ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра загальної та прикладної екології і зоології

Кваліфікаційна робота
бакалавра

на тему: ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД РІЧКИ ТИСА ЗА РІВНЕМ ЗАБРУДНЕНОСТІ
ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL STATE OF SURFACE WATERS OF THE TYS RIVER BY THE LEVEL OF POLLUTION

Виконав: студент 4 курсу, групи 6.1011
спеціальності 101 Екологія
освітньо-професійної програми
Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування
Поляков О.О.

Керівник, доцент,
доцент, к.б.н. Домбровський К.О.

Рецензент, доцент,
доцент, к.с/г.н., Притула Н.М.

Запоріжжя – 2025

ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Біологічний факультет
Кафедра загальної та прикладної екології і зоології
Рівень вищої освіти бакалавр
Спеціальність 101 Екологія
Освітньо-професійна програма Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри загальної та прикладної екології і зоології, д.б.н., професор

О. Ф. Рильський

« 23 » вересня 2024 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ
Полякову Олексію Олександровичу

1. Тема роботи «Оцінка екологічного стану поверхневих вод річки Тиса за рівнем забрудненості»
керівник роботи Домбровський Костянтин Олегович, к.б.н. доцент
затверджена наказом ЗНУ від «29» січня 2025 р. № 160-с
2. Строк подання студентом роботи «05» червня 2025 року
3. Вихідні дані до роботи матеріали експериментальних досліджень; особисті спостереження; літературні посилання на авторів.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити:
1) визначити вміст деяких гідрохімічних показників у воді р. Тиса біля м. Чоп та м. Тячів й порівняти їх із значеннями рибогосподарських нормативі (ГДКр.);
2) проаналізувати які саме гідрохімічні показники води поверхневого водотоку перевищують нормативи ГДКр.;
3) оцінити якість води досліджених моніторингових постів спостереження р. Тиса за значеннями індексу забруднення води.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): 8 таблиць

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ім'я, по-батькові та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	завдання прийняв
4	Притула Н.М., к.с/г.н., доцент		

7. Дата видачі завдання 23 вересня 2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1.	Огляд літературних джерел. Написання відповідного розділу роботи	Вересень-листопад 2024 р.	Виконано
2.	Вивчення, засвоєння методик дослідження. Написання відповідного розділу роботи	Вересень-грудень 2024 р.	Виконано
3.	Засвоєння правил техніки безпеки під час виконання експериментальної частини. Написання відповідного розділу роботи	Жовтень-грудень 2024 р.	Виконано
4.	Проведення експериментальних досліджень. Оформлення результатів експерименту	Грудень-березень 2024-2025 рр.	Виконано
5.	Оформлення кваліфікаційної роботи	Квітень-травень 2025 р.	Виконано
6	Передзахист роботи	Травень 2025 р.	Виконано
7.	Рецензування кваліфікаційної роботи	Травень-перша декада червня 2025 р.	Виконано
8.	Подання роботи на кафедру	Травень 2025 р.	Виконано
9.	Захист кваліфікаційної роботи	Червень 2025 р.	Виконано

Студент _____ О.О. Поляков

Керівник роботи _____ К.О. Домбровський

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер Н.М. Притула

РЕФЕРАТ

В роботі 43 сторінки 8 таблиць, було використано 32 літературних джерел.

Об’єктом дослідження є поверхневі води річки Тиса на деяких гідрологічних постах спостереження.

Предметом дослідження є рівень забрудненості поверхневих вод річки Тиса за основними фізико-хімічними показниками.

Методи дослідження складаються з загальноприйнятих методів метод пізнання, опис, візуальне спостереження, статистична обробка.

Метою кваліфікаційної роботи є: оцінка екологічного стану поверхневих вод річки Тиса на основі аналізу рівня її забрудненості за певними гідрохімічними показниками.

Теоретично та експериментально визначено, що гідрохімічні показники води на досліджених постах спостереження р. Тиса перевищили нормативи для чотирьох показників – загального азоту, біохімічного споживання кисню, завислих речовин та синтетичних поверхнево-активних речовин, що свідчить про значний рівень органічного забруднення поверхневих вод даного водотоку.

За результатами дослідження якість води на посту спостереження № 1 – р. Тиса, 696 км, м. Чоп відповідає II класу «чиста» вода. За результатами дослідження якість води на посту спостереження № 2 – питний водозабір р. Тиса, 882 км, м. Тячів відповідає VI класу «дуже брудна» вода, та III–V класу «помірно забруднена – брудна» вода.

В цілому перевищення рибогосподарського нормативу ГДК синтетичних поверхнево-активних речовин у воді річки на посту спостереження № 2 було зафіксовано на рівні від 5,5 до 45,0 разів (в середньому в 20,8 разів).

РІЧКА ТИСА, ЯКІСТЬ ВОДИ, ГІДРОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ, ПОСТИ СПОСТЕРЕЖЕННЯ

ABSTRACT

The work has 43 pages, 8 tables, and 32 literary sources were used.

The object of the study is the surface waters of the Tisza River at some hydrological observation posts.

The subject of the study is the level of pollution of the surface waters of the Tisza River according to the main physicochemical indicators.

Research methods consist of generally accepted methods of cognition, description, visual observation, statistical processing.

The purpose of the qualification work is: assessment of the ecological state of the surface waters of the Tisza River based on the analysis of the level of its pollution according to certain hydrochemical indicators.

It was theoretically and experimentally determined that the hydrochemical indicators of water at the studied observation posts of the Tisza River exceeded the standards for four indicators - total nitrogen, biochemical oxygen demand, suspended solids, and synthetic surfactants, which indicates a significant level of organic pollution of the surface waters of this watercourse.

According to the results of the study, the water quality at observation post No. 1 - Tysa River, 696 km, Chop city corresponds to class II "clean" water.

According to the results of the study, the water quality at observation post No. 2 - drinking water intake of the Tysa River, 882 km, Tyachiv city corresponds to class VI "very dirty" water, and class III–V "moderately polluted-dirty" water.

In general, the exceedance of the fishery standard for the maximum permissible concentration of synthetic surfactants in river water at observation post No. 2 was recorded at a level of 5.5 to 45.0 times (on average 20.8 times).

RIVER TISZA, WATER QUALITY, HYDROCHEMICAL INDICATORS,POST OBSERVATIONS3MICT

ЗМІСТ

ВСТУП 2
1 ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ
1.1 Екологічний стан поверхневих вод України 6
1.2 Причини та наслідки забруднення поверхневих вод 10
1.3 Методи покращення екологічного стану поверхневих вод 15
2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ
2.1 Загальна гідрографічна характеристика басейну річки Тиса 18
2.2 Гідрологічний режим річки Тиса та його особливості 23
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА
3.1 Оцінка якості води поверхневого водного об’єкту – р. Тиса в районах двох постів спостереження за гідрохімічними показниками 27
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ 36
ВИСНОВКИ 39
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ 40

ВСТУП

Водні ресурси є однією з найважливіших складових біосфери та необхідною умовою існування життя на Землі. Поверхневі води, зокрема річки, відіграють ключову роль у підтримці екологічної рівноваги, забезпеченні водопостачання для промисловості, сільського господарства та комунальних потреб, а також мають значне соціально-економічне значення. Проте, зростаюча антропогенна діяльність, інтенсивний розвиток промисловості та сільського господарства, а також урбанізація призводять до значного забруднення поверхневих вод, що становить серйозну загрозу для екосистем та здоров’я населення.

Річка Тиса, будучи однією з найбільших приток Дунаю та важливою водною артерією Центральної Європи, зазнає значного антропогенного навантаження. На її басейн припадає значна частина промислового та сільськогосподарського виробництва країн, через які вона протікає (Україна, Румунія, Словаччина, Угорщина, Сербія). Внаслідок цього, екологічний стан річки Тиса є предметом постійного занепокоєння як науковців, так і громадськості. Періодичні випадки транскордонного забруднення, спричинені аваріями на промислових об'єктах, а також постійне надходження неочищених або недостатньо очищених стічних вод, сільськогосподарських стоків та твердих побутових відходів, негативно впливають на якість води та біорізноманіття річкової екосистеми [1].

Проблеми оцінки та моніторингу екологічного стану поверхневих вод є предметом численних наукових досліджень. У вітчизняній та зарубіжній літературі широко представлені методи гідрохімічного аналізу, гідробіологічних досліджень, дистанційного зондування та математичного моделювання для оцінки рівня забрудненості водних об’єктів.

Значний внесок у вивчення якості поверхневих вод зробили такі українські вчені, як В.Д. Романенко, О.П. Осадчий, Л.М. Горєв, Я.Я. Мовчан, які розробили

теоретичні та практичні аспекти гідроекології, методи контролю якості води та прогнозування екологічних наслідків антропогенного впливу [2].

Зарубіжні дослідження зосереджені на розробці інтегрованих систем оцінки екологічного стану річкових басейнів, застосуванні біоіндикаційних методів, використанні геоінформаційних систем для картографування забруднення та моделюванні процесів розповсюдження забруднюючих речовин [1]. Особлива увага приділяється вивченню впливу різних типів забруднення (органічного, неорганічного, важкими металами, пестицидами) на функціонування водних екосистем та здоров'я людини [3].

