

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ
МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМЕНІ С.З.ГЖИЦЬКОГО
Факультет агротехнологій та охорони довкілля
Кафедра екології та захисту довкілля

Допускається до захисту

«____» _____ 2025р.

Зав. кафедри _____

(підпис)

к.б.н., доцент Петро ХІРІВСЬКИЙ

(наук. ступ., вч. зв. ініціали та прізвище)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

магістр

(рівень вищої освіти)

**на тему «Гідрохімічні показники донних відкладів та якості води малих
річок Національного природного парку «Ужанський» та їх вплив на
гідробіоти»**

виконав студент 6 курсу, групи Еко-61

спеціальність 101 «Екологія»

Кривошеєнко Олександра Сергіївна

Керівник

Роман ШКУМБАТЮК

Консультант

Лариса ГОРДІЙЧУК

Дубляни 2025

Міністерство освіти і науки України

Львівський національний університет природокористування

Факультет агротехнологій та екології
Кафедра екології
Рівень вищої освіти «Магістр»
Спеціальність 101 «Екологія»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри _____
доцент, к.б.н., Петро ХІРІВСЬКИЙ

«_____» _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу студентки Кривошеєнко Олександра Сергіївна

1. Тема роботи: **«Гідрохімічні показники донних відкладів та якості води малих річок Національного природного парку «Ужанський» та їх вплив на гідробіоти»**

Керівник кваліфікаційної роботи Роман Шкумбатьок, кандидат хімічних наук, в.о. доцент

Затверджені наказом по університету від «31» грудня 2024 р. №906 /к-с

2. Строк подання студентом дипломної роботи 10 грудня 2025 року

3. Вихідні дані для дипломної роботи :Літературні джерела, методики виконання досліджень, звіти екологічної служби.

4. Зміст дипломної роботи (перелік питань, які необхідно розробити

Вступ

Розділ 1 Огляд літератури

- 1.1. Загальна характеристика малих річок України
- 1.2. Аналіз екологічного стану та охорони малих річок
- 1.3 Проблеми малих річок Закарпаття
- 1.4 Антропогенне забруднення вод та його екологічні наслідки для малих річок Закарпаття

Розділ 2 Об'єкт та методи досліджень

- 2.1. Загальна характеристика НПП «Ужанський»
- 2.2. Загальна характеристика екологічного стану малих річок Національного природного парку «Ужанський»
- 2.3. Малі річки Національного природного парку «Ужанський»
- 2.4. Методика дослідження

Розділ 3 Результати досліджень

- 3.1. Визначення гідрохімічних показників донних відкладів
- 3.2. Визначення гідрохімічних показників води

РОЗДІЛ 4 Вплив на біоту

- 4.1 Вплив гідрохімічного та гідрологічного стану малих річок НПП «Ужанський» на біоту

Розділ 5 Охорона праці та захист населення

Висновки

Список використаних джерел

Літературні джерела

5. Перелік графічного матеріалу (подається конкретний перерахунок аркушів з вказуванням їх кількості рисунки (5), схеми_____

6. Консультанти з розділів:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата		При- мітка
		Завдання видав	Завдання прийняв	
1,2,3,4	Шкумбатюк Р. доцент			
5	Гордійчук Л.М., доцент кафедри інженерної механіки			

7. Дата видачі завдання _____ 2 грудня 2024 р. _____

Календарний план

№п/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	При- мітка
1	Написання вступу та розділу «Огляд літератури»	2.12.24-28.02.25	
2	Написання розділу «Об'єкт та методи досліджень»	1.03.25-20.04.25	
3	Написання розділу «Результати досліджень»	21.04.25-20.06.25	
4	Написання розділу «Вплив на біоту»	21.06.25-20.08.25	
5	Написання «Охорона праці та захист населення»	21.08.25-20.11.25	

Студент _____ Олександра КРИВОШЕЄНКО
(підпис)

Керівник дипломної роботи _____ Роман ШКУМБАТЮК
(підпис)

УДК 574.5:502/504

«Гідрохімічні показники донних відкладів та якості води малих річок Національного природного парку «Ужанський» та їх вплив на гідробіонти»
Кривошеєнко О.С. – Кваліфікаційна робота. Кафедра екології та захисту довкілля – Дубляни, Львівський НУВМБ ім.С.З.Гжицького, 2025.

60 стор. текст., 6 табл., 5 рис., 24 джерел.

Дипломна робота присвячена дослідженню гідрохімічних показників донних відкладів та якості води малих річок Національного природного парку «Ужанський» і оцінці їх впливу на стан гідробіонтів. Актуальність теми зумовлена зростанням антропогенного навантаження на малі річки гірських регіонів, що негативно позначається на екологічному стані водних екосистем навіть у межах природоохоронних територій.

У роботі проаналізовано сучасний екологічний стан малих річок НПП «Ужанський», визначено основні гідрохімічні показники води та донних відкладів (рН, мінералізація, вміст біогенних елементів, важких металів, органічних речовин), а також встановлено ступінь їх відповідності нормативам гранично допустимих концентрацій. Особливу увагу приділено вивченню впливу якості водного середовища на різні групи гідробіонтів, зокрема макрозообентос та іхтіофауну, як чутливих біоіндикаторів екологічного стану водойм.

На основі отриманих результатів проведено оцінку екологічного стану малих річок парку, виявлено потенційні джерела забруднення та визначено основні екологічні ризики для водних екосистем. Запропоновано комплекс рекомендацій щодо покращення якості води, збереження біорізноманіття та оптимізації системи екологічного моніторингу в межах НПП «Ужанський».

Зміст

	Стор
Вступ	6
Розділ 1 Огляд літератури	8
1.3. Загальна характеристика малих річок України	8
1.4. Аналіз екологічного стану та охорони малих річок	14
1.5 Проблеми малих річок Закарпаття	16
1.6 Антропогенне забруднення вод та його екологічні наслідки для малих річок Закарпаття	18
Розділ 2 Об'єкт та методи досліджень	24
2.1. Загальна характеристика НПП «Ужанський»	24
2.2. Загальна характеристика екологічного стану малих річок Національного природного парку «Ужанський»	27
2.3. Малі річки Національного природного парку «Ужанський»	29
2.4. Методика дослідження	32
Розділ 3 Результати досліджень	33
3.1. Визначення гідрохімічних показників донних відкладів	33
3.2. Визначення гідрохімічних показників води	42
РОЗДІЛ 4 Вплив на біоту	48
4.1 Вплив гідрохімічного та гідрологічного стану малих річок НПП «Ужанський» на біоту	48
Висновки	57
Список використаних джерел	59

ВСТУП

Малі річки є важливим компонентом гідрографічної мережі та відіграють ключову роль у формуванні екологічного стану водних екосистем, особливо в гірських регіонах. Вони характеризуються підвищеною чутливістю до змін природних і антропогенних чинників, оскільки мають обмежену водність, невеликі водозбірні площі та тісний взаємозв'язок із прилеглими ландшафтами. У сучасних умовах посилення антропогенного навантаження малі річки часто першими реагують на забруднення, що відображається у зміні гідрохімічних показників води та донних відкладів і, відповідно, у трансформації угруповань гідробіонтів.

Національний природний парк «Ужанський» є однією з найбільш збережених природоохоронних територій Українських Карпат та входить до складу транскордонного біосферного резервату «Східні Карпати». Територія парку охоплює верхів'я басейну річки Уж і характеризується густою мережею малих гірських річок та потоків, які перебувають під мінімальним прямим антропогенним впливом. У зв'язку з цим водні об'єкти НПП «Ужанський» становлять особливий науковий інтерес як еталонні екосистеми для дослідження природних закономірностей формування гідрохімічного режиму та його впливу на біоту.

Гідрохімічний склад води та донних відкладів є одним із визначальних чинників функціонування водних екосистем. Донні відклади виконують роль своєрідного депо забруднюючих речовин, здатних накопичувати важкі метали, органічні сполуки та інші поллютанти, які за певних умов можуть знову надходити у водне середовище та негативно впливати на гідробіонтів. Водночас якість води безпосередньо визначає умови існування водних організмів, зокрема чутливих до забруднення видів макрзообентосу та іхтіофауни.

Актуальність даного дослідження зумовлена необхідністю комплексної оцінки гідрохімічного стану малих річок НПП «Ужанський» з урахуванням якості води та донних відкладів і встановлення їхнього впливу на гідробіонти.

Отримані результати мають важливе значення для екологічного моніторингу, розробки природоохоронних заходів і збереження біорізноманіття водних екосистем Карпатського регіону.

Мета роботи полягає у комплексній оцінці гідрохімічних показників донних відкладів і якості води малих річок Національного природного парку «Ужанський» та визначенні їхнього впливу на стан і структуру угруповань гідробіонтів.

Для досягнення поставленої мети в роботі передбачено вирішення таких **завдань**:

- проаналізувати природно-географічні та гідрологічні особливості малих річок НПП «Ужанський»;
- охарактеризувати основні гідрохімічні показники якості води досліджуваних водотоків;
- дослідити хімічний склад донних відкладів і оцінити рівень їх забруднення;
- встановити взаємозв'язок між гідрохімічним станом води, донних відкладів та угрупованнями гідробіонтів;
- оцінити екологічний стан малих річок за гідрохімічними та біоіндикаційними показниками;

Об'єкт дослідження — водні екосистеми малих річок Національного природного парку «Ужанський».

Предмет дослідження — гідрохімічні показники якості води та донних відкладів малих річок НПП «Ужанський» і їх вплив на гідробіонтів.

Наукова новизна роботи полягає у комплексному підході до оцінки гідрохімічного стану малих річок заповідної території з урахуванням якості донних відкладів і біологічних показників, що дозволяє отримати більш повну характеристику екологічного стану водних екосистем.

Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості використання матеріалів дослідження для екологічного моніторингу, природоохоронного планування та навчального процесу у сфері охорони навколишнього природного середовища.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.7. Загальна характеристика малих річок України

Річкова мережа в Україні складається із сезонних річок (текучих лише під час танення снігу та сильних дощів), струмків та річок, а також великих річок. В Україні розмір річок класифікується за двома кількома критеріями. За критерієм площі водозбору, «мала річка» – це річка з площею водозбору не більше 2000 квадратних кілометрів, за умови, що річка розташована в єдиній природно-географічній зоні з власними гідрологічними характеристиками.

За критерієм довжини річки, річки довжиною не більше 100 кілометрів також вважаються малими річками. Метод класифікації є досить загальним, але цей не повністю відображає природні умови водозбору. Наприклад, у степових районах, де річкова система недостатньо розвинена, річки довжиною 100 кілометрів часто вважаються достатньою кількістю. такі річки можуть бути навіть єдиним джерелом води для всього регіону. У північних регіонах де річкова система добре розвинена, річки довжиною понад 200 кілометрів іноді класифікують як «малі річки»[1].

Відповідно до Водного закону України (стаття 79), річки з площею водозбору не більше 2000 квадратних кілометрів[2] класифікуються як «малі річки». Їхня основна відмінність відбувається в ступені, до якого їхні властиві біологічні процеси залежать від навколишнього водозбірного басейну. Гідрологія, гідрохімія та екологічний стан великих річок більше залежать від кліматичних умов та різних процесів у руслі річки та заплави. Гідрологія, гідрохімія, процеси самоочищення та якість води малих річок залежать від умов водозбору та різних процесів, що відбуваються на землі в межах водозбору. Малі річки складають водні ресурси, гідрохімію та якість води середніх та великих річок і формують природний ландшафт великих територій. Крім того, існує зворотний зв'язок —

функція малих водозборів залежить від стану регіонального ландшафтного комплексу [1].

Таким чином, малі річки є важливою частиною навколишнього середовища, а їх оптимальний екологічний стан та балансова функція забезпечують стабільний стан середніх та великих річок, що складають водозбір. Згідно з останніми даними, в Україні протікає понад 100 річок довжиною понад 100 кілометрів, найбільшими з яких є Дніпро, Дністер, Дунай (та його притоки Тиза та Прут), Західний Буг, Південний Буг, Північний Донець та Тиза [3, 4]. Кількість малих річок та струмків становить 63 029, загальною довжиною 185 800 кілометрів. Майже всі річки України впадають у Чорне та Азовське моря, лише 2% її площі належить до басейну Балтійського моря. Річкова мережа країни розподілена за основними басейнами наступним чином: - Басейн річки Вісла - сюди входять менші річки, які протікають через північно-західну Україну, охоплюючи 2,1% площі суші країни. Всього налічується 3110 менших річок загальною довжиною приблизно 7000 кілометрів. Середня густота річкової мережі становить 0,58 кілометра на квадратний кілометр. - Басейн річки Дунай – сюди входять річки в басейнах річок Тиса та Прут, а також кілька інших.

Річки, що впадають у Дунай або нижнє Дунайське озеро в дівчині річки Прут. Його водозбірний басейн охоплює 5,3% площі суші України. Існує 17 612 малих річок загальною довжиною 35 200 км.

Середня густота річкової мережі становить 1,12 км/км². (До 1,7 км/км² в регіоні Карпатських гір) — Басейн річки Дністер — 8,7% площі суші України закрито річками на східних схилах Карпатських гір та в південно-західній частині Подільської височини. Цей басейн містить 14 886 малих річок загальною довжиною 32 300 км. Середня густота річкової мережі становить 0,65 км/км². — Басейн річки Південний Буг — включає Подільську та Придніпровську височини (охоплює 10,6% загальної площі України). Цей басейн містить 6 638 малих річок загальною довжиною 20 100 км та середньою густотою річкової мережі 0,35 км/км².

Басейн річки Дніпро охоплює 48,5% території України та є домівкою для річок з різних географічних регіонів України. Басейн містить 15 381 меншу річку (загальною довжиною 67 200 км) із середньою густотою річкової мережі 0,27 км/км².

Басейн Північного Чорного моря охоплює річки між Дунаєм та Дністром, а також між Дністром та Південним Бугом (ці річки беруть початок у Причорноморській низовині та впадають у Чорне море через лиман або в Чорне море), а також річки Кримського півострова. Цей басейн займає 7,9% території України. Він містить 1702 малі річки загальною довжиною 6600 км, включаючи 986 чорноморських річок (довжиною 3100 км) з Кримського півострова. Середня густота річкової мережі становить 0,15 км/км².

