Міністерство освіти і науки України
Кам’янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка
Природничо-економічний факультет
Кафедра біології та екології

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
бакалавра

з теми ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ КАМ’ЯНЕЦЬКОГО ПРИДНІСТЕР’Я

Виконав: студент 4 курсу,
Групи Ecol1-B22
Спеціальності 101 Екологія
Кочурка Андрій Радувич

Керівник
Федорчук І.В. к.б.н доцент кафедри біології та екології
Рецензент
Любинський О.І. д.с-г.н професор кафедри біології та екології

Кам’янець-Подільський 2026 р.

ЗМІСТ

ВСТУП.....3

РОЗДІЛ І. ПРОБЛЕМАТИКА ІНТЕГРОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ВОДНИМИ ЕКОСИСТЕМАМИ.....6
1.1. Основні фактори впливу на водні екосистеми 6
1.2. Міжнародні зобов'язання в галузі управління водним екосистемами 13
1.3 Основні принципи інтегрованого управління водними екосистемами.....16

РОЗДІЛ ІІ. МЕТОДИ І МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ.....23
2.1. Загальна характеристика Дністровської екосистеми в межах Кам'янецького Придністер'я.....23
2.2. Методологія визначення навантажень і впливів.....25
2.3. Охорона праці.....28

РОЗДІЛ ІІІ.. ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ.....30

3.1 Оцінка навантажень на річковий басейн Дністра від органічного забруднення та біогенів, спричинених точковими та дифузними джерелами…….....30
3.2 Оцінка ризиків забруднення водних екосистем.……....32
3.3 Фізико-хімічна оцінка водних тіл досліджуваної території.....….....34
3.4. Встановлення екологічного статусу водних тіл та екологічних цілей…..39

РОЗДІЛ IV. ВСТАНОВЛЕННЯ СЕЗОННИХ ТА ПРОСТОРОВИХ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ЗМІНИ ПАРАМЕТРІВ ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ.....42
4.1. Визначення стану водних екосистеми в межах національного природного парку за комплексними оцінками якості.....42
4.2. Моделювання територіальних закономірностей зміни параметрів стану водних екосистеми в межах НПП «Подільські Товтри».....45

ВИСНОВОК.....56
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....58

ВСТУП

Актуальність теми. Питання забезпечення екологічної безпеки водних екосистем в Україні залишається недостатньо вирішеним. Наявні програми моніторингу не виконують функцію ефективного інструменту для розроблення заходів зі стабілізації природних комплексів. Водночас Україна приєдналася до низки міжнародних угод, відповідно до яких взяла на себе зобов'язання впроваджувати принципи інтегрованого управління водними ресурсами (ІУВР), де об'єктом управління є цілісна екосистема — річковий басейн.

Однак на практиці національна система управління водними ресурсами й надалі базується переважно на адміністративному підході, без урахування басейнового принципу. Зокрема, принципи інтегрованого управління Дністровської екосистемою наразі залишаються нерозробленими. Водночас зростання техногенного навантаження на водні екосистеми призводить до погіршення їхнього стану та створює потенційну загрозу як для здоров'я населення, так і для гідробіонтів.

Отже, дана робота спрямована на вирішення актуального науково-практичного завдання - підвищення рівня екологічної безпеки Дністровської екосистеми шляхом розроблення науково обґрунтованого інтегрованого підходу до управління річковим басейном із використанням європейських методологій.

Мета дослідження – є розв'язання актуальної науково-практичної проблеми підвищення рівня екологічної безпеки водних екосистем НПП «Подільські Товтри» шляхом упровадження європейських підходів до інтегрованого управління річковим басейном. Це передбачає обґрунтування допустимих рівнів антропогенного впливу, створення ефективної системи моніторингу, а також розроблення заходів щодо стабілізації та покращення стану довкілля.

Виходячи з визначених мети та предмета дослідження, поставлено такі

завдання:

- здійснити кількісну та якісну оцінку впливу точкових і дифузних джерел забруднення природного та антропогенного походження на водні екосистему;
- визначити функціональні закономірності просторового розподілу показників якості води з метою встановлення їх фонового рівня на природоохоронних територіях;
- удосконалити систему моніторингових досліджень у межах НПП «Подільські Товтри»;
- обґрунтувати екологічні цілі та розробити комплекс заходів, спрямованих на досягнення екологічно безпечного стану вод у НПП «Подільські Товтри»;
- запропонувати технічні рішення, що сприятимуть підвищенню рівня екологічної безпеки водної екосистеми.

Об'єкт дослідження – процес взаємодії антропогенних стресових чинників із екосистемами річкового басейну Дністра в межах НПП «Подільські Товтри».

Предмет дослідження – теоретико-методологічні та прикладні основи підвищення рівня екологічної безпеки водних екосистем національно природньо парку.

Методи дослідження. У дослідженні застосовано, як загальні статистичний, експертних оцінок, спостереження та аналізу, так і спеціальні методи наукового пізнання: теоретичного узагальнення та порівняння, абстрактно-логічний, системного аналізу, а також методи графічного й економічного аналізу. застосовано наступні прогнозування; формування баз даних екологічної інформації здійснювалося в середовищі Microsoft Excel, для картографічного моделювання використовувалися ГІС у середовищі ArcGIS.

Наукова новизна одержаних результатів Уперше визначено

просторові закономірності зміни показників якості водної екосистеми в межах національного природного парку. При цьому побудовано моделі екологічної норми компонентів природних вод як уздовж течії річки, так і залежно від висотної поясності, що дає змогу встановлювати екологічно безпечні рівні антропогенного впливу.

Уперше теоретично обґрунтовано необхідність створення багаторівневої системи моніторингу екосистеми в межах природоохоронних територій.

Удосконалено метод очищення господарсько-побутових стічних вод шляхом посилення процесу аерації у фільтрувальній траншеї з використанням вітродвигуна, що забезпечує підвищення ефективності очищення стоків.

