

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології**

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри
екології агросфери та екологічного
контролю, канд. с.-г. наук, доцент
_____ Олена НАУМОВСЬКА
“ ____ ” _____ 2025 р

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «Екологічна оцінка якості води р. Сула»

Спеціальність 101 Екологія

Гарант освітньої програми

доктор педагогічних наук,
професор

_____ Володимир БОГОЛЮБОВ

Керівник бакалаврської
кваліфікаційної роботи

кандидат сільськогосподарських
наук, доцент

_____ Марина ЛАДИКА

Виконав

_____ Віктор БРИЖКО

КИЇВ – 2025

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**
Факультет (ННІ) захисту рослин, біотехнологій та екології

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

Екології агросфери та екологічного контролю

канд. с.-г. наук, доцент

Олена Наумовська

“ ___ ” _____ 20__ р

З А В Д А Н Н Я

**на виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи студенту (на
виконання дипломного проєкту бакалавра студенту)**

Брижко Віктор Юрійович

Спеціальність 101 Екологія

Тема бакалаврської кваліфікаційної роботи (дипломного проєкту бакалавра) «Екологічна оцінка якості води р. Сула» затверджена наказом ректора НУБіП України від “29”10.2024 р. №1039

Термін подання завершеної роботи (проєкту) на кафедру 2025.05.25

Вихідні дані до бакалаврської кваліфікаційної роботи: опубліковані наукові дані, результати лабораторно-аналітичних досліджень якості води р. Сула.

Перелік питань, які потрібно розробити: вивчити сучасний стан водних ресурсів України та особливості водних об'єктів Лівобережжя;

1. охарактеризувати екологічний стан басейну р. Сула;
2. проаналізувати існуючу систему моніторингу якості води та її роль у прийнятті природоохоронних рішень;
3. визначити основні фізико-хімічні показники якості води р. Сула;
4. провести оцінку стану води за індексом забруднення води (ІЗВ);
5. зіставити отримані результати з нормативами якості води для різних видів використання (питне, рибогосподарське, рекреаційне).

Перелік графічних документів (за потреби) картографічні матеріали

Дата видачі завдання “30”10.2024 р.

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи _____ Марина ЛАДИКА

Завдання прийняв до виконання _____ Віктор Брижко

РЕФЕРАТ

Бакалаврську кваліфікаційну роботу виконано на 77 сторінках, містить 4 таблиці, 9 рисунків та 50 джерел використаної літератури, додатки.

Мета роботи: аналіз екологічного стану р. Сула в межах Полтавської області.

Об'єкт дослідження: поверхневі води річки Сула в межах Полтавської області.

Предмет дослідження: є фізико-хімічні параметри якості води р. Сула, рівень її забруднення та відповідність нормам водокористування.

Відповідно до результатів лабораторного аналізу проб води р. Сула, відібраних у жовтні 2024 року та у травні 2025 року, встановлено, що мали місце певні перевищення нормативних значень - зокрема, щодо каламутності, вмісту сульфатів, амонію та низького рівня розчиненого кисню.

Розрахунок індексу забруднення води показав, що у жовтні 2024 року вода річки відповідала IV класу якості (забруднена вода), а у травні 2025 року - III класу (помірно забруднена). Це свідчить про сезонну динаміку якості води та потенційний позитивний вплив природних факторів навесні.

Відмічено, що вода річки Сула не відповідає вимогам до питного водопостачання без додаткового очищення, а також є непридатною для використання у рибному господарстві через низький вміст розчиненого кисню. Для рекреаційного використання вода є умовно придатною навесні, але має обмеження в осінній період. Результати дослідження підтвердили необхідність постійного моніторингу якості води, впровадження ефективних природоохоронних заходів, а також посилення контролю за скиданням забруднюючих речовин у водні об'єкти. Покращення екологічного стану річки Сула є важливим завданням для забезпечення сталого водокористування в регіоні.

Ключові слова: якість води, поверхневі води, р. Сула, Індекс забруднення води, водокористування

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. СУЧАСНИЙ СТАН ВОДНИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ.....	8
1.1. Проблеми забруднення водних ресурсів.....	8
1.2. Особливості екологічного стану річок Лівобережжя України	13
1.3. Система моніторингу якості води, як основа розробки природоохоронних рішень	25
РОЗДІЛ 2. ПРОГРАМА, УМОВИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ.....	31
2.1. Умови проведення досліджень	31
2.1.1. Характеристика басейну р. Сула	31
2.2. Методика проведення досліджень.....	36
2.2.1. Особливості експедиційних досліджень.....	36
2.4.2. Методика оцінки екологічного стану р. Сула	40
2.4.3. Методи визначення основних показників якості води.....	44
2.4.4. Методика оцінки екологічного стану водойми за Індексом забруднення води (ІЗВ)	48
2.4.5. Вимоги якості води для питного, рекреаційного та рибогосподарського використання	51
РОЗДІЛ 3. ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ РІЧКИ СУЛА	56
3.1. Параметри якості води річка Сула	56
3.2. Оцінка якості води р. Сула за ІЗВ	62
3.3. Відповідність якості води р. Сула різним категоріям використання	67
ВИСНОВКИ.....	69
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	70
ДОДАТКИ.....	77

ВСТУП

Актуальність роботи обумовлена необхідністю здійснення постійного екологічного моніторингу якості води, виявлення джерел забруднення, оцінки наслідків антропогенного впливу, а також розробки ефективних природоохоронних заходів. Річка Сула, що протікає через густозаселені райони Полтавської області, зазнає значного впливу сільськогосподарських, промислових і побутових стоків, що безпосередньо впливає на стан її вод і загальну екологічну ситуацію в регіоні. Урахування цих факторів підкреслює важливість наукового підходу до оцінки її якості та вироблення дієвих рекомендацій щодо збереження водних ресурсів.

Метою роботи є проаналізувати екологічний стан р. Сула в межах Полтавської області.

Завдання дослідження:

6. вивчити сучасний стан водних ресурсів України та особливості водних об'єктів Лівобережжя;
7. охарактеризувати екологічний стан басейну р. Сула;
8. проаналізувати існуючу систему моніторингу якості води та її роль у прийнятті природоохоронних рішень;
9. визначити основні фізико-хімічні показники якості води р. Сула;
10. провести оцінку стану води за індексом забруднення води (ІЗВ);
11. зіставити отримані результати з нормативами якості води для різних видів використання (питне, рибогосподарське, рекреаційне).

Об'єкт дослідження: поверхневі води річки Сула в межах Полтавської області.

Предмет дослідження: є фізико-хімічні параметри якості води р. Сула, рівень її забруднення та відповідність нормам водокористування.

Методи дослідження, що використовувалися під час виконання кваліфікаційної роботи, включають: аналіз наукової та нормативної літератури, гідрохімічний аналіз, методи польових експедиційних досліджень,

розрахунок індексу забруднення води (ІЗВ), статистичні методи аналізу результатів досліджень, порівняння показників з екологічними нормативами.

Практичне значення полягає у можливості застосування отриманих результатів для розробки заходів з покращення стану водних ресурсів басейну р. Сула, їх використання у навчальному процесі, при підготовці регіональних програм екологічного моніторингу, у роботі екологічних служб, громадських організацій та органів місцевого самоврядування.

РОЗДІЛ 1. СУЧАСНИЙ СТАН ВОДНИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ

1.1. Проблеми забруднення водних ресурсів

Вода є життєво необхідним ресурсом, який використовується у всіх сферах людської діяльності: у промисловості, сільському господарстві, побуті, енергетиці та рекреації. В умовах України, яка має складну екологічну ситуацію, питання збереження якості води набуває особливого значення. Забруднення води спричиняє деградацію екосистем, зниження біорізноманіття, погіршення якості питної води, виникнення ризиків для здоров'я населення, а також негативно впливає на економічну стабільність цілих регіонів. Основні типи забруднень водного середовища, представлено на рис. 1.1.

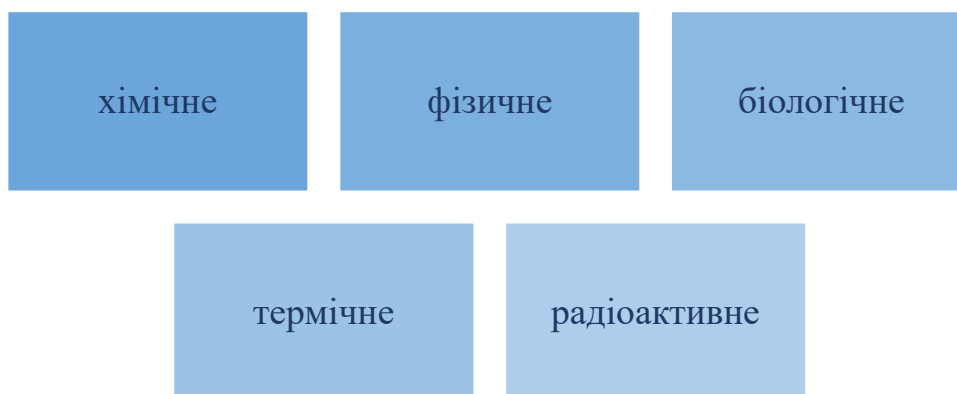


Рис.1.1. Типи забруднень води [1]

В Україні найбільш поширеним видом забруднення водних ресурсів є хімічне забруднення, яке пов'язане з потраплянням до водойм різноманітних шкідливих речовин. Серед них – мінеральні добрива, пестициди, нафтопродукти, важкі метали, фосфати, нітрати та амонійний азот. Ці речовини широко використовуються в промисловості та сільському господарстві, і саме через це вони часто потрапляють у річки, озера та інші водойми. Особливо високий рівень забруднення спостерігається в річках, які

протікають через аграрні регіони. Після опадів або танення снігу на поверхню земель потрапляють залишки добрив та пестицидів, які змиваються до водойм поверхневим стоком. Вода в річках не лише змінює свій хімічний склад, але й стає потенційно небезпечною для водних організмів, а також для людей, які користуються цією водою.

Пестициди та гербіциди, що застосовуються для захисту сільськогосподарських культур, є особливо токсичними для багатьох видів водних тварин і рослин. Наприклад, надмірне потрапляння нітратів у воду може спричинити явище евтрофікації – надмірного збагачення водойми поживними речовинами, що веде до активного росту водоростей та синьо-зелених водоростей. Це, у свою чергу, призводить до нестачі кисню у воді, загибелі риби і порушення біологічної рівноваги екосистеми.

Біологічне забруднення виникає внаслідок потрапляння у воду патогенних мікроорганізмів, паразитів, бактерій і вірусів. Це пов'язано з тим, що в багатьох населених пунктах України каналізаційні системи працюють неналежним чином, або взагалі відсутні. Через це неочищені або недостатньо очищені побутові стічні води безпосередньо потрапляють у річки, озера і ставки. Така ситуація створює серйозну загрозу для здоров'я населення, особливо у літній період, коли водойми активно використовуються для купання і рекреації. Наприклад, у багатьох селах Сумської чи Чернігівської областей фіксуються спалахи захворювань, пов'язаних із забрудненням питної води кишковими інфекціями [2].

Фізичне забруднення води проявляється у зміні її кольору, каламутності, появі неприємного запаху, а також у присутності різних суспензій – зважених частинок, що забруднюють водойму. Ці зміни не лише знижують естетичну цінність води, а й негативно впливають на життєдіяльність водних організмів. Поява каламутності, наприклад, у Дніпрі або його притоках у весняний період пов'язана з інтенсивним потоком твердих частинок, що вимиваються із ґрунтів і берегів. Каламутна вода заважає проникненню світла, необхідного для росту водних рослин, і змінює умови існування риби.

Термічне забруднення виникає, коли у водойми скидають стічні води промислових підприємств з підвищеною температурою. Це призводить до порушення природного температурного режиму водойм, що дуже шкідливо для багатьох водних організмів. Наприклад, у районах, де розташовані теплові електростанції, вода річок часто перегрівається, що призводить до загибелі риби і змін у складі водної флори і фауни. В таких умовах поширюються деякі патогенні організми, а природні види поступово витісняються більш стійкими, але менш корисними для екосистеми.

Радіоактивне забруднення в Україні менш поширене, проте воно є потенційно дуже небезпечним. Особливо це стосується зон з техногенним навантаженням, а також територій поблизу колишніх уранових родовищ і місць, де раніше зберігалися або утилізувалися радіоактивні відходи. Наприклад, у деяких районах Житомирської області та північних частинах країни, які межують із зоною відчуження Чорнобильської АЕС, відбувається забруднення водних ресурсів радіонуклідами. Це ставить під загрозу як екологічну безпеку, так і здоров'я місцевих мешканців, оскільки радіоактивні речовини можуть накопичуватися у водних організмах і далі потрапляти у ланцюги харчування.

Проблема забруднення водних ресурсів стає дедалі гострішою. Це вже не лише локальна проблема певного населеного пункту чи району, а серйозне питання для цілих регіонів. Річ у тім, що забруднення має здатність поширюватися на великі відстані. Особливо це стосується річок, які починають свій шлях у чистих місцях, але далі протікають через міста, села, промислові зони. На цих ділянках вони отримують значне навантаження від підприємств, комунальних служб, стічних вод [3].

Річки не мають меж для бруду. Якщо десь у верхів'ї басейну з'являється навіть невелике джерело забруднення - воно може вплинути на якість води далеко вниз за течією. А водозбірні басейни часто охоплюють величезні території. Через це складно передбачити, якою буде вода далі, і де саме проявляться негативні наслідки. Для ефективного управління водними

ресурсами потрібно застосовувати комплексний підхід. Не можна просто прибрати сміття з одного місця - треба працювати з усім басейном річки.

Особливо важко контролювати ситуацію в басейнах малих і середніх річок. Ці водойми не мають великої здатності до самоочищення. Їх легко забруднити, а повернути до нормального стану - складно. Такі річки часто є джерелами питної води для сіл та містечок. І якщо вони забруднені, це безпосередньо впливає на здоров'я людей [4].

З початку повномасштабного вторгнення Росії в Україну у 2022 році стан довкілля, зокрема водних ресурсів, значно погіршився. Війна принесла з собою масштабні руйнування промислових об'єктів, що негативно вплинуло на якість води в річках, озерах і водоймах. Багато підприємств, які раніше працювали у звичайному режимі, були зруйновані або пошкоджені внаслідок бойових дій. Це призвело до витоку великої кількості токсичних речовин у навколишнє середовище. Особливо небезпечними стали пожежі на складах з хімікатами та нафтобазах, які внаслідок підпалів або вибухів вивільнили у воду і повітря шкідливі сполуки. Хімічні речовини, нафтопродукти, кислоти та важкі метали потрапляють у річки та ґрунтові води, забруднюючи їх і завдаючи шкоди екосистемам.

Наприклад, у деяких районах на сході України, де точилися активні бойові дії, зафіксовано масове забруднення річок, що є джерелом питної води для місцевого населення. Річка Сіверський Донець, яка протікає через зони конфлікту, виявилася забрудненою токсичними речовинами від розбитих заводів і складів, що значно ускладнює ситуацію з водопостачанням. Вода в таких регіонах часто має неприємний запах, змінений колір і небезпечний хімічний склад, що робить її непридатною для вживання без додаткової очищення. Люди, змушені користуватися такою водою, стикаються з підвищеним ризиком захворювань, особливо інфекційних і токсичних [5].

Крім того, пошкодження або знищення очисних споруд у містах і селищах призводить до неконтрольованого скидання неочищених стічних вод у річки та озера. Це додає ще одного шару забруднення, оскільки у воду

потрапляють не лише хімічні речовини, а й патогенні мікроорганізми. Наприклад, у таких містах як Маріуполь чи Сєвєродонецьк, де інфраструктура була сильно зруйнована, проблема з водою стала особливо гострою. Місцеві жителі часто не мають доступу до безпечної питної води, а санітарні умови різко погіршилися.

Постійні обстріли і бойові дії також призводять до зміни природних русел річок, пошкодження берегів і утворення нових забруднених зон. Вода у багатьох водоймах тепер містить небезпечні концентрації важких металів, таких як свинець, кадмій, ртуть, що є наслідком руйнування промислових підприємств і транспортних засобів. Такі речовини не розкладаються швидко і накопичуються у тканинах водних тварин, що загрожує як екології, так і безпеці людей, які споживають рибу з цих водойм [6].

Особливу загрозу становить також забруднення води паливно-мастильними матеріалами, які потрапляють у воду через пошкоджені танкери, автомобілі, військову техніку та сховища пального. Нафтопродукти утворюють на поверхні води плівку, яка заважає проникненню кисню і отруює водні організми. Крім того, вони можуть накопичуватися у харчовому ланцюгу, створюючи довготривалу небезпеку.

Війна також зруйнувала екологічний баланс у багатьох регіонах. Порушення природних процесів самоочищення води через знищення прибережних зон і рослинності призводить до тривалого збереження забруднень і погіршення якості води. Навіть після припинення активних бойових дій, наслідки забруднення залишаються актуальними довго, адже багато шкідливих речовин мають здатність до накопичення і тривалого впливу на екосистеми.