Дослідження, присвячені безпосередньо екологічному стану річки Тиса, включають роботи, що аналізують гідрохімічні показники якості води, вивчають видовий склад та кількісні характеристики гідробіонтів, а також оцінюють вплив транскордонних забруднень [4]. Однак, незважаючи на наявність значної кількості досліджень, комплексна оцінка екологічного стану річки Тиса за сучасними методологічними підходами, з урахуванням специфіки різних ділянок річки та динаміки забруднення, залишається актуальною.

Актуальність дослідження екологічного стану поверхневих вод річки Тиса зумовлена низкою факторів:

Високий рівень антропогенного навантаження. Басейн річки Тиса є густонаселеним та промислово розвиненим регіоном, що призводить до постійного надходження різноманітних забруднюючих речовин у водне середовище.

Транскордонний характер річки. Забруднення на одній ділянці річки може мати негативні наслідки для екосистем та водокористувачів у сусідніх країнах, що підкреслює важливість міжнародної співпраці у сфері охорони водних ресурсів.

Ризик виникнення надзвичайних ситуацій. Періодичні аварії на промислових об'єктах, такі як виливи ціанідів у 2000 році, демонструють високу вразливість річкової екосистеми до раптових забруднень та необхідність постійного моніторингу та оцінки ризиків.

Потреба у розробці ефективних заходів з охорони та відновлення. Для забезпечення сталого використання водних ресурсів річки Тиса необхідно мати об'єктивну інформацію про її екологічний стан, що є основою для розробки та впровадження природоохоронних заходів.

Відповідність європейським стандартам. У контексті євроінтеграції України, оцінка якості води річки Тиса має здійснюватися з урахуванням вимог Водної Рамкової Директиви ЄС, що передбачає комплексний підхід до управління водними ресурсами на басейновий основі.

Метою кваліфікаційної робити є оцінка екологічного стану поверхневих вод річки Тиса на основі аналізу рівня її забрудненості за певними гідрохімічними показниками.

Для досягнення поставленої мети були визначені наступні *завдання*:

1) визначити вміст деяких гідрохімічних показників у воді р. Тиса біля м. Чоп та м. Тячів й порівняти їх із значеннями рибогосподарських нормативі (ГДКр.);

2) проаналізувати які саме гідрохімічні показники води поверхневого водотоку перевищують нормативи ГДКр.;

3) оцінити якість води досліджених моніторингових постів спостереження р. Тиса за значеннями індексу забруднення води.

Об'єктом дослідження є поверхневі води річки Тиса на деяких гідрологічних постах спостереження.

Предметом дослідження є рівень забрудненості поверхневих вод річки Тиса за основними фізико-хімічними показниками.

Наукова новизна полягає в тому, що спираючись на гідрохімічні показники вперше була проведена оцінка якості води річки Тиса в районах питних водозаборів за допомогою використання індексу забруднення води.

Практичне значення отриманих результатів полягає у тому, що вони можуть бути використані органами державної влади та місцевого самоврядування для розробки та впровадження природоохоронних заходів, спрямованих на покращення екологічного стану річки Тиса. Отримана

інформація може бути корисною для підприємств водогосподарського комплексу, сільськогосподарських виробників та інших водокористувачів при здійсненні господарської діяльності з метою мінімізації негативного впливу на водний об’єкт. Крім того, матеріали дослідження можуть бути використані у навчальному процесі для підготовки фахівців у галузі екології та охорони навколишнього середовища.

1 ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Екологічний стан поверхневих вод України

Вода є ключовим абіотичним компонентом біосфери, що становить основу існування життя на Землі та визначається як один із фундаментальних видів природних ресурсів.

Концепція «водні ресурси» охоплює всю гідросферу планети у її вільному, хімічно незв’язаному стані. У широкому розумінні, вона включає гідрологічні об'єкти Світового океану, поверхневі водні тіла (річки, озера, водосховища, ставки), підземні води континентальної частини суходолу, а також воду, сконцентровану в кріосфері (льодовиках), гідроморфних ґрунтах (заболочених і перезволожених територіях) та атмосфері. У більш вузькому контексті, термін «водні ресурси» відноситься до поверхневих і підземних вод конкретної території або акваторії, які є придатними для експлуатації в аграрному та промисловому секторах, а також для забезпечення комунально-побутових потреб населення [5].

Водні ресурси є стратегічно важливим природним ресурсом, що має особливу значущість. Вони становлять національне надбання кожної держави, виступаючи однією з природних передумов її економічного розвитку. Вони забезпечують функціонування всіх сфер життєдіяльності людини та господарського комплексу, детермінують потенціал розвитку промисловості та сільського господарства, просторове розміщення населених пунктів, а також можливості організації рекреаційних та оздоровчих заходів [6].

Україна належить до країн з недостатнім рівнем забезпеченості водними ресурсами, характеризуючись як одна з найменш водозабезпечених держав Європейського континенту. Водні об'єкти України займають площу 24,2 тис. км², що становить 4,0% від її загальної території (603,7 тис. км²). До зазначених об’єктів належать річкові системи, озерні утворення, водосховища, ставки, канали та інші гідротехнічні споруди. Територія України вирізняється

нещільною річковою мережею із середнім показником 0,34 км/км², обмеженою кількістю великих природних водойм та помірними запасами підземних вод. Значна частина болотних масивів, які виконували функцію природного регулятора гідрологічного режиму річок, наразі зазнала осушення (близько 50%). Таким чином, водні природні ресурси України представлені переважно місцевим і транзитним річковим стоком, водними акумуляціями в озерах, штучних водоймах та підземних водоносних горизонтах [7].

У контексті водогосподарської політики України протягом тривалого періоду спостерігалася тенденція ігнорування фундаментальної ролі водних ресурсів як основи життєзабезпечення природних екосистем та людської популяції. При цьому не здійснювався належний облік та прогнозування економічного стану водних систем і їхнього впливу на біорізноманіття. Домінуючим підходом було розглядати воду виключно як господарський ресурс, призначений для потреб промислового та сільськогосподарського виробництва, генерування електроенергії, а також для відведення стічних вод, що призвело до виснаження природно-екологічного потенціалу гідросфери [8].

Територія України характеризується розвиненою гідрографічною мережею, що включає річкові долини, балки та яри з численними водотоками різного масштабу – від малих тимчасових струмків до великих річкових систем, таких як Дніпро, Сіверський Донець, Дністер, Південний Буг, Інгулець та Тиса. Однак, протягом останнього часу відзначається стійка тенденція до погіршення якісних характеристик води у зазначених водних об’єктах, а значна їх частина перебуває під загрозою повного зникнення. Наразі актуальною є проблема не лише непридатності малих річок як джерел питного водопостачання, але й обмеження можливостей суспільного використання їхніх басейнів в цілому. Це зумовлено значним (нерідко критичним) антропогенним навантаженням, що проявляється у скиданні неочищених стічних вод, площинному змиві токсичних сполук з агроландшафтів, надмірній рекреаційній діяльності та засміченні. За збереження існуючих темпів забруднення існує висока ймовірність дефіциту питної води для населення країни в найближчій перспективі [9].

Водні ресурси держави є ключовим джерелом питного водопостачання. Враховуючи нерівномірний розподіл їх запасів по території України (максимальна концентрація на заході, мінімальна – у південних областях Донецької, Запорізької, Херсонської та Одеської областей), постає необхідність їх раціонального використання та ефективної охорони від забруднення [10].

З метою нівелювання диспропорцій у забезпеченості прісною водою між різними регіонами України було споруджено 1103 водосховища, шість з яких є великими і розташовані на річці Дніпро, а ще одне велике водосховище – на Дністрі. Крім того, створено близько 50 тис. ставків, 7 великих каналів та 10 водоводів. Незважаючи на значний сумарний об’єм водних ресурсів України, значна їх частина є непридатною для використання. Внаслідок цього, за показником відновлюваних запасів води на душу населення, Україна належить до країн з найнижчим рівнем забезпеченості в Європі [8].

Централізованим водопостачанням охоплено близько 70% населення країни. Забезпечення потреб 20% з них здійснюється за рахунок підземних прісних вод, тоді як 80% споживають воду з поверхневих джерел, зокрема річок Дніпро та Десна. Більшість річкових басейнів та водосховищ, які є основними джерелами питного водопостачання, не відповідають критеріям екологічної безпеки. У деяких містах та окремих регіонах відхилення якісних показників води від нормативних значень сягають 70–80% [11].

Проблема забруднення річкових вод в Україні набула загальнонаціонального масштабу. Практично всі водні об’єкти країни наближаються до III-го та IV-го класів якості, що відповідає характеристикам «забруднені» та «брудні». Найбільш критична ситуація склалася у басейнах Дніпра, Сіверського Дінця, річках Приазов’я та окремих притоках Дністра і Західного Бугу, де якість води класифікується як «дуже брудна» (V клас).

При цьому домінуючим методом водопідготовки для питних потреб залишається хлорування, що призводить до утворення небезпечних для здоров’я хлорорганічних сполук.

Навіть за умови належного очищення, знезараження, пом’якшення та усунення органолептичних показників на водоочисних станціях, якість води повторно погіршується внаслідок транспортування застарілими водопровідними мережами. Фактично, споживачі отримують технічну воду, і термічна обробка (кип’ятіння) не забезпечує її належної якості [12].