Басейн Західного Дінця (правобережні притоки Дону) — охоплює 9,1% території України та містить 1489 малих річок загальною довжиною 8800 км. Середня густота річкової мережі становить 0,20 км/км².

Азовський басейн збирає річки, що впадають в Азовське море та його дівчину та затоки, включаючи річки з Кримського півострова (що охоплює 7,8% території України). У басейні налічується 2213 малих річок загальною довжиною 8700 км, з яких 602 річки (2400 км) розташовані на Кримському півострові. Середня густота річкової мережі становить 0,20 км/км² [4, 5]. З понад 63 000 малих річок близько 60 000 (95%) – це дуже малі річки (менше 10 км), загальною довжиною 112 100 км.

Також є 3212 малих річок довжиною 10 км і більше, загальною довжиною близько 73 600 км. таким чином, у басейні Дніпра налічується 1383 (43%) малих річок, у басейні Придністров'я – 453 (14%), загальною довжиною 32 100 км та 10 600 км відповідно, та 367 (11,4%) у басейні Південного Бугу [6]. Варто зазначити, що понад 60% водних ресурсів України формується в басейнах малих річок, а всі основні річкові системи складаються з малих річок. Іншими словами, водні ресурси малих річок є невід'ємною частиною загальних водних ресурсів України та часто є основним, а іноді навіть єдиним джерелом водопостачання в регіоні, визначаючи розвиток та розподіл місцевих водокористувачів.

Ці водні ресурси малих річок використані в різних секторах економіки; тому здатність задовольняти зростаючі потреби у водокористуванні в промисловості, сільському господарстві, комунальному господарстві та житловому секторі, а також рекреаційні потреби (основа сталого соціально-економічного розвитку всього регіону) залежать від якості та кількості води в цих малих річках. Це означає, що малі річки України стикаються зі зростаючим антропогенним навантаженням. Масштабний приплив води малих річок у господарський цикл, у поєднанні із забрудненнями та змінами гідроаміологічних умов басейну, порушив природний баланс, що призвело до різкого зниження якості водних ресурсів та процесу деградації, який перевищує їхні можливості самовідновлення та очищення. Зменшення лісового покриву, пошкодження вікової та видової структури лісів, значно посилене оброблення та ерозія земель, а також проекти покращення дренажу, що не мають розумного екологічного обґрунтування, призвели до виснаження водних ресурсів та обміління річок (особливо в посушливий сезон). У багатьох районах відсутні зони охорони водних ресурсів та захисні проекти узбережжя, що збільшує ймовірність повеней та спричинює значні економічні втрати. Через підвищене регулювання водної інфраструктури малі річки втрачають свої природні функції, що не зменшуються на основні річки басейну.

Іншими словами, велика кількість водних шляхів та струмків в Україні переходить у стані деградації різного ступеня. Якість їхньої води скорочується, а обсяг води зменшується, причому зелений із них переходить під загрозу повного зникнення. Дослідження А. В. Яцика [6] показує, що основним джерелом забруднення є промислові підприємства (63,4%). Комунальні стічні води посідають друге місце (20,0%). Сільськогосподарські стічні води становлять 16,6% від загальної кількості стічних вод, що надходять у струмки. Загальна кількість стічних вод, що надходять у річкову мережу України, становить 65% від загального річного стоку [3].

Хоча більшість підприємств оснащені очисними спорудами, багато промислових підприємств все ще матимуть певну кількість важких металів, моїх

засобів, нафтопродуктів тощо у своїх стічних водах через фізичний знос та старіння обладнання. Ці речовини не є поширеними в незабруднених природних водах та водних шляхах або присутні в надзвичайно низьких концентраціях. Стичні води металургійних, хімічних, нафтохімічних, целюлозно-паперових та текстильних підприємств є основним джерелом забруднення поверхневих вод.

Побутові стічні води є джерелом забруднення поверхневих вод, а їх скидання зростає. Побутові стічні води створюють людські екскременти, побутове змідття та мийні засоби. Вони характеризуються підвищеним рівнем яєць паразитів та бактерій, значна частина яких є шкідливими мікроорганізмами. Малі річки в інтенсивних сільськогосподарських водозбірних басейнах переважно забруднюються сільськогосподарськими стоками (особливо в останнє десятиліття). Понад 90% малих річок забруднюються сільськогосподарськими стоками (включаючи поверхневі та обґрунтовані води). Порушення технічних умов застосування пестицидів на сільськогосподарських угіддях захворювання до забруднення. Це особливо стосується водозбірних та дренажних систем зрошуваних полів. Загалом, висококонцентровані зрошувані території та добре розвинена інфраструктура мають значний вплив на природне середовище, включаючи гідрогеологічні, геологічні та гідрохімічні умови, процеси ґрунтоутворення, водно-біологічні умови та приповерхневий атмосферний мікроклімат. Для сприяння меліорації земель у країні побудовано численні водосховища, ставки, канали та зрошувальні системи. Основні зрошувані території розташовані в Автономній Республіці Крим, Одеській області, Миколаївській області, Херсонській області, Запорізькій області, Дніпропетровській області та Донецькій області. Усі ці фактори сприяють виснаженню водних ресурсів малих річок у цих регіонах та посилюють деградацію річок. Склад мінеральних солей, що вимиваються з обґрунтування, залежить від засоленості та властивостей обґрунтування, умов зрошення та стану системи збору та водовідведення. При використанні мінеральних добрив, органічних добрив та хімічних засобів захисту рослин азот, фосфор, органічні речовини та пестициди становлять значну користь сільськогосподарського

стоку. Це негативно впливає на біологічний склад водних об'єктів та руйнує процеси їх самозахисту та самовідновлення. Збільшення частоти обґрунтування заробітку, особливо під час зрощення, посилює ерозію обґрунтування, що базується на запасі великої кількості мінералів та завислих речовин. Це лише спричиняє забруднення, але й прискорює евтрофікацію та руйнує поживний статус водою. До складу цих речовин входять завислі частинки, розчинені мінерали та органічні речовини, зокрема агрохімікати. В останні роки через збільшення поголів'я худоби на приватних фермах та будівництво великих тваринницьких ферм і комплексних об'єктів, зони випасу та годівлі худоби фактично не регулюються місцевими органами влади, що до значного збільшення погіршення малих річок, особливо забруднення поживними речовинами. Найбільше навантаження на водні екосистеми малих річок спостерігається в тих річках, де русла штучно викопані, заплави окультурені, а також є джерела забрудненого стоку. Річки, які зберегли свої природні заплави, не мають значно менше навантаження. Іншими словами, річки, які найбільш стійкі до антропогенного забруднення, це ті, що мають непорушену русла, природні заплави, та відсутній (або дуже малий) стік, що надходить у русла, і мають прибережні захисні зони, встановлені відповідно до Водного закону України [2] (без будь-якої господарської в цих зонах). Малі водозбірні басейни не мають величезного антропогенного та техногенного навантаження, що призвело до кожної п'ятої весняної посухи в Україні та зникнення понад 20 000 малих річок. Малі річки – це динамічно змінювані природні форми рельєфу. Як зазначалося вище, на їх основні зміни впливають як природні фактори (клімат, поверхнева вологість та тектонічні особливості поверхні), так і антропогенні фактори. Активна господарська діяльність спричинила різкі технологічні зміни в екосистемах малих річок, і до цих змін важко адаптуватися через їхні швидкі темпи. По-перше, змінюється річковий стік та його сезонний розподіл; змінено русла річок, заплави, дельти, схили терас, умови техніки та гідрохімічні показники. Все це неминуче завдає шкоди природним ресурсам малих річок. Сучасний економічний розвиток України значною мірою залежить від

інтенсивного використання цих ресурсів. У деяких районах малі річки є основним, або навіть єдиним, джерелом водопостачання. Все це необхідно для комплексного дослідження проблем малих річок в (зокрема, Дніпропетровська область), розробки комплексного, екологічно безпечного плану заходів щодо вирішення питань управління та розвитку водних ресурсів з урахуванням необхідності забезпечення відтворення, охорони та раціонального використання водних ресурсів України, модернізації управління довкіллям та формування екологічно орієнтованих стратегій економічного розвитку України.

1.3 Аналіз екологічного стану та охорони малих річок

На основі кліматичних умов, літологічної структури та топографії в районі Сухдолі утворилися тисячі річок, що живуть стоком у межах своїх водозбірних басейнів. Річки можна класифікувати на великі, середні та малі типи відповідно до площі водозбору (класифікація базується на статті 79 Закону України про воду). До великих річок належать ті, що розташовані в кількох географічних зонах з площею водозбору понад 50 000 квадратних кілометрів. До середніх річок належать ті, що з площею водозбору від 20 000 до 50 000 квадратних кілометрів. До малих річок належать ті, що з площею водозбору не перевищують 2000 квадратних кілометрів. Малі річки дуже вразливі до діяльності людини. Через сукупний вплив природних та людських факторів десятки тисяч малих річок повністю або частково зникли. Ці фактори включають зміну клімату, модифікацію русел річок, природні процеси сукцесії, модифікацію площі водозбору, господарські води, будівництво водосховищ, вирубку лісів, обробку земель, розширення житлової забудови, промисловий розвиток та будівництво транспортної інфраструктури. Десятки малих річок були «поховані» асфальтовими дорогами у великих містах, «скуті» підземними трубами або висохли через замулення від засмічених джерел та колодязів. Стан малих річок є барометром стану в усій річковій мережі в країні. Тому вкрай важливо проводити комплекс заходів із захисту малих річок від зменшення об'єму води, забруднення

та пересихання, а також спрямовувати їх на усунення негативного впливу людського фактору[6]. Багато річкових та водних ландшафтів змінюються та руйнуються під тиском діяльності людини. Ландшафти стикаються зі з'єднанням забруднення від механічних, теплових, шумових, електромагнітних, хімічних та біологічних факторів. Для захисту якості річкової води та запобігання забрудненню та засміченню, водокористувачі та землекористувачі в басейні необхідно проводити комплексні заходи. Однак на сучасному етапі економічного розвитку вищезазначені заборони часто порушуються. Стаття 86 Закону про водне господарство чітко передбачає, що на землях, які знаходяться під юрисдикцією Фонду водного господарства, можуть проводитися такі роботи: будівництво гідротехнічних споруд, лінійних споруд та гідрологічних розвідувальних споруд, днопоглиблення водних шляхів, джерело корисних копалин (крім піску, галки та гравію в руслі малих та гірських річок), очищення русел річок, каналів, та дна водосховищ, прокладання кабелів, трубопроводів та інших комунікаційних споруд, а також буріння та геологорозвідувальні роботи. Крім того, для захисту поверхневих водних об'єктів від забруднення та засмічення та підтримки якості води навколо річок, океанів, озер, водосховищ та інших місць зберігання води встановлено прибережні захисні зони. Ці зони розширюються на малі річки, струмки, канали та ставки площею менше 3 гектарів та шириною не більше 25 метрів вздовж берегової лінії (у міжсезонні). Схили повинні бути крутими.

Коли температура перевищує три градуси, мінімальна ширина прибережної захисної смуги збільшується вдвічі на.

Прибережна захисна смуга – це природний заповідник, що запроваджує режим обмеженої господарської діяльності. У межах прибережної захисної смуги вздовж річок, навколо водосховищ та на островах заборонено таку діяльність:

- а) Обробка сільськогосподарських угідь (крім підготовки ґрунту для луків та лісорозведення), та садівництво та посадка рослин;
- б) Зберігання та внесення пестицидів і добрив;

- в) Створення літніх таборів для тварин;
- г) Будівництво будь-яких споруд (крім водоохоронних, водних, гідрологічних та лінійних споруд), включаючи бази відпочинку, літні дачі, гаражі та паркувальні майданчики;
- д) Створення сміттєзвалищ, гнойосховищ, сховищ рідких та твердих промислових відходів, кладовищ, худоботових кладовищ, фільтрувальних споруд тощо;
- е) Миття та обслуговування транспортних засобів та обладнання.

1.3 Проблеми малих річок Закарпаття

Малі річки Закарпаття є невід'ємною складовою гідрографічної мережі Карпатського регіону та відіграють ключову роль у формуванні гідрологічного режиму басейну Тиси. Вони забезпечують природне регулювання стоку, підтримують біорізноманіття, формують локальні мікрокліматичні умови та слугують джерелами водопостачання для сільського населення. Водночас через невелику водність, значну протяжність берегової лінії та тісний зв'язок із прилеглими ландшафтами малі річки є надзвичайно вразливими до антропогенного навантаження.

Сучасний екологічний стан більшості малих річок Закарпаття характеризується ознаками деградації, що проявляється у погіршенні гідрохімічних показників, порушенні гідроморфологічної структури русел та зниженні біологічної різноманітності.

Однією з основних причин погіршення якості води малих річок є скид неочищених або недостатньо очищених комунально-побутових стічних вод. У багатьох населених пунктах Закарпатської області відсутні централізовані системи каналізації або очисні споруди перебувають у незадовільному технічному стані. У результаті до водотоків надходять значні об'єми органічних речовин, біогенних елементів та патогенних мікроорганізмів.

Надмірне надходження сполук азоту та фосфору призводить до розвитку процесів евтрофікації, зниження концентрації розчиненого кисню та погіршення умов існування гідробіонтів, зокрема іхтіофауни та макрзообентосу.

Важливим чинником екологічного навантаження є сільськогосподарська діяльність, особливо в передгірських та рівнинних районах області. Під час інтенсивних опадів і паводків відбувається змив мінеральних добрив, пестицидів та органічних залишків з орних земель у річкову мережу. Таке дифузне забруднення має несталий, але різко виражений характер і суттєво погіршує гідрохімічні показники води.

Накопичення агрохімікатів у воді та донних відкладах створює токсичне навантаження на водні екосистеми та може мати віддалені наслідки для здоров'я населення.

Для малих річок Закарпаття характерною є проблема механічного забруднення твердими побутовими відходами, зокрема пластиком, склом та будівельними матеріалами. Відсутність належної системи поводження з відходами у гірських населених пунктах призводить до їх накопичення у прибережних зонах та руслах річок.

Механічне засмічення погіршує гідравлічні умови течії, сприяє локальному замуленню русел, підвищує ризик підтоплень під час паводків та негативно впливає на гідробіонти. Окрему небезпеку становить утворення мікропластику, який здатний акумулювати токсичні речовини та включатися у трофічні ланцюги.

