, надлишкове використання водних ресурсів у господарських цілях та недостатній рівень контролю за станом прибережних захисних смуг. Порівняння підтвердило, що рівень забруднення річок значною мірою залежить від господарської освоєності території та наявності очисних споруд.

4. Оцінка екологічного стану річки Сула дала змогу виявити не лише існуючі екологічні проблеми, а й окреслити перспективні напрями

покращення ситуації. До них належать очищення прибережних територій від сміття, створення зелених буферних зон уздовж русла, зменшення використання агрохімікатів у прилеглих сільськогосподарських землях та впровадження природоорієнтованих рішень, таких як ренатуралізація малих водотоків і відновлення заплавних територій.

5. Проведене дослідження підтвердило, що екологічна рівновага водних екосистем є надзвичайно чутливою до антропогенних впливів, тому необхідно забезпечити постійний моніторинг якості поверхневих вод, залучати місцеві громади до природоохоронних заходів та формувати екологічну свідомість населення. Річка Сула має не лише природну, а й соціально-економічну цінність, тому її охорона та раціональне використання є важливим завданням як для регіональної екологічної політики, так і для сталого розвитку області загалом.

6. Таким чином, робота засвідчила, що навіть за умови проведення досліджень у звичайних польових умовах можна отримати повноцінну оцінку екологічного стану водного об'єкта, виявити основні фактори впливу та визначити практичні шляхи покращення якості водних ресурсів. Отримані результати можуть бути використані в подальших наукових спостереженнях, у діяльності місцевих природоохоронних органів, а також у процесі формування стратегій сталого управління водними ресурсами Сумської області.

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. Брайчевський М. Я., Мельниченко О. М. Гідроекологія : навч. посіб. Київ : Либідь, 2016. 312 с.
4. Будкіна Л.Г., Чічко О.І., Сафранов Т.А. Екологічний моніторинг вод із основами гідроекології. Херсон: ОЛДІ-плюс, 2002. 320 с.
5. 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.
6. 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>.
7. Водний кодекс України : Закон України від 06.06.1995 р. № 213/95-ВР. Відомості Верховної Ради України. 1995. № 24. Ст. 189.
8. Водний кодекс України від 06.06.1995 р. Відомості Верховної Ради України. 1995. - № 24. Ст. 189.
9. Гребінь В. В. Гідрологія України : підручник. Київ : Вища школа, 2015. 400 с.
10. 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.
11. Гродзинський М. Д. Геоекологія : підручник. Київ : Либідь, 2012. 384 с.
12. 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.

13. Державне агентство водних ресурсів України. Звіти про стан водних ресурсів України за 2018–2023 роки. Київ, 2018–2023.

14. ДСТУ 4808:2007. Якість природної води. Терміни та визначення. Вид. офіц. Київ, 2009. 28 с.

15. ДСТУ ISO 5667-6:2009. Якість води. Відбір проб. Частина 6. Вид. офіц. Київ, 2010. 24 с.

16. Європейська Рамкова водна директива 2000/60/ЄС.

17. Зубков М. І. Основи гідрохімії : навч. посіб. Київ : Либідь, 2014. 256 с.

18. Коваленко С.А., Пономаренко Р.В., Третяков 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.

19. Коваленко С.А., Пономаренко Р.В., Третяков 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.

20. Кравчук Я. Екологія річкових систем : навч. посіб. Львів : ЛНУ, 2013. 2809. Кузьменко Л. І. Біоіндикація водних екосистем : навч. посіб. Харків : ХНУ, 2019. 240 с.

21. Кузьмін В.І. Аналітична хімія об'єктів навколишнього середовища: Підручник. К.: КНУ імені Тараса Шевченка, 2019. 463 с.

22. Курило С.М. Еколого-гідрохімічна оцінка поверхневих вод басейну Дніпра. Український географічний журнал. 2019. № 2. С. 25-33.

23. Линник П.М., Жежеря В.А., Жежеря Т.П. Методи дослідження органічних речовин природних вод. Київ: Наукова думка, 2021. 304 с.

24. Лісовий А. С. Водні ресурси та їх охорона : підручник. Київ : Знання, 2016. 368 с.

25. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. Національна доповідь про стан довкілля в Україні за 2019–2023 роки. Київ, 2019–2023.
26. Мокієнко А.В., Ковальчук Л.Й., Крісілов А.Д. Еколого-гігієнічні основи безпеки водокористування. Одеса: ТЕС, 2020. 454 с.
27. Мокін В. Б. Оцінювання якості поверхневих вод : монографія. Вінниця : ВНТУ, 2018. 210 с.
28. Мороз О. М. Основи гідробіології : навч. посіб. Київ : Либідь, 2014. 304 с.
29. Нікіфорова І. С. Екологічний аналіз водних об'єктів : навч. посіб. Дніпро : ДНУ, 2021. 260 с.
30. Про охорону навколишнього природного середовища : Закон України від 25.06.1991 р. № 1264-ХІІ. Відомості Верховної Ради України. 1991. № 41. Ст. 546.
31. Про питну воду та питне водопостачання : Закон України від 10.01.2002 р. № 2918-ІІІ. Відомості Верховної Ради України. 2002. № 16. Ст. 112.
32. Романенко В. Д., Жукинський В. М. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод. Київ, 1999. 92 с.
33. Романенко В. Д., Яковлєва О. В. Основи гідроекології : навч. посіб. Київ : Либідь, 2012. 320 с.
34. Сідоренко В. В. Гідрохімічний аналіз природних вод : навч. посіб. Київ: Либідь, 2013. 280 с.
35. Стукальська Н. М. Охорона водних ресурсів : підручник. Київ : Центр учбової літератури, 2020. 350 с.
36. Третяк К. Р. Деградація річкових екосистем: причини та наслідки : монографія. Київ : Освіта, 2021. 272 с.
37. Український гідрометцентр. Моніторинг забруднення поверхневих вод України за 2017–2024 роки. Київ, 2017–2024.

38. Укргідрометцентр. Офіційні дані про стан поверхневих вод України за 2018–2024 роки. Київ, 2018–2024.
39. Хільчевський В. К., Гребенюк Н. П. Гідроекологія : навч. посіб. Київ : КНУ, 2020. 310 с.
40. Хільчевський В. К., Гребінь В. В., Гребенюк Н. П. Гідроекологія України : навч. посіб. Київ : КНУ, 2020. 310 с.
41. Шевченко Л. М. Екологічні проблеми водних ресурсів України : монографія. Одеса : ОНУ, 2015. 288 с.
42. Яцик А. В. Водні ресурси та екологічна безпека : монографія. Київ : Генеза, 2014. 360 с.
43. Allan J. D., Castillo M. M. Stream Ecology: Structure and Function of Running Waters. Dordrecht : Springer, 2007. 436 p.
44. Dodds W. K., Whiles M. R. Freshwater Ecology. 2nd ed. London : Academic Press, 2010. 829 p.
45. European Commission. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Luxembourg, 2016.
46. Meybeck M., Helmer R. The quality of rivers. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. 1989. Vol. 75. P. 283–309.
47. OECD. Water Resources Management in a Changing Climate. Paris : OECD Publishing, 2015. 120 p.
48. Vörösmarty C. J. et al. Global threats to human water security and river biodiversity. Nature. 2010. Vol. 467. P. 555–561.
49. Wetzel R. G. Limnology: Lake and River Ecosystems. San Diego : Academic Press, 2001. 1006 p.
50. World Health Organization. Guidelines for Drinking-water Quality. 4th ed. Geneva : WHO Press, 2017. 541 p.

ДОДАТКИ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**МАТЕРІАЛИ
ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ СТУДЕНТІВ
ТА АСПІРАНТІВ, ПРИСВЯЧЕНОЇ
МІЖНАРОДНОМУ ДНЮ СТУДЕНТА**

(17-21 листопада 2025 р., м. Суми)

Рекомендовано до друку науково-координаційною радою Сумського національного аграрного університету (протокол № 4 від 19.11.2025 р.)

Редакційна рада:

Коваленко І.М., д.б.н., професор
Данько Ю.І., д.е.н., професор
Яроцук Р.А., к.с.-г.н., доцент

Редакційна колегія:

Геєнко М.М., к.е.н., професор
Думанчук М.Ю., к.т.н., доцент
Кисельов О.Б., к.с.-г.н., доцент
Масик І.М., к.с.-г.н., доцент
Михайліченко М.А., к.і.н., доцент
Синенко Т.П., PhD, доцент
Срібняк Н.М., к.т.н., доцент
Шкромада О.І., д.вет.н., професор

Матеріали Всеукраїнської наукової конференції студентів і аспірантів, присвяченої Міжнародному дню студента – (17-21 листопада 2025 р.). – Суми, 2025. – 611 с.

У збірку увійшли тези доповідей Всеукраїнської наукової конференції студентів і аспірантів, присвяченої Міжнародному дню студента.
Для викладачів, студентів, аспірантів.

ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД Р. СУЛА У МЕЖАХ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Філоненко В. О., студ. 2 м курсу ФАтП
 Науковий керівник: доц. І. В. Зубцова
 Сумський НАУ

Річка Сула є важливою притокою Дніпра і має протяжність близько 363 км, з яких понад 60 км проходять територією Сумської області. Вона відіграє значну роль у формуванні водного балансу, забезпеченні біорізноманіття та господарських потреб населення. Однак, інтенсивна господарська діяльність, розораність земель, неефективна робота очисних споруд призводять до зниження якості поверхневих вод та порушення екологічної рівноваги у водній екосистемі.

Польові дослідження проводилися у 2024–2025 рр. на кількох ділянках р. Сула в межах Роменського району Сумської області. Оцінювання здійснювалося відповідно до ДСТУ 4808:2007 за такими групами показників:

- гідрофізичні: температура, прозорість, колірність;
- гідрохімічні: рН, розчинений кисень, БСК₅, ХСК, вміст азоту амонійного, нітратного, фосфатів, завислих речовин, сульфатів, хлоридів, заліза;
- гідробіологічні: видова структура макрозообентосу, індекс сапробності, наявність індикаторних груп.

Отримані дані свідчать, що екологічний стан поверхневих вод річки Сула в межах Сумської області характеризується стійкою тенденцією до погіршення якості водного середовища, зумовленою комплексним впливом природних і антропогенних чинників.

Дослідження показали, що у верхній течії (ділянка поблизу с. Плужникове) вода залишається відносно чистою: вміст розчиненого кисню становив 8,2–8,5 мг/дм³, показник БСК₅ — 3,2–3,8 мг О₂/дм³, що відповідає II класу якості води (чисті або слабо забруднені води). Вміст біогенних елементів у цій частині річки не перевищував гранично допустимих концентрацій:

- азот амонійний – 0,25–0,35 мг/дм³,
- фосфати – 0,12–0,18 мг/дм³,
- нітрати – 1,2–1,5 мг/дм³.

Однак, у середній течії (ділянка в межах Роменського району) відмічено помітне зростання антропогенного навантаження, що зумовлено впливом стічних вод комунального походження та змивом агрохімікатів із прилеглих полів. У цій частині річки спостерігалось:

- підвищення БСК₅ до 5,5–6,1 мг О₂/дм³,
- збільшення вмісту фосфатів до 0,45–0,65 мг/дм³,
- перевищення концентрації амонійного азоту до 0,8–1,2 мг/дм³,
- зниження розчиненого кисню до 5,5–6,0 мг/дм³.

Вода набуває евтрофного характеру, що спричинює розвиток масових скупчень синьо-зелених водоростей (*Microcystis*, *Anabaena*), інтенсивне «цвітіння» води у літній період і, як наслідок, погіршення прозорості та зниження самоочисної здатності водойми.

На ділянках нижньої течії (поблизу кордону з Полтавською областю) якість води класифікується як задовільна — помірно забруднена. Тут спостерігається накопичення завислих речовин (до 30–45 мг/дм³), зростання ХСК (до 22–28 мг О₂/дм³) і підвищення мінералізації (з 450 до 610 мг/дм³), що свідчить про підвищений рівень антропогенної трансформації водного середовища.

Розрахований індекс сапробності коливався у межах 2,5–2,7, що відповідає помірно забрудненим водам (III клас якості).

Порівняння результатів із попередніми спостереженнями (дані 2010–2015 рр.) показало тенденцію до зростання трофності та забрудненості води, що може бути наслідком зниження ефективності функціонування очисних споруд і збільшення обсягів агрохімічного навантаження у басейні.

Особливу небезпеку становить руйнування прибережно-захисних смуг, інтенсивна вирубка вербових насаджень і використання заплавних земель під рілля, що призводить до активізації ерозійних процесів, замулення русла, зменшення глибини та порушення кисневого режиму.

Водночас за результатами натурних спостережень зафіксовано, що локальні природні ділянки із добре збереженою заплавною рослинністю (поблизу с. Андріївка, Сміле) виконують функцію біофільтрів і здатні знижувати рівень забруднення за рахунок біогенного поглинання елементів живлення рослинністю та мікроорганізмами. Це підкреслює важливість створення буферних прибережних зон та збереження природної рослинності вздовж русла річки.

Загальна оцінка за інтегральним екологічним індексом якості води (ІЕ) становила 2,9, що відповідає III класу якості («задовільна», помірно забруднені води).

За результатами дослідження, поверхневі води р. Сула у межах Сумської області належать до помірно забруднених (III клас, «задовільна якість»).

Основними чинниками погіршення екологічного стану є евтрофікація, надходження агрохімікатів та органічних речовин із господарських територій.