Однією з ключових проблем забруднення річкових екосистем є недостатня ефективність очищення стічних вод. У багатьох регіонах відсутні повноцінні комплекси очисних споруд та зони санітарної охорони. Значна частина водопровідних мереж не обладнана установками знезараження (що особливо характерно для Івано-Франківської, Тернопільської, Одеської, Житомирської та Закарпатської областей). Внаслідок цього значний обсяг промислових та господарсько-побутових стоків, що скидаються підприємствами у водні об’єкти, не піддаються належному очищенню або не відповідають встановленим санітарним нормативам. Комплекс органічних речовин, яєць гельмінтів, патогенних бактерій, сульфатів, хлоридів, важких металів та пестицидів становить значний перелік контамінантів, що потрапляють до споживачів разом з водою.

У пробах питної води найчастіше виявляються відхилення за органолептичними показниками (до 72%). На другому місці за частотою фіксується перевищення нормативних значень мінералізації (до 28%), а на третьому – перевищення гранично допустимих концентрацій хімічних речовин (до 16%).

Окрім значного забруднення природних водойм стічними водами, суттєвий негативний вплив на якість води чинить підвищення температури у літній період, що щорічно призводить до масового "цвітіння" води та, як наслідок, зниження концентрації розчиненого кисню до критичних рівнів і зростання показників органічного забруднення. Відсутність ефективних заходів з ліквідації цих проблем та невизначеність шляхів їх вирішення з боку владних структур призводять до процесу гниття водної рослинності, що додатково погіршує якість води [13].

1.2 Причини та наслідки забруднення поверхневих вод

У контексті інтенсивної урбанізації в Україні спостерігається негативна тенденція гіперконцентрації промислових об’єктів на обмежених територіях. Це явище призводить до деградації природного середовища міських екосистем, що є актуальною проблемою і для м. Кременчук. Високі рівні емісії забруднюючих речовин та накопичення відходів, незадовільна інфраструктура життєзабезпечення, стрімке зростання міського населення та пов’язана з цим необхідність територіальної експансії зумовлюють зростання непридатності значної частини поверхневих водних об’єктів до подальшого використання.

Основними шляхами надходження забруднюючих речовин є річковий стік та атмосферні опади. До ключових контамінантів належать біогенні елементи, важкі метали, галогенорганічні сполуки, нафтові вуглеводні та радіонукліди [11].

Вирішальний вплив на рівень забруднення справляють такі чинники, як щільність населення, рівень індустріального розвитку та гідрологічні характеристики водного об’єкта, що приймає стічні води. Важливо зазначити, що забруднення водних ресурсів відбувається не лише внаслідок точкових скидів. Значний внесок у погіршення якості вод вносить дифузне забруднення, спричинене поверхневим стоком із сільськогосподарських угідь, промислових майданчиків та транспортних магістралей.

Особливої уваги потребує охорона підземних вод, які є важливим елементом гідрологічного циклу та суттєвою складовою водного фонду. Підтримання якісних характеристик підземних вод на рівні, максимально наближеному до природного, є першочерговим завданням. Загрозу для підземних водоносних горизонтів становить інфільтрація залишкових кількостей пестицидів та біогенних елементів із сільськогосподарських територій, а також міграція забруднюючих речовин із промислових зон, полігонів твердих побутових та військових відходів, і витоки з підземних трубопроводів. Крім того,

підкислення ґрунтів становить значний потенційний ризик для якості підземних вод [14].

Різні види водокористування (питтєве, рекреаційне, рибогосподарське, промислове) пред'являють специфічні вимоги до якості водних ресурсів. У цьому контексті вагомого значення набуває процес нормування, зокрема визначення гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин для конкретних видів водокористування [15].

Аналіз динаміки водоспоживання в народному господарстві України за останні 25 років демонструє більш ніж дворазове зростання. Інтенсивний розвиток промислового та аграрного секторів економіки, що супроводжується неухильним збільшенням обсягів водокористування, актуалізує питання раціонального використання та охорони водних ресурсів. Повернені води після господарської діяльності містять різноманітні хімічні та бактеріологічні контамінанти, надходження яких до річкових екосистем призводить до погіршення якості поверхневих вод. Складна екологічна ситуація у річкових басейнах значною мірою зумовлена високою концентрацією промислового та сільськогосподарського виробництва.

Класифікація основних джерел антропогенного забруднення водних об'єктів [16]:

1. Стічні води. Забруднення водних екосистем стічними водами, що містять широкий спектр шкідливих домішок неорганічної (кислоти, луги, мінеральні солі) та органічної (нафтові вуглеводні, детергенти, пестициди) природи. Крім того, стічні води є джерелом надходження до річок різноманітних мікроорганізмів, спор грибів та яєць гельмінтів, серед яких значна кількість є патогенними для людини, тварин і рослин [16].

2. Агропромисловий комплекс. Забруднення поверхневих та підземних вод значними обсягами агрохімікатів (мінеральних добрив, пестицидів, гербіцидів, інсектицидів) та органічних відходів, що надходять внаслідок змиву з сільськогосподарських угідь, а також забруднення, пов'язане з функціонуванням великих тваринницьких комплексів.

3. Промислові відходи. До основних джерел промислового забруднення водних ресурсів належать підприємства хімічної, нафтопереробної, целюлозно-паперової, гірничорудної промисловості, а також комунально-побутові стічні води. Специфічними контамінантами є важкі метали (ртуть, мідь), фториди, радіонукліди та сполуки заліза. Особливе місце серед промислових забруднювачів займають синтетичні миючі засоби, що характеризуються високою стійкістю та тривалим періодом розкладання у водному середовищі [16].

4. Витоки нафти та нафтопродуктів. Значної шкоди водним екосистемам завдають нафта та нафтопродукти, утворюючи на поверхні води плівку, що перешкоджає газообміну між гідросферою та атмосферою, спричиняючи дефіцит розчиненого кисню. Наслідком розливу 1 тонни нафти є утворення плівки на площі до 12 км². Осадження мазуту на дно призводить до загибелі бентосних мікроорганізмів, що беруть участь у процесах самоочищення води. Анаеробне розкладання цих осадів, збагачених органічними речовинами, супроводжується виділенням токсичних сполук, зокрема сірководню, що призводить до вторинного забруднення водного об’єкта.

5. Тверді відходи. Забруднення водних ресурсів нерозчинними домішками, такими як полімерні матеріали (пляшки, пакети), гравій, пісок, глина та мул, що надходять внаслідок змиву дощовими водами з еродованих сільськогосподарських угідь. Замулення річкових русел є наслідком розорювання заплавних територій та вирубування прибережних лісосмуг. Тверді частинки знижують прозорість води, інгібують розвиток водної рослинності, пошкоджують зябра гідробіонтів, погіршують органолептичні властивості води, а в окремих випадках роблять її непридатною для споживання [11].

6. Термальне забруднення. Забруднення водних об’єктів підігрітими водами, що скидаються теплоелектростанціями (ТЕС), атомними електростанціями (АЕС) та іншими енергетичними установками. Підвищення температури води призводить до зміни термічного та біологічного режимів водних екосистем, негативно впливаючи на їх мешканців. Вода з температурою

26-30°С чинить пригнічуючу дію на гідробіонтів, а при підвищенні температури до 36°С спостерігається їх масова загибель. Крім того, скидання підігрітих вод сприяє процесам евтрофікації, тобто прискореному заростанню водойм водоростями та деградації біоти.

Термальне забруднення є специфічним видом антропогенного впливу на гідросферу, де ключову роль відіграють АЕС, ТЕС та теплоелектроцентралі (ТЕЦ) [11].

Спостереження свідчать про порушення нерестових умов риб, загибель зоопланктону та підвищення захворюваності риб у річках, розташованих нижче за течією від діючих енергетичних об’єктів. Гідробіологічні дослідження встановили наступну температурну залежність впливу на мешканців озер та штучних водойм:

– до 26°С – негативний вплив не виявлено;

– 26-30°С – пригнічення життєдіяльності риб;

– понад 30°С – шкідлива дія на біоценози;

– 34-36°С – загибель риб та окремих видів інших організмів.

Важливо зазначити, що АЕС, як правило, здійснюють скидання води з температурою до 45°С.

7. Атмосферне забруднення. Надходження забруднюючих речовин з атмосферного повітря у водні об’єкти з атмосферними опадами. Зокрема, оксиди азоту та сірки, взаємодіючи з киснем та вологою, утворюють кислотні дощі, що призводять до підкислення та забруднення природного середовища.

Наслідки забруднення водних ресурсів є небезпечними та мають комплексний характер. Перелік захворювань, пов’язаних із вживанням неякісної води, є значним, що підкреслює критичну важливість проблеми [17].

Основні наслідки забруднення водних ресурсів:

1) зниження біорізноманіття річкової флори та фауни.

2) заростання та зникнення малих водних об’єктів.

3) погіршення органолептичних показників води (смаку, кольору, запаху).

4) руйнування емалі зубів внаслідок надмірної концентрації фтору.

5) спалахи інфекційних захворювань (гепатитів), спричинені бактеріальним забрудненням.

6) токсичне навантаження на організм важкими металами (залізом, свинцем, хромом, кадмієм), що призводить до порушень функціонування різних систем організму, включаючи кісткову тканину та нервову систему, а також підвищує ризик онкологічних захворювань.