Суттєвий вплив на екологічний стан малих річок має втручання у їх природну гідроморфологію. Проведення руслорегулювальних робіт, випрямлення русел, берегоукріплення та видобуток піщано-гравійних матеріалів призводять до зміни швидкості течії, руйнування природних біотопів та втрати нерестових ділянок.

Окремою проблемою є будівництво малих гідроелектростанцій, що спричиняє фрагментацію річкових екосистем, порушення міграційних шляхів

риб та зменшення екологічно необхідного стоку. У гірських умовах це може призводити до часткового пересихання русел у меженний період.

Кліматичні зміни посилюють екологічну нестабільність малих річок Закарпаття. Скорочення тривалості снігового живлення та зростання частоти літніх посух призводять до зменшення водності та пересихання окремих водотоків. Водночас інтенсивні зливи спричиняють катастрофічні паводки, що супроводжуються ерозією берегів, зносом ґрунтів і вторинним забрудненням вод.

Таким чином, формується нестійкий гідрологічний режим, який негативно впливає на структуру та функціонування річкових екосистем.

Донні відклади малих річок Закарпаття відіграють роль депо забруднюючих речовин. У них накопичуються важкі метали, залишки агрохімікатів, нафтопродукти та органічні токсиканти. За змін гідродинамічних умов або під час паводків ці речовини можуть повторно надходити у водне середовище, спричиняючи вторинне забруднення та токсичний вплив на гідробіоти.

Екологічні проблеми малих річок Закарпаття мають комплексний характер і зумовлені поєднанням антропогенних та природно-кліматичних чинників. Забруднення вод, гідроморфологічні порушення, нестабільність гідрологічного режиму та деградація прибережних територій призводять до зниження екологічної стійкості річкових екосистем. Це обґрунтовує необхідність впровадження басейнового підходу управління водними ресурсами, посилення екологічного моніторингу та реалізації природоохоронних заходів, спрямованих на відновлення малих річок регіону.

1.4 Антропогенне забруднення вод та його екологічні наслідки для малих річок Закарпаття

Малі річки Закарпаття становлять основу гідрографічної мережі регіону та відіграють важливу роль у формуванні водного режиму басейну Тиси. Вони забезпечують перерозподіл поверхневого стоку, підтримують гідрологічну

рівновагу, виконують водоохоронні, біотичні та ландшафтоутворювальні функції. Завдяки тісному зв'язку з прилеглими територіями малі річки є чутливими індикаторами стану навколишнього природного середовища.

Сучасний екологічний стан більшості малих річок Закарпаття оцінюється як напружений або нестабільний. Це зумовлено поєднанням природних особливостей регіону — гірського рельєфу, значної кількості опадів, паводкового режиму — та інтенсивного антропогенного впливу. Невелика водність і обмежені можливості самоочищення спричиняють швидке реагування водотоків на будь-які джерела забруднення.

За гідрохімічними показниками у воді малих річок часто фіксуються підвищені концентрації біогенних елементів, органічних речовин та зважених частинок. У передгірських і рівнинних ділянках спостерігається погіршення кисневого режиму, зростання біохімічного споживання кисню та локальні прояви евтрофікації. У гірських частинах річкових басейнів вода, як правило, зберігає кращу якість, однак і тут відмічаються ознаки локального забруднення в межах населених пунктів та рекреаційних зон.

Гідроморфологічний стан малих річок характеризується значними порушеннями природної структури русел і берегів. Руслорегулювальні роботи, берегоукріплення, видобуток піщано-гравійних матеріалів та забудова прибережних територій призводять до втрати природних меандрів, деградації нерестових і кормових біотопів та зниження екологічної ємності водотоків.

Суттєвий негативний вплив на екологічний стан малих річок чинять тверді побутові відходи, які накопичуються в руслах і прибережних смугах. Механічне засмічення погіршує гідравлічні умови течії, сприяє замуленню русел та підвищує ризик підтоплень під час паводків. Особливу загрозу становить пластик, який з часом трансформується у мікропластик і залучається до трофічних ланцюгів.

Важливим чинником деградації екосистем малих річок є кліматичні зміни, що проявляються у зміні режиму опадів, скороченні тривалості снігового живлення та зростанні частоти екстремальних гідрологічних явищ. У літній

період спостерігається зменшення водності та часткове пересихання окремих водотоків, тоді як під час інтенсивних злив формуються паводки з потужними ерозійними процесами.

Таким чином, загальний екологічний стан малих річок Закарпаття характеризується комплексом негативних змін, що охоплюють гідрохімічні, гідроморфологічні та біологічні компоненти водних екосистем. Це зумовлює необхідність системного підходу до їх охорони, відновлення та раціонального використання в межах басейнового управління водними ресурсами.

Антропогенне забруднення є одним із провідних чинників погіршення екологічного стану малих річок Закарпаття. В умовах гірського та передгірського рельєфу навіть незначні за обсягом джерела забруднення можуть спричиняти суттєві зміни гідрохімічного та біологічного режиму водотоків. Це зумовлено малою водністю річок, обмеженою здатністю до самоочищення та тісним взаємозв'язком річкових екосистем із прилеглими ландшафтами.

Основним джерелом антропогенного забруднення є комунально-побутові стічні води, які надходять у річки з населених пунктів, що не мають ефективних очисних споруд. У воду потрапляють органічні речовини, сполуки азоту та фосфору, поверхнево-активні речовини, а також патогенні мікроорганізми. Це призводить до зростання показників біохімічного та хімічного споживання кисню, погіршення кисневого режиму та формування умов, несприятливих для чутливих видів гідробіонтів.

Вагомий внесок у забруднення малих річок здійснює сільськогосподарська діяльність, особливо в рівнинних і передгірських районах Закарпаття. Під час злив і паводків відбувається змив мінеральних добрив, пестицидів та органічних залишків з орних земель і пасовищ. Дифузне надходження агрохімікатів зумовлює підвищення концентрацій нітратів і фосфатів, що створює передумови для розвитку евтрофікаційних процесів та порушення трофічної структури водних екосистем.

Суттєвим чинником антропогенного впливу є механічне забруднення твердими побутовими відходами. Накопичення пластику, скла та інших

матеріалів у руслах і прибережних смугах погіршує гідравлічні умови течії, сприяє замуленню русел і підвищує ризик локальних підтоплень. Окрім того, пластик з часом трансформується у мікропластик, який здатний акумулювати токсичні речовини та включатися в харчові ланцюги.

Додатковим джерелом забруднення є транспортна та рекреаційна діяльність, зокрема викиди нафтопродуктів, важких металів і зважених частинок з автомобільних доріг та туристичної інфраструктури. У межах популярних рекреаційних зон фіксується локальне погіршення якості води, що пов'язано з сезонним зростанням антропогенного навантаження.

Антропогенне забруднення вод малих річок Закарпаття має низку негативних екологічних наслідків. Насамперед відбувається зниження біорізноманіття, що проявляється у скороченні чисельності чутливих до забруднення видів риб, безхребетних та водних рослин. Порушується структура біоценозів, зростає частка евритолерантних і сапробних організмів, що свідчить про деградацію екосистем.

Погіршення якості води негативно впливає також на екосистемні послуги, які надають малі річки, зокрема на водопостачання, рекреаційне використання та природне регулювання стоку. Накопичення забруднювальних речовин у донних відкладах створює довготривалий екологічний ризик, оскільки за змін гідрологічних умов можливе вторинне забруднення водного середовища.

Таким чином, антропогенне забруднення є одним із ключових факторів деградації малих річок Закарпаття, що зумовлює необхідність комплексного підходу до охорони водних ресурсів. Зниження антропогенного навантаження, удосконалення систем очищення стічних вод та дотримання водоохоронного режиму є обов'язковими умовами збереження екологічної стійкості малих річкових екосистем регіону.

Антропогенне забруднення є одним із провідних чинників деградації малих річок Закарпаття. Через невелику водність і обмежену здатність до самоочищення навіть незначні джерела забруднення можуть суттєво впливати на гідрохімічний та біологічний режим водотоків.

Основними джерелами антропогенного забруднення є:

1. Комунально-побутові стічні води — надходять з населених пунктів без централізованих очисних споруд. Вони містять органічні речовини та біогенні елементи.

2. Сільськогосподарська діяльність — змив мінеральних добрив, гною та пестицидів під час дощів і паводків.

3. Механічне засмічення та транспорт — тверді побутові відходи, нафтопродукти, важкі метали, які потрапляють у водотоки локально.

Таблиця 1.1. Гідрохімічні показники малих річок Закарпаття

Показник	Одиниці	Фонові значення для малих річок Закарпаття	Локальні підвищення (населені пункти, рекреаційні зони)	ГДК для рибогосподарських вод	Екологічна оцінка
Біохімічне споживання кисню (БСК ₅)	мг O ₂ /дм ³	1–3	4–6	≤3	Підвищення в межах населених пунктів; органічне навантаження помірне
Амоній-іони (NH ₄ ⁺)	мг/дм ³	0,02–0,2	0,25–0,35	≤0,39	Знаходиться в межах допустимого, але в локальних ділянках наближається до ГДК
Нітрати (NO ₃ ⁻)	мг/дм ³	0,5–3	5–12	≤40	Значно нижче ГДК; можливі короточасні перевищення після інтенсивних опадів
Фосфати (PO ₄ ³⁻)	мг/дм ³	0,01–0,05	0,06–0,09	≤0,10	Підвищення у локальних ділянках створює невеликий ризик евтрофікації

Екологічні наслідки

1. **Зниження біорізноманіття** — особливо чутливих до органічного забруднення видів риб, безхребетних та водних рослин.

2. **Порушення трофічної структури** — домінування сапробних організмів замість природних популяцій.

3. **Вторинне забруднення** — накопичення біогенів і органічних речовин у донних відкладах може призводити до їх повторного потрапляння у воду під час паводків.

4. **Зниження екосистемних послуг** — погіршення водопостачання, рекреаційної цінності та природного регулювання стоку.

Таким чином, кількісні показники свідчать, що більшість малих річок Закарпаття знаходяться у стані **слабо забруднених**, проте локальні ділянки демонструють підвищене антропогенне навантаження. Це підтверджує необхідність системного гідрохімічного моніторингу, дотримання водоохоронного режиму та реалізації природоохоронних заходів для збереження екологічної стійкості малих річкових екосистем регіону.

Таким чином, антропогенне забруднення малих річок Закарпаття, проявлене у надходженні органічних речовин, біогенних елементів (NH_4^+ , NO_3^- , PO_4^{3-}), важких металів та твердих побутових відходів, призводить до комплексних змін у водних екосистемах. Погіршення кисневого режиму, підвищення БСК₅ і ХСК, зростання концентрацій біогенних елементів та каламутності води формують умови, що значною мірою визначають життєздатність і видовий склад гідробіонтів.

Особливо чутливими до таких змін є риби холодноводних і помірнотеплих видів, для яких критично важлива концентрація розчиненого кисню та прозорість води. Макрозообентос, що включає водних комах, молосків і червів, реагує на надлишок органічних речовин і евтрофікаційні процеси зміною видової структури і чисельності. Перифітон і водорості, у свою чергу, накопичують біогенні елементи та реагують на локальне підвищення поживних речовин прискореним ростом, що може спричиняти розвиток евтрофікації.

Враховуючи ці взаємозв'язки, подальший розділ присвячено аналізу впливу антропогенного забруднення на гідробіонтів малих річок Закарпаття, що дозволяє оцінити екологічні наслідки деградації водних екосистем на рівні біологічних компонентів та обґрунтувати ефективні природоохоронні заходи.

Розділ 2

ОБ'ЄКТ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Загальна характеристика НПП «Ужанський»

Національний природний парк «Ужанський» є однією з найунікальніших заповідних територій Українських Карпат.

Ужанський національний природний парк розташований у межах Українських Карпат, на території Великоберезнянського району Закарпатської області. Парк створили у вересні 1999 року на основі заповідних об'єктів у верхів'ях річки Уж. Він є складовою частиною першого у світі тристороннього українсько-польсько-словацького міжнародного біосферного резервату «Східні Карпати», який включено до Світової мережі біосферних резерватів ЮНЕСКО. Ужанський парк складається з п'яти природоохоронних науково-дослідних відділень і на сьогодні займає площу 46 147 га.

Національний парк створили для збереження, відтворення та раціонального використання природних ландшафтів Східних Бескид.

Ще у 1912 році за часів Австро-Угорщини у цьому районі, щоб зберегти праліси створили один із перших у Карпатах лісовий резерват “Стужиця” на площі 331 га. Через 20 років, уже в чехословацький період, його площу збільшили до 553 га.

У 1974 році резерват набув статусу заказника загальнодержавного значення “Стужиця”, а у 1995 році став регіональним ландшафтним парком “Стужиця”, який межував з польсько-словацьким біосферним резерватом “Східні Карпати”, що існував з 1992 року.

У 1998 році МАБ ЮНЕСКО прийняло рішення про створення польсько-словацько-українського міжнародного біосферного резервату. У наступному році на базі регіонального ландшафтного парку “Стужиця” Указом Президента України від 27 вересня 1999 року було створено національний природний парк “Ужанський”. Таким чином, було організовано перший у світі трилатеральний

біосферний резерват “Східні Карпати”, який за площею є найбільшим серед аналогічних резерватів Центральної Європи.

В 2019 році, указом Президента України, територію Ужанського національного природного парку розширили. Зараз площа парку становить - 46 147 га.