Підрив Каховської гідроелектростанції спричинив масштабну водно-екологічну катастрофу, наслідки якої виявилися в затопленні великих площ, загибелі людей, руйнуванні унікальних природних комплексів та забрудненні вод Дніпра [4]. Окрім прямого забруднення, відбулося вторинне - через порушення донних відкладень, у яких десятиліттями накопичувалися шкідливі

речовини. До Чорного моря потрапили промислові стоки та паливо з Каховського водосховища, а на узбережжі Одещини - механічні домішки, принесені течіями. Внаслідок затоплення почалося вимивання вигрібних ям, сміттєзвалищ і могильників, що створює ризики епідеміологічної небезпеки. Зафіксоване хімічне забруднення ґрунтів і вод токсичними речовинами, які потрапили з пошкоджених об'єктів. Екологічна шкода включає також суттєві економічні втрати, порушення водного режиму, зміну місцевого мікроклімату, збільшення сухих ділянок територій і проблеми з постачанням води для охолодження систем Запорізької атомної електростанції. Через тимчасову окупацію окремих територій на півдні України сьогодні неможливо повністю оцінити стан водних ресурсів у цих районах [7]. У регіонах, наближених до зон бойових дій, спостерігається загострення проблем з доступом до безпечної питної води, що створює гуманітарну загрозу для цивільного населення.

1.2. Особливості екологічного стану річок Лівобережжя України

На території України налічується понад 71 тисяча річок, із яких близько 4000 мають довжину понад 10 км, а приблизно 160 - перевищують 100 км. Загальна довжина річок перевищує 248 тисяч кілометрів - якщо уявно витягнути їх в одну лінію, вона понад шість разів обігне земну кулю вздовж екватора [8]. В Україні знаходяться басейни Чорного, Азовського та Балтійського морів, до яких відносяться, зокрема, басейни річок Дніпро, Дністер, Дунай, Південний Буг, Дон та Вісла (рис. 1.2).

Більшість річок мають рівнинний характер, хоча в Карпатах та на Південному узбережжі Криму трапляються й гірські ріки. Основне джерело живлення - талі сніги та атмосферні опади, що зумовлює весняні паводки. Такий тип гідрологічного режиму робить річки чутливими до кліматичних змін.

Однією з головних водних артерій України є Дніпро – третя за довжиною річка Європи. Вона розділяє Україну на Лівобережну та

Правобережну частини. Дніпро відіграє роль у водопостачанні, судноплавстві, виробництві електроенергії, а також в історії та культурі українського народу. На його берегах розташовано багато великих міст: Київ, Черкаси, Дніпро, Запоріжжя, Херсон [9].



Рис.1.2. Карта річкової мережі України [13]

Дністер – одна з найважливіших річок України, що майже повністю протікає її територією. Вона починається у Карпатах, де збирає свої перші струмки з гірських схилів. Ця річка відома своїми мальовничими пейзажами, які приваблюють як місцевих жителів, так і туристів. Уздовж Дністра розташовані круті скельні береги, які створюють справжню природну красу і неповторний ландшафт. Крім того, на її берегах є багато історичних пам'яток, що нагадують про багатовікову історію регіону. Це стародавні фортеці, церкви, а також природні заповідники, які охороняють унікальну флору і фауну. Наприклад, неподалік від міста Кам'янець-Подільський знаходиться

один з найвідоміших замків України - Кам'янець-Подільська фортеця, який гарно видно з берегів Дністра. Ця річка також є важливим джерелом води для сільського господарства, рибальства і рекреації [10].

Південний Буг – це ще одна велика річка, яка відіграє важливу роль на півдні України. Вона протікає з заходу на схід, перетинаючи Поділля та Миколаївську область. У середній течії річка утворює мальовничі каньйони, які часто стають об'єктами для туристичних прогулянок і екскурсій. Нижче по течії Південний Буг розширюється, утворюючи родючі заплави, що є важливою зоною для сільського господарства. Ці заплави часто використовують для зрошення полів, що допомагає підвищувати врожайність. Південний Буг також має значення для водопостачання населених пунктів та промислових підприємств. Крім того, на цій річці працюють гідроелектростанції, які виробляють електроенергію для регіону. Один з прикладів - гідроелектростанція на Бузькому лимані, яка використовує потенціал річки для виробництва «зеленої» енергії. Південний Буг часто згадується як одна з найбільш «живих» річок, де збереглися різноманітні природні комплекси і види тварин [11].

Сіверський Донець – головна річка сходу України, яка є правою притокою Дону і належить до басейну Азовського моря. Вона протікає через кілька східних областей України, зокрема Харківську, Луганську та Донецьку. Ця річка має широкі долини, що створюють сприятливі умови для розвитку сільського господарства і розселення людей. У долині Сіверського Дінця знаходяться численні природоохоронні території, серед яких виділяється Національний природний парк «Святі Гори». Цей парк відомий своїми лісами, степами і багатую флорою та фауною. Крім природних красот, долина річки має і духовне значення - тут розташована одна з найвідоміших православних святинь України - Святогорська лавра. Вона приваблює численних паломників і туристів, які шукають духовного спокою і відпочинку на лоні природи. Сіверський Донець також виконує важливу роль у забезпеченні водою населення та промислових об'єктів регіону. На його берегах зосереджені

численні водозабірні споруди, які підтримують життєдіяльність багатьох міст і селищ. Проте через активні бойові дії у східній частині України стан річки часто погіршується, що створює додаткові виклики для охорони і відновлення водних ресурсів [12].

Дністер, Південний Буг і Сіверський Донець – це три великі річки України, які мають не лише природне, а й культурне, економічне та історичне значення. Вони відіграють важливу роль у житті людей, забезпечуючи воду для побуту, сільського господарства, промисловості і рекреації. Водночас ці річки потребують постійного контролю і охорони, адже забруднення і руйнування їх природних екосистем можуть призвести до серйозних негативних наслідків як для природи, так і для населення України.

Річки Лівобережної України є джерелом питної води, використовуються для зрошення, у промисловості та рекреаційній діяльності населення. Однак екологічний стан цих водних об'єктів викликає занепокоєння. Зараз більшість річок Лівобережжя перебуває під значним антропогенним навантаженням, що призводить до поступової деградації їхньої екосистеми, зниження якості води, зменшення біорізноманіття та погіршення умов для нормального функціонування водного середовища.

На Лівобережній Україні розташовано багато аграрних територій, де вирощують зернові, овочі, технічні культури. Щоб отримати більші врожаї, фермери активно застосовують мінеральні добрива, гербіциди, інсектициди, фунгіциди та інші хімічні засоби. Всі ці речовини мають властивість накопичуватися у ґрунті, а після дощів або весняного танення снігу - змиватися у водойми разом із поверхневим стоком. Це призводить до того, що у воду потрапляють великі дози нітратів, фосфатів і амонійного азоту, які провокують процеси евтрофікації. У воді починають швидко розмножуватися синьо-зелені водорості. Вони утворюють густі зелені ковдри на поверхні, перекриваючи доступ світла у глибину водойми. При розпаді водоростей у воді різко знижується концентрація кисню, а це викликає масову загибель риби, молюсків, ракоподібних та інших водних організмів [15].

У таблиці 1.1 систематизовано основні типи забруднювачів річок Лівобережжя України.

Таблиця 1.1.

Екологічний стан річок Лівобережжя України [14]

Річка	Область проходження	Довжина (км)	Основні притоки	Основні джерела забруднення	Типові забруднювачі
Десна	Сумська, Чернігівська	1130	Сейм, Снов, Остёр	Комунальні стоки, агровідходи	Нітрати, фосфати, органічні речовини
Сіверський Донець	Харківська, Донецька, Луганська	1053	Бахмутка, Казенний Торець, Уди, Айдар	Промислові підприємства, шахти, каналізаційні стоки	Нафтопродукти, важкі метали, феноли, амоній
Псел	Сумська, Полтавська	717	Хухра, Удава, Боровиця	Сільське господарство, стічні води	Пестициди, залишки добрив, органіка
Ворскла	Полтавська, Сумська	464	Ворсклиця, Коломак, Артополот	Аграрний сектор, побутові стоки	Нітрати, фосфати, мікробне забруднення
Сула	Чернігівська, Полтавська	365	Ромен, Терн, Хорол	Сільське господарство, неочищені скиди	Органічні речовини, мінеральні добрива, ПАР

Наприклад, у річках Полтавської та Чернігівської областей неодноразово фіксували випадки задухи риби в літній період, коли через спеку та добрива вода буквально "закипає" від водоростей. Це не лише екологічна катастрофа, а й пряма шкода для місцевих мешканців, які користуються річковою водою для побутових потреб або вирощування городини. Крім того, нітрати з води потрапляють у колодязі й свердловини, а вживання такої води особливо небезпечно для дітей, бо може викликати серйозні отруєння та

проблеми з розвитком організму. Відомі випадки метгемоглобінемії у немовлят - це стан, коли кров не може переносити достатньо кисню, і це напряду пов'язане з вживанням води, забрудненої нітратами.

У таких містах, як Суми, Полтава, Кременчук, працюють хімічні, нафтопереробні, машинобудівні заводи, які утворюють великі об'єми промислових стічних вод. Не всі підприємства мають сучасні очисні споруди. Часто вода скидається у річки з перевищенням допустимих концентрацій нафтопродуктів, важких металів, фенолів та інших токсичних сполук. Ці речовини практично не розкладаються природним шляхом і можуть накопичуватися у донних відкладах, звідки потім потрапляють у живі організми по ланцюгах живлення. Наприклад, у деяких ділянках Сіверського Дінця досі спостерігаються сліди хронічного забруднення, яке тягнеться ще з радянських часів. Через це вода не придатна для купання, риболовлі або технічного використання.

У великих містах кількість твердого покриття (асфальт, бетон) значно перевищує природні площі. Це знижує здатність ґрунтів поглинати дощову воду, і як наслідок - зростає об'єм поверхневого стоку. Разом із ним у річки потрапляє пил, сміття, залишки автомобільного пального, хімікати з доріг, будівельні матеріали. Вода стає каламутною, змінює колір, запах і часто стає токсичною. У містах, де відсутня централізована каналізація або вона зношена, стічні води потрапляють у водойми без належного очищення. Це створює ризик розповсюдження небезпечних хвороб, забруднення джерел питної води і загалом погіршує санітарний стан регіону [16].

Сільське господарство, промисловість, урбанізація і недосконала система очищення стоків - формує складну екологічну ситуацію. Річки регіону перетворюються з джерел життя на джерела ризику, якщо ними не опікуватися належним чином. Необхідні сучасні технології очищення, жорсткий контроль за викидами, екологічна просвіта населення і відповідальність за кожен краплю забрудненої води. Тільки так можна зберегти водні ресурси для майбутніх поколінь.

Річки Лівобережної України мають свою специфіку. Багато з них є невеликими за розмірами - вузькі, мілкі, з повільною течією. Це річки, які не мають великих запасів води, тому будь-який зовнішній вплив дуже швидко відображається на їхньому стані. Такі річки не можуть ефективно самоочищуватись, як великі водні артерії на кшталт Дніпра. Навіть невелика кількість шкідливих речовин у таких умовах може мати серйозні наслідки. Забруднення накопичується у воді та донних відкладах, а природні процеси відновлення майже не діють.

Річки басейну Сули, Псла, Ворскли та багато інших вже роками перебувають під тиском людської діяльності. На їх берегах розташовано чимало міст, селищ і сіл. У багатьох із них каналізаційні системи застарілі, зношені або взагалі відсутні. Стічні води часто потрапляють до річок без будь-якого очищення. У воді з'являються органічні речовини, які починають розкладатися, створюючи неприємний запах і знижуючи вміст кисню. З такими викидами пов'язана поява патогенних мікроорганізмів - бактерій, вірусів, найпростіших. Це створює реальну небезпеку для здоров'я людей, які купаються у водоймах, ловлять рибу або беруть воду для побуту [17].

Окрему загрозу становлять миючі засоби, які містять фосфати та інші шкідливі компоненти. Ці речовини сприяють надмірному росту водоростей. У літній період у таких річках нерідко можна побачити, як вода стає зеленою, тягучою, з неприємним запахом. Це - ознака того, що екосистема перебуває у стані стресу. Риба в таких умовах гине, дно заростає, і з часом річка може втратити свою здатність до відновлення.

Ще одна велика проблема - мікропластик. Його джерелом стають побутові стоки, сміття, що потрапляє у воду з вулиць після дощу, а також залишки косметики, синтетичного одягу, побутової хімії. Мікропластик настільки дрібний, що його не вловлюють навіть більшість очисних споруд. Він залишається у воді, потрапляє у живі організми, зокрема у рибу, яку потім споживають люди. Таким чином, забруднення повертається до нас, тільки у новій, ще небезпечнішій формі.

У багатьох регіонах України все частіше спостерігається зміна природного режиму річок через зарегулювання стоку. Це означає, що на річках будують багато гребель, ставків, водосховищ. Люди намагаються утримати воду для технічних, побутових або господарських потреб. Але разом із цим змінюється природна динаміка річок. Вода починає текти повільніше, її рух стає млявим. У деяких місцях вона взагалі застоюється, особливо влітку. Це створює ідеальні умови для "цвітіння" водоростей, розмноження мікроорганізмів, погіршення якості води.

Такі зміни шкодять не лише якості води, але й самим річкам. Риби, які звикли до міграції - наприклад, щука, лящ чи навіть сом - не можуть вільно переміщуватись. Вони не знаходять звичних місць для нересту, через що поступово зникають із річкової системи. Деякі види водяних рослин теж більше не можуть рости у застійній воді. Це порушує цілі екосистеми. Якщо ще кілька десятків років тому в річках мешкали десятки видів риб, водяних безхребетних, земноводних, то зараз у багатьох водоймах залишились лише ті, хто витримує забруднення й нестачу кисню.

Ще однією проблемою є зміна клімату. Це вже не щось далеке - це те, що відчуває кожен, хто живе біля річки або користується її водою. Літо стало спекотнішим, дощів менше, а ґрунт швидко висихає. Без достатньої кількості опадів у річки надходить менше води. І якщо раніше рівень води знижувався лише наприкінці літа, то тепер у багатьох регіонах річки обміліли вже в червні. Наприклад, у деяких районах Полтавщини або Чернігівщини вже звично бачити річкове дно на ділянках, де раніше плавали човни. Місцеві жителі розповідають, як раніше в цих річках ловили рибу відрами, а зараз там лише жаби й комарі.

Коли вода стає мілкою, вона швидше нагрівається, кисню в ній стає менше. Це ще більше шкодить водяним тваринам. Деякі невеликі притоки повністю пересихають улітку. Навіть у великих річках, таких як Псел чи Сула, рівень води часто настільки низький, що виникають труднощі з водозабором для потреб водопостачання. У деяких селах людям доводиться брати воду з

криниць, які теж обміліли. Це створює напругу в екологічній і соціальній сферах.

Усе це разом - греблі, ставки, зникнення заплав, спека, нестача опадів - призводить до деградації водних екосистем. Колись повноводні річки перетворюються на вузькі потічки, в яких ледь тече вода. І якщо не вживати заходів, то в майбутньому ці річки можуть зникнути зовсім. Щоб цього не сталося, потрібна злагоджена робота екологів, громад, влади. Не можна будувати греблі без урахування впливу на довкілля. Потрібно берегти заплави, заощаджувати воду, впроваджувати природоорієнтовані рішення. Бо річки - це не лише вода, це життя [18].

Одна з найсерйозніших і, на жаль, поширених проблем сучасності - це засмічення річок, особливо побутовими та будівельними відходами. Цю проблему часто недооцінюють, вважаючи її незначною або локальною. Проте насправді вона має катастрофічні наслідки для довкілля, здоров'я людей та екосистем.

Люди нерідко викидають сміття у річки або залишають його на берегах, не задумуючись про наслідки. Побутова логіка звучить так: «Це ж просто сміття, вода змиє - і його не буде». Але вода не знищує проблему - вона її переносить. Із дощовими потоками, течією та паводками відходи мігрують десятки й сотні кілометрів, засмічуючи не лише русло, а й дельти, водосховища, гирла, а також узбережжя інших країн у випадку транскордонних річок.

За даними Державної екологічної інспекції України, щороку з річок та прибережних територій вилучають десятки тисяч тонн твердих побутових відходів. Наприклад, лише в межах Сіверсько-Донецького басейну у 2023 році було зафіксовано понад 450 несанкціонованих сміттєзвалищ на берегах річок. Більше 70% із них містили пластик, скло, шини, будівельне сміття та побутову техніку. За підрахунками екологів, лише одна пластикова пляшка може перебувати у воді понад 450 років, поступово розпадаючись на мікропластик, який потрапляє у рибу, а згодом - і до організму людини [19].

Будівельне сміття також несе серйозну загрозу. Викидання бетону, уламків цегли, шиферу, фарбованих матеріалів порушує водообмін, ускладнює русло річок, викликає штучні затори, що провокує паводки й підтоплення. До того ж, багато будівельних відходів містять токсичні речовини, які потрапляють у воду та ґрунт. Це - важкі метали, феноли, формальдегіди, які мають канцерогенну дію та можуть накопичуватись у біосистемах.

Також проблема ускладнюється відсутністю контролю та покарання. За статистикою, у 2022-2023 роках екологічна інспекція виписала понад 11 тисяч протоколів про порушення правил поводження з відходами, але лише близько 15% штрафів було реально стягнуто.

Це вимагає не лише реакції держави, а й свідомої поведінки кожного громадянина. Сміття не зникає - воно повертається до нас у вигляді хвороб, мертвої риби, брудної води та втраченої природної краси.

У прибережних зонах дуже часто можна побачити стихійні звалища. Старі меблі, пляшки, пакети, залишки будівельних матеріалів, шматки бетону, цегла, пінопласт усе це валяється прямо біля річок або навіть у самій воді. Часто таке сміття опиняється в річках після ремонту будинку чи квартири, коли люди не хочуть платити за вивіз будівельних відходів і просто викидають їх аби де. Це не просто негарно - це небезпечно.