7) поширення гострих кишкових інфекцій (тифу, дизентерії, холери).

8) дерматологічні проблеми та погіршення стану волосяного покриву.

9) негативний вплив хімічних сполук (фенолу та фтору) на функціональний стан печінки.

10) паразитарні інвазії.

11) акумуляція радіонуклідів та пестицидів в організмах гідробіонтів та їх подальша циркуляція харчовими ланцюгами, що призводить до порушення репродуктивної функції та генетичних мутацій.

1.3 Методи покращення екологічного стану поверхневих вод

З наукової точки зору, спостерігається тенденція інтенсивного антропогенного забруднення водних ресурсів протягом останніх років. Це зумовлено комплексом факторів, включаючи несистематизовану господарську діяльність, що перевищує екологічно допустимі межі освоєння територій, гіперінтенсифікацію експлуатації природних ресурсів, процеси седиментації, контамінації та евтрофікації річкових екосистем, а також недотримання регламентів природоохоронного режиму прибережних захисних смуг. Пріоритетним джерелом забруднення виступають промислові та комунальні стічні води, що містять значні концентрації важких металів, органічних сполук та бактеріологічних агентів.

На думку профільних фахівців, зазначена екологічна деградація зумовлена недостатнім рівнем екологічної свідомості населення України та низькою відповідальністю за стан довкілля. Ключовим аспектом є також недостатня пріоритизація проблем водних ресурсів у державній політиці [18].

Експертне середовище наголошує на необхідності впровадження комплексних заходів для оптимізації стану водних об’єктів. До них належать забезпечення оптимального поєднання лісових та лукових біоценозів у прибережних зонах, припинення несанкціонованого скидання неочищених стічних вод, ренатуралізація осушених заплавних територій, рекультивація деградованих земель, а також систематичний моніторинг гідротехнічних споруд на річках та процесів абразії берегів, що призводять до зменшення глибини та замулення річищ [19].

Крім того, актуальним є посилення державного екологічного нагляду та контролю за скидами промислових підприємств і дотриманням природоохоронного режиму у водоохоронних зонах річок та дренажних каналів відповідно до ст. 18 Закону України «Про забезпечення санітарного та епідеміологічного добробуту населення». Наразі спостерігається тенденція

безкарного скидання промислових відходів у водні об’єкти. Альтернативним заходом є обов’язкове обладнання промислових підприємств системами дощової каналізації з інтегрованими очисними спорудами для запобігання забрудненню водних об’єктів неочищеними поверхневими стоками. Однак, існують складнощі із забезпеченням підприємств необхідними технологічними системами через обмеженість державного фінансування та відсутність економічної мотивації у суб’єктів господарювання. У зв’язку з цим, розглядається можливість законодавчого зобов’язання великих підприємств щодо встановлення відповідних систем або запровадження системи штрафних санкцій, аналогічної практиці європейських країн [20].

Стратегії поліпшення якості води включають:

– інтеграцію комплексу заходів з охорони та раціонального використання водних ресурсів до загальнодержавних планів;

– мінімізацію обсягів стічних вод шляхом оптимізації технологічних процесів у промисловості;

– розробку та впровадження системи дозволів на гранично допустимі викиди забруднюючих речовин у довкілля;

– збільшення фінансування заходів з контролю якості питної води;

– активізацію діяльності, спрямованої на очищення води із застосуванням фізико-механічних, хімічних та біологічних методів;

– впровадження ультрафіолетового (УФ) опромінення як ефективного методу дезінфекції води [11].

У сучасних умовах для питного водопостачання рекомендується використання бюветів або централізованих водогінних мереж з подальшим очищенням води за необхідності. Найбільш ефективними методами очищення води є:

– абсорбція – видалення органічних забруднювачів;

– дистиляція – елімінація розчинених у воді солей;

– хлорування – дезактивація мікроорганізмів;

– фільтрація – видалення нерозчинних твердих суспензій;

– озонування – метод, що базується на окиснювальній здатності атомарного кисню, який утворюється при розкладанні озону у воді, руйнуючи ферментні системи мікроорганізмів та окислюючи сполуки, що зумовлюють неприємні органолептичні властивості води;

– бактерицидна дія іонів срібла (Аргентуму), які інгібують метаболічні процеси в клітинах бактерій шляхом блокування активних центрів певних ферментів, забезпечуючи пролонгований знезаражувальний ефект;

– знезараження води з використанням природних сорбентів, таких як кора верби, листя черемхи, гілки ялівцю та горобини, що дозволяє покращити органолептичні властивості навіть болотних вод шляхом адсорбції сполук, що викликають неприємний смак та запах [11].

2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Загальна гідрографічна характеристика басейну річки Тиса

Річка Тиса, транскордонна водна артерія, локалізується в межах Закарпатської області, що географічно належить до західного макрорегіону України. Дана річкова система характеризується значною протяжністю, що становить близько 1200 кілометрів, та є однією з найбільших річкових формацій на території держави, формуючи розгалужену гідрографічну мережу, що включає численні притоки та басейни нижчого порядку. Річка Тиса відіграє суттєву роль як природний водний шлях та визначає гідрологічний режим досліджуваного регіону [21].

Аквальна екосистема річки Тиса вирізняється високим ступенем біотичного різноманіття, охоплюючи широкий спектр флори та фауни. Річкова акваторія має важливе промислове значення в контексті рибальства та слугує міграційним коридором для значної кількості іхтіофауни. Проте, екологічний стан річки зазнає негативного антропогенного впливу, зумовленого промисловою діяльністю, інтенсивним сільськогосподарським виробництвом та іншими джерелами забруднення, що призводить до погіршення гідрохімічних показників води та деградації річкової екосистеми [22].

Актуальним напрямом досліджень є розробка та впровадження комплексу природоохоронних заходів, спрямованих на оптимізацію екологічного стану річки Тиса. До ключових складових таких заходів належать: проектування та введення в експлуатацію ефективних систем очищення стічних вод різного походження, здійснення систематичного моніторингу якісних характеристик водного середовища, а також збереження та відновлення природних біотопів, прилеглих до річкового русла.

У межах Закарпатської області функціонує розгалужена гідрографічна мережа, що включає 9429 водотоків. Гідрологічно значущою артерією є річка Тиса, яка є лівою притокою р. Дунай. Формування основного русла відбувається

внаслідок злиття річок Біла Тиса та Чорна Тиса. Витоки Чорної Тиси локалізовані біля підніжжя гірського масиву Свидовець на абсолютній висоті 1400 м, тоді як Біла Тиса бере початок на Чорній горі, на висоті 1650 м над рівнем моря [23].

Таблиця 2.1 – Загальні характеристики р. Тиса в межах України [23]

Показники	Характеристики
Площа водозбору, км^2	12 777
Річки з площею водозбору більше 500 км^2	Чорна Тиса, Теребля, Чаронда, Коропець
Найвища точка басейну, м над рівнем моря	103
Сусідні країни	Польща, Словаччина, Угорщина, Румунія
Міста з населенням більше 10 000 мешканців	Ужгород, Мукачево, Хуст, Свалява, Рахів, Берегово, Виноградів
Землекористування, %	Сільськогосподарські землі – 37,3 Ліси – 57,5 Води – 1,5 Забудовані землі – 3,7

Утворення зазначених водотоків відбувається на висоті 440 м н.р.м. на північ від м. Рахів, де річка набуває власної гідронімічної назви – Тиса. Загальна протяжність річкової системи Тиси становить 966 км, а площа водозбірного басейну охоплює 153 тис. км². В межах державного кордону України річка протікає на ділянці довжиною 265 км, а площа басейну в цьому регіоні складає 12,8 тис. км². Загальне падіння русла річки становить 336 м, що зумовлює середній поздовжній схил у 1,2‰ [24].

На території України зафіксована верхів’я, переважно правобережна частина басейну р. Тиса, яка геоморфологічно охоплює південно-західний макросхил Українських Карпат та південно-західну частину Закарпатської низовини. Річкова долина Тиси характеризується значною шириною, досягаючи в середньому 180 км до гідрологічного поста Чоп, а максимальна ширина долини становить 183 км, що підкреслює значні розміри басейнової території.

Річка Тиса відіграє важливу роль у господарській діяльності регіону, забезпечуючи водопостачання, а також є об'єктом рибальства та рекреації. Водночас, Закарпатська область належить до регіонів з підвищеним ризиком паводкових явищ. Дощові та снігово-дощові паводки характеризуються високою частотністю, значною інтенсивністю та широким спектром впливу на значні за площею території [25].

Статистичний аналіз гідрологічних даних свідчить про те, що на річках Закарпаття паводки різної амплітуди фіксуються в середньому 6-8 разів протягом календарного року, незалежно від сезонної приналежності. Їхні характеристики (висота підйому рівня води, потенційна небезпека) детермінуються інтенсивністю та тривалістю атмосферних опадів, їхньою сумарною кількістю, а в зимовий період – об’ємом снігових накопичень та інтенсивністю процесів сніготанення.

Просторово-часовий розподіл річкового стоку є прямим наслідком фізико-географічних особливостей території водозбірного басейну. Основна частка формування стоку припадає на територію чотирьох держав: Румунії (51%), України (25,6%), Угорщини (10%) та Словаччини (13,4%). Сезонна динаміка стоку демонструє, що близько 70% річного об’єму припадає на зимовий (грудень – лютий) та весняний (березень – травень) періоди, тоді як на літній (червень – серпень) та осінній (вересень – листопад) сезони припадає лише 30% [26].