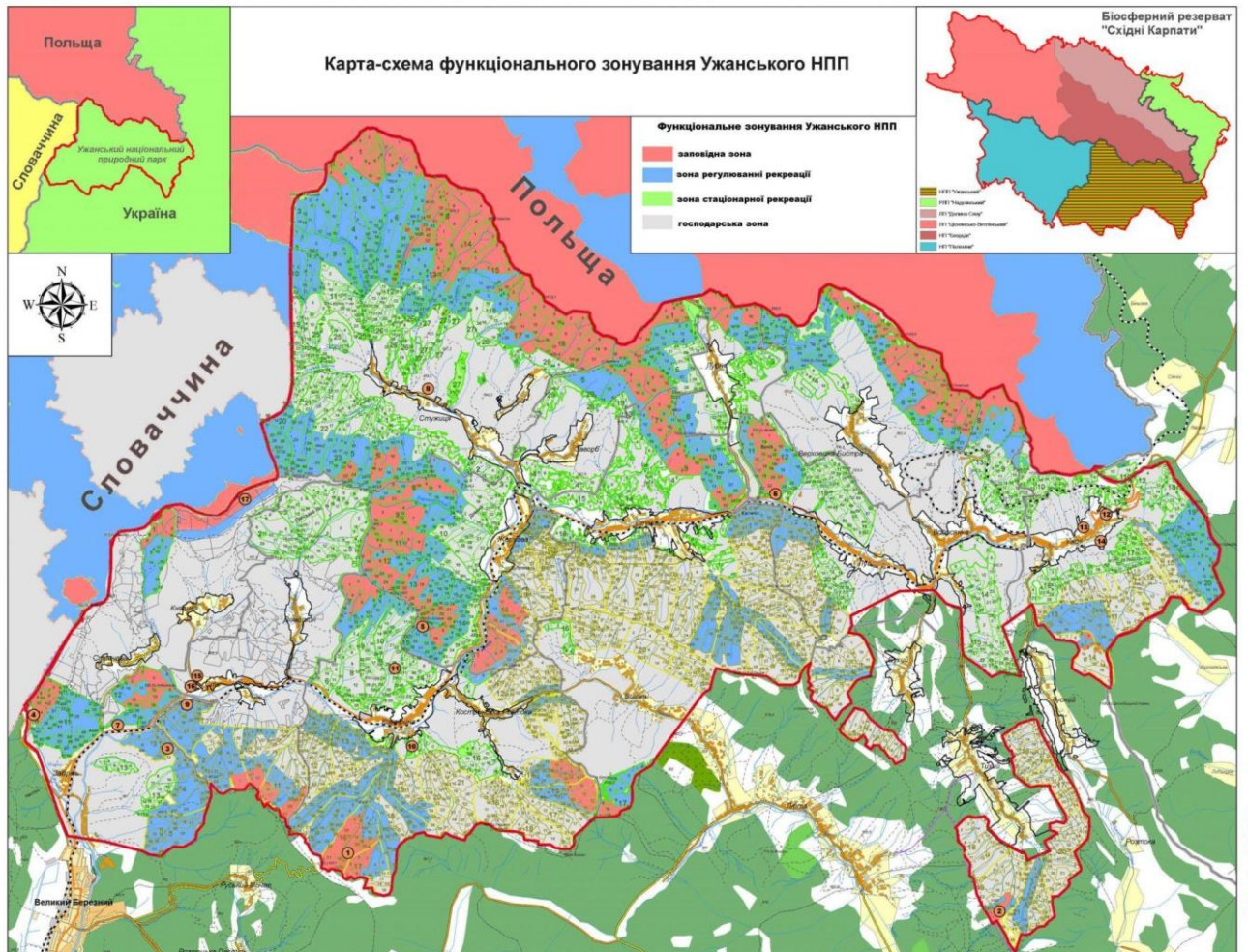


Рис.2.1. НПП Ужанський

Ужанський національний природний парк є складовою частиною тристороннього, транскордонного Міжнародного біосферного резервату «Східні Карпати», який створили за програмою «Людина і біосфера» ЮНЕСКО та входить в світову мережу резерватів ЮНЕСКО.

В 2007 році букові праліси Ужанського національного природного парку включили в номінацію «Букові праліси Карпат» та оголосили Світовою спадщиною ЮНЕСКО.

В 2009 році парк приєднався до Федерації ЄВРОПАК, відомої як «Федерація природи та національних парків Європи», яка об'єднує більше 370 заповідних територій Європи.

В 2013 році церкву Святого архангела Михаїла в селі Ужок включили в номінацію Дерев'яні церкви карпатського регіону Польщі і України та внесли в список Світової спадщини ЮНЕСКО.

- Букові Праліси Світової Спадщини: Парк охороняє понад 2,5 тис. га недоторканих букових пралісів, які є частиною об'єкта Всесвітньої спадщини ЮНЕСКО "Букові праліси і давні ліси Карпат та інших регіонів Європи". Ці праліси є живим еталоном дикої природи.

- Міжнародний Біосферний Резерват: НПП «Ужанський» є частиною єдиного у світі трилатерального біосферного резервату "Східні Карпати", створеного разом із Польщею (Бещадський НП) та Словаччиною (НП Полонини). Це забезпечує транскордонну охорону природи.

- Найстаріші Дуби: На території парку ростуть одні з найстаріших дерев в Україні, зокрема тисячолітні дуби: Дідо-дуб та Дуб-Чемпіон (вік до 1300 років).

- Розташування: Закарпатська область (Великобerezнянський район), охоплює верхів'я річки Уж.

- Площа: Становить близько 46 147 га.

- Кордони: Парк розташований на прикордонні з Польщею та Словаччиною, на горі Кременець знаходиться триграничний стик.

- Рельєф: Розташований у західних Бескидах (Східні Карпати). Найвища точка — гора Кінчик Буковський (1251 м).

- Водні ресурси: На території беруть початок річки Уж та Сян, є численні мінеральні джерела (понад 10).

- Карстові Печери: Відомо про 8 карстових печер, які є важливими місцями зимівлі кажанів.

- Флора: Налічує близько 900 видів вищих судинних рослин. Багато рідкісних видів, зокрема 52 види занесені до Червоної книги України (наприклад, тис ягідний, шафран Гейфеля).

- Фауна: Представлена 522 видами тварин. Мешкають великі хижаки та ссавці, такі як бурий ведмідь, рись, лісовий кіт, вовк, а також олень благородний і кабан. Орнітофауна включає рідкісних птахів (чорний лелека, беркут).

- Дерев'яна Архітектура: Парк розташований на етнічних землях лемків. Збереглося 6 унікальних дерев'яних церков (храмів) XVII-XVIII століть, які є пам'ятками архітектури.

- Метеорит "Княгиня": Урочище Чорні Млаки є місцем падіння знаменитого метеориту "Княгиня" (1866 р.) — найбільшого кам'яного метеориту, знайденого в Європі.

- Військова Історія: Збереглися залишки укріплень Лінії Арпада часів Другої світової війни та військові кладовища часів Першої світової війни.

- Екотуризм: Парк активно розвиває зелений туризм.

- Маршрути: Облаштовано 17 екотуристичних маршрутів та 5 екологічних стежок загальною протяжністю близько 140 км.

Ужанський НПП є ключовою складовою Міжнародного біосферного резервату «Східні Карпати» — першого у світі тристороннього резервату під егідою ЮНЕСКО, який об'єднує природоохоронні території трьох сусідніх країн. Це підкреслює його глобальну цінність для збереження карпатських екосистем.

- Ландшафт: Типовий гірський, середньовисотний. Характеризується м'якими обрисами хребтів (Бескиди) та глибокими долинами річок. Найвища точка парку — гора Кінчик Буковський (1251 м).

- Ліси та праліси (Головний скарб): Лісистість території перевищує 90%. Основу становлять букові та ялицево-букові ліси. Найбільшу цінність мають ділянки букових пралісів — екосистем, не займаних діяльністю людини. Вони входять до об'єкта Світової спадщини ЮНЕСКО «Букові праліси Карпат та інших регіонів Європи».

- Біорізноманіття:

- *Флора*: Багата та різноманітна, налічує понад 860 видів вищих судинних рослин. Багато видів занесені до Червоної книги України (зокрема, численні первоцвіти, орхідні).

◦ *Фауна:* Типова для Карпат. Тут мешкають великі хижаки (бурий ведмідь, вовк, рись, дикий кіт), копитні (олень благородний, косуля, кабан). Характерна висока чисельність рідкісних видів рукокрилих, птахів (чорний лелека, сови) та земноводних (саламандра плямиста, карпатські тритони).

Територія парку — це не лише дика природа, а й місце проживання етнографічних груп бойків та лемків, де природа та культура тісно переплетені.

- *Дерев'яна архітектура:* У межах парку збереглися унікальні зразки дерев'яного зодчества, зокрема церква Святого Михаїла в с. Ужок (об'єкт Світової спадщини ЮНЕСКО).

- *Історичні об'єкти:* Залишки оборонної «Лінії Арпада» часів Другої світової війни; місце падіння найбільшого в Європі метеорита «Княгиня» (1866 р.).

5. Функціональне зонування та використання

Територія парку розділена на зони з різним режимом охорони:

- *Заповідна зона:* Найсуворіша охорона, втручання людини заборонено (тут знаходяться праліси).
- *Зона регульованої рекреації:* Дозволено короткостроковий відпочинок, прокладено екологічні стежки.
- *Зона стаціонарної рекреації:* Розміщення готелів, кемпінгів (переважно на межах населених пунктів).
- *Господарська зона:* Ведеться традиційна господарська діяльність місцевого населення, що не шкодить природі.

2.2. Загальна характеристика екологічного стану малих річок Національного природного парку «Ужанський»

Малі річки Національного природного парку «Ужанський» є важливою складовою гідрографічної мережі верхньої частини басейну річки Уж та відіграють ключову роль у підтриманні природної рівноваги гірських екосистем Східних Карпат. Водотоки парку формуються переважно в межах лісових і субальпійських ландшафтів, що зумовлює їх високу природну цінність та

відносно добрий екологічний стан у порівнянні з малими річками поза межами природоохоронних територій.

Екологічний стан малих річок НПП «Ужанський» визначається поєднанням природних чинників, зокрема гірського рельєфу, значної залісненості водозбірних площ, інтенсивного атмосферного живлення та швидкоплинного характеру течії. Такі умови сприяють високому рівню аерації води, низьким температурам і, як наслідок, формуванню сприятливого середовища для існування холодноводних гідробіонтів. У верхів'ях водотоків вода зазвичай характеризується низькою мінералізацією, високим вмістом розчиненого кисню та незначною концентрацією біогенних елементів.

Разом з тим, навіть за наявності заповідного режиму, екологічний стан малих річок парку не є повністю стабільним. У межах населених пунктів, рекреаційних зон та вздовж транспортних шляхів фіксуються локальні осередки антропогенного впливу. Основними джерелами негативного навантаження є неочищені або недостатньо очищені побутові стічні води, поверхневий стік із присадибних ділянок, а також механічне засмічення русел твердими побутовими відходами.

Гідроморфологічний стан малих річок НПП «Ужанський» загалом зберігає природний характер, однак на окремих ділянках спостерігаються порушення, пов'язані з берегоукріплювальними роботами, облаштуванням мостових переходів та локальним втручанням у руслові процеси. Такі зміни можуть призводити до спрощення структури русла, замулення донних біотопів та зниження різноманіття водних організмів.

Важливим чинником, що впливає на екологічний стан малих річок парку, є кліматична мінливість. Зміни режиму опадів та збільшення частоти інтенсивних злив спричиняють формування паводків, які супроводжуються активізацією ерозійних процесів, зносом ґрунтових частинок і органічної речовини у русла річок. У меженний період, навпаки, можливе зменшення водності окремих приток, що негативно позначається на умовах існування гідробіонтів.

Донні відклади малих річок НПП «Ужанський» у цілому характеризуються низьким рівнем забруднення, однак у межах антропогенно трансформованих ділянок можуть акумулювати органічні речовини та окремі забруднювальні компоненти. Це створює потенційний ризик вторинного забруднення води за змін гідрологічних умов.

Таким чином, екологічний стан малих річок Національного природного парку «Ужанський» у цілому оцінюється як відносно сприятливий, проте характеризується наявністю локальних проблем, зумовлених антропогенним навантаженням та природно-кліматичними чинниками. Це обґрунтовує необхідність постійного гідроекологічного моніторингу, дотримання водоохоронного режиму та впровадження природоохоронних заходів, спрямованих на збереження природного стану водних екосистем парку.

Малі річки Національного природного парку «Ужанський» формують верхню частину гідрографічної мережі басейну річки Уж і характеризуються переважно природним режимом функціонування. Значна залісненість водозбірних площ, гірський рельєф та обмежене господарське освоєння території зумовлюють відносно сприятливий екологічний стан водних екосистем порівняно з річками поза межами природоохоронних територій.

За результатами гідрохімічних досліджень, вода малих річок НПП «Ужанський» у верхів'ях і на малопорушених ділянках, як правило, характеризується **слабокислою або нейтральною реакцією середовища** (рН у межах 6,5–7,5), **низькою мінералізацією** та **високим вмістом розчиненого кисню**, що часто перевищує 8–10 мг/дм³. Такі умови є сприятливими для існування холодноводних видів гідробіонтів і свідчать про високий рівень аерації води.

Показники **біохімічного споживання кисню (БСК₅)** у більшості ділянок не перевищують значень, характерних для слабо забруднених або практично чистих вод, що свідчить про незначне органічне навантаження. Водночас у межах населених пунктів і рекреаційних зон фіксується локальне зростання БСК₅, що

вказує на надходження побутових стічних вод та органічних забруднювальних речовин.

Концентрації **біогенних елементів** у воді малих річок парку, зокрема сполук амонійного азоту (NH_4^+), нітратів (NO_3^-) та фосфатів (PO_4^{3-}), у природних умовах залишаються низькими. Проте на окремих ділянках, приурочених до антропогенно трансформованих територій, відмічається їх підвищення, що створює передумови для розвитку локальних евтрофних процесів, особливо в період літньої межні.

Вміст **зважених речовин** у воді малих річок НПП «Ужанський» значно варіює залежно від гідрологічного режиму. У меженний період вода відзначається високою прозорістю, тоді як під час інтенсивних опадів і паводків спостерігається різке зростання каламутності внаслідок ерозійних процесів на схилах і берегах.

Донні відклади малих річок парку загалом характеризуються низьким рівнем забруднення, однак у місцях локального антропогенного впливу можливе накопичення органічної речовини та окремих хімічних елементів. За несприятливих гідродинамічних умов це може призводити до вторинного забруднення води та погіршення гідрохімічного режиму.

Таким чином, гідрохімічні показники малих річок Національного природного парку «Ужанський» у цілому відповідають умовам природних або слабо порушених водотоків. Водночас наявність локальних відхилень від фонових значень свідчить про вплив антропогенних чинників та підтверджує необхідність систематичного гідрохімічного моніторингу з метою збереження екологічної стабільності водних екосистем парку.