По-перше, таке сміття забруднює воду. Якщо річка протікає біля села чи міста, то велика ймовірність, що хтось із мешканців використовує її воду для поливу, господарства або навіть для пиття після фільтрації. Але вода, в яку потрапили залишки фарб, лаків, клею, пластику або пінопласту, не може бути безпечною. Токсичні речовини можуть проникати в тіло людини, викликаючи отруєння, алергії, хвороби [20].

По-друге, сміття шкодить тваринам. У річках живе багато організмів від риб до дрібних безхребетних. Коли у воду потрапляють хімічні речовини, вони отруюють усе живе. Пластик, наприклад, не розкладається роками. Риби можуть ковтати дрібні шматочки пластику, приймаючи їх за їжу, і потім

гинуть. Крім того, сміття забиває русло річки, ускладнює рух води, провокує заболочення і зменшення кисню в воді.

По-третє, усе це шкодить природній красі. Люди люблять відпочивати біля річок купатися, ловити рибу, просто насолоджуватись природою. Але коли на березі лежать гори сміття, вся ця романтика зникає. Це викликає відразу і злість. Адже чиста річка це не тільки джерело води, а й місце, де люди можуть перезавантажитись, відчувати спокій.

Усе це також має наслідки на рівні екосистеми. Річка це жива система. Вона має свій ритм, свої правила. Коли ми втручаємось і починаємо засмічувати її, ми порушуємо цей природний баланс. Зникають риби, водорості, тварини, які мешкають біля води. Змінюється мікроклімат, погіршується якість ґрунтів. А відновити все це потім дуже важко і дорого.

Що ж можна зробити? Перш за все змінити своє ставлення. Сміття потрібно викидати у спеціально відведені місця. Якщо є будівельні - замовити контейнер або відвезти на полігон. Це не так дорого, як здається. Але відповідально. Варто також долучатися до екологічних ініціатив суботників, прибирання річок. Якщо кожен прибереться хоча б біля своєї ділянки стане набагато чистіше. Важливо, щоб місцева влада не ігнорувала цю проблему. Потрібні штрафи за викидання сміття, контроль за прибережними зонами, встановлення камер у місцях частого засмічення. Але найголовніше - це виховання. Дітей треба змалку вчити, що природа - не смітник. І що кожен наш вчинок має наслідки. Ми всі хочемо жити в чистій країні, пити чисту воду, дихати свіжим повітрям. І для цього потрібно почати з малого з власного двору, берега, річки.

На Лівобережній Україні, де протікають важливі річки - Сула, Ворскла, Псел, Сіверський Донець - екосистема перебуває під серйозним тиском. Через постійні обстріли, бомбардування, вибухи постраждали не лише міста і села, а й водогосподарська інфраструктура. Руйнуються очисні споруди, водозабірні станції, дамби, насосні системи. Через це вода, яка раніше очищувалась перед

тим, як потрапити в річку, тепер зливається прямо, без жодної фільтрації. А це - десятки, а то й сотні тонн шкідливих речовин [21].

У багатьох випадках вода в річках забруднюється продуктами горіння - це і сажа, і важкі метали, і залишки хімікатів. Коли горить техніка, склади, нафтобази - все це потрапляє у повітря, ґрунт, а потім - у воду. Також небезпеку становлять мастила, пальне, уламки будівель, уламки техніки. Під час обстрілів руйнуються не лише промислові об'єкти, але й житлові будинки. І разом із уламками цегли чи бетону у воду можуть потрапляти небезпечні для життя речовини.

Особливо тривожно те, що у багатьох районах нині просто немає можливості здійснювати повноцінний моніторинг. Люди змушені тікати, науковці не можуть виїхати в зону бойових дій, а обладнання для аналізу часто зруйноване або втрачено. Через це ми не маємо об'єктивної картини. Ми не знаємо точно, скільки хімікатів потрапило в річку. Ми не бачимо, як швидко змінюється якість води. Ми можемо лише здогадуватись про масштаб проблеми.

У деяких регіонах ситуація вже критична. Наприклад, у місцях, де тривалий час ішли бої, вода стала непридатною навіть для технічних потреб. Каламутна, з неприємним запахом, зі зниженим вмістом кисню - така вода не підходить ані для поливу, ані для рибальства, ані тим більше для пиття. І це - на тлі того, що у воєнний час кожна крапля чистої води має величезне значення [22].

Через ці зміни страждає не лише природа, а й люди. Бо вода - це основа всього. Якщо нема чистої води, нема ні здоров'я, ні нормального життя. Діти, літні люди, хворі - вони особливо вразливі. А у прифронтових селах часто іншої води просто немає. Люди змушені користуватись тією, яка є, і це загрожує масовими захворюваннями.

Водночас ситуація не безнадійна. Ми вже маємо приклади, коли громади самостійно беруть ініціативу - організовують очистку джерел, фільтрують воду, будують тимчасові системи збору дощової води. Але цього недостатньо.

Потрібна підтримка на державному рівні, міжнародна допомога, нові мобільні лабораторії, фахівці. І найголовніше - потрібно налагодити системний моніторинг. Щоб не лише бачити проблему, а й мати змогу на неї реагувати.

Сьогодні, коли Україна бореться за своє майбутнє, важливо не забувати про воду. Бо після перемоги ми маємо відновити не лише будинки і дороги, а й річки, джерела, всю екосистему. І якщо зараз не подбати про воду – потім це буде зробити набагато складніше.

1.3. Система моніторингу якості води, як основа розробки природоохоронних рішень

Головна мета системи моніторингу якості води - це отримання достовірної інформації про стан водних об'єктів, динаміку їх змін, а також виявлення джерел і ступеня забруднення. Завдяки моніторингу можна вчасно виявити екологічні загрози, оцінити рівень впливу господарської діяльності на водне середовище та розробити дієві заходи щодо його збереження. Така система охоплює спостереження за фізичними, хімічними, біологічними і гідрологічними показниками води [23].

В Україні моніторинг вод є важливою частиною системи охорони довкілля. Його мета – виявляти рівень забруднення, спостерігати за змінами якості води та вчасно реагувати на екологічні загрози. Такий контроль проводиться згідно з чинним законодавством, зокрема на основі положень Водного кодексу України та Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» [24]. Визначено, що контроль за станом поверхневих і підземних вод має бути регулярним, об'єктивним і проводитись за затвердженими державними стандартами. Цей процес включає як лабораторні дослідження, так і спостереження безпосередньо в природних умовах.

Основні повноваження щодо організації та проведення моніторингу покладено на кілька державних структур. Найперше – це Державне агентство водних ресурсів України, яке відповідає за управління водними ресурсами,

зокрема за підтримання державної мережі пунктів контролю якості води. Інша ключова установа - це Державна екологічна інспекція України. Вона виконує контрольні функції, тобто перевіряє, чи дотримуються підприємства екологічних норм під час забору, використання і скиду води. Також важливу роль у цій системі відіграє Український гідрометеорологічний центр і його регіональні підрозділи. Вони проводять регулярні заміри якості поверхневих вод, включаючи температуру, прозорість, хімічний склад, рівень забруднення, а також вивчають сезонні й довгострокові зміни водного режиму.

Моніторинг здійснюється за затвердженими програмами, які передбачають відбір проб води у визначених точках. Ці точки охоплюють джерела, малі і великі річки, водосховища, ставки, озера та канали. Наприклад, у багатьох областях існують спеціально визначені пункти спостереження, де регулярно беруть зразки води і проводять їх аналіз у сертифікованих лабораторіях. Проби аналізуються на вміст нітратів, фосфатів, амонійного азоту, важких металів, пестицидів, органічних речовин, зважених частинок і мікроорганізмів. Якщо у воді виявляють перевищення встановлених нормативів, відповідні органи мають вжити заходів - сповістити громадськість, накладити штрафи, обмежити роботу підприємства чи змусити його провести модернізацію.

Незважаючи на законодавчу базу та наявність інструментів, система моніторингу вод в Україні ще має низку проблем. По-перше, багато лабораторій не мають сучасного обладнання, яке дозволяло б проводити точні аналізи на всі види забруднення. По-друге, бракує фінансування, через що частину пунктів моніторингу закривають або спостереження проводяться нерегулярно. По-третє, не всі підприємства добросовісно звітують про свої скиди у водойми, тому дані можуть бути неповними або спотвореними. Крім того, контрольні органи часто не мають достатньо повноважень або ресурсів, щоб своєчасно реагувати на всі випадки порушень. Усе це створює загрозу того, що забруднення води може залишатися непоміченим або тривалий час не усуватись [25].

Втім, важливо, що система моніторингу продовжує розвиватися. Україна поступово переходить до європейських стандартів у сфері водного контролю, включаючи інтегроване управління річковими басейнами та публічний доступ до екологічної інформації. З 2019 року діє Національна програма моніторингу вод, яка узгоджена з вимогами Водної Рамкової директиви ЄС. Це означає, що у майбутньому спостереження за станом вод має стати більш системним, точним і відкритим. Також передбачено створення єдиної інформаційної системи, яка збиратиме всі результати аналізів, протоколи перевірок, дані про гранично допустимі скиди, дозволи на спеціальне водокористування та інші документи.

Моніторинг вод в Україні - це не просто технічна процедура, а важлива частина екологічної політики держави. Від його якості та ефективності залежить стан наших річок, озер, підземних вод і здоров'я мільйонів людей. Саме через цей механізм ми можемо вчасно дізнаватися про небезпечні тенденції, впливати на діяльність забруднювачів і захищати водні ресурси для себе та майбутніх поколінь [26].

Зібрані дані обробляються та аналізуються спеціалістами, після чого передаються у вигляді звітів органам влади, водокористувачам та громадськості. Саме на основі таких звітів розробляються природоохоронні рішення. Вони можуть включати введення обмежень на скиди забруднюючих речовин, розробку програм очищення стічних вод, модернізацію систем водовідведення, а також екологічну реабілітацію водойм. У деяких випадках за результатами моніторингу можуть бути накладені штрафи на підприємства, що порушують встановлені нормативи.

Сьогодні ми живемо в епоху, коли технології стають не просто зручністю, а необхідністю. Особливо це стосується охорони довкілля. Однією з найважливіших сфер, де новітні технології можуть реально змінити ситуацію на краще, є моніторинг водних ресурсів. Простіше кажучи - це постійне спостереження за тим, у якому стані знаходиться вода в наших річках, озерах,

водосховищах. І якщо ще кілька десятиліть тому це робили вручну, іноді рідко і неточно, то зараз на допомогу приходять сучасні інструменти.

Одну з ролей тут відіграють автоматизовані станції моніторингу. Вони встановлюються безпосередньо біля водних об'єктів і можуть цілодобово відслідковувати стан води. Такі станції вимірюють температуру, рівень кисню, вміст шкідливих речовин, каламутність та інші параметри. Усе це передається в реальному часі до центрів обробки інформації. Це означає, що у випадку загрози - наприклад, якщо в річку потрапили хімікати - можна швидко виявити проблему й почати реагувати [27].

Справжнім проривом у доступності екологічної інформації для широкого загалу стала Інтерактивна карта забруднення річок України (рис. 1.3), створена за участі Державного агентства водних ресурсів. Цей онлайн-інструмент під назвою “Чиста вода” дозволяє кожному охочому ознайомитися з реальним станом водойм в усіх областях України. Вона є не лише зручною для користування, а й надзвичайно інформативною.

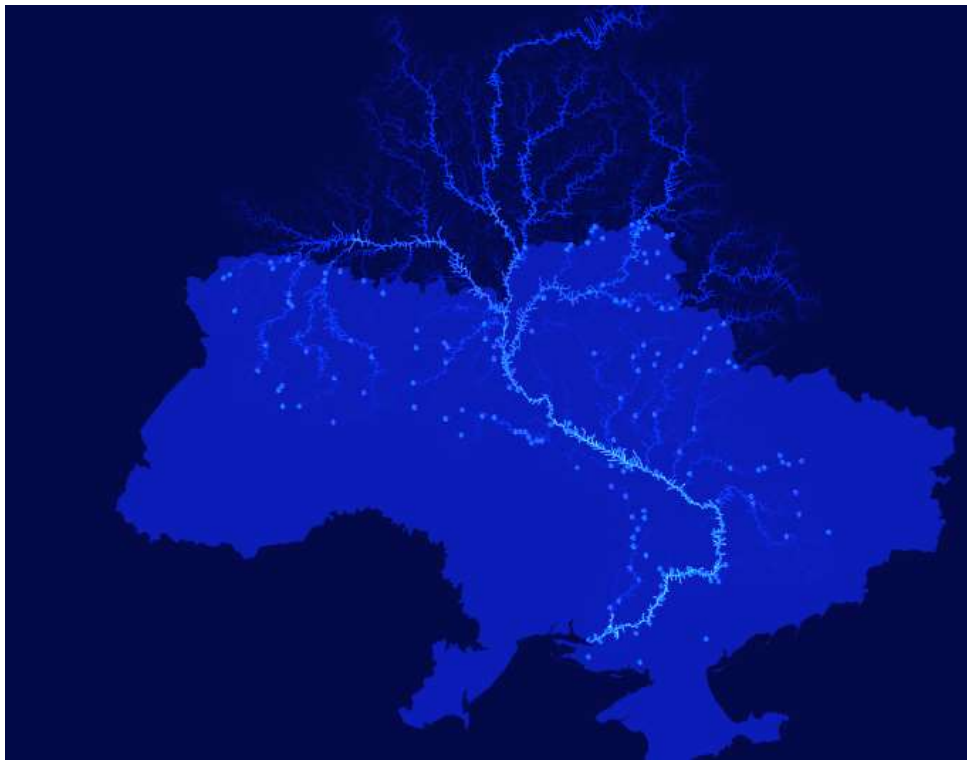


Рис.1.4. Інтерактивна карта забрудненості річок в Україні на основі даних Державного агентства водних ресурсів [29]

На карті позначено найбільші річкові басейни країни - Дніпра, Дністра, Південного Бугу, Сіверського Дінця та інші. Користувач може натиснути на назву одного з басейнів у меню зліва, після чого карта автоматично зосереджує увагу лише на цьому об'єкті. Уся зайва інформація зникає, залишаючи лише обраний басейн та спеціальні іконки у вигляді квіток. Ці квітки - символічне позначення точок, де проводяться відбори проб води співробітниками Держводагентства [28].

Окремо варто згадати кнопку «Хто забруднює річки в твоїй області», що розміщена над картою. Натиснувши на неї, користувач обирає область зі списку і отримує перелік підприємств, які за офіційними даними Держводагентства є забруднювачами річок у цьому регіоні. Цей список може вражати. Деякі області мають десятки підприємств, що регулярно скидають у воду забруднення - нафтохімічні заводи, агрофірми, водоканали, харчові комбінати, металургійні гіганти. При цьому точні координати місць скидів часто залишаються невідомими, що ускладнює контроль за забрудненням. Але загальне уявлення про екологічних порушників це дає.

Наприклад у Полтавській області ситуація з водними ресурсами викликає серйозне занепокоєння через значне забруднення річок та водойм. Основними джерелами забруднення є підприємства, які скидають недостатньо очищені або взагалі неочищені стічні води (табл. 1.2).

Таблиця 1.2.

Підприємства забруднювачі в Полтавській області [29]

ЄДРПОУ	Назва	Викиди, млн куб.
36770447	КП "ЛУБНИ-ВОДОКАНАЛ" ЛМР, М. ЛУБНИ	1.02
21067735	ПИРЯТИНСЬКІ ГОСПРОЗРАХУНКОВІ ОЧИСНІ СПОРУДИ, М. ПИРЯТИН	0.636
03361661	КАРЛІВСКА ДІЛЬНИЦЯ КП "ПОЛТАВАВОДОКАНАЛ" ПОР, М. КАРЛІВКА	0.234
31728762	КП "ЖЕО "ТЕРЕШКІВСЬКОЇ С/Р", С. ТЕРЕШКИ ПОЛТАВСЬКИЙ РАЙОН	0.117

03361661	МАШІВСЬКА ДІЛЬНИЦЯ КП "ПОЛТАВАВОДОКАНАЛ" ПОР, СМТ. МАШІВКА	0.056
31082371	СКП "СЯЙВО", С. ЗАСУЛЛЯ ЛУБЕНСЬКИЙ РАЙОН	0.036
39418096	ТОВ "ОРЖИЦЬКИЙ МОЛОКОЗАВОД", С. ЗАРІГ ОРЖИЦЬКИЙ РАЙОН	0.029
31609905	ЖИТЛОВО-КОМУНАЛЬНЕ ПІДПРИЄМСТВО, С. ПЕТРІВКА-РОМЕНСЬКА ГАДЯ	0.024
34544301	ТОВ "МЕТРО КЕШ ЕНД КЕРІ УКРАЇНА", С. СУПРУНІВКА ПОЛТАВСЬКИЙ Р	0.014
41289754	КОМУНАЛЬНЕ ПІДПРИЄМСТВО "ГЛОБІНСЬКЕ" ГМР, М. ГЛОБІНЕ	0.009

Ці підприємства скидають у водойми значні обсяги забруднених стічних вод, що містять важкі метали, нафтопродукти, фосфати, нітрати та інші шкідливі речовини.

Проблема поглиблюється через застарілі технології очищення стічних вод та відсутність належного фінансування на модернізацію очисних споруд. Деякі підприємства свідомо економлять на екологічних заходах, що призводить до перевищення гранично допустимих скидів (ГДС) та погіршення стану водних екосистем.