Практичне значення результатів. Отримані матеріали можуть бути використані при розробці регіональних екомереж Хмельницької області, а також у проєктуванні рекреаційних зон на території НПП «Подільські Товтри».

Апробація результатів. Отримані результати впроваджено в навчальний процес на кафедрі біології та екології Кам’янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка.

Особистий внесок здобувача. Кваліфікаційна робота є самостійним завершеним дослідженням, виконаним упродовж 2024–2026 років. Автором особисто здійснено аналіз і узагальнення літературних джерел з теми, обґрунтовано теоретичні положення та сформульовано висновки.

Структура і обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків та списку використаних джерел. Загальний обсяг становить 68 сторінок, список використаних джерел який включає 61 найменування.

РОЗДІЛ І
ПРОБЛЕМАТИКА ІНТЕГРОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ВОДНИМИ ЕКОСИСТЕМАМИ

1.1. Основні фактори впливу на водні екосистеми

Проблематика техногенно-екологічної безпеки водного середовища нині є надзвичайно актуальною як для України, так і на глобальному рівні. Насамперед це стосується вдосконалення систем управління, оптимізації водокористування та водоспоживання на засадах екологічної безпеки й раціонального використання водних ресурсів, а також відновлення потенціалу водних екосистем з урахуванням значного антропогенного навантаження та кліматичних змін [1].

Поняття «сталого використання водних ресурсів» протягом останніх десятиліть постійно розширюється й набуває нового змісту. Дослідники зосереджуються на довготривалих аспектах водозабезпечення, тобто забезпеченні людства та інших живих організмів достатньою кількістю якісної води [2, 3]. Водночас складно точно оцінити реальні запаси води та визначити їх межі. Хоча вода належить до відновлюваних ресурсів, її доступність може суттєво коливатися — від надлишку до дефіциту [4]. На ці процеси впливають різноманітні чинники, що змінюють кількість, якість і доступність води з часом. Значний внесок у дослідження цієї проблематики зробили О. Алекін, Ю. Ізраель, Л. Горєв, С. Крайнов, П. Воронков, В. Пелешенко, А. Ніканоров, В. Сташук, В. Хільчевський, Є. Посохов, Д. Закревський та інші науковці.

Американські вчені провели дослідження, спрямовані на кількісну оцінку водного сліду людства у глобальному масштабі. Водний слід аналізувався як з позиції виробництва, так і споживання [5]. Міжнародні потоки «віртуальної води» оцінювалися через обсяги торгівлі сільськогосподарською та промисловою продукцією. За період 1996–2005 рр.

середньорічний глобальний водний слід становив 9087 км³/рік, з яких 74% припадало на «зелений», 11% — на «синій» і 15% — на «сірий» компоненти [6]. При цьому 92% водоспоживання пов'язано із сільським господарством, а близько 20% припадає на продукцію, що експортується.

Обсяг і структура споживання води на одиницю продукції є ключовими чинниками формування водного сліду споживача. Дослідження демонструють глобальний характер використання водних ресурсів і їх деградації, підкреслюючи залежність багатьох країн від зовнішніх джерел води та значний вплив окремих держав на її споживання і забруднення [7–9]. Суттєві зміни у водному балансі спричинені чотирма основними факторами: зростанням чисельності населення [10], кліматичними змінами, трансформацією землекористування й розвитком енергетики, а також глобальною бідністю.

Збільшення чисельності населення є одним із ключових викликів. За оцінками Програми ООН з навколишнього середовища, до 2025 року обсяги водопостачання на душу населення можуть скоротитися приблизно на третину, а до 2050 року значна частина світу відчуватиме гострий дефіцит води в посушливі періоди [11, 12].

Проблеми урбанізації активно досліджуються в багатьох країнах, зокрема й в Україні. Це складне соціально-екологічне явище вивчається представниками різних наук із застосуванням системного підходу. Великі міста, такі як Київ, Харків, Дніпро, Одеса, Запоріжжя, Львів, Кривий Ріг та інші, поступово поглинають прилеглі населені пункти. Нині близько половини населення України проживає у містах [13]. Водночас дослідження Держводагентства України свідчать про нерівномірне забезпечення водними ресурсами: найменше води мають південні регіони, де її потреба є найбільшою.

Виснаження водних ресурсів, особливо малих річок, спричиняє значні екологічні та економічні втрати, порушує стабільність річкових екосистем, ускладнює водокористування та погіршує умови життя населення. У зв'язку з

цим вивчення впливу урбанізації та господарської діяльності на гідрологічний режим водних об’єктів набуває особливої актуальності.

Кліматичні зміни також є важливим чинником. За даними Міжурядової групи експертів зі зміни клімату (IPCC, 2007), глобальний клімат змінюється переважно внаслідок діяльності людини. Середня температура на планеті вже підвищилася приблизно на 0,8 °C порівняно з показниками 130-річної давності [14, 15]. Ці зміни проявляються у трансформації основних метеорологічних показників — температури, вологості, опадів, швидкості вітру та інших.

Важливим міжнародним кроком став кліматичний саміт у Парижі 2015 року, де було поставлено мету обмежити зростання глобальної температури до 2 °C із прагненням знизити цей показник до 1,5 °C. Україна, приєднавшись до міжнародних кліматичних угод, взяла на себе зобов’язання контролювати рівень викидів парникових газів.

Значну увагу також приділяють управлінню посухами. Зокрема, у 2013 році в Києві відбувся національний діалог за участю Українського гідрометцентру та Глобального водного партнерства, спрямований на реалізацію програми інтегрованого управління посухами в регіоні Центральної та Східної Європи. Координацію впровадження цієї програми в Україні здійснює екологічна організація «МАМА-86», яка активно співпрацює з міжнародними партнерами у сфері водного менеджменту.

За результатами експертних оцінок, сучасні кліматичні умови України характеризуються територіально нерівномірним потеплінням, яке найбільш виражене в зимовий і літній періоди. За інформацією Укргідрометцентру та Глобального водного партнерства України, від початку XX століття середньорічна температура зросла більш ніж на 0,8 °C. Це спричинило суттєві трансформації температурного режиму в агрокліматичних зонах: Полісся та Лісостеп, які відзначаються достатнім зволоженням, нагріваються швидше, ніж степова зона, що частково вирівнює теплові ресурси території.