Таблиця 2.1. Основні гідрохімічні показники води малих річок НПП «Ужанський»

Показник	Одиниці вимірювання	Характерні значення для малих річок НПП «Ужанський»	Екологічна характеристика
Температура води	°C	6–14 (у літній період до 16)	Сприятлива для холодноводних гідробіонтів
Водневий показник (рН)	од. рН	6,5–7,5	Слабокисла – нейтральна реакція середовища
Розчинений кисень (O ₂)	мг/дм ³	8,0–11,0	Висока аерація, сприятливі умови для іхтіофауни
Біохімічне споживання кисню (БСК ₅)	мг O ₂ /дм ³	1,0–3,0	Низьке органічне забруднення
Хімічне споживання кисню (ХСК)	мг O ₂ /дм ³	10–25	Невисокий вміст органічних речовин
Амоній-іони (NH ₄ ⁺)	мг/дм ³	0,02–0,20	Фонові або слабо підвищені концентрації
Нітриди (NO ₂ ⁻)	мг/дм ³	≤0,02	Ознаки відсутності свіжого органічного забруднення
Нітрати (NO ₃ ⁻)	мг/дм ³	0,5–3,0	Низьке дифузне навантаження
Фосфати (PO ₄ ³⁻)	мг/дм ³	0,01–0,05	Обмежений евтрофний потенціал
Зважені речовини	мг/дм ³	5–25 (до 50 під час паводків)	Залежні від гідрологічного режиму
Мінералізація	мг/дм ³	50–150	Типова для гірських річок
Прозорість	см	>50 (у межень)	Висока у стабільних гідрологічних умовах

2.3. Малі річки Національного природного парку «Ужанський»

Національний природний парк «Ужанський» розташований у межах Українських Карпат, у північно-західній частині Закарпатської області, та входить до складу транскордонного біосферного резервату «Східні Карпати».

Територія парку охоплює верхів'я басейну річки Уж, яка є правою притокою річки Лаборець та належить до басейну річки Тиса. Водна мережа парку характеризується високою щільністю, що зумовлено поєднанням гірського рельєфу, значної кількості атмосферних опадів і добре збереженого лісового покриву.

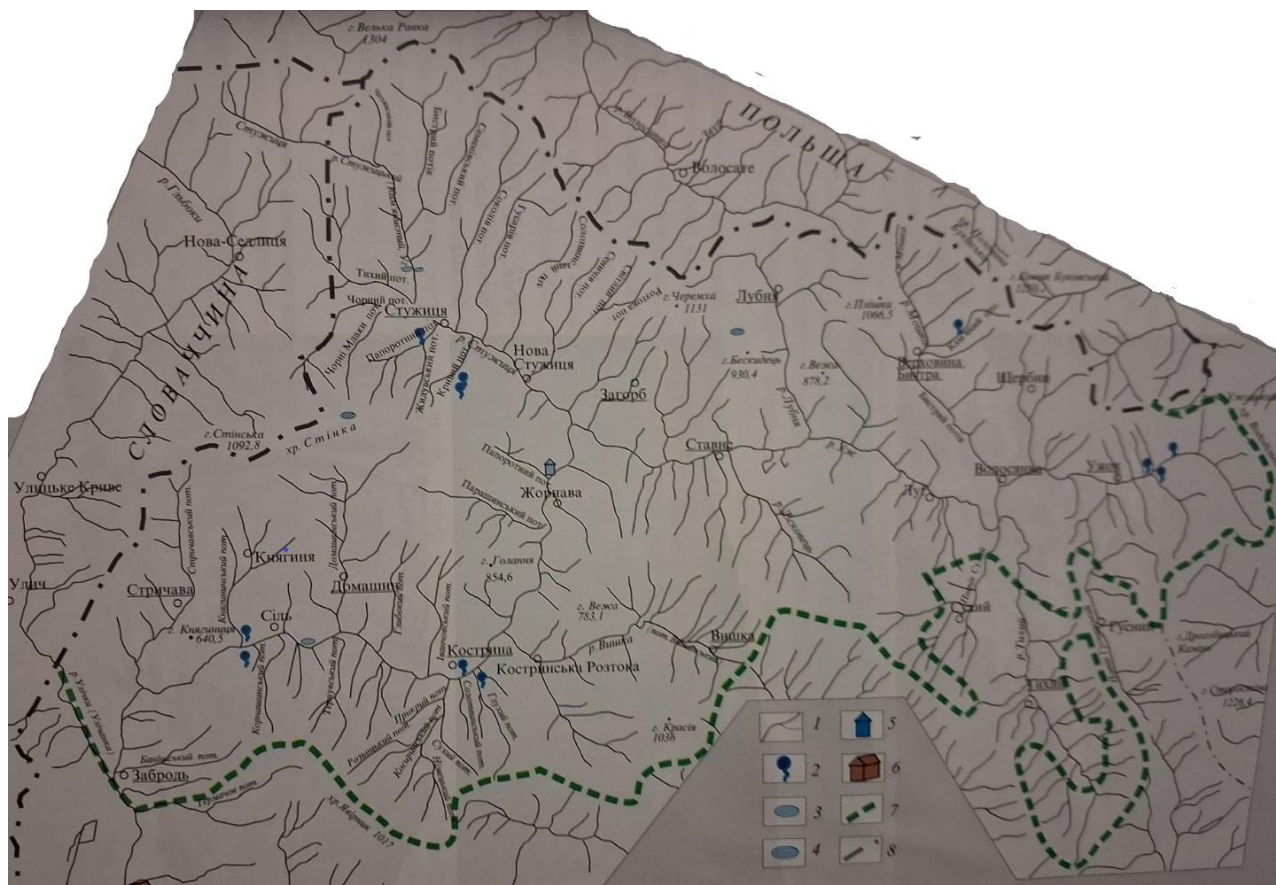


Рисунок 2.2 Картосхема гідромережі території Ужанського НПП

1- Річки і потоки; 2 – мінеральні джерела; 3 -ставки; 4 – заболочені ділянки; 5 - гідропост Гідрометеслужби; 6 – метеостанція Гідрометеослужби у Великому Березному; 7 – межа Ужанського НПП; 8 – державний кордон України

Гідрографічна система НПП «Ужанський» представлена річкою Уж та численними малими річками і гірськими потоками, які відіграють ключову роль у формуванні водного режиму регіону. Малі річки становлять основу поверхневого стоку та забезпечують екологічну стабільність природних ландшафтів парку.

Малі річки НПП «Ужанський» є притоками різних порядків річки Уж. Найбільш значущими серед них є річки **Стужиця, Люта, Туричка, Недільська,**

Домашинська, а також численні безіменні струмки, які формують локальні водозбори. За довжиною більшість водотоків належить до категорії малих річок (до 25 км), а за площею басейну — до мікробасейнів гірського типу.

Річкова мережа має радіально-дендритну структуру, характерну для Карпатського регіону. Витоки малих річок приурочені до схилів гірських хребтів, часто на висотах понад 600–800 м над рівнем моря, що визначає значні ухили русел і високу енергію потоку.

Гідрологічний режим малих річок НПП «Ужанський» формується під впливом кліматичних умов, рельєфу та лісистості водозбірних площ. Основним джерелом живлення є атмосферні опади, а також сніготанення у весняний період. Частка підземного живлення є відносно незначною, проте відіграє важливу роль у підтриманні мінімального стоку в меженний період.

Для малих річок характерні:

- весняні повені, зумовлені таненням снігу;
- дощові паводки влітку та восени;
- зимова межень із можливими льодовими явищами.

Рівневий режим відзначається високою мінливістю, особливо у верхів'ях водотоків. Швидка реакція на опади є типовою рисою гірських річок Карпатського регіону.

Русла малих річок НПП «Ужанський» мають переважно кам'янисто-гальковий характер із домішками валунів. У верхів'ях спостерігаються вузькі V-подібні долини, численні пороги та перекати, тоді як у нижніх течіях долини поступово розширюються, а русла стають більш звивистими.

Береги річок, як правило, укріплені природною рослинністю — буковими, ялицево-буковими та смерековими лісами. Такий рослинний покрив значною мірою запобігає ерозійним процесам, стабілізує русла та зменшує винесення твердого стоку.

Води малих річок Ужанського НПП характеризуються низькою мінералізацією, нейтральною або слабколужною реакцією середовища та

високим вмістом розчиненого кисню. Основними іонами є гідрокарбонати кальцію та магнію, що зумовлено геологічною будовою регіону.

Концентрації біогенних елементів (нітратів, фосфатів, амонійного азоту) зазвичай не перевищують гранично допустимих концентрацій для рибогосподарських водойм. Це свідчить про мінімальний рівень антропогенного навантаження та високий природоохоронний потенціал водних екосистем парку.

Малі річки НПП «Ужанський» виконують важливі екосистемні функції, забезпечуючи умови для існування численних видів флори та фауни. Вони є середовищем існування для холодноводних видів риб, зокрема струмкової форелі (*Salmo trutta fario*), а також численних видів макрзообентосу, які використовуються як біоіндикатори якості води.

Прибережні екосистеми річок слугують екологічними коридорами, що забезпечують міграцію тварин та збереження біорізноманіття. Водотоки також відіграють ключову роль у формуванні мікроклімату та підтриманні гідрологічного балансу території парку.

Попри заповідний статус НПП «Ужанський», малі річки зазнають локального антропогенного впливу. Основними чинниками є:

- побутові стоки з населених пунктів;
- локальні гідротехнічні втручання;
- рекреаційне навантаження;
- несанкціонований забір води.

Однак інтенсивність цих впливів є обмеженою, а природні механізми саморегуляції екосистем здебільшого компенсують негативні наслідки.

Малі річки НПП «Ужанський» мають важливе природоохоронне значення як еталонні об'єкти для довготривалого екологічного моніторингу. Їхній відносно природний стан дозволяє використовувати ці водотоки для порівняльних досліджень із більш трансформованими річковими системами регіону.

Збереження природного режиму малих річок потребує подальшого обмеження господарської діяльності, впровадження ефективних систем

очищення стічних вод у прилеглих населених пунктах та посилення екологічної освіти місцевого населення.

Малі річки Національного природного парку «Ужанський» є ключовим компонентом природних екосистем Карпатського регіону. Вони характеризуються високим рівнем природної збереженості, сприятливими гідрологічними та гідрохімічними показниками й значним біоекологічним потенціалом. Рациональне використання та охорона цих водотоків є необхідною умовою забезпечення сталого розвитку регіону та збереження унікальної природної спадщини.

2.4. Методика дослідження

У фіксованих точках вздовж досліджуваних річок з глибини 2-15 см було зібрано зразки осаду вагою 1500-2000 грамів. Підготовка, транспортування та зберігання зразків здійснювалися згідно з посиланням [14].

Відстань між точками відбору проб у межах досліджуваної території становила 5-10 км. Зразки осаду були зібрані з верхів'їв та нижніх течій річок для розуміння джерел та шляхів надходження радіонуклідів та важких металів до цих річкових відкладень.

Вміст важких металів (крім ртуті) визначався за допомогою електротермічної атомно-абсорбційної спектрометрії (ЕТААС).

Леткі органічні сполуки (ЛОС) визначалися за допомогою атомно-абсорбційного спектрометра КАС-120.1, аналітичні сигнали реєструвалися комп'ютером. Робочі параметри приладу були обрані відповідно до рекомендацій, наведених у посиланням [15].

Вимірювання проводилися з використанням коректора фону (дейтерієвої лампи) в режимі «газової зупинки», з використанням звичайних графітових кювет з високочистим аргоном як захисним газом. Джерелом світла була лампа з порожнистим катодом. Для усунення потенційного впливу досліджуваних компонентів ґрунтової матриці та покращення відтворюваності сигналу аналізу

летких органічних сполук (ЛОС) було використано модифікатор – піруват натрію бензоїлгідрозону [16]. Визначення ЛОС проводилися за таких умов (довжина хвилі, нм / ширина щілини, нм): Cu – (324,8/0,4); Cd – (228,8/0,7); Pb – (283,3/0,4); Zn – (213,9/0,7). Температура атомізації кадмію становила 2300 °С, а міді, свинцю та цинку – 2400 °С. Ртуть визначали за допомогою атомно-абсорбційної спектрометрії холодної пари з використанням атомно-абсорбційного спектрометра S-115M, оснащеного аксесуаром Yulia. Вимірювання поглинання проводили при $\lambda_{\text{res}} = 253,7$ нм з використанням індукційної лампи. Параметри визначення ртуті були аналогічні тим, що наведені в посиланні [17]. Для вимірювань GAN використовувався сертифікований гамма-спектрометр «SBS-40», оснащений коаксіальним напівпровідниковим Ge(Li) детектором об'ємом 100 см³ [12].

Була досліджена питома активність природного урану-238U (214Pb, 214Bi, 226Ra), торію-232Th (212Pb, 228Ac, 208Tl, 212Bi), 40K та штучного 137Cs серії GAN. Щоб врахувати вплив самопоглинання та розміру зразка, апарат калібрували за допомогою зразка еталонного об'єму (SBS-40), розміщеного в тому ж контейнері Марінеллі, що й зразок ґрунту. Дрейф та роздільна здатність (3,2 кеВ для 40K та 2,3 кеВ для 137Cs) контролювалися протягом усіх вимірювань. Тривалі (від 4 до 30 годин) вимірювання власного фону приладу показали хорошу стабільність. Для забезпечення надійності даних час вимірювання для кожного зразка було встановлено на 5000 секунд. Завдяки високій чутливості гамма-спектрометрів, можливості використовувати зразки великої маси та існуванню кількох ізотопів для одного хімічного елемента, цей метод забезпечує високий рівень інформативності.

Розділ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Визначення гідрохімічних показників донних відкладів

В цілому, загальний вміст ВМ у донних відкладах малих річок території НПП «Ужанський» є невисоким і може вважатись фоновим для гірської частини Закарпатської області, що узгоджується з [18]. Порівнюючи одержані дані вмісту ВМ у донних відкладах НПП «Ужанський» з даними [19] показано, що загальний вміст ВМ у донних відкладах малих річок території НПП «Ужанський» є значно нижчий ніж у ґрунтах гумусового профілю цих територій. Розрахунок коефіцієнтів міграції у системі «ґрунт – донні відклади» для малих річок території НПП «Ужанський» показує, що коефіцієнти міграції ВМ є малими. Відповідні коефіцієнти міграції ВМ у системі «ґрунт – донні відклади» для НПП «Ужанський» є наступними: • донні відклади річки Уличка: для Zn – 0,052; для Cu – 0,103; для Pb – 0,008; для Cd – 0,009; для Hg – 0,093; • донні відклади річки Вишка: для Zn – 0,081; для Cu – 0,131; для Pb – 0,007; для Cd – 0,012; для Hg – 0,111; • донні відклади річки Лубня: для Zn – 0,043; для Cu – 0,074; для Pb – 0,006; для Cd – 0,008; для Hg – 0,081; • донні відклади річки Уж: для Zn – 0,100; для Cu – 0,151; для Pb – 0,010; для Cd – 0,016; для Hg – 0,133.