Гідрологічний режим р. Тиса характеризується чітко вираженим весняним водопіллям, періодичними літніми та осінніми дощовими паводками, а також менш інтенсивними підйомами рівня води в зимовий період. Весняне водопілля зумовлене інтенсивним сніготаненням та випаданням дощів, що призводить до

стрімкого зростання рівнів води. Весняні паводки можуть мати складну структуру, формуючись з кількох послідовних хвиль, і досягають пікових значень у березні-травні. Максимальна висота підйому рівня води варіює від 1 до 5,3 м при низькому водопіллі та від 2,5 до 8,6 м при високому [21].

Динаміка весняних паводків характеризується послідовністю кількох хвиль, з досягненням максимальних значень на початку або в середині березня, або, за умови інтенсивних весняних дощів, пізніше – наприкінці квітня або на початку травня. Амплітуда максимального рівня води вздовж річкового русла коливається від 1 до 5,3 м при незначному водопіллі до 2,5 до 8,6 м при значному. Швидкість спаду рівня води є співмірною зі швидкістю підйому при високих рівнях і менш інтенсивною при низьких.

У період з червня по вересень у басейні р. Тиса реєструється від 6 до 12 дощових паводків. Тривалість цих явищ зазвичай становить від 1 до 6 діб і супроводжується різким підйомом рівня води з подальшим поступовим спадом. У окремі роки максимальні висоти літніх паводків можуть перевищувати пікові значення весняного водопілля. Осінні дощі, що спостерігаються у жовтні та листопаді, також є чинником значного підвищення рівнів води. Крім того, різкі короткочасні підйоми рівнів фіксуються в зимовий період під час короткочасних відлиг, що супроводжуються рідкими опадами.

Річки Закарпатської області належать до категорії річок з паводковим гідрологічним режимом, для яких характерні паводкові явища протягом усього річного циклу. Аналіз джерел живлення річок області демонструє наступні закономірності: у багатоводні роки дощове живлення становить 55-66%, снігове – 10-15%, ґрунтове – 30%. У маловодні роки спостерігається вирівнювання пропорцій між дощовим і сніговим живленням, які в середньому складають 30-35%, тоді як частка підземного живлення зростає до 30-40% від річного об'єму стоку [27].

Основні гідрографічні параметри р. Тиса за даними гідрологічних постів Закарпатського ЦГМ представлені у табличній формі (див. таблицю 2.2).

Таблиця 2.2 – Гідрографічна характеристика р. Тиса [12]

№	пост	L, км	I, ‰	H, м	fзаб., %	fліс., %	foз., %
1	Рахів	52	15.3	1100	0	68	1
2	с. Ділове	70	12.7	1000	0	69	1
3	Вилок	158	5.4	1000	1	55	1

Примітка. L – довжина річки від її початку до даного гідрологічного поста, I – схиловий коефіцієнт, fзаб. – площа заболоченості басейну, fліс. – площа лісистості басейну, foз. – площа озерності басейну [12].

Аналіз багаторічних гідрометричних даних басейну річки Тиса виявляє, що пікові значення рівнів та витрат води корелюють з періодом осінньо-зимових паводків. Гідрографічний режим зазначеного періоду зумовлюється інтенсивними атмосферними опадами та процесами сніготанення, що призводить до акумуляції водних мас і подальшого зростання гідравлічних параметрів річкової мережі.

На гірських ділянках водотоків-приток зафіксовано збільшення рівнів води в діапазоні 2-4 м, у передгірській зоні – 5-6 м, а в головному руслі річки Тиса амплітуда підйому становить 6,5-9,5 м. Вказані показники відображають значний об'єм паводкового стоку, що формується у верхів'ях та передгір'ях басейну. Характерною особливістю є висока швидкість транзиту паводкових вод з гірських водотоків до річкових долин, що спричиняє інтенсивне затоплення заплавних територій. Ширина зони затоплення варіює залежно від геоморфологічних умов: у гірській зоні – 15-60 м, у передгірській – 115-500 м, на рівнинних ділянках – до 2500 м. Зазначені гідрологічні явища становлять значну загрозу для прилеглих територій, призводячи до підтоплення сільськогосподарських угідь, транспортної інфраструктури та селитебних зон [15].

Формування паводкового режиму річки Тиса є результатом комплексної взаємодії гідрометеорологічних факторів, геолого-орографічних та гідрогеологічних умов, сезонного припинення вегетації та транспірації

рослинного покриву, а також недостатнього рівня розвитку інженерної інфраструктури захисту від повеней у гірській частині басейну та неефективної реалізації заходів інженерного захисту на річкових водозборах.

Кінетика підйому рівнів води під час паводків характеризується високою інтенсивністю, досягаючи 1,5-2,5 м протягом 3-4 годин, що є типовою ознакою гідрологічного режиму гірських річок з високою швидкістю паводкового стоку.

Мінімальні міжпаводкові рівні води реєструються у різні місяці року, переважно в осінній період та у лютому. Дана тенденція обумовлена зниженням об'єму води після завершення періодів інтенсивного сніготанення, а також впливом низьких температур, що сприяють льодоутворенню. Початок льодових явищ фіксується у першій половині грудня, проте льодостав є нестабільним. Весняний льодохід спостерігається у березні, що пов'язано з підвищенням температурного режиму повітря [17].

2.2 Гідрологічний режим річки Тиса та його особливості

Водний режим річки Тиса характеризується поліфазністю, що проявляється у високій амплітуді весняного водопілля та періодичних літньо-осінніх дощових паводках. Додатково фіксуються епізодичні підйоми рівня води, зумовлені зимовими відлигами [31].

Формування весняного водопілля є результатом синергічної дії сніготанення та атмосферних опадів, що ускладнює його прояв у чистому вигляді. Динаміка підйому рівнів води демонструє початкову поступовість з подальшою інтенсифікацією. Весняний гідрограф характеризується наявністю кількох послідовних хвиль, досягаючи максимальних значень переважно на початку – в середині березня. У випадках пролонгованої гідрометеорологічної ситуації та інтенсивних весняних дощів, пік водопілля може зміщуватися на кінець квітня – початок травня. Вертикальна амплітуда максимальних рівнів

води вздовж річища варіює від 1-5,3 м при помірному водопіллі до 2,5-8,6 м при екстремально високому. Швидкість спаду рівнів корелює з інтенсивністю підйому, демонструючи високі темпи при значних рівнях та уповільнення при низьких. У період з червня по вересень реєструється від 6 до 12 дощових паводків, тривалість яких становить від 1 до 6 діб. Для даних гідрологічних подій характерні стрімкий підйом та пролонгований спад. В окремих випадках амплітуда літньо-осінніх паводків може перевищувати максимальні значення весняного водопілля. Осінні опади в жовтні – листопаді спричиняють помітне підвищення рівнів води. Раптові підйоми також спостерігаються в зимовий період внаслідок короткочасних відлиг, що супроводжуються дощами [25].

Аналіз багаторічних гідрологічних спостережень у басейні річки Тиса свідчить про те, що максимальні амплітуди підйому рівнів та пікові витрати води притаманні осінньо-зимовим паводкам. При цьому на гірських ділянках приток рівень води зростає на 2-4 м, на передгірних – на 5-6 м, а на головному руслі р. Тиса – на 6,5-9,5 м. Характерним є швидке скидання паводкових вод з гірських водотоків у річкові долини, що призводить до значного затоплення прилеглих територій. Ширина зони затоплення варіює залежно від геоморфологічних характеристик: 15-60 м у гірській зоні, 115-500 м у передгірській зоні та до 2500 м на рівнинних ділянках. Значні градієнти поздовжнього профілю річки зумовлюють формування стрімких паводків, при яких інтенсивність підйому рівнів води сягає 1,5-2,5 м за 3-4 години.

Паводковий режим річки формується під впливом комплексу факторів, включаючи складну гідрометеорологічну обстановку, специфічні геолого-орографічні та гідрогеологічні умови, припинення вегетації та транспірації, відсутність адекватних інженерних захисних споруд на гірських водотоках та неналежне виконання заходів інженерного захисту територій у межах річкових водозборів [9]. Мінімальні меженні рівні фіксуються у міжпаводкові періоди протягом року, переважно на початку осені та в лютому, що обумовлено низькими температурами повітря [26].

Водний баланс річки Тиса визначається річною кількістю атмосферних опадів. Весняне водопілля розпочинається в середині березня та завершується з таненням снігового покриву у високогірній зоні, як правило, до початку травня. Максимальні рівні води спостерігаються у літньо-осінній період, що корелює з інтенсивними опадами, тоді як мінімальні значення фіксуються в зимовий період та з серпня по жовтень. Таким чином, водний режим річки Тиса має значну залежність від річного розподілу атмосферних опадів. Весняна повінь у рівнинній частині річкової системи є більш тривалою порівняно з гірськими ділянками, де підйоми рівня води також характерні для літньо-осіннього періоду внаслідок рясних дощів. Найнижчі рівні води спостерігаються з грудня по лютий та у серпні – вересні [27].