РОЗДІЛ 2. ПРОГРАМА, УМОВИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Умови проведення досліджень

2.1.1. Характеристика басейну р. Сула

Басейн річки Сула охоплює частину Лівобережної України та є складовою частиною водної системи Дніпра (рис. 2.1). Річка Сула бере початок на південному сході Сумської області, недалеко від села Підставки, і впадає в Дніпро на території Полтавської області, неподалік міста Кременчук. Загальна довжина річки становить близько 365 км. Площа водозбірного басейну складає приблизно 19,6 тисяч квадратних кілометрів. Басейн річки має переважно рівнинний характер. Територія, яку охоплює басейн, знаходиться в межах Сумської, Полтавської та частково Чернігівської областей. Тут переважають сільськогосподарські угіддя, ліси, заболочені території та невеликі населені пункти. Ґрунти в басейні Сули родючі, що зумовлює активну аграрну діяльність. Саме тому одним з основних джерел навантаження на водні ресурси є використання мінеральних добрив, пестицидів та гербіцидів [30].

Серед приток Сули - Грунь, Хорол, Терн, Ромен та інші менші водотоки, які відіграють роль у формуванні гідрологічного режиму річки. У басейні Сули є також численні ставки, водосховища, меліоративні канали, що впливають на водний баланс регіону. Гідрологічний режим річки формується переважно за рахунок танення снігу, а також атмосферних опадів. В літній період спостерігається зниження рівня води, а взимку річка частково замерзає.



Притоки річки Сула

Ліва притока	Права притока
річка Артополок	річка Оржиця
річка Ольшанка	річка Сліпород
	річка Удай
	річка Сулиця
	річка Суха Лохвиця
	річка Локня
	річка Олава
	річка Ромен
	річка Хмелівка
	річка Хусть
	річка Хусь
	річка Терн

Інші річки басейну р. Сула

Назва	Притока
річка Бишків	права притока р. Хусть
річка Буримня	ліва притока р. Удай
річка Біж	права притока р. Терн
річка В'язовець	ліва притока р. Сліпород
річка Галка	права притока р. Удай
річка Глинна	ліва притока р. Лисогір
річка Гнила Оржиця	ліва притока р. Суха Оржиця
річка Детюківка	ліва притока р. Лисогір
річка Куриця	ліва притока р. Терн
річка Лисогір	ліва притока р. Удай
річка Малий Ромен	права притока р. Ромен
річка Многа	ліва притока р. Удай
річка Перевод	права притока р. Руда
річка Руда	права притока р. Удай
річка Смож	ліва притока р. Удай
річка Суха Оржиця	права притока р. Оржиця
річка Удай	права притока р. Удай
річка Утка	ліва притока р. Удай
річка Чумгак	права притока р. Суха Оржиця
річка Іченька	ліва притока р. Удай

Рис. 2.1. Басейн річки Сула [31]

Басейн Сули розташований у межах Придніпровської низовини, має слабохвилястий рельєф із незначними перепадами висот. Русло річки в середній та нижній течії має звивистий характер, з численними меандрами,

старицями та заплавними озерами. Заплава річки широка, часто заболочена, із збереженими залишками природної рослинності.

Річка Сула та її притоки є місцем проживання понад 30 видів риб, зокрема карася, щуки, ляща, плітки, окуня, а також рідкісних видів, таких як стерлядь. У заболочених ділянках зустрічаються водоплавні птахи, земноводні, комахи. Але біорізноманіття зменшується через евтрофікацію та забруднення. У прибережних лісах ростуть верба, вільха, осика, очерет, осока.

Басейн Сули знаходиться в зоні помірно-континентального клімату, з теплим літом і відносно м'якою зимою.

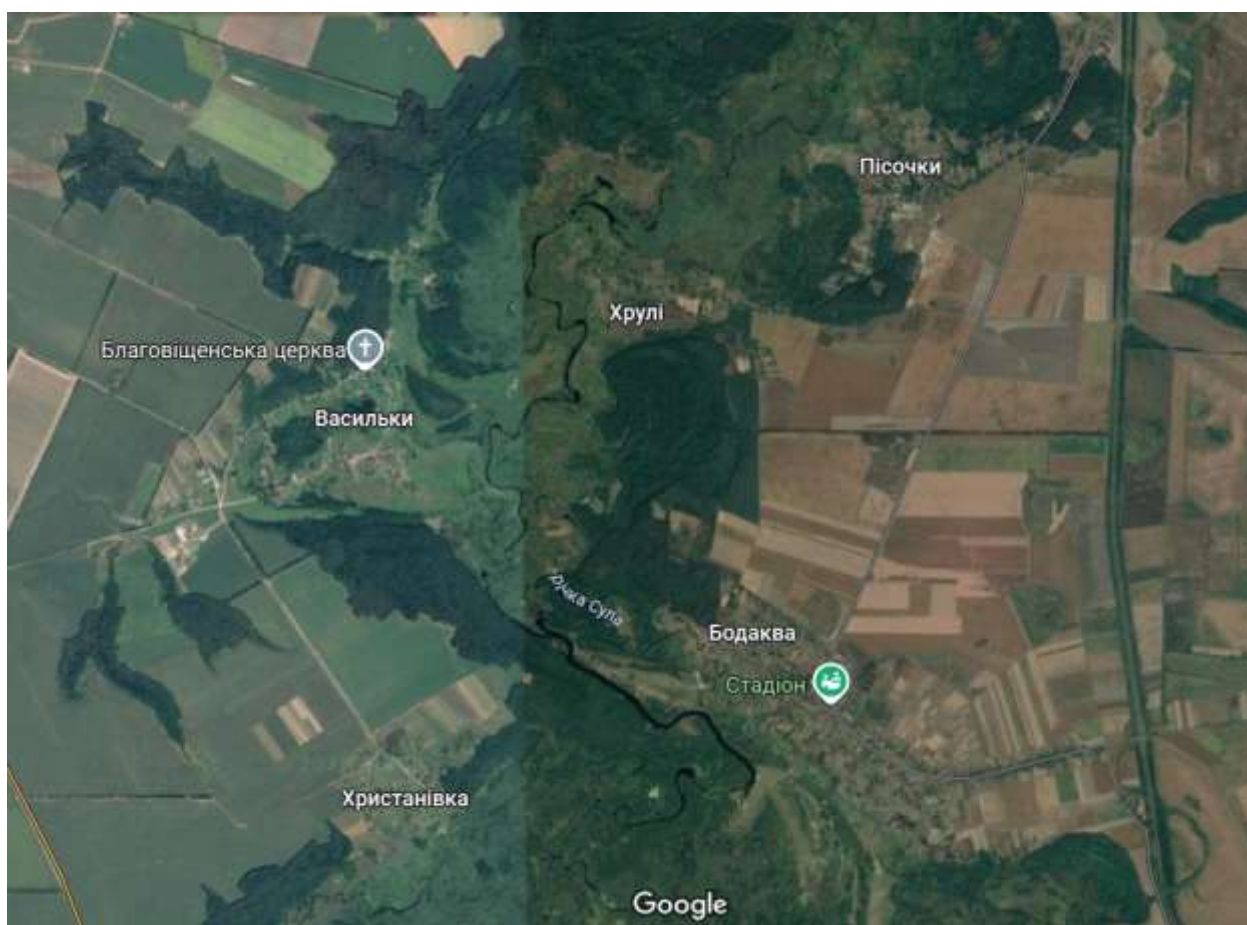


Рис. 2.2. Річка Сула на карті (джерело Google Earth) [32]

Середньорічна кількість опадів 550–600 мм, що має безпосередній вплив на водний режим.

Найвищий рівень води фіксується у березні–квітні під час весняного водопілля, найнижчий у серпні–вересні.

Серед основних загроз для екосистеми басейну річки Сула слід відзначити насамперед евтрофікацію водойм, яка виникає внаслідок надмірного надходження до річки поживних речовин, зокрема нітратів і фосфатів. Це призводить до масового "цвітіння" води, тобто інтенсивного розвитку синьо-зелених водоростей, які знижують рівень кисню у воді, сприяють загибелі риби та інших водних організмів, а також значно погіршують загальну якість води.

Іншою серйозною проблемою є замулення русла, особливо у нижній течії річки. Це явище обумовлене як природними, так і антропогенними чинниками: змив ґрунту з орних земель, будівництво, вирубка прибережної рослинності. Замулення призводить до зменшення глибини річки, уповільнення течії, утворення застійних ділянок, що погіршує гідрологічний режим і сприяє подальшому накопиченню осадів.

Значну загрозу становить і втрата природної заплави. Це відбувається через меліораційні роботи, розорювання заплави, забудову прибережних територій. Заплава, яка раніше слугувала природним фільтром і регулятором водного балансу, втрачає свою функціональність. Через це порушується природна рівновага в басейні річки, а також знижується її здатність до самовідновлення [33].

Додатковим чинником деградації є наявність великої кількості штучних ставків і водосховищ, які змінюють природний гідрологічний режим. Вони уповільнюють течію, сприяють застою води, зміні температурного режиму, а також є джерелом вторинного забруднення при порушенні режиму експлуатації.

Разом із тим, на рівні місцевих громад, об'єднаних територіальних громад (ОТГ) та екологічних організацій вживаються певні заходи для охорони та відновлення річки Сула. Зокрема, щороку проводяться акції з очищення русла річки від сміття та різного роду відходів. У цих заходах часто беруть участь волонтери, школярі, активісти та представники місцевої влади.

Також здійснюється моніторинг якості води у співпраці з Державною екологічною інспекцією, що дозволяє виявляти ділянки з підвищеним рівнем забруднення та оперативно реагувати на проблеми.

У межах екологічної політики регіону проводяться роботи зі створення прибережних захисних смуг. Вони включають насадження дерев, кущів і трав'яної рослинності, що зміцнює береги, запобігає змиву ґрунту, зменшує надходження забруднювачів до річки з сільськогосподарських угідь.



Рис.2.3. Фото річки Сула

Важливим напрямом роботи є реконструкція застарілих очисних споруд у таких містах, як Лохвиця, Ромни та Гадяч. Ці споруди часто не відповідають сучасним екологічним вимогам і потребують модернізації для більш ефективного очищення побутових і промислових стічних вод.

2.2. Методика проведення досліджень

2.2.1. Особливості експедиційних досліджень

Наші дослідження виконано в п'ять етапів: літературний аналіз стану проблеми → експедиційні дослідження з аналізом стану прилягаючих територій та відбором проб → лабораторно-аналітичне дослідження параметрів якості води → оцінювання якості води та її відповідність різним видам водокористування (питному, господарсько-побутовому та рибогосподарському) → формування висновків [34].

Експедиційні дослідження є важливою складовою комплексної оцінки екологічного стану водних об'єктів, зокрема річок. Вони передбачають безпосереднє виїзне обстеження водного середовища з метою збору первинної інформації, відбору проб води, донних відкладів, біологічного матеріалу, а також фіксації візуальних ознак забруднення або антропогенного навантаження. На відміну від стаціонарних методів дослідження, експедиційні дослідження дають змогу отримати оперативні, локалізовані й репрезентативні дані в реальному часі, що робить їх незамінними для оцінки фактичного стану річкової екосистеми [35].

Підготовчий етап експедиційних досліджень включає розробку маршруту обстеження, визначення точок контролю (станцій відбору проб), логістику доступу до кожної точки, підбір відповідного обладнання, приладів та інвентаря, а також підготовку контейнерів для зберігання зразків. Важливо заздалегідь врахувати фізико-географічні умови місцевості, пору року, метеорологічні особливості, гідрологічний режим річки, наявність гідротехнічних споруд і джерел можливого забруднення. Також складається графік відбору проб, заповнюються відповідні журнали спостережень та бланки супровідної документації.

Польовий етап експедиції передбачає безпосередній виїзд на водний об'єкт і проведення низки операцій. Одним із перших заходів є візуальне обстеження: фіксується колір води, прозорість, наявність піни, плям

нафтопродуктів, сміття, сторонніх запахів, водоростей або водяної рослинності у надмірних кількостях, берегова ерозія, стан прибережних зон тощо. Ці параметри є важливими для попередньої екологічної діагностики.

Відбір проб води є надзвичайно важливим етапом у проведенні екологічних досліджень, адже саме якість і правильність цього процесу визначають достовірність подальших аналізів і отриманих результатів. З метою забезпечення стандартизованого і точного відбору проб води застосовують вимоги ДСТУ ISO 5667, які регламентують порядок, умови та методи забору зразків у природних водоймах. Цей стандарт дозволяє уніфікувати процедуру так, щоб різні дослідники отримували порівнянні й репрезентативні дані [36].

Перш за все, відбір проб має здійснюватися відповідно до чітко визначених методичних рекомендацій, що включають вибір місця, часу, глибини, а також способу забору. Вибір місця залежить від мети дослідження і може бути спрямований на контрольні ділянки - зразки, які відображають загальний стан водного об'єкта, або на локальні зони можливого забруднення (наприклад, поблизу скидів стічних вод, промислових підприємств, сільськогосподарських угідь).

Глибина забору зразків також грає ключову роль, оскільки в різних шарах водного стовпа можуть бути суттєві відмінності у складі води. Проби беруть із поверхневого шару (зазвичай на глибині 0,3–0,5 м), середньої товщини потоку або безпосередньо біля дна, де концентрації забруднювачів можуть бути вищими через осадження і накопичення речовин. Для забору з середньої товщини застосовують спеціальні пристрої - пробовідбірники або шланги, що дозволяють зібрати воду із вибраної глибини, не порушуючи цілісності водного середовища.

При відборі проб для хімічного аналізу використовують скляні або пластикові стерильні ємності, які повинні бути заздалегідь промиті і продезінфіковані, щоб уникнути контамінації зразка сторонніми речовинами. Для біологічного аналізу можуть знадобитися спеціальні контейнери з

фіксуєними розчинами (для збереження структури організмів) або ж ємності, що дозволяють транспортувати живі організми для подальшого вивчення. Важливо, що контейнери повинні бути герметичними і забезпечувати збереження проб у природному стані.

Під час відбору обов'язково фіксують супутні параметри, які допомагають інтерпретувати результати аналізів і врахувати зовнішні впливи. Серед таких параметрів - GPS-координати місця відбору, які забезпечують точність локації, температуру повітря і води, що впливають на розчинність газів і хімічні процеси, глибину забору, швидкість течії, яка визначає інтенсивність перенесення забруднювачів, а також рівень води. Всі ці дані заносяться до спеціального журналу або електронної бази для подальшої обробки та аналізу.

Після відбору проби маркують, проставляючи унікальні ідентифікатори, що включають дату, час, місце та інші характеристики, необхідні для уніфікації та запобігання плутанині. Важливою є і правильна організація транспортування проб до лабораторії. Вони повинні зберігатися в умовах, що мінімізують зміни їх хімічного і біологічного складу - це може бути охолодження до температури $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ або використання спеціальних контейнерів з термоізоляцією. Недотримання цих умов може призвести до руйнування органічних сполук, зміни концентрації розчинених речовин або загибелі живих організмів, що суттєво вплине на точність досліджень [37].

Паралельно здійснюються інструментальні вимірювання фізико-хімічних параметрів води в польових умовах. Для цього використовуються портативні прилади - рН-метри, оксиметри, кондуктометри, фотометри, які дозволяють оперативно виміряти водневий показник (рН), вміст розчиненого кисню, температуру, електропровідність, окисно-відновний потенціал, солоність. В деяких випадках також визначають каламутність, колірність або присутність нітратів, амонію та фосфатів за допомогою тест-систем.

Особливу увагу в експедиційних дослідженнях приділяють біологічним показникам стану водойми. За допомогою сіток-планктонозбірників,

пробовідбірників або ручних лопат здійснюється збір зоопланктону, фітопланктону, макрзообентосу. Для їх фіксації використовуються розчини формаліну або спирту. Визначення видового складу організмів проводиться у лабораторних умовах, а отримані результати дозволяють зробити висновки про ступінь трофікації водойми, рівень органічного забруднення, наявність токсичних впливів.

Ще одним напрямом є геоморфологічні та гідроморфологічні обстеження, у межах яких визначаються ширина річища, глибина в різних ділянках, характер дна, наявність затонів, переказів, островів, заболочених ділянок, типи ґрунтів берегів, ступінь урбанізації прибережної зони, наявність гідротехнічних споруд, зливових стоків, каналізаційних випусків або скидів промислових підприємств. Також оцінюється стан заплав, рослинності, рівень рекреаційного навантаження.

Фотографічна та відеофіксація є важливою частиною експедиційних досліджень, оскільки забезпечує документальне підтвердження стану водойми на момент дослідження. Дані матеріали також можуть використовуватися в подальшому для порівняльного аналізу або при формуванні екологічних звітів.

У разі виявлення ознак гострого забруднення (наприклад, масова загибель риби, викид невідомих речовин, наявність запаху хімії чи мазуту) експедиційна група може ініціювати позапланове лабораторне дослідження з розширеним спектром аналізів або повідомити відповідні органи екологічного контролю для оперативного реагування.

Завершальним етапом експедиції є узагальнення отриманих даних, складання актів і протоколів відбору, попередній аналіз результатів і формування висновків. Експедиційні спостереження часто дають змогу виявити локальні проблеми, які можуть залишатися поза увагою при віддаленому моніторингу, а також забезпечити більш точну просторову оцінку екологічного стану водного об'єкта [38].