Таблиця 3.1 Усереднені дані розподілу вмісту важких металів у донних відкладах малих річок НПП «Ужанський» за течією (n=6; P=0,95)

Ділянки річок	Вміст ВМ ($\bar{X} \pm \Delta X$), мг/кг сухого мулу				
	Zn	Cu	Pb	Cd	Hg
<i>Річка Уличка</i>					
№ 1	1,15±0,11	1,26±0,17	0,075±0,010	0,012±0,002	0,007±0,001
№ 2	1,17±0,16	1,28±0,19	0,084±0,013	0,014±0,002	0,009±0,002
№ 3	1,19±0,18	1,28±0,22	0,091±0,015	0,016±0,003	0,009±0,002
<i>Річка Вишка</i>					
№ 1	1,70±0,24	1,54±0,21	0,066±0,011	0,017±0,002	0,009±0,002
№ 2	1,82±0,25	1,62±0,23	0,078±0,012	0,019±0,003	0,010±0,002
№ 3	1,87±0,31	1,71±0,29	0,082±0,015	0,021±0,004	0,011±0,003
<i>Річка Лубня</i>					
№ 1	0,91±0,11	0,92±0,11	0,056±0,009	0,011±0,002	0,006±0,001
№ 2	0,97±0,14	0,90±0,13	0,071±0,011	0,014±0,002	0,009±0,002
№ 3	0,95±0,13	0,93±0,14	0,067±0,012	0,012±0,003	0,007±0,002
<i>Річка Уж (верхня течія)</i>					
№ 1	2,11±0,27	1,77±0,23	0,101±0,014	0,019±0,003	0,011±0,002
№ 2	2,26±0,34	1,87±0,26	0,109±0,017	0,022±0,004	0,011±0,002
№ 3	2,31±0,38	1,92±0,32	0,112±0,019	0,034±0,006	0,014±0,003

Примітка. № 1-№ 3 – ділянки дослідження донних відкладів за течією річок (відстань між ділянками дослідження 5-10 км).

Дані коефіцієнтів міграції ВМ у системі «грунт → донні відклади» для території НПП «Ужанський» (крім міграційного коефіцієнту для Pb і Zn) і. Тому основний внесок у міграцію ВМ у системі «грунт → донні відклади» здійснюють неорганічні процеси. Крім того, висота місцевості над рівнем моря суттєвого впливу на міграційний показник ВМ у системі «грунт → донні відклади» впливу практично немає, що можна було очікувати, хоча загальний вміст ВМ у донних відкладах річок гірського ландшафту є нижчим ніж для річок передгірського ландшафту (НПП «Ужанський»), що може бути зумовлено, очевидно, морфологічними та геохімічними особливостями досліджуваних районів. З вищенаведених закономірностей встановлено, що донні відклади малих річок територій НПП Закарпатської області характеризуються низькою акумулюючою

здатністю до ВМ, тому хімічний склад донних відкладів малих річок не відображає хімічний склад ґрунтів гумусового профілю басейнів цих річок. В цілому, міграція ВМ у системі «ґрунт → донні відклади» у межах території НПП «Ужанський» є подібною, що свідчить про подібність геохімічних факторів, які впливають на ці процеси у межах природно-заповідних територій, чому може сприяти висока лісистість досліджуваних територій НПП.

Моніторингові експерименти щодо гідрофізичних параметрів річки Уличка та Уж свідчать про позитивні зміни якості води річки Уж за останні три роки. Крім того, усі виміряні параметри якості води (прозорість, запах та колір) не перевищували стандартизовані показники [16, 17], а їх значення майже не мало сезонних чи часових коливань, що працює про мінімальний вплив людини та природну здатність цих річок до самовідновлення.

Примітно, що за всіма довгими річками Уличка прозорість коливалася від 27 до 30 см, запах був менше 2, а колір – від 7 до 15 градусів; по всій довжині річки Лубня прозорість коливалася близько 30 см, запах був менше 2, а колір – від 5 до 10 градусів. Оцінка води якості малих річок, які досліджувалися в НПП Ужанський, також базувалася на численних виміряних гідрохімічних показниках. які, проби води аналізували на такі показники: катіони, такі як кальцій, магній, цинк, марганець та мідь; іони амонію, нітратів, нітритів, сульфатів, фосфатів та хлоридів; загальний вміст заліза; суха речовина та завислі речовини; а також рН, коефіцієнт перманганатного окиснення, розчин кисень та хімічне споживання кисню (ХСК). Оскільки вміст хімічних речовин у річках майже не змінився, у таблиці 3 наведено результати гідрохімічних досліджень річок Уж та Бронка протягом літа 2025 року.

3.2. Визначення гідрохімічних показників води

Моніторингові експерименти щодо гідрофізичних параметрів річок парку свідчать про позитивні зміни якості води річки Бронка за останні три роки. Крім того, усі виміряні параметри якості води (прозорість, запах та колір) не перевищували стандартизовані показники [16, 17], а їх значення майже не мало

сезонних чи часових коливань, що працює про мінімальний вплив людини та природну здатність цих річок до самовідновлення.

Таблиця 3.1 Результати гіdroхімічних досліджень води річок НПП Ужанський

Назва показника	Точки відбору проб води річки						Нормована величина [16]
	Річка Уличка			Річка Вишка			
	№1	№2	№3	№1	№2	№3	
Завислі речовини, мг/дм3	3,1	3,4	3,4	3,1	3,2	3,2	≤15
pH	7,9	7,9	7,0	7,4	7,5	7,5	6,5-8,5
Перманганатна окиснюва ність, мгО/дм ³	1,0	1,2	1,2	1,3	1,1	1,3	≤5,0
ХСК, мгО2/дм3	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<15,0
Розчинений кисень, мгО2/дм ³ 12,0 11,8	12,5	12,3	11,3	11,1	12,3	12,3	≥6,0
Залізо загальне, мг/дм ³	0,2	0,16	0,19	0,21	0,18	0,19	≤0,05
Сухий залишок, мг/дм ³	163,0	162,0	156,0	161,0	155,0	157,0	≤1000
Лужність, мг-екв/дм ³	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	-
Жорсткість загальна, мг екв/дм ³	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	≤7,0
Кальцій, мг/дм ³	30,1	28,2	27,1	29,4	30,4	28,5	180,0
Магній, мг/дм ³	6,1	6,2	5,9	5,9	6,0	6,0	50,0
Марганець мг/дм ³	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	≤0,01
Мідь, мг/дм ³	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,004
Цинк мг/дм ³	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,001
Амоній-іони мг/дм ³	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5
Нітрит-іони, мг/дм ³	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	<0,08
Нітрат-іони, мг/дм ³	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	<40,0
Фосфат-іони, мг/дм ³	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
Сульфат-іони, мг/дм ³	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	<100,0
Хлорид-іони, мг/дм ³	6,4	6,8	6,5	6,4	6,5	6,4	<300,0

Таблиця 3.2 Результати гідрохімічних досліджень води річок НПП Ужанський

Назва показника	Точки відбору проб води річки						Нормована величина [16]
	Річка Лубня			Річка Уж			
	№1	№2	№3	№1	№2	№3	
Завислі речовини, мг/дм3	3,3	3,6	3,9	3,7	3,6	3,7	≤15
pH	7,3	7,6	7,2	7,3	7,6	7,6	6,5-8,5
Перманганатна окиснюва ність, мгО/дм ³	1,0	1,2	1,2	1,3	1,1	1,3	≤5,0
ХСК, мгО2/дм3	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<15,0
Розчинений кисень, мгО2/дм ³ 12,0 11,8	12,8	12,2	11,9	11,8	12,9	12,2	≥6,0
Залізо загальне, мг/дм ³	0,2	0,16	0,19	0,21	0,18	0,19	≤0,05
Сухий залишок, мг/дм ³	153,0	152,0	166,0	161,0	175,0	167,0	≤1000
Лужність, мг-екв/дм ³	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	-
Жорсткість загальна, мг екв/дм ³	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	≤7,0
Кальцій, мг/дм ³	30,1	24,2	28,1	29,4	34,4	26,5	180,0
Магній, мг/дм ³	6,1	6,2	5,9	5,9	6,0	6,0	50,0
Марганець мг/дм ³	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	≤0,01
Мідь, мг/дм ³	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,004
Цинк мг/дм ³	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,001
Амоній-іони мг/дм ³	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5
Нітрит-іони, мг/дм ³	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	<0,08
Нітрат-іони, мг/дм ³	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	<40,0
Фосфат-іони, мг/дм ³	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
Сульфат-іони, мг/дм ³	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	<100,0
Хлорид-іони, мг/дм ³	6,4	6,8	6,5	6,4	6,5	6,4	<300,0

Примітно, що за всіма довгими річками парку прозорість коливалася від 27 до 30 см, запах був менше 2, а колір – від 7 до 15 градусів; по всій довжині річки Бронка прозорість коливалася близько 30 см, запах був менше 2, а колір – від 5

до 10 градусів. Оцінка води якості малих річок, які досліджувалися в НПП «Ужанський», також базувалася на численних виміряних гідрохімічних показниках. які, проби води аналізували на такі показники: катіони, такі як кальцій, магній, цинк, марганець та мідь; іони амонію, нітратів, нітритів, сульфатів, фосфатів та хлоридів; загальний вміст заліза; суха речовина та завислі речовини; а також рН, коефіцієнт перманганатного окиснення, розчин кисень та хімічне споживання кисню (ХСК). Оскільки вміст хімічних речовин у річках майже не змінився, у таблиці 3 наведено результати гідрохімічних досліджень річок протягом літа 2025 року.

Результати експериментальних досліджень показали, що майже всі вище згадані гідрохімічні показники якості поверхневих вод не перевищують нормованих величин як протягом року (табл. 4), так і впродовж трьохрічного періоду. Виняток становить вміст таких катіонів як Манган та Ферум загальний. Аналізуючи дані табл. 3 можемо відмітити, що концентрація Феруму загального коливається в межах від 0,16 до 0,21 мг/дм³, що майже у 2-4 рази перевищує норму (ГДК_{рг}(Fe_{заг.}) становить менше 0,05 мг/дм³) пов'язано з особливістю геологічної провінції Закарпаття [20], що не раз відмічалось під час досліджень поверхневих вод області [11]. Показник Мангану у водах обох досліджуваних річок перевищує нормовані значення (ГДК_{рг} має значення менше 0,01 мг/дм³) у 5 разів і середня величина його становить близько 0,05 мг/дм³, що теж пов'язано з геологічною особливістю регіону, що охоплює площі їх басейнів.

Аналіз даних моніторингу якості природних вод річок НПП «Ужанський» продукує про те, що якість води річки Ужсугтево не змінюється в різні гідрологічні етапи та сезони. Стандартизовані показники, що характеризують якість поверхневих вод, не перевищували гранично допустимі концентрації для рибогосподарського використання, що вказує на I та 1-2 клас якості води. Більш загальний рівень заліза та марганцю перевищував стандартизовані значення в кілька разів, що пояснюється унікальними геологічними та топографічними характеристиками. Дослідження показало, що розведення форелі в межах

досліджуваної території має незначний вплив на річку Буронка та визнано легальною діяльністю. Рекреаційні споруди вздовж річки Уж також не суттєво вплинули на екологічний стан або якість поверхневих вод.

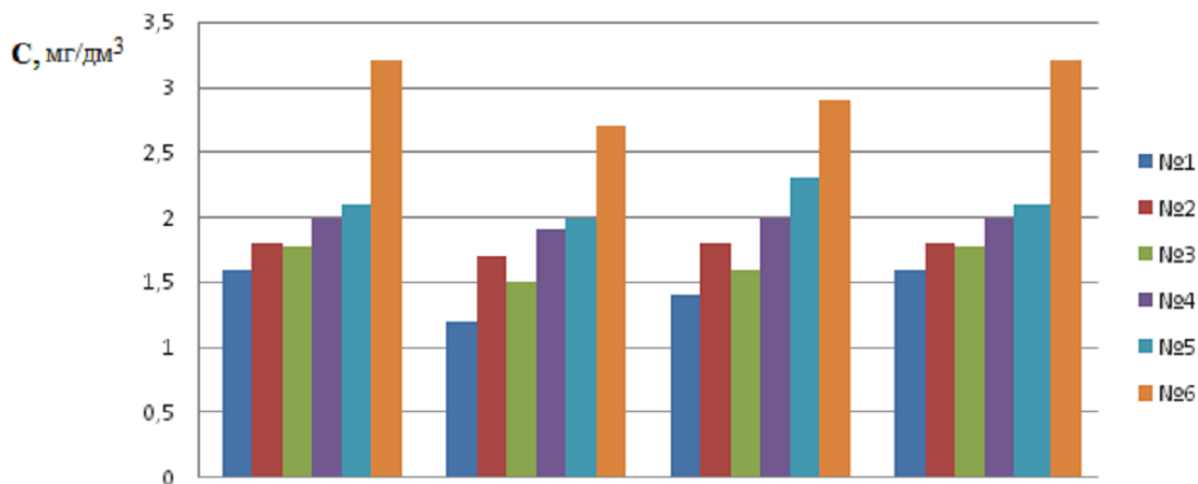


Рисунок. 3.1. Показники води річки Уж

За результатами експериментальних досліджень гідрофізичних параметрів води річки Результати відбору проб у жовтому показали, що прозорість, запах і колір води відповідали стандартизованим показникам [18, 19] та не перевищували допустимі значення. наприклад, по всій довжині річки: прозорість коливалася в межах 15-30 см, запах був менше 2, а колір – від 5 до 15 градусів. Середні величини гідрофізичних показників по періодах року коливаються в наступних межах: прозорість: 30-15 см, запах: менше 2, кольоровість: 5°C – зимній період, 15°C – осінній період.