Гірські ділянки річки Тиса характеризуються відсутністю льодового покриву в зимовий період через значну швидкість течії. Нижче за течією, у суворі зими, може утворюватися нестабільний льодовий покрив, тоді як на рівнинних ділянках льодостав може тривати від 1 до 3 місяців, досягаючи товщини 0,2-0,5 м [24].

Водність річки Чорна Тиса, подібно до інших річок Карпатського регіону, демонструє значну інтрарічну мінливість. Характерною особливістю гідрологічного режиму є наявність паводкових явищ протягом більшої частини року, нестабільні літньо-осінні та зимові межені, а також нечітко виражене весняне водопілля, генезис якого пов’язані з талими та дощовими водами. Швидкість течії у річці залежно від сезону коливається в межах 4-9 км/год, а нахил русла становить від 3 до 15 м/км. У руслі спостерігаються мілини, завали, невеликі пороги, низькі мости, навали на крутих поворотах та штучні пороги, призначені для аерації води. Однак зазначені характеристики притаманні верхів’ю ділянці річки до впадіння Лазещини. Нижче за течією Чорна Тиса набуває рис гірської річки, характеризуючись потужними порогами, стоячими хвилями, вирами та високими скелястими берегами, які в багатьох місцях укріплені бетонними стінами. Обидва береги річки в межах схилів вкриті лісовою рослинністю [29].

За типом гідрологічного режиму річки Закарпаття належать до річок з паводковим режимом протягом усього року, що корелює з причорноморським типом річок.

Процентне співвідношення різних джерел живлення річки є відносно стабільним у різні за водністю роки. У багатоводні роки домінує дощове живлення, складаючи 55-66% річного стоку. Снігове живлення становить 10-15%, а ґрунтове – близько 30%. У маловодні роки частка дощового та снігового живлення є майже однаковою, в середньому 30-35%, при цьому спостерігається деяке переважання підземного живлення, що становить 30-40% від річного стоку [30].

Середня багаторічна витрата води в річці Тиса в районі міста Рахів за період спостережень з 1946 по 2009 роки становить 25,7 м³/с, з міжрічною мінливістю в діапазоні 17,9 – 36,6 м³/с. Максимальна зафіксована витрата води сягала 938 м³/с (5 березня 2001 року), а мінімальна – 1,14 м³/с (2 лютого 1963 року) [31].

Для глибшого розуміння принципів формування якості вод річки є доцільним попередній аналіз її гідрографічних характеристик.

У басейні Верхньої Тиси ідентифіковано наступні види гідроморфологічних змін: порушення вільного плину водного потоку, порушення гідравлічного зв’язку між руслом річки та прилеглою заплавною територією, а також зміни морфологічних характеристик річкового русла [32].

Щодо оцінки екологічного стану верхів’я річки Тиса, якість поверхневих вод визначається на основі їх екологічного статусу, встановленого відповідно до вимог Водної Рамкової Директиви ЄС. Дана оцінка включає аналіз ряду фізико-хімічних показників. Значна просторова диференціація концентрацій завислих речовин (пісок, глина, мулисті відклади, промислові та комунально-побутові забруднення) у річці пояснюється надходженням органічних забруднювачів з річки Вішеу (притока р. Тиса), а також скидами у районі міста Хуст [32].

3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Оцінка якості води поверхневого водного об’єкту – р. Тиса в районах двох постів спостереження за гідрохімічними показниками.

Відповідно до даних лабораторії моніторингу вод та ґрунтів Басейнового управління водних ресурсів річки Тиса нами були проаналізовані деякі гідрохімічні показники якості води за 2 постами моніторингу, пунктами спостереження масивів поверхневих вод, забір води з яких здійснюється для задоволення питних і господарсько-питних потреб населення Закарпатської області.

Пост спостереження № 1 (п1) – ID 27280, р. Тиса, 696 км, м. Чоп, кордон з Угорщиною.

Пост спостереження № 2 (п2) – ID 27277, р. Тиса, 882 км, м. Тячів, питний в/з, кордон з Румунією (автоматизована інформаційно-вимірювальна системи АІВС-ТИСА).

Гідрохімічні показники води річки Тиси на досліджених постах спостереження варіювали у широких межах. Концентрації хімічних показників коливались у межах, мг/дм^3: хлориди – 12,40-66,50; сульфати – 10,00-26,20; завислі речовини – 6,30-35,10; азот загальний – 0,66-1,14; розчинений кисень – 9,50-12,80; СПАР – 1,10-8,99; органічних забруднень за хімічним споживанням кисню (ХСК) – 5,00-8,69; за біохімічним споживанням кисню ($БСК_5$) – 1,80-3,50 та за перманганатною окиснюваністю (ПО) – 2,39-3,70.

Гідрохімічні показники посту спостереження № 1 (табл. 3.1) показують перевищення нормативів ГДК – біохімічного споживання кисню (за 5 діб) в липні, вересні та листопаді де концентрація $БСК_5$ змінювалась в межах 1,1−1,2 ГДКр.

Досить важливою характеристикою є насичення води киснем. Зменшення кількості кисню у воді супроводжується ускладненням диханням, пригніченням процесів життєзабезпечення, загибеллю ряду особин, найбільш чутливих до

наявності кисню. При різкому падінні його концентрації, яка може наближуватися до нуля спостерігається загибель переважної більшості гідробіонтів, особливо реофільних видів. Одержані нами дані свідчать про досить добрий стан кисневого режиму на дослідженому пості спостереження річки Тиса (вміст кисню у воді перевищував значення 9,50 мг/дм^3). Достатньо високою концентрація розчиненого кисню у воді дослідженої ділянки водотоку була у межах 10,80−12,80 мг O_2/дм^3 в січні-травні, що позитивно впливало на процеси самоочищення водотоку за досліджений період.

Таблиця 3.1 – Гідрохімічні показники води (п1) – ID 27280, р. Тиса, 696 км, м. Чоп, кордон з Угорщиною, 2024 р.

Дата	$БСК_5$	Завислі речовини	Розчинений кисень	Сульфат-іони	Хлорид-іони
16.01.2024	1.80	9.10	12.80	16.80	29.70
14.02.2024	2.40	8.70	12.20	17.60	32.30
19.03.2024	2.00	35.10	11.60	22.40	22.50
16.04.2024	2.20	9.50	10.80	18.20	24.10
21.05.2024	2.70	8.30	11.20	15.30	19.70
18.06.2024	3.00	7.90	10.30	18.20	27.40
16.07.2024	3.20	8.40	10.10	17.40	35.20
20.08.2024	2.90	6.70	9.80	16.40	40.30
17.09.2024	3.30	9.20	10.70	24.30	51.80
09.10.2024	2.70	8.40	9.50	26.20	66.50
19.11.2024	3.50	6.30	10.50	16.20	24.30
11.12.2024	2.90	7.40	11.20	14.30	20.10

Показники завислих речовин перевищували значення нормативу ГДК лише у березні на рівні 2,3 ГДКр. Концентрація сульфатів та хлоридів у воді р. Тиса не перевищувала значення ГДК та була в нормі і відповідала нормативам рибогосподарського призначення.

Показники азоту загального (мгN/дм^3) трохи перевищували значення ГДК рибогосподарського призначення в січні-лютому і були на рівні 1,1 ГДКр, дивись табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Гідрохімічні показники води (п1) – ID 27280, р. Тиса, 696 км, м. Чоп, кордон з Угорщиною, 2024 р.

Дата	Азот загальний	ХСК
16.01.2024	1.144	5.79
14.02.2024	1.023	8.19
19.03.2024	–	8.69
16.04.2024	–	7.90
21.05.2024	–	7.29
18.06.2024	–	–
16.07.2024	–	–
20.08.2024	–	6.90
17.09.2024	–	8.19
09.10.2024	–	–
19.11.2024	–	7.29
11.12.2024	–	–

Вміст у воді органічної речовини характеризує показник хімічне споживання кисню (ХСК). Концентрації цього показника у воді р. Тиса були у межах норми та не перевищували значень ГДК для водойм рибогосподарського призначення.

Гідрохімічних показників якості води другого поста спостереження р. Тиса представлені в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Гідрохімічні показники води (п2) – ID 27277, р. Тиса, 882 км, м. Тячів, питний в/з, кордон з Румунією, 2024 р.

Дата	$БСК_5$	Завислі речовини	Розчинений кисень	Сульфат-іони	Хлорид-іони
10.01.2024	1.80	8.50	11.30	15.30	13.70
13.02.2024	2.30	8.10	12.00	13.80	16.40
05.03.2024	2.10	7.20	11.50	10.00	21.40
08.04.2024	1.80	7.80	10.80	12.40	19.30
08.05.2024	2.40	7.30	11.20	11.70	15.40
04.06.2024	2.60	8.40	10.50	12.40	19.90
09.07.2024	2.70	7.00	10.50	14.20	17.80
06.08.2024	2.30	8.60	9.80	13.70	15.70
03.09.2024	2.50	6.80	10.70	12.30	16.20
08.10.2024	2.30	8.10	11.00	19.70	20.30
05.11.2024	2.10	8.50	11.30	14.20	12.40
03.12.2024	2.30	7.80	11.70	15.80	16.30

Виходячи із отриманих даних гідрохімічних показників якості води (див. табл. 3.3) можна побачити, що концентрація біохімічного споживання кисню (за 5 діб), завислих речовин, розчиненого кисню, сульфат-іонів та хлорид-іонів на питному водозаборі річки Тиса біля м. Тячів мала нижчий вміст у воді водотоку порівняно з ГДК. Тому всі виявлені значення цих показників якості води відповідали вимогам щодо водойм рибогосподарського призначення.