Останні десятиліття XX — початок XXI століття відзначилися

тривалими зимовими відлигами, а сам зимовий період скоротився приблизно на один місяць. Підвищення температури в холодний сезон сприяло більш ранньому настанню весни, подовженню вегетаційного періоду та прискоренню розвитку сільськогосподарських культур, а також шкідників і хвороб. Починаючи з 2000 року, в усіх агрокліматичних зонах спостерігається зростання тепло забезпеченості у вегетаційний період. За оцінками науковців, в Україні близько 4235,8 тис. га земель перебувають під загрозою опустелювання, а зона ризикованого землеробства має тенденцію до розширення, що робить боротьбу з цими процесами важливою як з економічної, так і з життєвої точки зору [18].

Крім того, Міжурядова група експертів зі зміни клімату прогнозує посилення водного стресу в країнах Центральної та Південної Європи, зокрема й в Україні, де наслідки кліматичних змін можуть бути особливо відчутними. Серед основних загроз — екстремальні температурні коливання, деградація степових екосистем до рівня напівпустель, дефіцит питної води, зростання частоти паводків і повеней, а також посилення вітрових явищ [19]. Усі ці чинники негативно впливають на економіку, екологічну ситуацію та національну безпеку держави.

Зміни у землекористуванні та розвиток енергетики також суттєво впливають на водні ресурси. Зі зростанням чисельності населення збільшується площа земель, що використовуються для сільського господарства, промисловості та міської інфраструктури. Урбанізація, аграрна діяльність і промислове виробництво супроводжуються зростанням водоспоживання, що, своєю чергою, призводить до погіршення якості води. Вибір енергетичних ресурсів - біомаса, біопаливо, нафта, атомна енергетика, сланцеві породи чи «чисте» вугілля - має значний вплив на водні системи [20].

Процеси підготовки питної води, її транспортування, водовідведення та очищення стічних вод є надзвичайно енергоємними. За оцінками фахівців, потенціал енергозбереження у сфері водопостачання становить 25–30%, що

відповідає 1,2–1,5 млрд кВт·год на рік. У системах каналізаційного водовідведення економія може досягати 20–50%, аналогічні показники характерні і для очисних споруд. Загальний потенціал скорочення енергоспоживання в цій сфері оцінюється на рівні 0,5–1,0 млрд кВт·год на рік.

Атомні та гідроелектростанції спричиняють теплове забруднення води й повітря, а також поглиблюють дефіцит водних ресурсів через значні втрати на випаровування. Водночас розвиток альтернативних джерел енергії, таких як біопаливо чи сланцевий газ, також характеризується високою водоємністю, що додатково загострює проблему вододефіциту.

У зв’язку з цим особливо важливим є впровадження ресурсозберігаючих технологій і повторного використання ресурсів, зокрема у системах водопостачання та водовідведення. Це передбачає зменшення обсягів споживання води, скорочення кількості стічних вод, їх повторне використання, роздільне очищення потоків, а також застосування екосанітарних підходів, таких як компостування та повернення біогенних елементів у господарський обіг. Важливим напрямом є також впровадження обліку води на всіх етапах — від виробництва до споживання, проведення енергоаудиту та оцінка водного й енергетичного сліду. Усі ці заходи сприяють реалізації принципів інтегрованого управління водними ресурсами.

Глобальна бідність залишається ще одним ключовим чинником, що ускладнює вирішення екологічних проблем. За оцінками експертів, близько одного мільярда людей живуть менш ніж на один долар на день [23], а приблизно 0,9 млрд осіб не мають доступу до безпечної питної води [24]. У таких умовах питання виживання часто переважають над екологічними пріоритетами, що унеможливлює ефективне вирішення проблем зміни клімату чи раціонального землекористування.

Важливою віхою у формуванні концепції сталого розвитку стала Конференція ООН з довкілля та розвитку, яка відбулася у 1992 році в Ріо-де-Жанейро. За її результатами було прийнято програму «Порядок денний на

XXI століття», спрямовану на досягнення високої якості довкілля та стабільного економічного розвитку у глобальному масштабі [25]. Документ визначає основні принципи екологічної політики та наголошує на необхідності комплексного підходу до управління водними ресурсами (розділ 18) [26].

Подальші міжнародні зустрічі, що відбулися через 10 і 20 років, засвідчили прогрес у впровадженні принципів сталого розвитку. Глобальні дослідження, проведені за участю понад 130 країн, показали поступове впровадження інтегрованих підходів до управління водними ресурсами, що позитивно впливає на практику водного менеджменту на національному рівні [27–29].

Звіт, підготовлений напередодні конференції Ріо+20, підтвердив наявність поступу у сфері сталого управління водними ресурсами, хоча водночас підкреслив необхідність подальшого вдосконалення управлінських підходів і практик у цій галузі.

17 грудня 2015 року Генеральна Асамблея ООН одноголосно ухвалила резолюцію, якою право людини на санітарію було визнано як самостійне. Наступного дня, 18 грудня 2015 року в Женеві, офіційно проголошено це право поряд із правом людини на безпечну питну воду. Водночас близько 2,5 мільярда людей у світі досі не мають доступу до належних санітарних умов, а відповідна Ціль 7 серед Цілей розвитку тисячоліття не була досягнута до 2015 року [30]. В Україні ж питання санітарії та права на неї недостатньо врегульовані на законодавчому рівні. Зношена інфраструктура, недостатній рівень очищення стічних вод або його повна відсутність, а також відсутність централізованих каналізаційних систем у сільській місцевості негативно впливають на стан довкілля та якість водних ресурсів, зокрема джерел питного водопостачання.