Виміряні хімічні показники води:

Значення рН не перевищували гранично допустиму норму та коливалися в розділі від 6,87 до 7,56 по всій річці. Щодо сезонних коливань, то восени значення рН становило 6,87, а влітку досягало максимального значення 7,56. Концентрації нітрат-аніонів значно коливалися в різні сезони. Взимку концентрація NO_3^- становила 1,2 мг/дм³, потім як восени та влітку – 3,2 мг/дм³ (Рісунк 1), але всі залишалися нижчими за допустиму норму для рибогосподарського водокористування ($\text{GDKrg}(\text{NO}_3^-)$ – менше 40 мг/дм³).

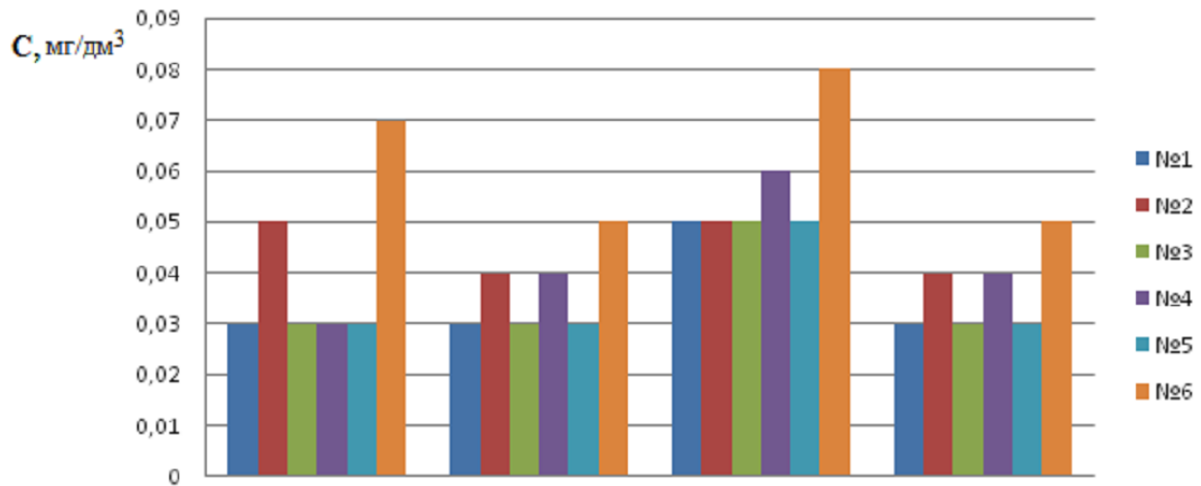


Рисунок 3.2. Показники води річки Уж

Таке сезонне коливання вмісту нітрат-іонів можна пояснити вимиванням нітратів із сільгоспугідь, а також збільшенням їх розчинності у літній та осінній періоди, коли температура води річки достатньо висока.

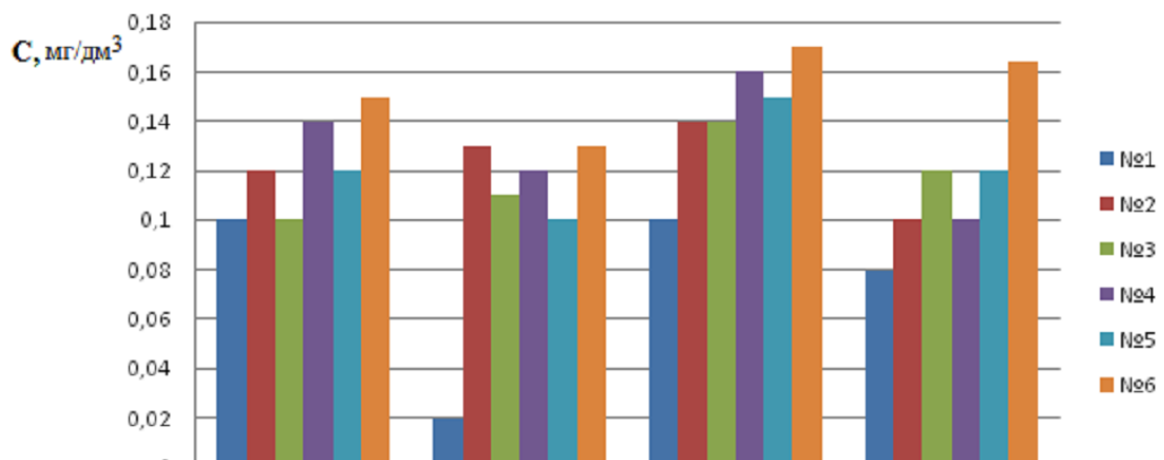


Рисунок 3.3. Показники води річки Уж

Аналізуючи дані на Рисунку 1, можна спостерігати, що концентрація нітрат-аніонів поступово зростає вздовж русла річки від її витoku до впадіння в річку Уж. Це явище є очікуваним, оскільки антропогенний потік у досліджуване водосховище збільшується з довжиною річки. Концентрація нітритів у річці Люта коливається лише незначно (від 0,03 до 0,08 мг/дм³) (Рисунок 2), що можна пояснити слабкою нітрифікацією нітратів та концентрацією нижче гранично допустимої концентрації (нижче 0,08 мг/дм³). Концентрація іонів амонію (NH_4^+)

у воді залежить від внесення амонійних азотних добрив на сільськогосподарські угіддя та зменшення вмісту нітрат-іонів, коливаючись від 0,02 до 0,17 мг/дм³ (Рисунок 3). Цей показник не перевищує допустиму норму для використання води в рибогосподарських цілях ($GDK_{rg}(NH_4^+) = 0,5$ мг/дм³). Це свідчить про те, що якість води досліджуваної річки добра, а вплив діяльності людини незначний (тобто в межах допустимих значень).

Аналізуючи дані на Рисунку 1, можна спостерігати, що концентрація нітрат-аніонів поступово зростає вздовж русла річки від її витoku до впадіння в річку Вурі. Це явище є очікуваним, оскільки антропогенний потік у досліджуване водосховище збільшується з довжиною річки. Концентрація нітритів у річці Люта коливається лише незначно (від 0,03 до 0,08 мг/дм³) (Рисунок 2), що можна пояснити слабкою нітрифікацією нітратів та концентрацією нижче гранично допустимої концентрації (нижче 0,08 мг/дм³). Концентрація іонів амонію (NH_4^+) у воді залежить від внесення амонійних азотних добрив на сільськогосподарські угіддя та зменшення вмісту нітрат-іонів, коливаючись від 0,02 до 0,17 мг/дм³ (Рисунок 3). Цей показник не перевищує допустиму норму для використання води в рибогосподарських цілях ($GDK_{rg}(NH_4^+) = 0,5$ мг/дм³). Це свідчить про те, що якість води досліджуваної річки добра, а вплив діяльності людини незначний (тобто в межах допустимих значень).

В останній точці відбору проби річки Уж концентрація фосфат-іонів у воді коливалася від 0,02 до 0,1 мг/дм³.

Збільшення концентрації іонів PO_4^{3-} було пов'язане головним чином з використанням фосфатовмісних мийних засобів мешканцями сіл вздовж річки. Це відомо про те, що діяльність людини має прямий вплив на екологічний стан річки Люта. Концентрації сульфат- та хлорид-іонів коливалися від 10,0 до 14,9 мг/дм³ та від 2,7 до 4,7 мг/дм³ відповідно, через різну розчинність цих аніонів за різну температуру води та в різну пору року. Загальна концентрація заліза коливалася від 0,12 до 0,31 мг/дм³, що майже в 2-6 разів перевищує нормальне значення ($GDK_{rg}(Fe_{заг.})$ менше 0,05 мг/дм³), що пояснюється специфічними геологічними умовами місцевості, через яку протікає річка [20]. Загальна

жорсткість води (від 1,2 до 1,9 мг-екв/дм³) також залишилася практично незмінною, що також відображає геологічну складову русла річки.

Захист природного середовища наразі є проблемою для вчених усього світу. Геологічне середовище України зазнає величезного антропогенного навантаження, що призводить до складних змін геохімії та інших умов [1], що призводить до деградації навколишнього середовища. Одним із наслідків діяльності людини на біосферу та її компоненти є надходження великої кількості радіонуклідів, важких металів та їх різних форм у біосферу [2]. Різке збільшення рівнів міграції важких металів та природних радіонуклідів в екосистемах робить особливо необхідним фоновий моніторинг цих сполук [1-3]. Фоновий моніторинг проводиться в межах заповідних територій з повним урахуванням особливостей клімату, топографії, геохімії та інших умов навколишнього середовища. Такий підхід дозволяє більш об'єктивно оцінити екологічний стан регіону [4, 5].

Моніторинг осаду відіграє вирішальну роль в оцінці загального екологічного стану водойм та прилеглих до них територій, оскільки середній склад осаду відображає склад гумінового шару ґрунту в басейні водосховища.

Тому більшість робіт з радіоекологічного моніторингу водойм зосереджені на осаді [6-10]. Водойми та осади утворюють єдину систему в межах водосховищ, де безперервно відбуваються метаболічні процеси. Тому осади, як середовище для накопичення токсичних речовин (ГАН та ВМ), відіграють вирішальну роль у формуванні якості води [11, 12] та оцінці стану прилеглих територій.

Зміни фізичних, хімічних та інших умов водного середовища можуть порушити баланс системи осади-вода, що потенційно призводить до вторинного забруднення водосховищ навіть без зовнішніх джерел забруднення [13]. Це підкреслює важливість моніторингу як промислово навантажених, так і умовно чистих водосховищ. У цьому контексті особливу увагу слід приділити вивченню осадів у гірських річках Карпатських гір. Осади в Карпатському басейні відображають характеристики геохімічних показників у прилеглих територіях та надають важливу інформацію про інтенсивність та характер господарської

діяльності людини. Більшість водосховищ у Карпатських горах мають свої водозабірні точки, розташовані в межах природних заповідників, які можна використовувати для фонових моніторингу. Крім того, оцінка стану цих заповідників у поєднанні з перепадами висот може допомогти визначити їх геохімічні характеристики.

РОЗДІЛ 4

ВПЛИВ НА БІОТУ

4.1 Вплив гідрохімічного та гідрологічного стану малих річок НПП «Ужанський» на біоту

Малі річки Національного природного парку «Ужанський» відіграють ключову роль у формуванні та підтриманні водних і прибережних екосистем. Їхній гідрологічний режим і гідрохімічний склад безпосередньо впливають на видовий склад, чисельність і просторову структуру біоти, зокрема гідробіонтів, амфібій, риб та прибережної флори.

Показники якості води малих річок НПП «Ужанський», зокрема високий вміст розчиненого кисню, низькі значення БСК₅ та ХСК, а також відсутність перевищень ГДК за сполуками азоту і фосфору, створюють сприятливі умови для існування чутливих до забруднення організмів. За таких умов формуються стабільні угруповання макрзообентосу, представлені личинками веснянок (Plecoptera), одноденок (Ephemeroptera) та волохокрильців (Trichoptera), які є індикаторами чистих, добре аерованих вод.

Низька мінералізація та нейтральна реакція середовища сприяють збереженню природної структури водних екосистем, не викликаючи токсичного чи осмотичного стресу у водних організмів. Це особливо важливо для ранніх стадій розвитку безхребетних та іхтіофауни.

Гірський характер малих річок зумовлює високу швидкість течії та добру турбулентність води, що сприяє її природному самоочищенню. Разом із тим різкі коливання рівня води під час паводків можуть призводити до тимчасового зниження чисельності донних організмів у прибережній зоні. Однак завдяки високій відновній здатності екосистем та наявності численних приток популяції гідробіонтів швидко відновлюються.

Стабільний лісовий покрив водозборів відіграє важливу роль у регулюванні стоку та зменшенні ерозійних процесів, що позитивно впливає на умови існування донної фауни та нерест риб.

Іхтіофауна та вищі водні організми

У малих річках НПП «Ужанський» поширені холодноводні види риб, зокрема струмкова форель (*Salmo trutta fario*), яка є чутливою до зниження концентрації кисню та органічного забруднення. Її присутність свідчить про високий екологічний стан водних екосистем. Крім того, річки парку забезпечують кормову базу та середовище існування для земноводних і напівводних ссавців, зокрема видри річкової.

Локальні джерела антропогенного впливу, такі як побутові стоки з прилеглих населених пунктів або рекреаційне навантаження, можуть спричиняти короткочасне підвищення концентрацій біогенних речовин і завислих часток. Це, у свою чергу, може негативно впливати на структуру угруповань макрзообентосу та призводити до зниження біорізноманіття на окремих ділянках водотоків.

Проте завдяки заповідному режиму та природній саморегуляції екосистем негативні наслідки мають локальний і оборотний характер.

Біота малих річок НПП «Ужанський» може розглядатися як ефективний інструмент біоіндикації стану водних екосистем. Висока частка чутливих видів безхребетних і наявність холодноводної іхтіофауни свідчать про домінування природних процесів та незначний антропогенний вплив.

Стан малих річок НПП «Ужанський» загалом є сприятливим для розвитку та збереження водної і прибережної біоти. Гідрохімічні та гідрологічні умови забезпечують існування чутливих до забруднення видів, що підтверджує високий екологічний статус водних екосистем парку. Збереження природного режиму малих річок є необхідною умовою підтримання біорізноманіття та екологічної стабільності регіону.

Наведені у таблиці дані свідчать, що гідрохімічні та гідрологічні умови малих річок НПП «Ужанський» є сприятливими для розвитку водної біоти. Поєднання

високої аерації, низького органічного та біогенного навантаження, а також природного гірського режиму течії забезпечує існування чутливих до забруднення видів. Біота річок формується переважно реофільними та холодноводними організмами, що підтверджує високий екологічний статус водних екосистем парку.