Вміст легкодоступних для гідробіонтів органічних сполук (характеризується перманганатною окиснюваністю – ПО), а також вміст у воді органічної речовини характеризує показник хімічне споживання кисню (ХСК). Концентрації цих двох показників у воді р. Тиса на дослідженій ділянці водотоку були у межах норми та не перевищували значень ГДК для водойм рибогосподарського призначення. Показники азоту загального також не перевищували значення ГДК рибогосподарського призначення в січні-квітні, табл. 3.4.

До специфічних речовин токсичної дії відносяться синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР), які негативно впливають на поверхневі водні об’єкти та гідросферу в цілому. Щодо негативного впливу СПАР на навколишнє середовище, спричиненого їх функціональним властивостям, слід зауважити, що зменшення поверхневого натягу у разі потрапляння СПАР у водойми призводить до зниження вмісту вуглекислого газу та кисню у воді. СПАР разом із жирами, нафтопродуктами та маслами утворюють на поверхні води плівку, яка перешкоджає газообміну між водою та атмосферою, що додатково знижує ступінь насиченості води киснем. У великих кількостях вони надають воді мильно-гасовий запах та гіркуватий присмак. Визначення концентрації СПАР у воді водотоку визначали лише на посту спостереження № 2 (біля м. Тячів). За даними моніторингу вод та ґрунтів Басейнового управління водних ресурсів річки Тиси вміст у воді синтетичних поверхнево-активних речовин не перевищував граничнодопустимих концентрацій за Сан-ПіН 4630-88. Спираючись на більш жорсткіші нормативи щодо якості води поверхневих водних об’єктів, які прописані для водойм рибогосподарського призначення, то

можемо зауважити, що вміст СПАР у воді на даному посту спостереження р. Тиса перевищував ГДК в 9 із 10 проб (90%). В цілому перевищення ГДК синтетичних поверхнево-активних речовин у воді річки за період дослідження було зафіксовано на рівні від 5,5 до 45,0 разів (в середньому в 20,8 разів).

Таблиця 3.4 – Гідрохімічні показники води (п2) – ID 27277, р. Тиса, 882 км, м. Тячів, питний в/з, кордон з Румунією, 2024 р.

Дата	Азот загальний	ХСК	СПАР	ПО
10.01.2024	0.697	7.80	1.10	–
13.02.2024	0.859	–	1.10	3.20
05.03.2024	0.655	7.20	8.99	2.89
08.04.2024	0.786	5.70	8.00	2.39
08.05.2024	–	6.40	1.09	3.20
04.06.2024	–	–	–	–
09.07.2024	–	7.29	1.10	–
06.08.2024	–	5.00	6.00	3.60
03.09.2024	–	6.90	1.10	3.29
08.10.2024	–	–	–	–
05.11.2024	–	6.90	1.10	3.70
03.12.2024	–	7.40	8.99	3.00

За результатами дослідження (табл. 3.5) показників якості води річки Тиса встановлено (розраховані) показники індексу забруднення води (ІЗВ) на двох постах спостереження. На досліджуваному водотоці ІЗВ в районі м. Чоп

змінювався в межах 0,45 (квітень-травень) – 0,74 (березень), а в районі м. Тячів – 1,35 (липень) – 7,98 (березень).

Таблиця 3.5 – Результати розрахунку Індексу забруднення води (ІЗВ) на двох постах спостереження р. Тиса, 2024 р.

Місяць	ІЗВ	
	п1*	п2*
Січень	0,56	1,40
Лютий	0,60	1,48
Березень	0,74	7,98
Квітень	0,45	7,16
Травень	0,45	1,40
Червень	–	–
Липень	–	1,35
Серпень	0,46	5,50
Вересень	0,54	1,41
Жовтень	–	–
Листопад	0,48	1,42
Грудень	–	7,97

Примітка. п1* – пост спостереження № 1 – ID 27280, р. Тиса, 696 км, м. Чоп, кордон з Угорщиною. п2* – пост спостереження № 2 – ID 27277, р. Тиса, 882 км, м. Тячів, питний в/з, кордон з Румунією.

За результатами проведених досліджень (табл. 3.6) якість поверхневих вод річки Тиса на дослідженому моніторинговому посту спостереження № 1 (р. Тиса, 696 км, м. Чоп, кордон з Угорщиною) за індексом забруднення води (ІЗВ) встановлена як вода «чиста» ІІ класу.

Якість поверхневих вод річки Тиса на дослідженому моніторинговому посту спостереження № 2 (р. Тиса, 882 км, м. Тячів, питний в/з, кордон з

Румунією) відповідає в березні-квітні і грудні «дуже брудним водам» VI класу, а в січні-лютому, травні-липні та у вересні-листопаді – «помірно забрудненим водам» III класу якості. І лише в серпні вода річки Тиса за індексом забруднення води відповідає «брудним водам» V класу.

Таблиця 3.6 – Оцінка якості води на двох постах спостереження р. Тиса, 2024 р.

Місяць	Якісна оцінка ступеня забруднення			
	пост спостереження № 1		пост спостереження № 2	
	Клас якості води	Ступінь чистоти	Клас якості води	Ступінь чистоти
Січень	II	чиста	III	помірно забруднена
Лютий	II	чиста	III	помірно забруднена
Березень	II	чиста	VI	дуже брудна
Квітень	II	чиста	VI	дуже брудна
Травень	II	чиста	III	помірно забруднена
Липень	–	–	III	помірно забруднена
Серпень	II	чиста	V	брудна
Вересень	II	чиста	III	помірно забруднена
Листопад	II	чиста	III	помірно забруднена
Грудень	–	–	VI	дуже брудна

В цілому, результати гідрохімічних досліджень та показники ІЗВ р. Тиса засвідчують її непоганий екологічний стан на ділянці біля м. Чоп поряд з кордоном Румунії, а масив водотоку який розташований біля м. Тячів біля питного водозабору перебуває під впливом антропогенної діяльності, де якість поверхневих вод відповідає від «помірно забруднених» до «дуже брудних», головним чином внаслідок забруднення річки синтетичними поверхнево-активними речовинами, що перевищують значення ГДК в середньому в 20,8 разів.

Дуже важливо вжити негайні заходи для зменшення забруднення води і відновлення її якості до прийнятних рибогосподарських нормативів, тому що поверхневі води р. Тиса використовуються для задоволення питних і господарсько-побутових потреб населення Закарпатської області в обсязі більше ніж 100 $м^3$ /добу.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Оцінка екологічного стану поверхневих вод річки Тиса є важливим етапом для розуміння впливу антропогенної діяльності на водні ресурси та здоров’я населення, яке залежить від них. Однак під час виконання досліджень виникає необхідність забезпечення безпеки як для дослідників, так і для навколишнього середовища. Це вимагає дотримання певних стандартів охорони праці та готовності до надзвичайних ситуацій.

1. Охорона праці.

При проведенні екологічних досліджень у природних водних об’єктах, таких як річка Тиса, особлива увага повинна приділятися забезпеченню безпеки працівників та дотриманню вимог охорони праці. Зокрема:

– Одяг та засоби індивідуального захисту. Використання спеціалізованого одягу, взуття, рукавичок, а також засобів захисту органів дихання є обов'язковим. Це включає водонепроникні костюми, гумові чоботи та захисні маски або респіратори.

– Технічні засоби для дослідження. Обладнання для збору проб води повинно бути належним чином перевірене та відповідати вимогам безпеки. Зокрема, в лабораторних умовах необхідно забезпечити належне використання хімічних реагентів, приладів для визначення забруднювачів і дотримуватися інструкцій щодо їх застосування.

– Навчання та інструктажі. Перед початком досліджень необхідно провести інструктажі для всіх учасників щодо основних правил безпеки, техніки безпеки під час роботи з хімічними речовинами, поводження з обладнанням та випадками на виробництві.

2. Безпека в надзвичайних ситуаціях

Дослідження водних ресурсів може призвести до виникнення різних надзвичайних ситуацій, таких як аварії, зараження води токсичними речовинами

або повені. Для забезпечення безпеки в таких ситуаціях передбачено кілька заходів:

– Ідентифікація потенційних загроз. Для запобігання виникнення надзвичайних ситуацій важливо оцінити можливі джерела забруднення води, зокрема відходи промислових підприємств, сільськогосподарське забруднення, а також фактори природного походження, як-от паводки або зсуви ґрунту.

– План дій у разі аварії. Важливо мати чіткий план дій у випадку, якщо виявлено небезпечне забруднення води, яке може вплинути на здоров'я людей або навколишнє середовище. Це включає евакуацію працівників з небезпечної зони, проведення дегазації та нейтралізації хімічних речовин, а також інформування місцевих органів влади та екологічних служб.

– Засоби першої допомоги. У разі виникнення надзвичайної ситуації важливо мати під рукою аптечку першої допомоги, що включає необхідні медикаменти, засоби для надання першої допомоги при ураженнях, травмах, отруєннях або впливі хімічних речовин.