Експедиційні дослідження виступають незамінним інструментом у вивченні стану річок, зокрема р. Сула, і дозволяють комплексно оцінити як природні характеристики, так і наслідки антропогенного впливу, що є надзвичайно важливим для формування ефективної екологічної політики та раціонального управління водними ресурсами.

2.4.2. Методика оцінки екологічного стану р. Сула

Методологія оцінки екологічного стану ґрунтується на низці основних принципів: системності, комплексності, інтегрованості, багаторівневості, а також відповідності національним і міжнародним стандартам. У сучасній екологічній практиці України широко застосовуються підходи, засновані на гармонізації з Директивою Європейського Парламенту та Ради № 2000/60/ЄС (Водна рамкова директива), яка передбачає досягнення доброго екологічного стану всіх вод до визначеного терміну.

В Україні екологічна оцінка якості води у водних об'єктах здійснюється на основі спеціально розроблених методик, стандартів і нормативних документів. Вони встановлюють єдиний підхід до визначення стану вод, дозволяють порівнювати результати досліджень у різних регіонах, а також формують основу для прийняття управлінських рішень у сфері охорони довкілля. Загальна методика оцінки екологічного стану водних об'єктів закріплена в декількох основоположних документах, які розроблені міністерствами, науковими установами, а також затверджені відповідними державними органами. Серед них особливо важливими є "Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями використання", яка затверджена Міністерством захисту довкілля та природних ресурсів України, а також "Методика оцінювання екологічного стану поверхневих вод суші за комплексом показників". Окремо регламентуються правила відбору проб і проведення аналізів у межах державних стандартів, таких як ДСТУ ISO 5667 - міжнародний стандарт щодо процедур моніторингу

води, та ДСТУ 4276-2004, який описує вимоги до методів контролю хімічного складу води [39].

Ці методики створюють єдиний підхід до класифікації якості вод, враховуючи цілу низку фізико-хімічних, гідробіологічних, токсикологічних і санітарно-гігієнічних показників (рис. 2.4). Наприклад, для оцінки якості води використовуються такі параметри, як вміст розчиненого кисню, біологічне споживання кисню (БСК), хімічне споживання кисню (ХСК), концентрації нітратів, амонію, фосфатів, важких металів, пестицидів, а також температура, мутність, кольоровість, запах і смак. Додатково враховуються мікробіологічні показники, зокрема наявність патогенних мікроорганізмів, кишкової палички тощо. Усі ці дані збираються у визначених точках контролю, що розміщені на річках, озерах, водосховищах, ставках, каналах та інших водних об'єктах. Відібрані проби аналізуються у сертифікованих лабораторіях, які повинні дотримуватись процедур, передбачених чинними нормативами. Результати таких аналізів заносяться до спеціальних форм та електронних систем моніторингу [41]. Основний перелік

Важливою складовою є також система класифікації екологічного стану води. В Україні прийнято оцінювати стан водних об'єктів за п'ятибальною шкалою. Відмінний екологічний стан - це вода, яка практично не має відхилень від природного фону. Добрий стан - це незначне антропогенне навантаження, при якому екосистема ще функціонує нормально. Задовільний стан означає, що вплив людини вже починає впливати на структуру біоценозу та якість води. Поганий і дуже поганий стан свідчать про сильне або катастрофічне забруднення, що призводить до порушення балансу в екосистемі, зникнення окремих видів флори і фауни, небезпеку для здоров'я людини. Такий підхід дозволяє ефективно оцінити не лише хімічну якість води, а й загальний вплив забруднення на живу природу.



Рис. 2.4. Основні показники якості води [40]

Оцінка стану вод також враховує цільове призначення водойми. В залежності від того, для чого використовується вода - для питного водопостачання, рибного господарства, рекреації, технічного водозабору - встановлюються різні граничні значення показників. Наприклад, вимоги до води, яку споживають люди, значно жорсткіші, ніж до води, яка

використовується в промисловості. Методика екологічної оцінки дозволяє встановити, наскільки вода відповідає цим критеріям, і чи можна її безпечно використовувати за призначенням. Також вона дає змогу простежити зміни у динаміці - тобто зрозуміти, чи покращується або погіршується якість води з плином часу, чи ефективними є вжиті природоохоронні заходи.

У багатьох випадках результати оцінки екологічного стану вод використовуються для прийняття рішень на державному та регіональному рівнях. На їх основі складаються плани управління річковими басейнами, програми оздоровлення водних об'єктів, вносяться зміни до дозвільної документації підприємств, які здійснюють скиди у водойми. Якщо стан води погіршується, відповідні служби можуть зобов'язати водокористувачів модернізувати очисні споруди або зменшити обсяги скидів. В окремих випадках можуть навіть заборонити користування водоймою для певних цілей [42].

Одним із інтегральних підходів до кількісної оцінки є розрахунок індексу забруднення води (ІЗВ). Він об'єднує декілька хімічних показників, які найбільше характеризують забруднення (зазвичай це БСК₅, ХСК, азот амонійний, нітрати, фосфати, залізо, нафтопродукти, феноли тощо), шляхом порівняння фактичної концентрації кожної речовини з її гранично допустимою концентрацією (ГДК). Сума часток перевищення ГДК за обраними компонентами ділиться на кількість індикаторів, у результаті чого отримується середньозважене значення забруднення. За шкалою ІЗВ стан води класифікується як чистий, помірно забруднений, забруднений, брудний або дуже брудний.

Крім того, у разі потреби застосовуються екотоксикологічні методи, які передбачають тестування токсичності води на біотест-організмах: дафніях, водоростях, рибках. Ці методи дозволяють виявити сумарний токсичний ефект усіх присутніх у воді забруднювачів.

Для екологічного районування та просторової інтерпретації результатів використовують геоінформаційні системи (ГІС), які дозволяють моделювати

поширення забруднення, аналізувати динаміку стану водойм у часі та формувати карти екологічного стану.

Важливим етапом у методиці дослідження є польове обстеження і відбір проб води. Відбір проводять згідно з нормативами ДСТУ ISO 5667-6. Під час цього процесу обов'язково дотримуються принципів репрезентативності, стерильності та визначених часових інтервалів. Проби беруть у різні пори року, щоб врахувати сезонні зміни. Крім того, воду відбирають у різних частинах русла: у прибережній зоні, посередині потоку, а також у поверхневому і донному горизонтах. Такий підхід дозволяє отримати більш повну і точну картину якості води.

2.4.3. Методи визначення основних показників якості води

Хімічні та фізико-хімічні показники є основними критеріями, за якими оцінюється якість води в річках. Вони допомагають визначити ступінь забруднення, походження домішок та загальний стан водного об'єкта. Основними фізико-хімічними показниками є температура води, прозорість, забарвлення, запах, водневий показник (рН), електропровідність, а також вміст розчиненого кисню. До хімічних показників відносять концентрації органічних і неорганічних речовин: нітратів, нітритів, амонію, фосфатів, хлоридів, сульфатів, заліза, марганцю, а також важких металів.

Температура води впливає на швидкість хімічних реакцій та життєдіяльність водних організмів. Прозорість та колір води можуть свідчити про наявність завислих часток, водоростей або органічних домішок. Значення рН показує, чи вода кисла, нейтральна або лужна, що важливо для більшості біологічних процесів. Електропровідність визначає кількість розчинених у воді солей. Вміст розчиненого кисню є критично важливим для життя риб та інших водних організмів - якщо його мало, це ознака забруднення.

Для вивчення цих показників використовуються різні методи. Температуру, прозорість, рН і електропровідність вимірюють за допомогою

портативних приладів безпосередньо на місці забору проб. Це дозволяє отримати швидкий результат і одразу побачити відхилення від норми.

Оцінка якості води ґрунтується на аналізі комплексу хімічних та фізико-хімічних показників, які відображають ступінь забруднення водного об'єкта, його придатність до використання для різних цілей, а також екологічний стан водного середовища. Для отримання достовірних та репрезентативних результатів використовуються стандартизовані методики, закріплені в національних та міжнародних нормативних документах (ДСТУ, ДСанПіН, ISO, ГОСТ тощо). Усі дослідження проводяться відповідно до вимог метрологічного контролю і забезпечення точності результатів [43].

До найпоширеніших фізико-хімічних методів дослідження якості води належать: гравіметричні, титриметричні, фотометричні, спектрофотометричні, електрохімічні, флуоресцентні, хроматографічні та інструментальні методи. Кожен із них застосовується залежно від типу показника, що аналізується.

Одним із базових показників, що характеризують фізичні властивості води, є каламутність, яка визначається за допомогою нефелометричного методу згідно з ДСТУ ISO 7027:2003. Суть методу полягає у вимірюванні інтенсивності світла, розсіяного завислими частинками у воді. Каламутність вказує на наявність механічних домішок, колоїдів, глинистих частинок, які можуть бути носіями мікроорганізмів та хімічних забруднювачів [44].

Забарвленість води аналізується згідно з ДСТУ ISO 7887:2003. Для її визначення використовують фотометричні методи, які базуються на порівнянні інтенсивності забарвлення з еталонними розчинами. Забарвленість може бути зумовлена як природними (гумусові речовини, органіка), так і антропогенними (промислові викиди, нафтопродукти) факторами [45].

Запах і смак води є органолептичними показниками, що оцінюються за методикою ГОСТ 3351-74. Вони визначаються дегустаційною оцінкою води при температурі 20°C та 60°C, і є важливими при прийнятті рішень щодо водопідготовки для питного водопостачання.

Визначення рН (водневого показника) проводиться за ДСТУ 4077-2001 методом потенціометрії із застосуванням рН-метра. Цей показник є ключовим для характеристики кислотно-лужного балансу водного середовища, який впливає на біохімічні процеси, життєдіяльність водної фауни та активність токсичних речовин.

Загальна жорсткість води, яка зумовлена вмістом іонів кальцію та магнію, визначається за комплексометричним методом відповідно до ДСТУ ISO 6059:2003. Метод базується на титруванні проби розчином трилону Б з індикатором.

Гідрокарбонати (іони HCO_3^-) та загальна лужність визначаються титриметричним методом згідно з ДСТУ ISO 9963-1:2007 шляхом нейтралізації кислотами до встановлених індикаторних точок. Ці показники вказують на буферну здатність води та її стійкість до зміни рН [46].

Залізо загальне визначається фотометричним методом з реактивом 1,10-фенантролін, який утворює кольоровий комплекс з Fe^{2+} . Метод регламентується МВВ 081/37-0734-11. Підвищений вміст заліза може свідчити про природне мінералізоване надходження або корозію трубопроводів.

Загальний вміст солей (мінералізація) вимірюється гравіметричним методом або розрахунковим шляхом після визначення електропровідності води. Мінералізація є інтегральним показником якості води, що визначає її смакові властивості та придатність до споживання.

Хімічне споживання кисню (ХСК) визначається за дихроматним методом згідно з МВВ 081/37-0737-11. Суть методу полягає в окисненні органічних речовин дихроматом калію в присутності сірчаної кислоти. Показник характеризує органічне забруднення води.

Кисень розчинений визначається електрохімічним методом з використанням оксиметра згідно з ДСТУ ISO 5814:2004. Показник є критичним для існування водної біоти та здійснення аеробних процесів самоочищення води.

Нітрати та амоній визначаються фотометричними методами за допомогою специфічних реактивів (саліцилова кислота, реактив Неслера), що дають інтенсивне забарвлення. Відповідні методики регламентуються МВІ 081/37-0699-10 та МВІ 081/37-0698-10. Ці форми азоту є показниками евтрофікації води та забруднення органічного походження.

Хлориди визначаються титруванням розчином нітрату срібла (ДСТУ ISO 9297:2007), що утворює нерозчинний осад з Cl^- . Надмірна кількість хлоридів може впливати на смак води та викликати корозію труб.

Сульфати визначаються турбідиметричним методом із застосуванням барію хлориду (МВІ 081/37-700-10), що утворює зважений осад сульфату барію. Сульфати є індикатором промислового забруднення та впливають на осмотичні властивості води.

Натрій та кремній визначаються за допомогою індуктивно-зв'язаного плазмового атомно-емісійного спектрометра (ICP-AES) або методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії відповідно до ДСТУ EN ISO 11885:2019. Наявність цих елементів вказує на геохімічне походження води або можливе забруднення [47].

Окисно-відновний потенціал (ОВП) вимірюється електродним методом з використанням платинових електродів. Він відображає загальний баланс окисно-відновних процесів у воді та дозволяє оцінити здатність середовища до самоочищення.

Всі ці методи дослідження дають змогу оцінити якість води, виявити джерела та ступінь забруднення, а також розробити рекомендації для поліпшення екологічного стану річкових систем. Застосування стандартизованих та чутливих методик забезпечує об'єктивність, достовірність та порівнюваність результатів у часі та просторі.

2.4.4. Методика оцінки екологічного стану водойми за Індексом забруднення води (ІЗВ)

Одним з найчастіше використовуваних в системі оцінки якості поверхневих вод є гідрохімічний індекс забрудненості води (ІЗВ).

Індекс якості води (ІЗВ) – це узагальнена чисельна оцінка якості води за сукупністю основних показників і видами водокористування. ІЗВ представляє собою середнє значення перевищення ГДК по лімітуючому числі індивідуальних показників (в основному їх 6).

Індекси - це формалізовані показники забрудненості води, що узагальнюють більш широкі групи натуральних показників, враховують різні сторони водного об'єкту.

Поява та розвиток методики ІЗВ пов'язані з необхідністю стандартизованого, об'єктивного і водночас практичного способу оцінки якості води, що охоплює багато параметрів забруднення одночасно. Раніше, у 1960–1970-х роках, контроль за якістю води здійснювався переважно на основі окремих показників - концентрації важких металів, вмісту кисню, рівня фосфатів чи органічних речовин. Однак такий підхід ускладнював комплексний аналіз стану водойми, оскільки окремі параметри не могли повною мірою відображати загальну картину екологічного стану. Крім того, різні параметри мають різну токсичність і вплив на водне середовище, тому виникла потреба у розробці узагальненого індексу, який би враховував їхню комбіновану дію.

Ідея створення індексу забруднення води виникла в рамках екологічних досліджень, зокрема в країнах з розвиненою промисловістю, де питання охорони водних ресурсів набули особливої актуальності. У США, країнах Європи та Радянському Союзі науковці та екологи почали розробляти методики, що дозволяли інтегрувати різні показники якості води у єдиний числовий індекс. Ці методики враховували не лише хімічний склад води, але

й біологічні показники, наприклад, стан мікрофлори та наявність токсичних організмів.

В Україні методика ІЗВ стала застосовуватися з середини 1980-х років у рамках державного моніторингу стану водних об'єктів. Вона базувалась на принципах, закладених у міжнародних стандартах і методиках, адаптованих до місцевих умов і специфіки забруднення українських водойм. Методика передбачає відбір водних проб у визначених контрольних точках та аналіз концентрації найбільш значущих забруднювачів - хімічних речовин, важких металів, органічних сполук, а також визначення фізико-хімічних параметрів, як-от показник кисню, прозорість, рівень рН. Кожен показник оцінюється за шкалою, що відображає його відповідність гранично допустимим концентраціям (ГДК). Потім ці значення агрегуються у загальний індекс, що відображає ступінь забруднення води в цілому.

Сутність індексу полягає у тому, що він допомагає не просто констатувати факт забруднення, а й розуміти його інтенсивність і потенційну небезпеку для екосистеми. За допомогою ІЗВ можна класифікувати водні об'єкти за рівнем забруднення: від чистих чи слабозабруднених до сильно забруднених або критичних станів, що вимагають негайних заходів. Це дуже важливо для планування природоохоронних заходів, розробки програм очищення вод і контролю за діяльністю підприємств, які можуть бути джерелом забруднення.

Перевагою ІЗВ є його простота і наочність. Замість того, щоб розглядати десятки окремих параметрів, фахівці отримують один узагальнений показник, який можна використовувати для порівняння якості води у різних водоймах або для оцінки динаміки стану води в одному місці у часі. Це значно полегшує процес прийняття рішень і формує базу для більш ефективного управління водними ресурсами.

У подальшому методика ІЗВ продовжує вдосконалюватися. Розробляються більш точні математичні моделі, що дозволяють враховувати не лише прямий вплив забруднювачів, але й їхню взаємодію, а також вплив

кліматичних та гідрологічних факторів. Сучасні методики інтегрують ІЗВ з геоінформаційними системами, що дозволяє просторово візуалізувати стан водойм, моделювати поширення забруднення та прогнозувати наслідки.

Індекс забруднення води (ІЗВ) — це показник, який дозволяє оцінити, наскільки вода забруднена. Його обчислюють за кількома найважливішими речовинами: амонійним і нітритним азотом, нафтопродуктами, фенолами, розчиненим киснем і біохімічним споживанням кисню (БСК₅).

Спочатку для кожної речовини знаходять середнє значення її концентрації в пробах води. Потім ці значення порівнюють із нормами — гранично допустимими концентраціями (ГДК). Для більшості речовин концентрацію ділять на ГДК, але для розчиненого кисню — навпаки: ГДК ділять на концентрацію.

Індекс забруднення розраховують за формулою (додатки А, Б, В):

ІЗВ = (сума всіх відношень концентрацій до їхніх ГДК) / кількість показників

Наприклад, якщо азоту амонійного у воді 0,6 мг/дм³, а його ГДК — 0,39 мг/дм³, то одне з чисел у формулі буде $0,6 / 0,39 \approx 1,54$.

Для розчиненого кисню, якщо у воді його 6 мг/дм³, а потрібно мінімум 4 мг/дм³, то розрахунок буде $4 / 6 \approx 0,67$.