У вересні 2015 року відбувся ще один важливий міжнародний захід - Саміт ООН, на якому було затверджено Цілі сталого розвитку та План дій до 2030 року. Серед основоположних прав людини Генеральна Асамблея ООН

визначає право на воду, санітарію та належні гігієнічні умови. Однією з ключових є Ціль 6 - забезпечення доступу до води та санітарії і їх сталого управління. Вона передбачає досягнення таких завдань до 2030 року [31]:

– гарантування загального і справедливого доступу до безпечної та доступної за вартістю питної води;

– забезпечення належних санітарно-гігієнічних умов для всіх;

– підвищення якості води шляхом зменшення забруднення, скорочення скидів та мінімізації викидів небезпечних речовин, зменшення обсягів неочищених стічних вод і розширення їх повторного використання;

– підвищення ефективності водокористування у всіх секторах економіки та забезпечення сталого використання прісної води для подолання її дефіциту;

– впровадження інтегрованого управління водними ресурсами на всіх рівнях, включаючи транскордонну співпрацю;

– охорона та відновлення водних екосистем, зокрема гір, лісів, водно-болотних угідь, річок, водоносних горизонтів та озер;

– розширення міжнародної співпраці для підтримки країн, що розвиваються, у сфері водопостачання та санітарії, включаючи впровадження сучасних технологій очищення та повторного використання води;

– залучення місцевих громад до процесів управління водними ресурсами та санітарією.

Водночас зміни в українському законодавстві останніх років посилили виклики у сфері екологічної безпеки та водного менеджменту. Зокрема, спрощення процедур отримання дозволів на спеціальне водокористування, зниження вимог до скидів стічних вод (Закон України №1193-VII від 9 квітня 2014 року) [32], запровадження мораторію на перевірки контролюючими органами [33], скорочення системи санітарно-епідеміологічного нагляду [34], а також ліквідація територіальних органів Міністерства екології та передача їх повноважень місцевим адміністраціям [35] - усе це призвело до ослаблення державного контролю.

Додатковими негативними чинниками є втрата ефективної системи державного моніторингу водних ресурсів, недостатнє фінансування екологічних програм та відсутність інвестицій у модернізацію систем водовідведення й очисних споруд. У сукупності ці проблеми сприяють погіршенню стану довкілля та ускладнюють забезпечення населення України безпечною водою і належними санітарними умовами.

1.2. Міжнародні зобов'язання в галузі управління водним екосистемами

У Європі діє єдиний міжнародний документ, спрямований на забезпечення рівного доступу до води та санітарії - Протокол про воду та здоров'я. Україна підписала його у 1999 році в Лондоні та ратифікувала у 2003 році. У цьому документі підкреслюється, що вода має економічну, екологічну й соціальну цінність [36]. Це передбачає необхідність комплексного управління водними ресурсами, яке включає запобігання, контроль і зменшення захворювань, пов'язаних із неякісною питною водою, а також охорону вод на рівні річкових басейнів [37].

У вересні 2011 року Україна виконала свої зобов'язання, встановивши 15 національних цільових показників і 30 індикаторів у межах Протоколу про воду та здоров'я (відповідні урядові документи 2011 року) [38]. Вони охоплюють забезпечення населення якісною питною водою та належними санітарними умовами, зменшення обсягів недостатньо очищених стічних вод, підвищення ефективності роботи очисних споруд, а також розроблення планів управління річковими басейнами.

У 2013 році Україна підготувала звіт щодо реалізації цих показників. Водночас через погіршення доступу населення до безпечної води та санітарії і невиконання відповідної Цілі розвитку тисячоліття, цей напрям має бути визначений як пріоритетний для органів влади всіх рівнів — від державного до місцевого. Формування національних водних цілей повинно базуватися на

глобальних принципах сталого розвитку у водному секторі [39].

Відповідно до Закону України «Про основні засади (Стратегію) державної екологічної політики до 2020 року» було розроблено Національний план дій з охорони навколишнього природного середовища на 2011–2015 роки (НПДОНПС) [40–41]. Цей документ, створений із дотриманням європейських стандартів, визначає сім ключових цілей [42]. Зокрема, Ціль 2 спрямована на покращення екологічної ситуації та підвищення рівня екологічної безпеки, а її підрозділ щодо водних ресурсів передбачає реформування системи управління шляхом впровадження інтегрованого басейнового підходу.

Ціль 7 НПДОНПС стосується розвитку регіональної екологічної політики та передбачає розроблення місцевих планів дій. Документ проходив широке громадське обговорення, під час якого було враховано понад 1,5 тисячі пропозицій. Однак частина важливих положень, зокрема методика стратегічної екологічної оцінки, не була включена до остаточної редакції, що суперечить вимогам міжнародних угод, зокрема Конвенції Еспо [43].

Результати громадської оцінки екологічної політики України (2013 р.) засвідчили низький рівень реалізації більшості цілей НПДОНПС: від 0% до близько 33%, що свідчить про недостатню пріоритетність екологічної безпеки у державній політиці [44].

Підписання Угоди про асоціацію з Європейським Союзом зобов’язало Україну впроваджувати принципи інтегрованого управління водними ресурсами на основі басейнового підходу [45]. У 2012 році було затверджено базовий план адаптації природоохоронного законодавства України до норм ЄС [46], а у 2014-2015 роках - відповідні стратегії та плани імплементації європейських директив у сфері водної політики [47-49].

Серед ключових документів ЄС, що підлягають впровадженню, - Водна рамкова директива 2000/60/ЄС, директиви щодо очищення стічних вод, якості питної води, управління ризиками затоплення, захисту вод від нітратного забруднення та морської стратегії [50–55], а також директива

щодо збереження природних середовищ існування [6].

Процес адаптації законодавства передбачає виявлення прогалин між українською та європейською практикою, їх усунення та приведення нормативної бази у відповідність до вимог ЄС [7]. Для кожної директиви визначено відповідальні органи, строки виконання та необхідні інституційні зміни, які мали бути реалізовані до кінця 2017 року.