Табл. 4.1 Вплив основних показників стану вод малих річок НПП «Ужанський» на біоту

Показник	Фактичний стан у малих річках НПП «Ужанський»	Основний вплив на біоту	Екологічні наслідки
Температура води	Низька–помірна (6–12 °С)	Сприятлива для холодноводних організмів	Формування популяцій струмкової форелі, веснянок, одноподок
Реакція середовища (рН)	Нейтральна–слабколужна (6,8–7,6)	Відсутність токсичного впливу	Стабільний розвиток гідробіонтів
Розчинений кисень	Високий (8,5–12,0 мг/дм ³)	Забезпечує аеробні процеси	Висока біологічна продуктивність, чутливі види
БСК ₅	Низький (1,2–2,5 мг О ₂ /дм ³)	Низьке органічне навантаження	Відсутність кисневого дефіциту
ХСК	Низький–помірний	Мінімальний вміст органіки	Сприятливі умови для донної фауни
Амонійний азот (NH ₄ ⁺)	Дуже низький	Відсутність токсичного ефекту	Нормальний розвиток личинок і мальків
Нітрати (NO ₃ ⁻)	Низькі	Не спричиняють евтрофікації	Стабільні угруповання макрозообентосу
Фосфати (PO ₄ ³⁻)	Дуже низькі	Обмежений розвиток водоростей	Запобігання «цвітінню» води
Загальна мінералізація	Низька	Сприятлива осмотична рівновага	Типові гірські біоценози
Завислі речовини	Низькі	Добра прозорість води	Успішний фотосинтез перифітону
Швидкість течії	Висока (гірський тип)	Механічне очищення субстрату	Домінування реофільних видів
Паводковий режим	Короткочасний, інтенсивний	Тимчасове зниження чисельності	Швидке відновлення біоти
Стан прибережної рослинності	Добре збережена	Захист русла, тінь	Стабілізація температури та біотопів

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ

Служба охорони, створена на підприємстві згідно з Законом України «Про охорону праці» для організації виконання правових, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних, соціально-економічних та лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на запобігання нещасним випадкам, професійним захворюванням і аваріям в процесі праці [11,15].

Служба охорони праці входить до структури підприємства, як одна з основних виробничо-технічних служб.

Вона комплектується спеціалістами, які мають вищу освіту та стаж роботи за профілем виробництва не менше 3 років. Особи з середньою спеціальною освітою приймаються в службу праці у виняткових випадках.

Перевірка знань з питань охорони праці працівників служби охорони праці проводиться в установленому порядку до початку виконання ними своїх функціональних обов'язків та періодично, один раз на три роки.

Управління охороною праці це сукупність дій посадових осіб, що здійснюються на підставі постійного аналізу інформації про стан охорони праці на усіх робочих місцях в усіх структурних підрозділах підприємства для поліпшення цього стану, або підтримання його на певному рівні, відповідно до встановлених вимог. У підготовці, прийнятті і реалізації управлінських рішень беруть участь всі посадові особи: керівник підприємства, заступники керівника підприємства, керівники структурних підрозділів та ділянок підприємства, служба охорони праці. Управління охороною праці вводиться для того, щоб надати охороні праці комплексності і плановості з метою докорінного поліпшення роботи щодо запобігання виробничого травматизму, професійним захворюванням, пожежам, аваріям, дорожно-транспортним пригодам тощо. В системі управління охороною праці реалізуються наступні функції: організація і координація роботи з охорони праці, планування роботи, контроль за станом охорони праці, облік і аналіз показників стану охорони праці.

Загальне керівництво і відповідальність за стан охорони праці покладається на керівника підприємства. Керівники структурних підрозділів та дільниць підприємства несуть відповідальність за безпечну організацію виконання робіт, експлуатацію обладнання, машин, механізмів, створення нормальних санітарно-гігієнічних умов праці у підпорядкованих підрозділах. Вони повинні забезпечити дотримання всіма працівниками правил, інструкцій з охорони праці, проведення встановлених видів інструктажів та практичного навчання безпечним методам праці. Кожна посадова особа повинна бути ознайомлена з посадовою інструкцією, у якій визначені її права та обов'язки з охорони праці.

Всі працівники, які щойно прийняті на роботу (постійно або тимчасово) незалежно від їх освіти, стажу роботи за цією професією; працівники, які знаходяться у відрядженні на підприємстві і беруть безпосередню участь у виробничому процесі, водії транспортних засобів, які вперше заїжджають на територію підприємства; учні та студенти, які прибули на підприємство для проходження практики - обов'язково повинні пройти вступний інструктаж з питань охорони праці в кабінеті охорони праці.

Первинний інструктаж проводиться на робочому місці до початку роботи з:

- працівником, новоприйнятим (постійно чи тимчасово) на підприємство;
- працівником, який переводиться з однієї дільниці виробництва на іншу;
- працівником, який буде виконувати нову для нього роботу;
- відрядженим працівником, який бере безпосередню участь у виробничому процесі на підприємстві;
- студентом, учнем, який прибув на виробничу практику.

Первинний інструктаж проводиться індивідуально або з групою осіб спільного фаху за програмою, складеною з урахуванням вимог відповідних інструкцій з охорони праці для працівників, інших нормативних актів про охорону праці, технологічної документації.

Після первинного інструктажу начальник зміни обов'язково призначає стажування працівникам під керівництвом досвідчених осіб протягом 2-15 змін з записом в журналі.

Повторний інструктаж проводиться на робочому місці з усіма працівниками: на роботах з підвищеною небезпекою - 1 раз в квартал, на інших роботах – 1 раз на півріччя.

До роботи потрібно приступайте у спецодязі, упевнившись, що він чистий, не має пошкоджень, елементів, що звисають, не прилягають. Волосся потрібно сховати під сітчасту шапочку.

Необхідно користуватися засобами індивідуального захисту (респіраторами, берушами, окулярами, рукавицями) там, де це вимагається.

Бути обачним на сходах, пам'ятайте, що сходинки можуть бути слизькими. Спускаючись сходами, необхідно триматись за поруччя. Носити безпечне взуття на неслизкій підшві. Перевірити стан взуття та постійно очищати його від бруду, жирів.

Перед тим, як приступити до роботи, потрібно перевірити робоче місце та справність робочого інструменту.

Працювати дозволяється тільки справним інструментом і на справному обладнанні. Всі обертові частини обладнання (зубчасті колеса, шків, ремінні та ланцюгові передачі) повинні мати міцно укріплені захисні огороження.

Перед тим, як включити машину чи агрегат, необхідно впевнитись у наявності справного захисного огороження і запобіжних пристроїв, перевірити чи немає зайвих предметів, які заважають запуску і роботі машини, тільки після цього перевірити справність машини чи агрегату в режимі неробочого ходу.

Не торкатись електропроводів і струмоведучих частин електрообладнання і електроприладів. Необхідно впевнитись в наявності і справності захисного заземлення агрегату, машини, а при його відсутності негайно повідомити керівника підрозділу. Електропроводи і відкриті металеві струмоведучі частини повинні бути огорожені та ізольовані.

Всі роботи в електричних мережах, на розподільчих щитах, в електромережі різного роду струмоприймачів, а також з стаціонарними або переносними апаратами і електроінструментами повинні проводитись тільки особами, які пройшли

навчання, перевірку знань “Правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів” і не мають медичних протипоказань для роботи з електроустановками.

Неелектротехнічному персоналу заборонено проводити будь-які роботи в електроустановках, незалежно від їх розмірів і складності схеми. Забороняється працювати з ручним електроінструментом особам, які не пройшли спеціального навчання.

Заміну робочого інструменту, налагодження машин та механізмів, прибирання та чищення проводити тільки після їх зупинки. Не можна доторкатись до обертових частин обладнання, передавати або брати заготовки чи інші матеріали через обладнання під час його роботи.

Робоче місце необхідно утримувати в чистоті і порядку. Для робочого і вимірювального інструменту повинно бути відведене визначене місце. Вироби слід вкладати так, щоб вони не загороджували прохід не заважали роботі.

Нормалізація умов праці досягається зниженням рівнів небезпечних і шкідливих виробничих факторів до нормативних значень.

Забезпечення оптимальних режимів праці і відпочинку досягається:

- виявленням робочих місць з шкідливими умовами праці;
- дотриманням встановлених трудовим законодавством режиму праці і відпочинку;
- постійним контролем режиму праці і відпочинку осіб, що працюють у шкідливих умовах праці та жінок;
- організацією лікувально-профілактичного обслуговування працівників.

ВИСНОВКИ

1. У ході виконання дипломної роботи проведено комплексний аналіз гідрохімічного стану води та донних відкладів малих річок Національного природного парку «Ужанський», які формують верхів'я басейну річки Уж. Дослідження підтвердили, що водні об'єкти парку зберігають переважно природний характер функціонування та високий рівень екологічної збереженості.

2. Встановлено, що гідрохімічні показники якості води (рН, концентрація розчиненого кисню, БСК₅, ХСК, вміст біогенних елементів та мінералізація) у більшості досліджених малих річок перебувають у межах гранично допустимих концентрацій для рибогосподарських водойм. Високі концентрації розчиненого кисню та низьке органічне навантаження свідчать про добру аерацію та ефективні процеси природного самоочищення.

3. Аналіз хімічного складу донних відкладів показав, що вміст важких металів і токсичних елементів не перевищує фонових або нормативно допустимих значень. Донні відклади переважно представлені піщано-гальковими та супіщаними фракціями, що зменшує здатність до акумуляції забруднювальних речовин і сприяє збереженню сприятливих умов для донної фауни.

4. Простежено чіткий взаємозв'язок між гідрохімічним станом води, якістю донних відкладів та структурою угруповань гідробіонтів. У малих річках НПП «Ужанський» домінують чутливі до забруднення таксономічні групи макрзообентосу (личинки веснянок, одноденок, волохокрильців), що є індикаторами високої якості водного середовища.

5. Іхтіофауна досліджених водотоків представлена переважно холодноводними та реофільними видами, зокрема струмковою фореллю (*Salmo trutta fario*), наявність якої підтверджує стабільний кисневий режим і відсутність істотного антропогенного забруднення.

6. Локальні антропогенні впливи, зумовлені рекреаційною діяльністю та побутовими стоками з прилеглих населених пунктів, мають обмежений

просторовий характер і не призводять до суттєвого погіршення гідрохімічних показників води та донних відкладів. Завдяки гірському характеру річок і значній лісистості водозборів негативні наслідки здебільшого мають короткочасний і оборотний характер.

7. Малі річки Національного природного парку «Ужанський» можуть розглядатися як еталонні водні об'єкти Карпатського регіону, придатні для довготривалого екологічного моніторингу та порівняльних досліджень впливу антропогенних чинників на водні екосистеми.

8. Отримані результати підтверджують доцільність подальшого збереження природного режиму функціонування малих річок НПП «Ужанський» шляхом обмеження господарської діяльності, удосконалення систем водовідведення в населених пунктах та впровадження регулярного гідрохімічного і біоіндикаційного моніторингу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Хільчевський В. К. Регіональна гідрохімія України: монографія. Київ : Ніка-Центр, 2019. 368 с.
2. Хільчевський В. К., Бойко О. В. Гідрохімічна характеристика малих річок України. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2018. № 4. С. 32–41.
3. Романенко В. Д., Жукинський В. М., Оксіюк О. П. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. Київ : Мінекобезпеки України, 1998. 28 с.
4. Набиванець Б. Й., Осадчий В. І., Осадча Н. М. Аналітична хімія поверхневих вод: підручник. Київ : Наукова думка, 2006. 456 с.
5. Осадчий В. І. Гідрохімічні дослідження поверхневих вод України. Український гідрометеорологічний журнал. 2017. № 19. С. 89–102.
6. Кічук Н. С., Овчарук В. А., Кущенко Л. В. Гідрохімічні показники та якість вод малих річок України. Вісник Одеського національного університету. Географічні та геологічні науки. 2020. Т. 25, № 1. С. 112–121.
7. Chapman P. M. Sediment quality criteria and assessment. Marine Pollution Bulletin. 1990. Vol. 21, No. 8. P. 366–369.
8. Ali H., Khan E. Trophic transfer, bioaccumulation, and biomagnification of heavy metals in aquatic ecosystems. Environmental Chemistry Letters. 2019. Vol. 17. P. 1495–1521.
9. Jain C. K., Sharma M. K. Distribution of trace metals in river sediments. Journal of Hydrology. 2001. Vol. 253. P. 81–90.
10. Birch G. F. Sediment-bound heavy metals as indicators of anthropogenic change. Marine Pollution Bulletin. 2017. Vol. 120. P. 186–197.
11. Rosenberg D. M., Resh V. H. Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates. New York : Chapman & Hall, 1993. 488 p.
12. Грициняк І. І., Журавльов Є. О. Гідрохімічні показники як критерії екологічного стану водних екосистем. Екологічні науки. 2019. № 3. С. 101–109.

13. Перевозчиков І. М. Гідрохімічний режим та якість води річки Інгулець. Екологічна безпека. 2016. № 2. С. 45–52.
14. Осипенко В. П. Органічна речовина у поверхневих водах та донних відкладах. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2015. № 2. С. 78–86.
15. Моніторинг екологічного стану малих річок Закарпатської області / за ред. В. К. Хільчевського. Ужгород : УжНУ, 2021. 124 с.
16. Ковальчук А. А. Гідроекологічні дослідження водойм Ужанської долини. Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Хімія. 2016. № 2. С. 64–72.
17. Яцик А. В. Водогосподарська екологія: у 4 т. Київ : Генеза, 2004. Т. 2. 384 с.
18. Козловський Б. Л. Донні відклади як індикатор антропогенного навантаження на водні екосистеми. Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. 2018. № 1. С. 58–64.
14. Förstner U., Wittmann G. T. W. Metal Pollution in the Aquatic Environment. Berlin : Springer-Verlag, 2012. 486 p.
19. Wetzel R. G. Limnology: Lake and River Ecosystems. 3rd ed. San Diego : Academic Press, 2001. 1006 p.
20. Hellawell J. M. Biological Indicators of Freshwater Pollution and Environmental Management. London : Elsevier, 1986. 546 p.
21. Wang J., Liu G., Liu H. Ecological risk assessment of heavy metals in sediments. Ecotoxicology and Environmental Safety. 2018. Vol. 148. P. 596–602.
22. Moore J. W., Ramamoorthy S. Heavy Metals in Natural Waters. New York : Springer, 2012. 268 p.
23. Hauer F. R., Lamberti G. A. Methods in Stream Ecology. 2nd ed. San Diego : Academic Press, 2007. 896 p.
24. Allan J. D., Castillo M. M. Stream Ecology: Structure and Function of Running Waters. 2nd ed. Dordrecht : Springer, 2007. 436 p.