Чим вищий ІЗВ, тим гірша якість води. За результатами розрахунку воду поділяють на 7 класів:

I клас — дуже чиста вода

II клас — чиста

III клас — помірно забруднена

IV–VII класи — забруднена до надзвичайно брудної

ІЗВ допомагає відстежувати стан води та вчасно реагувати на погіршення її якості. Це корисно для охорони природи та безпеки людей.

Щоб отримати повнішу картину стану води, до розрахунку ІЗВ корисно додавати і інші показники - фізико-хімічні, біологічні та токсикологічні. Такий комплексний підхід допомагає краще розуміти, що відбувається у водоймах.

Крім того, індекс дуже зручний для порівняння якості води у різних регіонах і водоймах, що допомагає визначити, які з них потребують першочергової уваги.

Ефективність використання ІЗВ залежить від регулярності відбору проб і точності лабораторних досліджень. Лише суворе дотримання методик дозволяє отримати надійні дані, які стануть основою для прийняття правильних екологічних рішень і розробки програм збереження водних ресурсів.

2.4.5. Вимоги якості води для питного, рекреаційного та рибогосподарського використання

Державні санітарні правила і норми ДСанПін 2.2.4-171-10 — це документ, який визначає гігієнічні вимоги до питної води, тобто тієї, яку людина вживає щодня для пиття, приготування їжі та інших побутових потреб. У цих правилах встановлено допустимі рівні різних речовин та показників, щоб вода була безпечною для здоров'я. Йдеться про вміст шкідливих хімічних речовин, бактерій, вірусів, а також про запах, смак, прозорість і радіоактивність води. Ці норми є обов'язковими для всіх підприємств, установ і організацій, які займаються постачанням та контролем якості води. Головна мета — захистити здоров'я населення від можливих загроз, пов'язаних із вживанням забрудненої води.

Нормативи якості води рибогосподарського призначення встановлюються для водойм, у яких мешкають або вирощуються риби та інші водні організми. Їхня мета — забезпечити сприятливі умови для життя, розмноження й розвитку цих біоресурсів. У таких водоймах контролюють температуру, рівень кисню, кислотність, прозорість, вміст токсичних речовин, таких як аміак, феноли, нафтопродукти, пестициди та важкі метали. Такі нормативи застосовуються для того, щоб запобігти загибелі риби, не допустити порушення природної рівноваги в екосистемах та контролювати

вплив промислових підприємств на водойми. Обидва види нормативів важливі для безпеки — одні захищають здоров'я людей, а інші — зберігають природне середовище та біорізноманіття.

В Україні якість води для різних видів водокористування регламентується низкою нормативно-правових документів, які встановлюють гігієнічні, санітарні та екологічні вимоги до стану водних об'єктів залежно від їх призначення. Ці норми покликані забезпечити як безпечне використання води населенням, так і охорону водних екосистем від деградації.

Одним із основних документів, що регламентує якість води для рибогосподарських цілей, є «Водні об'єкти. Вимоги до якості води для водокористування у рибогосподарських цілях», затверджений наказом Міністерства екології та природних ресурсів України №541 від 05.12.2012 року. Цей документ передбачає поділ водойм на дві категорії залежно від вимог до умов утримання риби:

– Водойми першої категорії призначені для вирощування особливо цінних і чутливих до забруднення видів риб, таких як лососеві (форель, сиг) і осетрові. Для таких водойм встановлюються найсуворіші вимоги до якості води, зокрема щодо вмісту розчиненого кисню, аміаку, нітритів, нафтопродуктів, фенолів, важких металів та інших токсичних речовин.

– Водойми другої категорії призначені для утримання менш вибагливих видів риб, таких як короп, карась, щука тощо. Вимоги до якості води в таких водоймах також високі, але можуть бути дещо менш жорсткими, ніж у першій категорії.

Для рекреаційного водокористування, яке включає купання, плавання, водні види спорту та інші форми безпосереднього контакту з водою, в Україні діють інші нормативні акти. Основними серед них є:

ДСанПіН 4630-88 — «Санітарні правила охорони поверхневих вод від забруднення». Цей документ встановлює вимоги до якості поверхневих вод з метою недопущення їх перетворення на джерело поширення інфекційних

хвороб, а також запобігання негативному впливу на здоров'я населення під час купання.

Наказ МОЗ України №452 від 01.08.2012 року — «Гігієнічні вимоги до води поверхневих водойм, що використовуються для рекреаційних цілей». У цьому документі зазначені показники, які обов'язково мають контролюватися у місцях масового відпочинку людей на воді. Це, зокрема, мікробіологічні показники (кількість кишкової палички, ентерококів), рівень хімічного забруднення, запах, прозорість води тощо.

У 2024 році було також затверджено Гігієнічні нормативи якості води для купання [48] які чітко регламентують допустимі рівні шкідливих речовин та мікроорганізмів у воді, що використовується для рекреаційних цілей. Ці нормативи застосовуються при здійсненні санітарно-епідеміологічного контролю за якістю води у зонах відпочинку, на пляжах та у водоймах для активного відпочинку.

Крім того, для забезпечення екологічної безпеки водних об'єктів, які використовуються у сфері рибного господарства, було затверджено окремий нормативний документ — Нормативи екологічної безпеки водних об'єктів щодо гранично допустимих концентрацій органічних та мінеральних речовин у морських і прісноводних водоймах [49]. До них, зокрема, належать нормативи по біохімічному споживанню кисню (БСК-5), хімічному споживанню кисню (ХСК), концентрації завислих речовин, амонійного азоту, а також багатьох токсикантів. Ці нормативи покликані не допустити зниження життєздатності гідробіонтів та сприяти збереженню водних біоценозів.

Для захисту водойм від впливу промислових підприємств і господарської діяльності також застосовуються Методичні рекомендації з розроблення нормативів гранично допустимого скидання (ГДС) забруднюючих речовин у водні об'єкти із зворотними водами. Вони дають змогу встановити допустимі обсяги та концентрації речовин, які можуть потрапляти у водойму в результаті діяльності підприємства, без загрози для екосистеми або здоров'я населення.

В Україні існують чіткі правила охорони поверхневих вод, які враховують, як саме використовуються водойми — для пиття, побуту, відпочинку чи розведення риби. Щоб оцінити якість води, встановлюються допустимі рівні шкідливих речовин. Це потрібно для безпеки людей, тварин і природи.

Для кожного виду використання води є свої норми. Наприклад, питна вода не повинна мати неприємного запаху, смаку чи кольору, і не повинна шкодити здоров'ю. У водоймах для риб важливо, щоб вода не шкодила риbam і водним організмам.

У населених пунктах до якості води ставляться особливо суворо. Навіть після очищення стічних вод, вода не повинна пахнути, мати дивне забарвлення або бути занадто кислою чи лужною (рН має бути в межах 6,0–9,0). У ній не має бути речовин, які можуть зашкодити здоров'ю або природі.

Щоб зменшити забруднення, намагаються повторно використовувати воду або добре її очищати. У важливих місцях, наприклад там, де риба нереститься, скиди води взагалі заборонені.

Контроль за якістю води здійснюють:

Держпродспоживслужба – перевіряє питну воду та воду для побуту, відпочинку й харчових виробництв;

Держагентство водних ресурсів України – слідкує за річками, озерами, водосховищами.

Ці служби беруть проби в різних місцях: біля водозаборів, місць купання, нижче від скидів стоків. Воду перевіряють на вміст шкідливих речовин (аміак, нітрати, метали, нафта, фосфати, пестициди) і бактерій (наприклад, кишкова паличка чи сальмонела).

Дослідження проводяться згідно зі стандартами (ДСТУ, ISO) у спеціальних лабораторіях. Якщо виявлено перевищення норм, складають акт і вимагають усунути порушення.

Дані з перевірок вносять у загальну базу. Вони допомагають оцінити стан водойм і планувати екологічні заходи.

У важливих місцях працюють автоматичні станції контролю, які в реальному часі фіксують зміни у воді й можуть попередити про аварію.

Крім держави, контроль здійснюють також громадські організації, університети та активісти. Їхня участь допомагає виявляти приховані скиди чи недбалість чиновників.

Ефективність системи залежить від фінансування, обладнання, кадрів та прозорості. Тому її потрібно постійно вдосконалювати.

Окремо контролюють хімічний склад: вода не повинна перевищувати норми за хлоридами, сульфатами, нафтопродуктами тощо. Також обов'язково знезаражуються стічні води, щоб у них не було збудників хвороб.

Слідкують і за температурою: якщо вода стає більш ніж на 3°C теплішою, ніж середнє за останні 10 років, — це вже порушення.

Підприємства, які скидають воду, мають дотримуватися встановлених обмежень на вміст шкідливих речовин. Допустимі концентрації визначаються за найнижчими із чотирьох показників, щоб гарантувати безпечне очищення та використання.

Згідно з Правилами охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами на випуску стічних вод після очисних споруд повного біологічного очищення встановлені такі нормативи якості стічних вод: БСК5 - 15,0; ХСК - 80,0; завислі речовини - 15,0 мг/л. [50].

РОЗДІЛ 3. ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ РІЧКИ СУЛА

3.1. Параметри якості води річка Сула

Дослідження якості води річки Сула проводилося з метою оцінки її екологічного стану та відповідності чинним санітарним нормам і стандартам якості питної води. Проби води були відібрані безпосередньо з русла річки Сула на ділянці, що проходить у межах Полтавської області. Вибір місця відбору було зроблено з урахуванням характеру господарської діяльності в регіоні, рівня антропогенного впливу, а також природних умов, що формують якість водних ресурсів.

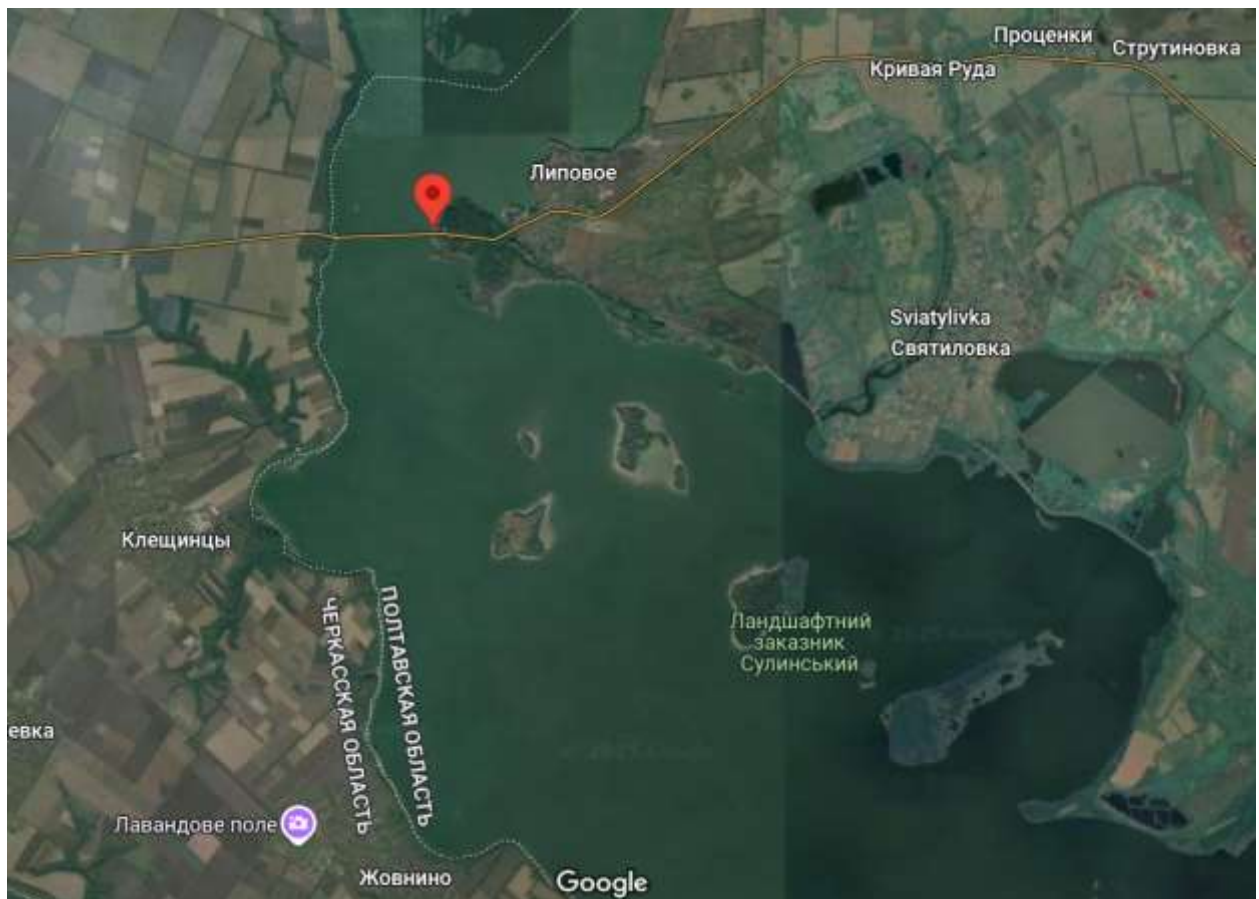


Рис.3.1. Місце відбору проб

Каламутність води склала $31,13 \text{ мг/дм}^3$, що значно перевищує нормативне значення $\leq 2,03 \text{ мг/дм}^3$. Це свідчить про підвищений вміст завислих речовин, що може бути наслідком забруднення річки або природного

процесу переносу донних відкладень. Висока каламутність негативно впливає на прозорість води і є одним із основних показників екологічного стану водойми.

Забарвленість становить 17,73 градусів, що знаходиться в межах норми (≤ 35). Це означає, що колір води не перевищує допустимі санітарні параметри, хоча може свідчити про присутність розчинених органічних речовин.

Запах при 20°C оцінено як нижче 3 балів, що відповідає нормам, а запах при 60°C - на межі норми (3 бали). Це говорить про відсутність значних органолептичних забруднень, які впливають на сприйняття води людиною.

Смак та присмак не визначено через технічні обмеження, однак, з огляду на високий рівень каламутності, можна припустити, що смакові характеристики можуть бути порушені.

Водневий показник (рН) - 7,8 знаходиться в межах оптимального діапазону (6,5 - 8,5), що свідчить про нейтрально-слабокисле середовище і сприятливі умови для життя водних організмів.

Гідрокарбонати склали 4,3 ммоль/дм³, що не нормується, але відповідає природному складу води в регіоні.

Загальна жорсткість води 2,23 ммоль/дм³ - нижче максимально допустимого рівня (≤ 10), що говорить про помірну мінералізацію води.

Залізо загальне виявлено у кількості 0,06 мг/дм³, що є значно нижчим за норматив (≤ 1 мг/дм³), що добре, оскільки надлишок заліза погіршує якість води і її придатність для пиття.

Загальний вміст солей - 394 мг/дм³, що також відповідає гранично допустимому значенню ≤ 1500 мг/дм³, тому вода відносно слабомінералізована.

Хімічне споживання кисню дихроматне (ХСК) - 5,75 мгО₂/дм³, не нормується, однак цей показник є важливим для оцінки органічного забруднення. Значення свідчить про наявність у воді органічних сполук, які окиснюються.

Розчинений кисень у воді - 3,32 мгО₂/дм³, що свідчить про достатній рівень аерації, необхідний для підтримки водних біоценозів.

Лужність загальна - 4,3 ммоль/дм³, що є достатнім для буферних властивостей води і підтримки сталого рН.

Нітрати (2,83 мг/дм³) та амоній (0,79 мг/дм³) знаходяться в межах санітарних норм (≤ 50 та $\leq 2,6$ відповідно), що свідчить про відсутність значного азотного забруднення.

Хлориди (40,41 мг/дм³), натрій (43,9 мг/дм³) та сульфати (52 мг/дм³) у межах або трохи вище норм, де сульфати перевищують нормативне значення (≤ 50 мг/дм³), що може свідчити про незначне мінералізаційне забруднення.

Окисно-відновний потенціал (ОРП) +124 мВ характеризує хімічний стан води і не нормується нормативами, однак такий рівень свідчить про окислювальні умови в середовищі.

Кремній у кількості 4,84 мг/дм³ не перевищує гранично допустимих норм (≤ 10 мг/дм³), що є типовим для регіональних вод. Результати представлені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1.

Аналіз якості води р. Сула від 03.10.2024 р.