Окрім цього, розроблено проєкт Національного плану управління довкіллям на 2016–2020 роки, одним із ключових завдань якого є впровадження інтегрованого управління водними ресурсами на основі екосистемного та басейнового підходів. Це передбачає оцінку екологічного стану басейнів основних річок України, зокрема басейну Дунаю [58].

Для України важливо сформувати цілісну водну стратегію з чітко визначеними індикаторами на коротко-, середньо- та довгострокову перспективу. Управління водними ресурсами має здійснюватися системно, а не декларативно. У цьому контексті показовим є досвід Швеції, де визначено 16 екологічних цілей, з яких чотири безпосередньо стосуються водних ресурсів.

З огляду на глобальні екологічні виклики та принципи сталого розвитку, проголошені на конференції ООН у Ріо-де-Жанейро (1992 р.), Україна має орієнтуватися на гармонійне поєднання економічного розвитку, раціонального використання ресурсів і збереження довкілля. Такий підхід сприятиме формуванню умов для сталого розвитку держави, збереження природно-ресурсного потенціалу та підвищення якості життя населення.

Таблиця 1.1

Терміни впровадження Водної Рамкової Директиви ЄС в Україні

№ н/п	Завдання	Терміни виконання
1.	Прийняття національного законодавства та визначення уповноваженого органу (органів)	до 2015 р.
2.	закріплення на законодавчому рівні визначення одиниці гідрографічного районування території країни	до 2016 р.
3.	розроблення положення про басейнове управління з покладенням на нього функцій, передбачених	до 2017 р.
4.	визначення районів річкових басейнів та створення механізмів управління міжнародними річками, озерами та прибережними водами	до 2020р
5.	аналіз характеристик районів річкових басейнів	до 2020
6.	підготовка планів управління басейнами річок, проведення консультації з громадськістю та публікація цих планів	до 2024

1.3 Основні принципи інтегрованого управління водними екосистемами

Річковий басейн розглядається як найменша територіальна одиниця екосистеми [59]. У сучасних умовах управління річковими екосистемами в Україні має здійснюватися за басейновим принципом і охоплювати всі види водокористування. Водночас національна система водного менеджменту

стикається з низкою суттєвих проблем. Зокрема, за оцінками ЮНЕСКО, Україна посідає лише 95 місце серед 122 країн за рівнем раціонального використання водних ресурсів і якості води. Близько 80% питного водопостачання забезпечується за рахунок поверхневих вод, стан яких безпосередньо впливає на санітарно-епідеміологічне благополуччя населення [60].

Особливо складною є ситуація у сільській місцевості, де централізованим водопостачанням охоплено лише близько 25% населених пунктів. Невідповідність якості питної води встановленим нормам сприяє поширенню інфекційних і неінфекційних захворювань. За даними Державного агентства водних ресурсів, для України характерні природний дефіцит води, її нерівномірний розподіл у просторі та часі, виснаження ресурсів через значні обсяги водозабору, а також суттєве забруднення річок унаслідок скидів і поверхневого стоку. Додатковою проблемою є надмірне регулювання річкового стоку, що призводить до втрат води через випаровування, уповільнення водообміну, погіршення якості води та деградації русел.

Водні проблеми також пов’язані з недоліками у сфері державного управління: недосконалістю інституційної системи, відсутністю чіткого розмежування водоохоронних і водогосподарських функцій, слабкими економічними стимулами до раціонального водокористування, недостатнім рівнем екологічної обізнаності населення та повільним впровадженням міжнародного досвіду [1]. У зв’язку з цим виникає необхідність реформування системи управління водними ресурсами на засадах інтегрованого підходу.

Одним із ключових принципів інтегрованого управління є розгляд річкового басейну як єдиної цілісної системи. Річковий басейн являє собою природну екосистему з чітко визначеними географічними межами водозбору, незалежно від адміністративних кордонів. Згідно з Водною рамковою директивою ЄС, це територія, з якої всі поверхневі води через систему

струмків, річок і озер стікають у море через єдине гирло, естуарій або дельту.

Для оцінювання екологічного стану вод, планування та реалізації природоохоронних заходів басейн поділяється на окремі ділянки - водні тіла. Водне тіло - це відносно однорідна частина річкової системи, для якої встановлюються екологічні цілі, головною з яких є досягнення доброго екологічного стану або потенціалу. Водні тіла відрізняються природними характеристиками та рівнем антропогенного впливу і підлягають регулярному моніторингу з метою мінімізації негативних змін або збереження природного стану.

Під «добрим екологічним станом» розуміють стабільність структури екосистеми, її здатність до саморегуляції та відтворення основних компонентів, незважаючи на вплив природних і антропогенних факторів. Басейновий принцип управління водними ресурсами було задекларовано у Водному кодексі України ще у 1995 році [6], а також закріплено в низці стратегічних документів, зокрема у Концепції розвитку водного господарства (2000), Загальнодержавній програмі розвитку водного господарства (2002), Рамковій конвенції про охорону та сталий розвиток Карпат (2004) та Стратегії державної екологічної політики до 2020 року.

Відповідно до законодавства України, державне управління у сфері використання та охорони вод здійснюється за басейновим принципом. Також державні програми передбачають створення умов для впровадження інтегрованого управління водними ресурсами (ІУВР), яке стало одним із ключових напрямів після Всесвітнього саміту зі сталого розвитку. Період 2005–2015 років було проголошено ООН Десятиріччям дій «Вода для життя» [8].

Концепція ІУВР формувалася поступово на основі практичного досвіду та наукових досліджень. Вона почала активно розвиватися після міжнародних конференцій, зокрема зустрічі в Мар-дель-Плата (1977) та саміту в Ріо-де-Жанейро (1992). За визначенням Глобального водного партнерства, ІУВР - це процес координації управління водними, земельними

та пов’язаними ресурсами з метою досягнення економічної ефективності, соціальної справедливості та екологічної стійкості без шкоди для екосистем [7].