– Оцінка впливу надзвичайних ситуацій. Вивчення екологічних наслідків та визначення ступеня забруднення є невід’ємною частиною реагування на надзвичайні ситуації. Збір даних про рівень забруднення та його вплив на екосистему води допоможе в подальшому попередити подібні ситуації в майбутньому.

3. Дії у разі надзвичайних ситуацій

У випадку виникнення надзвичайної ситуації необхідно негайно вжити наступних заходів:

– Негайне припинення роботи в небезпечній зоні.

– Повідомлення відповідних служб (місцева адміністрація, екологічні організації, аварійно-рятувальні служби).

– Оцінка ситуації та визначення потенційних ризиків для здоров’я та навколишнього середовища.

– Здійснення евакуації персоналу за необхідності.

Вжиття термінових заходів щодо зменшення наслідків забруднення (наприклад, виведення забруднювачів з води, за необхідності очищення води за допомогою спеціальних методів).

Дотримання стандартів охорони праці та готовність до дій у разі надзвичайних ситуацій є важливими аспектами при проведенні екологічних досліджень водних ресурсів. Відповідальна поведінка дослідників, своєчасне реагування на потенційні загрози та впровадження сучасних методів безпеки допомагають мінімізувати ризики для здоров’я працівників та навколишнього середовища.

ВИСНОВКИ

1. На основі аналізу гідрохімічних показників води на досліджених постах спостереження р. Тиса було встановлено перевищення нормативів головним чином для чотирьох показників – загального азоту, біохімічного споживання кисню, завислих речовин та синтетичних поверхнево-активних речовин, що свідчить про значний рівень органічного забруднення поверхневих вод даного водотоку.

2. За результатами дослідження якість води на посту спостереження № 1 – р. Тиса, 696 км, м. Чоп відповідає II класу «чиста» вода.

3. За результатами дослідження якість води на посту спостереження № 2 – питний водозабір р. Тиса, 882 км, м. Тячів відповідає VI класу «дуже брудна» вода, та III–V класу «помірно забруднена–брудна» вода.

4. В цілому перевищення рибогосподарського нормативу ГДК синтетичних поверхнево-активних речовин у воді річки на посту спостереження № 2 було зафіксовано на рівні від 5,5 до 45,0 разів (в середньому в 20,8 разів).

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Інформація про водогосподарську ситуацію в басейні р. Тиса на 03 січня 2024 року. URL: https://buvrtysa.gov.ua/newsite/?p=26255

2. Левчак О.Ю. Гідроекологічна характеристика Верхньої Тиси (в межах Закарпатської області). *Науковий вісник Ужгородського університету : Серія : Географія. Землеустрій. Природокористування*. Ужгород : Говерла, 2013. Вип. 2. С. 13–20.

3. Стратегія інноваційного розвитку економіки: Бізнес, наука, освіта: Праці VIII Міжнародної науково-практичної конференції (16 – 20 травня 2017 р.) / за редакцією Савченко О.І. Харків. : НТУ «ХПІ», 2017. С. 176.

4. Екологічні проблеми річки Тиса у Закарпатській області. URL: https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u341/agoshton_diana_ekologichni_problemi_r.tisa__1.pdf

5. Визначення якості води в басейні річки. URL: http://www.novaecologia.org/voeco-861.html

6. Екологічні проблеми річки Тиса у Закарпатській області.. URL: https://docplayer.net/237568830-Ekologichni-probemi-richki-tisa-u-zakarpatskiy-oblasti-vikonala-studentka-3-kursu-1-grupi-specialnist-ekologiya-agoshton-diana-ivanivna.html

7. Вплив воєнних дії в Україні на водні ресурси та стан довкілля. URL: https://firtka.if.ua/blog/view/vpliv-voiennikh-diyi-v-ukrayini-na-vodni-resursi-ta-stan-dovkillia

8. Гідроекологічна характеристика верхньої Тиси (в межах Закарпатської області). URL: https://www.researchgate.net/publication/335701068_GIDROEKOLOGICNA_HARAKTERISTIKA_VERHNOI_TISI_V_MEZAH_ZAKARPATSKOI_OBLASTI

9. Екологічні основи управління водними ресурсами: навч. посіб. / А.І. Томільцева, А.В. Яцик, В.Б. Мокін та ін. К. : Інститут екологічного управління

та збалансованого природокористування, 2017. 200 с. (Бібліотека екологічних знань)

10. На Закарпатті проводять відбори проб поверхневих вод транскордонної р. Тиса. URL: https://goloskarpat.info/society/6023d605c411d/

11. Забруднення річки Тиса. URL: https://www.radiosvoboda.org/a/920949.html

12. Семенов Д.В. Екологічна оцінка якості вод річок Чорна Тиса та Біла Тиса. Екологічна і техногенна безпека. Охорона водного і повітряного басейнів. Утилізація відходів. Щорічна міжнародна науково-технічна конференція. Харків : Харківський національний університет будівництва і архітектури, 2018. С. 113-117.

13. Інтегральна оцінка екологічного стану поверхневих вод річки Тиса м. Рахів. URL: https://www.researchgate.net/publication/344207459_INTEGRALNA_OCINKA_EKOLOGICNOGO_STANU_POVERHNEVIH_VOD_RICKI_TISA_U_M_RAHIV

14. Національний план управління басейном р. Тиса. Варіант 2, червень 2012. URL: https://buvrtysa.gov.ua/newsite/download/National%20plan%20final_ost.pdf

15. Оцінка якості води річки Біла Тиса. URL: https://www.researchgate.net/publication/335701118_OCINKA_AKOSTI_VODI_RICKI_BILA_TISA

16. План управління річковим суббасейном Тиси (2025-2030). URL: https://buvrtysa.gov.ua/newsite/wp-content/uploads/2022/12/Tysa_PURB_2-1-100.pdf

17. Семенов Д.В. Екологічна оцінка стану вод річки Тиса / Міжнародний науковий семінар «Природні ресурси регіону: проблеми використання, ревіталізації та охорони». Львів : Львівський національний університет ім. Івана Франка, 2018 р. С. 76-80.

18. Семенов Д. В. Оцінка сучасного стану вод річки Тиса / Міжнародний науковий семінар «Природні ресурси регіону: проблеми використання,

ревіталізації та охорони». Львів : Львівський національний університет ім. Івана Франка, 2018. С. 72-76.

19. Екологічний стан водотоків басейну Верхньої Тиси (українсько-румунська ділянка) / за ред. С. О. Афанасьєва. Ужгород : ІВА, 2010. 36 с.

20. Кувік С.В., Босак П.В. Проблеми забруднення річок Закарпатської області. *Охорона праці: освіта і практика. Проблеми та перспективи розвитку охорони праці* : Зб. наук. праць ІІ Всеукраїнської науково-практичної конференції викладачів та фахівців-практиків та XII Всеукраїнської науково-практичної конференції курсантів, студентів, аспірантів та ад'юнктів. Львів : ЛДУ БЖД, 2022. С. 136-138.

21. Хільчевський В. К., Лета В. В. Комплексна оцінка якості води р. Чорна Тиса. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2016. Т. 3. С. 50-56.

22. Чиста річка Тиса Екологія. URL: https://www.sip-starter.com/ua/projects/chista-richka-tisa

23. Державне агентство водних ресурсів України. Басейнове управління водних ресурсів річки Тиса. URL: https://buvrtysa.gov.ua/newsite/

24. Бреус Д.С., Левченко М.В. Методи оцінювання та нормування якості природних водних ресурсів. 2019. *Таврійський науковий вісник № 110. Частина 2*. С. 126-131.

25. Сміття на експорт: Тиса несе в Євросоюз тонни українського сміття. URL: https://lb.ua/blog/nikol_danylova/503123_smittya_eksport_tisa_nese.html

26. Клімат України / За ред. В.М. Ліпінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко. К. : Вид-во Раєвського, 2003. 343 с.

27. Босак П.В., Король К.А., Луцик А.Г. Екологічна характеристика річок у Славському Львівської області. *Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності*. 20. 2019. С. 80-84. https://doi.org/10.32447/20784643.20.2019.11.

28. Лета В., Пилипович О. Аналіз антропогенного навантаження на басейн річки тиса в межах рахівського району Закарпатської області. Конструктивна географія і картографія: стан, проблеми, перспективи: матеріали

міжнародної науково-практичної онлайн-конференції, присвяченої 20- річчю кафедри конструктивної географії і картографії Львівського національного університету імені Івана Франка. 1-3 жовтня 2020 р. м. Львів : Простір-М. С. 165-169.

29. Лендєл М.А., Студеняк П.Ю. Регіон в системі прикордонного співробітництва. Ужгород : Карпати, 2015. 472 с.

30. Ободовський О.Г., Ярошевич О.Є. Гідроморфологічна оцінка якості річок басейну Верхньої Тиси. К. : Інтертехнодрук, 2016. 70 с.

31. Осадчий В.І., Набиванець Б.Й., Осадча Н.М., Набиванець Ю.Б. Гідрохімічний довідник: Поверхневі води України. Гідрохімічні розрахунки. Методи аналізу. / В.І. Осадчий, Б.Й. Набиванець, Н.М. Осадча, Ю.Б. Набиванець. 2008. 656 с.

32. Тимченко В. М. Екологічна гідрологія водойм Україні. К. : Наук. думка, 2016. 383 с.