№	Показник	Одиниці виміру	Результат	ДСанПіН, ДСТУ	Перевищення норм
1	Каламутність	мг/дм ³	31,13	$\leq 2,03$	ДСТУ ISO 7027:2003
2	Забарвленість	градуси	17,73	≤ 35	ДСТУ ISO 7887:2003
3	Запах, 20°C	бали	3	≤ 3	ГОСТ 3351-74
4	Запах, 60°C	бали	3	≤ 3	ГОСТ 3351-74
5	Смак та присмак	бали	не вим.	≤ 3	ГОСТ 3351-74
6	рН, водневий показник	од. рН	7,8	6,5 - 8,5	ДСТУ 4077-2001
7	Гідрокарбонати	ммоль/дм ³	4,3	не нормується	ДСТУ ISO 9963-1:2007
8	Жорсткість загальна	ммоль/дм ³	2,23	≤ 10	ДСТУ ISO 6059:2003
9	Залізо загальне	мг/дм ³	0,06	≤ 1	МВВ 081/37-0734-11
10	Загальний вміст солей	мг/дм ³	394	≤ 1500	МВІ 081/12-0109-03
11	Хімічне споживання кисню дихроматне	мгО ₂ /дм ³	5,75	не нормується	МВВ 081/37-0737-11

12	Кисень розчинений	мгО ₂ /дм ³	3,32	не нормується	ДСТУ ISO 5814:2004
13	Лужність загальна	ммоль/дм ³	4,30	≤ 6,5	ДСТУ ISO 9963-1:2007
14	Нітрати	мг/дм ³	2,83	≤ 50	МВІ 081/37-0699-10
15	Амоній	мг/дм ³	0,79	≤ 2,6	МВІ 081/37-0698-10
16	Хлориди	мг/дм ³	40,41	≤ 350	ДСТУ ISO 9297:2007
17	Натрій	мг/дм ³	43,9	≤ 200	ДСТУ EN ISO 11885:2019
18	Сульфати	мг/дм ³	52	≤ 50	МВІ 081/37-700-10
19	Окисно-відновний потенціал	мВ	+124	не нормується	ДСТУ ISO 5814:2004
20	Кремній	мг/дм ³	4,84	≤ 10	ДСТУ EN ISO 11885:2019

Вода річки Сула за фізико-хімічними показниками в більшості відповідає нормам якості, встановленим ДСанПіН та ДСТУ, що свідчить про задовільний екологічний стан водойми. Проте значне перевищення норми за каламутністю (більше ніж у 15 разів) свідчить про наявність значної кількості завислих речовин, які можуть мати як природне походження (розмиття берегів, донні відкладення), так і антропогенне (забруднення промисловими або сільськогосподарськими стоками). Перевищення норми за сульфатами також потребує додаткового моніторингу для виключення можливого хімічного забруднення. Водневий показник, жорсткість, вміст заліза, нітратів, амонію, хлоридів та інших основних компонентів знаходяться в безпечних межах. Для поліпшення якості води рекомендується контроль за джерелами забруднення, особливо щодо збільшення каламутності, а також регулярний моніторинг стану води з урахуванням сезонних змін. Каламутність - 2,39 мг/дм³, що трохи перевищує нормативне значення ≤ 2,03 мг/дм³ за ДСТУ ISO 7027:2003. Незначне перевищення може вказувати на наявність у воді завислих часток, що впливає на прозорість та естетичні властивості води.

В 2025 році проведено повторний аналіз, що показав:

Забарвленість - 25,66 градуси, знаходиться в межах норми (≤ 35), що свідчить про відсутність значного забарвлення води, характерного для органічних або неорганічних домішок.

Запах при 20°C та 60°C - оцінені відповідно як менше 3 та 3 бали, що відповідає граничним нормам і свідчить про відсутність неприємних запахів у воді, що можуть бути викликані органічними забруднювачами.

Смак та присмак - 4 бали, що є показником відхилення від нормативного рівня (норма не встановлена, але більшість питних вод мають 3 або менше). Це може свідчити про наявність сторонніх смакових домішок, що впливають на споживчі властивості води.

Водневий показник (рН) - 7,9, що є у нормальному діапазоні (6,5-8,5), вказуючи на нейтрально або слабколужне середовище, сприятливе для більшості водних організмів і безпечне для пиття.

Гідрокарбонати - 4,1 ммоль/дм³, показник не нормується, але відповідає типовим природним значенням для даного регіону.

Загальна жорсткість - 2,5 ммоль/дм³, що знаходиться в межах норми (≤ 10 ммоль/дм³), тобто вода помірно жорстка.

Залізо загальне - 0,12 мг/дм³, значення в межах допустимого (≤ 1 мг/дм³), що свідчить про відсутність значного металевого забруднення.

Загальний вміст солей - 405 мг/дм³, що є безпечним і значно нижчим за гранично допустимий рівень 1500 мг/дм³.

Хімічне споживання кисню дихроматне (ХСКД) - 5,63 мгО₂/дм³, не нормується, проте цей показник дозволяє оцінити рівень органічного забруднення води, вказуючи на присутність окислюваних органічних речовин.

Розчинений кисень - 3,37 мгО₂/дм³, що є достатнім для підтримки життєдіяльності водних організмів.

Лужність загальна - 4,1 ммоль/дм³, нижче максимально допустимого рівня ($\leq 6,5$ ммоль/дм³), що гарантує стабільність кислотно-лужного балансу води.

Нітрати - 2,34 мг/дм³, значно нижче гранично допустимого рівня (≤ 50 мг/дм³), що свідчить про відсутність інтенсивного азотного забруднення.

Амоній - 0,49 мг/дм³, у межах норми ($\leq 2,6$ мг/дм³), що свідчить про низький рівень органічного розкладу.

Хлориди - 36,87 мг/дм³, що є безпечним для води питного призначення (норма ≤ 350 мг/дм³).

Натрій - 37 мг/дм³, значно нижче допустимого значення (≤ 200 мг/дм³).

Сульфати - 76 мг/дм³, що перевищує норму (≤ 50 мг/дм³), вказуючи на можливе мінералізаційне або антропогенне забруднення, яке вимагає додаткового контролю.

Окисно-відновний потенціал (ОРП) - +131 мВ, не нормується, але цей позитивний показник свідчить про окислювальні умови, що є типовими для природної прісної води.

Кремній - 4,75 мг/дм³, знаходиться у межах норми (≤ 10 мг/дм³). Результати аналізу представлені на таблиці 3.2.

Таблиця 3.2.

Аналіз якості води р. Сула від 07.05.2025

№	Показник	Одиниці виміру	Результат	ДСанПіН, ДСТУ	Перевищення норм
1	Каламутність	мг/дм ³	2,39	$\leq 2,03$	ДСТУ ISO 7027:2003
2	Забарвленість	градуси	25,66	≤ 35	ДСТУ ISO 7887:2003
3	Запах, 20°C	бали	< 3	≤ 3	ГОСТ 3351-74
4	Запах, 60°C	бали	3	≤ 3	ГОСТ 3351-74
5	Смак та присмак	бали	4	≤ 3	ГОСТ 3351-74
6	pH, водневий показник	од. рН	7,9	6,5 - 8,5	ДСТУ 4077-2001
7	Гідрокарбонати	ммоль/дм ³	4,1	не нормується	ДСТУ ISO 9963-1:2007
8	Жорсткість загальна	ммоль/дм ³	2,5	≤ 10	ДСТУ ISO 6059:2003
9	Залізо загальне	мг/дм ³	0,12	≤ 1	МВВ 081/37-0734-11
10	Загальний вміст солей	мг/дм ³	405	≤ 1500	МВІ 081/12-0109-03
11	Хімічне споживання кисню дихроматне	мгО ₂ /дм ³	5,63	не нормується	МВВ 081/37-0737-11
12	Кисень розчинений	мгО ₂ /дм ³	3,37	не нормується	ДСТУ ISO 5814:2004

13	Лужність загальна	ммоль/дм ³	4,1	≤ 6,5	ДСТУ ISO 9963-1:2007
14	Нітрати	мг/дм ³	2,34	≤ 50	МБІ 081/37-0699-10
15	Амоній	мг/дм ³	0,49	≤ 2,6	МБІ 081/37-0698-10
16	Хлориди	мг/дм ³	36,87	≤ 350	ДСТУ ISO 9297:2007
17	Натрій	мг/дм ³	37	≤ 200	ДСТУ EN ISO 11885:2019
18	Сульфати	мг/дм ³	76	≤ 50	МБІ 081/37-700-10
19	Окисно-відновний потенціал	мВ	+131	не нормується	ДСТУ ISO 5814:2004
20	Кремній	мг/дм ³	4,75	≤ 10	ДСТУ EN ISO 11885:2019

За результатами дослідження якості води річки Сула у травні 2025 року загалом відповідає санітарним нормам і стандартам за більшістю показників. Незначне перевищення норми за каламутністю свідчить про присутність завислих часток, що може бути викликано природними або антропогенними факторами. Виявлено перевищення за сульфатами (76 мг/дм³ при нормі ≤ 50 мг/дм³), що потребує подальшого моніторингу і аналізу джерел можливого забруднення. Оцінка органолептичних показників, зокрема смаку та присмаку (4 бали), свідчить про наявність сторонніх домішок, які можуть впливати на сприйняття води людиною. Водневий показник, жорсткість, вміст заліза, нітратів, амонію, хлоридів, натрію і кремнію перебувають у межах безпечних значень. Рівень розчиненого кисню і окисно-відновного потенціалу свідчать про сприятливі умови для підтримки екологічної рівноваги водної екосистеми.

Зразки не відповідають нормам для питної води. Рекомендовано механічний фільтр та вугільний фільтр і додатково провести бактеріологічний аналіз води.

3.2. Оцінка якості води р. Сула за ІЗВ

Оцінка якості води річки Сула за індексом забруднення води (ІЗВ) дозволяє зробити висновки про зміни екологічного стану цієї водойми

упродовж двох послідовних років - 2024 та 2025. Для розрахунку ІЗВ використовувалися основні показники, що мають важливе значення для оцінки якості води, а саме - концентрації азоту амонійного та розчиненого кисню, а також гранично допустимі концентрації (ГДК) інших забруднюючих речовин, таких як азот нітритний, нафтопродукти та феноли. Вказані ГДК є нормативними значеннями, які визначають максимально допустимі рівні забруднювачів у воді, щоб не завдавати шкоди екосистемі та здоров'ю людини.

Гранично допустимі концентрації (ГДК), мг/дм³:

1. Азот амонійний 0,39
2. Азот нітритний 0,02
3. Нафтопродукти 0,05
4. Феноли 0,001

Визначення ГДК для розчиненого кисню (3,32 мгО₂/дм³): з таблиці 2.2: для 4 > 3,32 > 3

ГДК = 30 мгО₂/дм³.

Дослідження 2024 р.

Азот амонійний Коефіцієнт = $c_i / \text{ГДК} = 0,79 / 0,39 = 2,03$

Розчинений кисень $30 / 3,32 = 9,04$

n=6

$$\text{ІЗВ} = \frac{2,03 + 0 + 0 + 0 + 0 + 9,04}{6} = \frac{11,07}{6} = 1,85$$

Вода річки Сула забруднена (IV клас).

Дослідження 2025 р.

Азот амонійний Коефіцієнт = $c_i / \text{ГДК} = 0,49 / 0,39 = 1,26$

Розчинений кисень $30 / 3,37 = 8,90$

n=6

$$\text{ІЗВ} = \frac{1,26 + 0 + 0 + 0 + 0 + 8,90}{6} = \frac{10,16}{6} = 1,69$$

Вода річки Сула помірно забруднена (III клас).

У 2024 році коефіцієнт перевищення для азоту амонійного був досить високим - 2,03, що свідчить про те, що його концентрація вдвічі перевищувала нормативне значення. Одночасно з цим, значення розчиненого кисню було значно нижчим за норму, що дуже негативно впливає на водні екосистеми, адже кисень необхідний для життя риб та інших організмів. Розрахунок ІЗВ показав значення 1,85, що відповідає IV класу забрудненості - високому рівню забруднення, що негативно позначається на екологічному стані річки та її здатності підтримувати біорізноманіття.

Проте результати досліджень 2025 року демонструють певне покращення. Концентрація азоту амонійного знизилась, і коефіцієнт його перевищення склав 1,26, що означає менше перевищення гранично допустимих норм. Рівень розчиненого кисню також трохи покращився, що свідчить про поліпшення умов для водних організмів. Загальний індекс забруднення води знизився до 1,69, що класифікує воду річки Сула як помірно забруднену (III клас). Це означає, що хоча річка і має певний рівень забруднення, воно вже не є критичним, і екосистема має кращі умови для функціонування.

До основних вимог до води, яка використовується для господарсько-побутових цілей, належать: відсутність перевищень за вмістом амонійного азоту, фенолів, нафтопродуктів, а також достатній вміст розчиненого кисню. Індекс забруднення води має відповідати I–II класу якості, тобто бути менше 1,0.

У 2024 році розрахований ІЗВ склав 1,85, що перевищує допустимий рівень у 1,85 рази. Основним чинником є підвищена концентрація амонійного азоту ($0,79 \text{ мг/дм}^3$ при ГДК $0,39 \text{ мг/дм}^3$), тобто перевищення у 2 рази. Рівень розчиненого кисню ($3,32 \text{ мг/дм}^3$) є також нижчим за нормативний мінімум для питного водопостачання. Ці дані свідчать про наявність суттєвого забруднення, що робить воду непридатною для прямого використання у господарсько-побутових цілях без попереднього очищення — фільтрації, хімічної обробки та знезараження.

У 2025 році ситуація покращилася: ІЗВ зменшився до 1,69, а вміст амонійного азоту знизився до 0,49 мг/дм³, що хоч і все ще перевищує ГДК, проте значно менше, ніж у попередньому році. Рівень кисню незначно підвищився (до 3,37 мг/дм³), але все ще не відповідає нормі. Таким чином, у 2025 році вода може вважатися умовно придатною для господарсько-побутового водопостачання лише після відповідного очищення на очисних спорудах.

До основних показників якості води для рекреаційного використання належать: рН у межах 6,5–8,5, каламутність не більше 2,03 мг/дм³, відсутність запаху і смаку, а також ІЗВ не вище IV класу якості (тобто < 2,0).

У 2024 році значення рН складало 7,8, запах — 3 бали, що відповідає нормам. Проте каламутність становила 31,13 мг/дм³, що значно перевищує допустиму межу. Смак не визначався, але ІЗВ склав 1,85, що відповідає IV класу забруднення. Таким чином, вода у 2024 році є обмежено придатною для рекреаційного використання, можливе подразнення шкіри та слизових оболонок при тривалому контакті з водою.

У 2025 році рН (7,9) та запах (3 бали) залишаються у межах допустимих норм. Каламутність знизилася до 2,39 мг/дм³, що лише незначно перевищує гранично допустиме значення. Водночас, смак оцінено на 4 бали, що свідчить про можливу присутність забруднюючих речовин. ІЗВ знизився до 1,69. Це дозволяє вважати, що у 2025 році вода є умовно придатною для короткочасного рекреаційного використання, однак не для постійного водного відпочинку чи занять спортом.

Для ведення рибного господарства вода має містити не менше 4–6 мг/дм³ розчиненого кисню, не перевищувати ГДК за токсичними речовинами (зокрема, амонійним азотом), а також відповідати не вище III класу забруднення (ІЗВ ≤ 1,3).

У 2024 році вміст розчиненого кисню становив лише 3,32 мг/дм³, що є нижчим за мінімально допустимий рівень для водного життя. Вміст амонійного азоту становив 0,79 мг/дм³ при ГДК 0,39 мг/дм³, а ІЗВ — 1,85. Ці

показники вказують на повну непридатність води для рибогосподарського використання, оскільки можливе пригнічення життєдіяльності риб та інших гідробіонтів.

У 2025 році вміст розчиненого кисню дещо покращився і склав 3,37 мг/дм³, що все ще нижче нормативу. Вміст амонійного азоту знизився до 0,49 мг/дм³, але також перевищує ГДК. ІЗВ становив 1,69, що перевищує межу III класу. Таким чином, у 2025 році вода є умовно придатною для утримання менш чутливих до кисню та токсичних речовин видів риб, однак з обмеженням навантаження на водойму.

Вода, що використовується для технічних потреб (охолодження обладнання, промивання, зрошення), не повинна спричиняти корозійні процеси або засмічення систем. Допускається присутність певної кількості мінералізації, амонію, а також незначна каламутність. Основні параметри — рН, твердість та вміст розчинених солей.

У 2024 році рН (7,8), жорсткість (2,23 ммоль/дм³) та вміст солей (394 мг/дм³) відповідали нормативам для технічного використання. Проте каламутність становила 31,13 мг/дм³, що значно перевищує допустиме значення. Це вимагає попереднього фільтрування. Вода у 2024 році може бути використана для технічних цілей лише після очищення від завислих речовин.

У 2025 році технічна якість води покращилася: каламутність знизилася до 2,39 мг/дм³, жорсткість зросла до 2,5 ммоль/дм³, що також допустимо, а вміст солей — 405 мг/дм³, що відповідає нормі. Всі основні показники відповідають вимогам. Таким чином, вода у 2025 році є придатною для більшості видів технічного водопостачання без попереднього очищення.

3.3. Відповідність якості води р. Сула різним категоріям використання

Відповідність якості води річки Сула різним категоріям використання оцінюється на основі порівняння результатів гідрохімічного аналізу з чинними нормативами та класами якості вод згідно з розрахованим індексом забрудненості води (ІЗВ). Для аналізу були використані дані проб води, відібраних 03 жовтня 2024 року та 07 травня 2025 року.

За результатами розрахунку ІЗВ для обох дат, встановлено, що у жовтні 2024 року ІЗВ становив орієнтовно 3,01, що відповідає IV класу якості - забруднена вода. У травні 2025 року ІЗВ знизився до 1,69, що відповідає III класу - помірно забруднена вода. Це свідчить про покращення стану води у весняний період.

Щодо відповідності якості води вимогам до питного водопостачання, слід зазначити, що у жовтні зафіксовано перевищення допустимого рівня амонію ($0,79 \text{ мг/дм}^3$ при нормі $0,39 \text{ мг/дм}^3$), а в травні його концентрація знизилася до $0,49 \text{ мг/дм}^3$, що також перевищує норму, хоч і меншою мірою. Вміст розчиненого кисню в обох випадках залишається критично низьким: $3,32 \text{ мг/дм}^3$ у жовтні та $3,37 \text{ мг/дм}^3$ у травні, тоді як для питної води він має бути не нижчим за 6 мг/дм^3 . Крім того, у травневій пробі зафіксоване перевищення вмісту сульфатів - 76 мг/дм^3 при нормативному значенні 50 мг/дм^3 . Таким чином, вода річки Сула не відповідає вимогам до питного водопостачання без попереднього очищення.