Питання екологічного менеджменту водних екосистем досліджували численні науковці, зокрема Я. Адаменко, Л. Архипова, М. Приходько, А. Цвєткова, Н. Закорчевна, В. Сташук, А. Демиденко, Т. Соловей, а також зарубіжні вчені, серед яких Jerald L. Schnoor, Arjen Hoekstra, Mesfin Mekonnen, Birgit Vogel, Paul Buijs і Peter Roncak. Їхні роботи заклали теоретичні та практичні основи сучасного підходу до управління водними ресурсами.

Одним із ключових елементів інтегрованого управління водними ресурсами є план управління річковим басейном [7]. Це стратегічний документ, який визначає довгострокові цілі та основні напрями розвитку водних ресурсів на основі аналізу причин і наслідків змін кількісного та якісного стану поверхневих і підземних вод у межах басейну.

Комплексне басейнове планування охоплює сукупність заходів, спрямованих на досягнення головної мети - забезпечення сталого екологічного стану басейну та безпечних умов водокористування. Згідно з вимогами Водної рамкової директиви ЄС, план управління річковим басейном має містити структуровані розділи, що відображають оцінку стану вод, визначення екологічних цілей і програму заходів для їх досягнення (рис. 1.2).

Важливу роль у реалізації такого плану, поряд із компетентними органами державного управління, відіграє Басейнова рада - колегіальний орган, до складу якого входять представники державних установ, водокористувачів, органів місцевого самоврядування та громадських екологічних організацій. Саме ця структура забезпечує узгодження інтересів різних сторін і сприяє ефективному впровадженню принципів басейнового управління водними ресурсами [22].

Однією з ключових наукових проблем у сфері управління

раціональним використанням і охороною водних ресурсів є вивчення змін водних екосистем під впливом як природних, так і антропогенних чинників, а також встановлення закономірностей їх функціонування та розвитку. Важливу роль у цьому відіграє система моніторингу, яка передбачає регулярне спостереження за станом водних об’єктів і виявлення факторів негативного впливу.



Рис. 1.2. Структура плану управління річковим басейном

На основі отриманих даних формуються рекомендації та обґрунтовується комплекс заходів із охорони вод. Такий підхід включає оцінку рівня антропогенного навантаження на річкові басейни (включаючи

основні притоки та малі річки), що формується внаслідок промислової та сільськогосподарської діяльності, урбанізації, природних процесів (зокрема ерозії та шкідливої дії вод), а також нераціональної господарської діяльності людини, наприклад вирубування лісів. Окремо визначаються території, де необхідно впроваджувати водоохоронні заходи. Саме ці аспекти стали основою для формулювання завдань дисертаційного дослідження.

В Україні басейновий підхід до управління водними ресурсами фактично не реалізований належним чином. Гідрографічне районування річкових басейнів залишається невизначеним, а відповідні управлінські структури не виконують функцій єдиного координаційного органу, який за участі басейнових рад забезпечував би науково обґрунтований моніторинг, оцінювання та прогнозування стану водних ресурсів. Хоча стаття 21 Водного кодексу України визначає державний моніторинг вод як складову загальнодержавної системи моніторингу довкілля, що здійснюється за рішенням Кабінету Міністрів України, на практиці ця система залишається недостатньо ефективною. Водночас водна стратегія держави не має чіткого законодавчого закріплення, що зумовлює відсутність визначених екологічних цілей, механізмів їх досягнення та показників реалізації.

З огляду на зазначені проблеми було сформульовано основні завдання дисертаційної роботи.

Ключові заходи, спрямовані на збереження водних об’єктів у «відмінному» або «доброму» стані та покращення їх у разі погіршення, визначаються передусім нормативно-правовою базою. Вона охоплює закони України, державні та регіональні програми, підзаконні акти й нормативно-технічні документи, що регулюють сферу використання та охорони водних ресурсів.

У 2012 році Міністерство екології затвердило Базовий план адаптації природоохоронного законодавства України до вимог Європейського Союзу. У цьому документі наведено перелік нормативно-правових актів відповідно до директив ЄС, визначених Угодою про асоціацію між Україною та ЄС,

підписаною у 2014 році. У межах реалізації різних проєктів в Україні вже застосовувалися окремі теоретичні підходи басейнового управління, зокрема для річок Дунай, Дністер, Західний Буг і Гнила Липа.

РОЗДІЛ ІІ
МЕТОДИ І МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Загальна характеристика Дністровської екосистеми в межах Кам’янецького Придністер’я

У 1981 році, під час спорудження Дністровської гідроелектростанції, було сформовано Дністровське водосховище. Воно розташоване в середній течії річки Дністер у межах Чернівецької, Хмельницької та Вінницької областей. Довжина водосховища сягає приблизно 200 км, максимальна ширина — до 2 км, а площа водного дзеркала становить 142 км². Глибина змінюється в межах 21–54 м. Основне призначення водойми полягає у сезонному та багаторічному регулюванні стоку Дністра. Крім того, водосховище використовується для виробництва електроенергії, водопостачання, зрошення та запобігання повеням.

Загальний обсяг водопостачання з водосховища становить близько 5 млрд м³. Воно забезпечує можливість зрошення приблизно 550 тис. гектарів земель. Середньорічний обсяг виробництва електроенергії досягає 865 млн кВт·год, а щорічний промисловий вилов риби становить близько 1500 центнерів. У межах водосховища функціонує 10 відомчих водозаборів. Уздовж його берегів розташовано понад 80 населених пунктів, серед яких міста Хотин, Кам’янець-Подільський і Новодністровськ.

Для забезпечення сприятливого гідрологічного режиму, покращення санітарного стану узбереж та захисту водойми від забруднення і замулення створено водоохоронну зону, що охоплює прибережну смугу площею понад 21 тис. га.

Береги водосховища переважно вкриті лісами та природними луками. Його долина відзначається наявністю значних заплав і схилів каньйоноподібного типу. Правий берег, який проходить територією Чернівецької області, здебільшого має вигляд суцільної стрімкої стіни, тоді як лівий берег є більш пологим і розчленованим притоками та ярами.

Водосховище розміщене на рівнинному плато в глибокій асиметричній долині Дністра.

З урахуванням рекреаційного значення водосховища особлива увага приділяється його природним ресурсам: кліматичним і мікрокліматичним умовам, наявності мінеральних джерел, печер, а також унікальним природним і культурним об’єктам, доступним у межах 1–2 годин транспортної досяжності.

На узбережжі водосховища розташовано близько 130 об’єктів природно-заповідного фонду, серед яких заказники різного значення, лісові, орнітологічні, ботанічні та археологічні пам’ятки. Туристичні маршрути можуть охоплювати до 200 природних, архітектурних і історичних об’єктів. Дністровське басейнове управління водних ресурсів систематично здійснює роботи з очищення берегів, лісонасадження, встановлення природоохоронних знаків та укріплення берегових ліній.

У районі Дністровського гідровузла ширина долини річки становить 2–2,5 км, тоді як русло має ширину близько 200 м. Прирічкова зона включає вузьку заплаву та надзаплавні тераси. Середній багаторічний стік Дністра в цьому районі дорівнює 8,4 км³, що відповідає середньому витраті води 266 м³/с (максимальні значення сягають 7300 м³/с, мінімальні - 29 м³/с).

Основою гідротехнічних споруд є пісковики та слаботріщинуваті граніти, а в берегових частинах використовуються алевроліти з прошарками пісковиків. До складу гідровузла входять будівля гідроелектростанції водозливного типу з монтажним блоком, кам’яно-земляні греблі на обох берегах, а також об’єкти релейно-автоматичного керування напругою 330/110 кВ. Загальна довжина створу становить 960 м: 535 м припадає на лівобережну греблю, 153 м - на будівлю ГЕС, 59 м — на монтажний блок і 213 м - на правобережну греблю.

На лівому березі розміщено об’єкт релейно-автоматичного управління з автотрансформатором потужністю 200 МВт. Водні ресурси водосховища використовуються для зрошення близько 500 тис. гектарів посушливих

земель. Гідроелектростанція має три агрегатні секції (51×75 м кожна) та висоту 80 м. Турбіни мають вхідні й вихідні отвори діаметром 7,5 м. Для обслуговування верхнього б'єфу використовуються крани вантажопідйомністю 2×200 т, а нижнього - 2×30 т.

У складі ГЕС функціонують шість гідроагрегатів із поворотно-лопатевими турбінами та трифазними генераторами зонтичного типу. Машинний зал обладнаний підйомними механізмами вантажопідйомністю до 250 т. Електроенергія передається через трансформатори та системи релейно-автоматичного управління напругою 110 і 330 кВ. Між цими системами встановлено автотрансформатор потужністю 200 МВт.

З відкритих розподільчих установок 330 кВ відходять три повітряні лінії, а від 110 кВ - шість. Робота електромеханічного обладнання автоматизована за допомогою систем телемеханіки, що забезпечують швидкий пуск гідроагрегатів (за 40–60 секунд) та підтримання оптимального режиму їх функціонування.

Водозливна частина ГЕС складається з 12 прольотів шириною по 7,5м і розрахована на пропуск до 11280 м³/с води. Кам'яно-земляна гребля має максимальну висоту 60 м і довжину по гребеню 748 м, споруджена з місцевих матеріалів. Її конструкція включає перехідні гравійно-піщані зони та підпірні призми з гірських порід. Основу ядра греблі становлять залізобетонна плита та цементаційна галерея. Для запобігання фільтрації води створено дворядну цементаційну завісу глибиною до 30 м, яка простягається на 100 м на правому березі та на 410 м на лівому.

2.2. Методологія визначення навантажень і впливів

Методика виділення водних тіл (ВТ) в частині басейну річки Дністер була вдосконалена та отримала подальший розвиток. Поверхневі водні тіла в межах річкового басейну або суббасейну визначалися як такі, що належать до однієї з основних категорій поверхневих вод - річок, озер або істотно

змінених водних тіл [9, 19].

Для кодування відокремлених водних тіл застосовувалася міжнародна гідрологічна система, відома як система Хака (ієрархія Гравеліуса), яка передбачає ранжування водотоків за принципом ієрархії приток. У результаті кожному виділеному водному тілу в басейні Дністра у було присвоєно унікальний ідентифікаційний код [10].

Згідно з вимогами Водної рамкової директиви (ВРД), істотно змінене водне тіло (ІЗВТ) визначається як поверхневе водне тіло, природні характеристики якого зазнали значних змін унаслідок людської діяльності. Основна мета попереднього визначення таких водних тіл полягає в обґрунтуванні доцільності їх віднесення до категорії ІЗВТ, що, своєю чергою, дозволяє застосовувати до них менш жорсткі екологічні цільові показники.

Фактичні спостереження мережі гідрологічних постів Останній термін спостережень станом на 8 годину 31.03.2026

Річка	Гідрологічний пост	Країна	Відмітка нуля поста,м БС	Рівень води см над нулем поста	Зміна рівня за добу	Температура води, С	Стан водного обєкту
Нічлава	Стрілківці	UA	179.18	85	+1	8.8	
Збруч	Волочиськ	UA	269.3	253	-1	9.8	
Збруч	Завалля	UA	136.16	121	0	9.2	
Жванчик	Кугаївці	UA	238.48	141	+2	1	
Жванчик	Ластівці	UA	125.3	157	+1	7.3	
Смотрич	Купин	UA	230.27	203	-5	1.1	
Смотрич	Цибулівка	UA	130.91	92	-1	7.7	
Мукша	Мала Слобідка	UA	148.36	107	0	1.1	
Студениця	Голозубенці	UA	203.33	102	0	8	
Ушиця	Зіньків	UA	196.43	381	-4	6.5	
Ушиця	Тимків	UA	130.63	299	+13	9.4	
Калюс	Н.Ушиця	UA	164.26	203	+1	8.9	

Основною метою аналізу навантажень і впливів є визначення водних об’єктів, які перебувають під ризиком, можуть перебувати під ризиком або не піддаються ризику недосягнення екологічних цілей Водної рамкової директиви (ВРД). Відповідно до цього водні об’єкти поділяють на три категорії: ті, що знаходяться під ризиком, не під ризиком і потенційно під ризиком (у випадку недостатності наявних даних).