Для рекреаційного використання основними показниками є каламутність, запах, смак та присмак. У жовтневій пробі каламутність становила $31,13 \text{ мг/дм}^3$ при нормативі $2,03 \text{ мг/дм}^3$, що значно перевищує допустимий рівень. У травні каламутність дещо знизилася, але залишилась вищою за норму - $2,39 \text{ мг/дм}^3$. Запах при температурі 60°C у обох пробах становив 3 бали, що є граничним значенням, а смак та присмак у травні були

оцінені на 4 бали, що перевищує допустимий рівень. Це вказує на обмежену придатність води для рекреаційного використання, особливо в осінній період.

Щодо можливості використання води річки Сула для рибного господарства, слід зазначити, що вміст розчиненого кисню в обох випадках є недостатнім для нормального існування риби, оскільки не досягає рекомендованого рівня у 6 мг/дм³. Крім того, амоній, що присутній у воді у перевищених концентраціях у жовтні та наближених до граничних у травні, є токсичним для водних організмів. Це свідчить про непридатність води для розведення чутливих видів риб.

Порівняння результатів за два періоди дозволяє виявити певні позитивні зміни. Спостерігається зниження концентрації амонію, покращення прозорості води, зменшення ІЗВ, що свідчить про загальне покращення стану води у весняний період. Проте низький вміст розчиненого кисню залишається системною проблемою, яка потребує окремої уваги.

У підсумку можна зробити висновок, що вода річки Сула не відповідає вимогам для питного водопостачання та використання у рибному господарстві без проведення додаткового очищення. Водночас, для рекреаційних потреб вона може бути умовно придатною, особливо навесні. Незважаючи на зафіксоване покращення якості води у травні 2025 року, деякі показники все ще свідчать про наявність забруднення, що потребує подальшого моніторингу та вжиття природоохоронних заходів.

ВИСНОВКИ

1. Відповідно до результатів лабораторного аналізу проб води р. Сула, відібраних у жовтні 2024 року та у травні 2025 року, встановлено, що мали місце певні перевищення нормативних значень - зокрема, щодо каламутності, вмісту сульфатів, амонію та низького рівня розчиненого кисню.

2. Розрахунок індексу забруднення води показав, що у жовтні 2024 року вода річки відповідала IV класу якості (забруднена вода), а у травні 2025 року - III класу (помірно забруднена). Це свідчить про сезонну динаміку якості води та потенційний позитивний вплив природних факторів навесні.

3. Відмічено, що вода річки Сула не відповідає вимогам до питного водопостачання без додаткового очищення, а також є непридатною для використання у рибному господарстві через низький вміст розчиненого кисню. Для рекреаційного використання вода є умовно придатною навесні, але має обмеження в осінній період. Результати дослідження підтвердили необхідність постійного моніторингу якості води, впровадження ефективних природоохоронних заходів, а також посилення контролю за скиданням забруднюючих речовин у водні об'єкти. Покращення екологічного стану річки Сула є важливим завданням для забезпечення сталого водокористування в регіоні.

4. Проведений аналіз показує, що якість води річки Сула протягом 2024–2025 років поступово покращується. Проте лише для технічного водопостачання вона може використовуватись без попереднього очищення (у 2025 році). Для інших видів водокористування - побутового, рекреаційного, рибогосподарського - вода залишається забрудненою або умовно придатною, що вимагає обов'язкового доочищення та екологічного контролю.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Лопушинський І. П., Проніна О. В. Підрив каховської ГЕС: наслідки для екологічної безпеки України. Вісник Херсонського національного технічного університету. 2024. № 1(88). С. 372-377. URL: <https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2024.1.52> (дата звернення: 16.05.2025).
2. Гурець О. В. Аналіз і моделювання екологічного стану водних ресурсів у річкових екосистемах : пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи здобувача вищої освіти на другому (магістерському) рівні, спеціальність 124 Системний аналіз. М-во освіти і науки України, Харків. нац. ун-т радіоелектроніки. Харків. 2025. 69 с.
3. Безсонний В. Л. Науково-теоретичні основи управління екологічною безпекою річкового басейну на основі інформаційно-ентропійного підходу : дис. ... д-ра техн. наук : 21.06.01. Суми, 2025. 437 с.
4. Щербина І. М., Самойленко Н. М. Проблеми забруднення природних вод України. 2023. С. 469.
5. Безбородова Є., Вакал Ю. Проблема забруднення природних джерел. Collection of scientific papers «SCIENTIA», (January 24, 2025; Singapore, Singapore). 2025. С.164-165.
6. Перемітько І. В., Потаскалов В. А., Власенко Н. Є., Коваленко І. В., Черненко Я. М., Непошивайленко Н. О. Дослідження проблем водних ресурсів України та шляхи їх вирішення за рахунок електрохімічного контролю якості води. Суми : Сумський державний університет, 2024. С. 94-97.
7. Шовкова-Альохіна А. О. Основні цілі стратегії сталого розвитку: проблеми та перспективи : матеріали I Міжнародного науково-практичного форуму. За заг. ред. проф. М. В. Гриньової. Полтава : ПНПУ імені В. Г. Короленка, 2024. С. 609-611.

8. Бодюк А. В., Розен В. П., Терентьев О. М., Крючков А. І., Сергієнко М. І. Забруднення підземних водних ресурсів процесами залізородного надпрокористування. Енергетика: економіка, технології, екологія : науковий журнал. 2024. № 2. С. 73-80.
9. Ecological assessment of the dnipro river's largest tributary within ukraine / S. A. Kovalenko et al. Ukrainian Journal of Civil Engineering and Architecture. 2022. No. 4. P. 65–76. URL: <https://doi.org/10.30838/j.bpsacea.2312.250822.65.879> (date of access: 18.05.2025).
10. Екологічне оцінювання якості води річки Дністер / А. М. Shybanova та ін. Scientific Bulletin of UNFU. 2021. Т. 31, № 5. С. 74–78. URL: <https://doi.org/10.36930/40310511> (дата звернення: 18.05.2025).
11. Хаєцький Г. стан якості води річки південний буг у межах вінницької області. Науковий вісник Вінницької академії безперервної освіти. Серія «Екологія. Публічне управління та адміністрування». 2022. № 1. С. 26–33. URL: <https://doi.org/10.32782/2786-5681-2022-1.04> (дата звернення: 18.05.2025).
12. Vozhko T., Ignatenko M. State of the Siversky Donets river and ways of its improvement. Impact of military actions on water resources of Ukraine. Ecological Sciences. 2024. No. 4 (55). P. 114–119. URL: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.4-55.18> (date of access: 18.05.2025).
13. Учасники проєктів Вікімедіа. Лівобережна Україна. Вікіпедія. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Лівобережна_Україна#/media/Файл:Ukraine-Livoberezhya.png (дата звернення: 16.05.2025).
14. Дяченко-Богун М. М., Колісник Т. М. До вивчення екологічного стану пониззя р. Сули на території Національного природного парку «Нижньосульський». Біологія та екологія : наук. журн. Полтав. нац. пед. ун-т імені В. Г. Короленка. Полтава, 2021. Т. 7, № 1. С. 119-121.

15. Яремченко Ю. основні джерела ретроспективного дослідження басейну річки Сули. Збірник матеріалів XXV наукової конференції здобувачів вищої освіти факультету історії та географії. Квітень 2022 року. Полтава: ІВЦ ПНПУ, 2022. С. 249-287.
16. Вишневський В. І. Багаторічні зміни водного режиму річок України. Київ: Накова думка. 2022. 252 с.
17. Коваленко С.А. Вплив обміну ґрунтовими водами між притоками на екологічну якість вод поверхневих водних об'єктів. Техногенно-екологічна безпека. Харків. 2023. 14(2/2023). С. 98 – 103. DOI: 10.52363/2522-1892.2023.2.10.
18. Пономаренко, Р. В., Коваленко, С. А., Третьяков, О. В. Визначення взаємного впливу лівих приток Дніпра. 2024. С. 31-32.
19. Чемеріс І. К. Екологічне оцінювання якості води Кременчуцького водосховища в районах питних водозаборів : кваліфікаційна робота магістра спеціальності 101 «Екологія» / наук. керівник К. О. Домбровський. Запоріжжя : ЗНУ, 2023. 78 с.
20. Бугрим А. О. Екологічний стан та техногенне навантаження на водні об'єкти на території Сумської області : робота на здобуття кваліфікаційного ступеня бакалавра : спец. 101 – екологія. Сумський державний університет, 2022. 39 с.
21. Звоник К. В. Визначення аніонного складу поверхневих вод : робота на здобуття кваліфікаційного ступеня бакалавра : спец. 102 - хімія. Суми: Сумський державний університет, 2023. 55 с.
22. Коваленко С.А., Пономаренко Р.В., Третьяков О.В. Визначення взаємного впливу лівих приток Дніпра. Надзвичайні ситуації: безпека та захист: матеріали XIV Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю (24-25 жовтня 2024 р.). Черкаси. 2024. С. 31-32.
23. Пономаренко, Р. В., Коваленко С.А., Д. Е. Визначення взаємного впливу поверхневих водних об'єктів з урахуванням наявності ґрунтових вод (на прикладі річок Сула та Псел). 2023. С. 37-39.

24. Про охорону навколишнього природного середовища. Офіційний вебпортал парламенту України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text> (дата звернення: 16.05.2025).
25. Інтерактивна карта забрудненості річок в Україні. Чиста вода. URL: <https://texty.org.ua/water/> (дата звернення: 18.05.2025).
26. Сидоренко К. Є., Чубченко Є. А., Губанова Н. Л. Якість води як основний фактор в аквакультурі. Дніпро. 2022. С. 185-187.
27. Методика ІЗВ. Система електронного забезпечення навчання ЗНУ. URL: [https://moodle.znu.edu.ua/pluginfile.php/1315852/mod_assign/introattachment/0/04_Індекс_забрудненості_води_\(ІЗВ\).pdf?forcedownload=1](https://moodle.znu.edu.ua/pluginfile.php/1315852/mod_assign/introattachment/0/04_Індекс_забрудненості_води_(ІЗВ).pdf?forcedownload=1) (дата звернення: 16.05.2025).
28. Безсонний В. Л. Методика оцінки екологічного стану водойми на основі ентропійно зваженого індексу якості води. Екологічні науки : науково-практичний журнал. 2023. № 2(47). С. 44-48.
29. Полтавська область. Чиста вода. URL: <https://texty.org.ua/water/> (дата звернення: 24.05.2025).
30. Коваленко С.А., Пономаренко Р.В., Третяков О.В. Роль лівих приток Дніпра у реалізації басейнового принципу управління водними ресурсами. Екологічна безпека в умовах війни : збірник тез доповідей V Міжнародної науково-практичної конференції (21 листопада 2024 р.). Львів. 2024. С. 30–32.
31. Сула. Річки України. URL: <https://river.land.kiev.ua/sula.html> (дата звернення: 16.05.2025).
32. Bevor Sie zu Google Maps weitergehen. Google. URL: https://www.google.com/maps/place/річка+Сула/@50.2663564,33.6194949,9z/data=!3m1!4b1!4m6!3m5!1s0x40d63af1dd79e9cb:0x649b3524f9688082!8m2!3d50.2962426!4d33.4125447!16zL20vMGYycGxq?entry=tту&g_ep=EgoYMDI1MDUyMS4wIKXMDSOASAFQAw== (date of access: 24.05.2025).

33. Попко М.Р. Оцінка екологічного стану гідроекосистеми річки Горинь в умовах антропогенного впливу та розробка заходів щодо мінімізації їх впливу. Кваліфікаційна робота. Львів. 2024. ст. 70.
34. Analysis of known methods of determining of the water quality index suitable for predicting the environmental state of surface water bodies / S. Kovalenko et al. Technogenic and Ecological Safety. 2023. No. 13(1/2023). P. 68–75. URL: <https://doi.org/10.52363/2522-1892.2023.1.9> (date of access: 24.05.2025).
35. Stepova O., Gah T. Ecological condition of surface the Poltava region. Ecological Sciences. 2020. Vol. 2, no. 2. P. 82–86. URL: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2020.eco.2-29.2.13> (date of access: 24.05.2025).
36. Смоляк А.В. Оцінка впливу реконструкції мостів на навколишнє середовище. Кваліфікаційна робота випускника освітнього ступеня «бакалавр» за спеціальністю 101«Екологія». Національний авіаційний університет. Київ, 2024. 47 с.
37. Коваленко С. А. Удосконалення басейнового принципу управління екологічним станом поверхневого водного об'єкту (на прикладі суббасейнів Дніпра) : дис. ... д-ра філософії в галузі техн. наук : 183 "Технології захисту навколишнього середовища". Черкаси, 2025. 207 с.
38. Пономаренко, Р. В., Коваленко, С. А., Титаренко, А. В., Іванов, Є. В. Дослідження зміни екологічного стану річки Сула. 2022. С. 109-112.
39. Коваленко С.А., Пономаренко Р.В., Титаренко А.В., Іванов Є.В. Дослідження зміни екологічного стану річки Сула. Проблеми техногенно-екологічної безпеки в сфері цивільного захисту: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції (м. Харків, 8-9 грудня 2022 р.). Харків, 2022. С. 109-112
40. Жовноватий Є.В. Оцінювання екологічного стану поверхневих водойм Полтавської області : кваліф. робота бакалавра зі спеціальності 101 «Екологія». Полтава : Нац. ун-т ім. Юрія Кондратюка, 2022. 63 с.

41. Данильченко О. С., Карнаушенко, Д. П., Гоженко, Л. П. Екологічний стан річки Сули у межах Сумської області. Сьомі Сумські наукові географічні читання: збірник матеріалів. 2022. С. 83-88.
42. Налчаджі, А., Рогова Н. М. Апробація комплексу методів біоіндикації для визначення екологічного стану невеликих річок. Друкується згідно з рішенням вченої ради природничо-географічного факультету Сумського державного педагогічного університету імені АС Макаренка (протокол № 9 від 29.04. 2021 р.), 2021. С. 44-47.
43. Екологічні паспорти - Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України - офіційний сайт. URL: <https://mepr.gov.ua/diyalnist/napryamky/ekologichnyj-monitoring/ekologichni-pasporty/> (дата звернення: 16.05.2025).
44. Про затвердження Гігієнічних нормативів якості води водних об'єктів для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення: Наказ МОЗ України від 02.05.2022 № 721 : станом на 21 січ. 2025 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0524-22#Text> (дата звернення: 24.05.2025).
45. Про затвердження Порядку розроблення нормативів гранично допустимого скидання забруднюючих речовин у водні об'єкти та перелік забруднюючих речовин, скидання яких у водні об'єкти нормується : Постанова Каб. Міністрів України від 11.09.1996 № 1100 : станом на 17 верес. 2020 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1100-96-п#Text> (дата звернення: 24.05.2025).
46. Про затвердження Нормативів екологічної безпеки водних об'єктів, що використовуються для потреб рибного господарства, щодо гранично допустимих концентрацій органічних та мінеральних речовин у морських та прісних водах (біохімічного споживання кисню (БСК-5), хімічного споживання кисню (ХСК), завислих речовин та амонійного азоту): Наказ М-ва аграр. політики та продовольства України від 30.07.2012 № 471. URL:

- <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1369-12#Text> (дата звернення: 24.05.2025).
- 47.Про затвердження Змін до додатку 2 до Державних санітарних норм та правил «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною»: Наказ МОЗ України від 18.02.2022 № 341. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0304-22#Text> (дата звернення: 24.05.2025).
- 48.Нормування якості природних вод водоймищ питного, культурно-побутового і рибогосподарського призначення. Посібник. URL: https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/iebmd/vaganov_inzhenerna_geologiya/12.5.htm (дата звернення: 16.05.2025).
- 49.Про затвердження Гігієнічних нормативів якості води для купання : Наказ МОЗ України від 03.12.2024 № 2005 : станом на 21 січ. 2025 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1958-24#Text> (дата звернення: 24.05.2025).
- 50.Про затвердження Правил охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами : Постанова Каб. Міністрів України від 25.03.1999 № 465 : станом на 30 жовт. 2013 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/465-99-п#Text> (дата звернення: 24.05.2025).

ДОДАТКИ

Додаток А

Нормативні значення БСК5 [49]

Біологічне споживання кисню(БСК5), мг/дм3	Норматив (ГДК), мг/дм3
<3	3
3≥15	2
≥15	1

Додаток Б

Нормативні значення розчиненого кисню [49]

Середній вміст розчиненого кисню (сі), мгО2/дм3	Норматив (ГДК), мгО2/дм3
>6	6
6> сі>5	12
5> сі>4	20
4> сі>3	30
3> сі>2	40
2> сі>1	50
1> сі>0	60

Додаток В

Класи якості води [49]

Клас якості води	Характеристика (текстовий опис)	Величина ІЗВ
I	Дуже чиста	ІЗВ≤0,3
II	Чиста	0,3<ІЗВ≤1
III	Помірно забруднена	1<ІЗВ≤2,5
IV	Забруднена	2,5<ІЗВ≤4
V	Брудна	4<ІЗВ≤6
VI	Дуже брудна	6<ІЗВ≤10
VII	Надзвичайно брудна	ІЗВ>10