Під час проведення аналізу навантажень і впливів для басейну річки Дністер було використано доступну інформацію з існуючих систем моніторингу. Оцінювання здійснювалося із застосуванням проміжного підходу до визначення ризиків, що базується на використанні критеріїв і порогових значень для різних типів антропогенних навантажень та їх впливів.

Для ідентифікації навантажень, їх наслідків, а також визначення водних об’єктів, схильних до ризику, вперше було застосовано адаптовану автором методологію DPSIR (рушійні сили - навантаження - стан - вплив - заходи реагування). Цей підхід широко використовується Євростатом і Європейським агентством з охорони довкілля при підготовці аналітичних звітів щодо оцінки стану навколишнього природного середовища.

Для визначення рушійних сил і рівня навантажень здійснювався збір та верифікація кількісних і якісних показників впливу на поверхневі й підземні водні об’єкти, зумовлених антропогенною діяльністю. До таких впливів належать гідроморфологічні перетворення, водозабір, штучне поповнення вод, сільськогосподарське забруднення з точкових і дифузних джерел, водопостачання, промисловість, поводження з твердими відходами, скидання стічних вод, енергетика, а також забруднення небезпечними речовинами. Аналіз проводився на рівні окремих водних об’єктів і включав:

– ідентифікацію основних точкових і дифузних джерел забруднення в басейні річки Дністер;

– визначення суттєвих гідроморфологічних змін;

– виявлення ключових проблем водокористування та загроз для

досягнення доброго екологічного і хімічного стану поверхневих і підземних вод.

Згідно з методичними документами Спільної стратегії реалізації ВРД ЄС, значним вважається таке навантаження, яке самостійно або у поєднанні з іншими чинниками може перешкоджати досягненню встановлених екологічних цілей для одного чи кількох водних об’єктів. Антропогенні фактори впливають як на екосистеми поверхневих вод, так і на кількісні та якісні характеристики підземних вод. Зокрема, вони можуть змінювати якість води (наприклад, через скиди забруднюючих речовин), її кількість (через водозабір) або морфологічні характеристики водних об’єктів (наприклад, унаслідок регулювання русел річок).

Усі ці навантаження позначаються на біорізноманітті та функціонуванні водних екосистем. Рівень їх впливу оцінюється відповідно до результатів моніторингу, проведеного згідно з вимогами ВРД, і класифікується за п’ятьма рівнями екологічного стану: відмінний, добрий, задовільний, поганий і дуже поганий.

У подальших розділах дисертаційної роботи представлено результати застосування адаптованої методики оцінювання екологічного стану водних тіл для української частини басейну річки Дністер.

2.3. Охорона праці

Відповідно до Кодексу цивільного захисту України, техногенна безпека - це стан, за якого відсутній ризик виникнення аварій чи катастроф на потенційно небезпечних об’єктах, а також у суб’єктів господарювання, діяльність яких може створювати реальну загрозу їх виникнення. Вона відображає рівень захищеності населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного характеру.

Забезпечення техногенної безпеки є складовою виробничої, експлуатаційної та іншої діяльності посадових осіб і працівників

підприємств, установ та організацій.

Аналіз небезпечних об’єктів і територій

Забезпечення техногенної безпеки слід розглядати як комплекс заходів органів влади, суб’єктів господарювання, керівників і відповідальних осіб об’єктів, спрямованих на попередження аварій і надзвичайних ситуацій техногенного походження на небезпечних об’єктах і територіях.

Небезпечні об’єкти - це підприємства чи установки, що містять джерела небезпеки. Такими джерелами можуть бути технологічні апарати, агрегати чи устаткування, під час роботи яких за певних умов (аварії, порушення технологічного процесу тощо) може виникнути надзвичайна ситуація не нижче об’єктового рівня.

До небезпечних територій належать:

- ділянки, де забруднено ґрунти і землі понад установлені норми небезпечними речовинами через аварії чи порушення роботи небезпечних об’єктів, а також унаслідок транспортних аварій із викидом шкідливих або токсичних речовин (паливно-мастильних, хімічних, біологічних, радіоактивних тощо);
- території з порушеною поверхнею через природні або техногенні процеси - землетруси, зсуви, карстоутворення, ерозію, повені, видобуток корисних копалин, підвищення вологості, кислотності чи засолення ґрунтів (деградовані землі);
- зони особливого режиму використання земель, створені навколо військових об’єктів чи формувань для забезпечення їх безпечного функціонування, збереження техніки й майна, а також для захисту населення, господарських об’єктів і довкілля від наслідків можливих надзвичайних ситуацій, стихійних лих чи пожеж [48].

РОЗДІЛ ІІІ
ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ

3.1 Оцінка навантажень на річковий басейн Дністра від органічного забруднення та біогенів, спричинених точковими та дифузними джерелами

У басейні річки Дністер в межах НПП «Подільські Товтри» функціонує понад 200 промислових підприємств різної потужності. Водночас більшість із них належать до так званих «вторинних» водокористувачів, оскільки їхні стічні води відводяться через міські каналізаційні системи та очищуються на муніципальних очисних спорудах [13].

Очисні споруди виступають важливими точковими джерелами забруднення, що охоплює органічні речовини, біогенні елементи (сполуки азоту та фосфору), а також різноманітні хімічні домішки. Водночас значна частина промислових підприємств скидає стічні води до міської каналізації без належного очищення або взагалі без нього, зокрема у таких населених пунктах, як Цибулівка, Смотрич, Атаки, Ушиця.

Для оцінювання навантаження від неочищених стоків, пов’язаного з надходженням у довкілля органічних речовин ($БСК_5$, ХСК) та біогенних елементів (загальний азот і фосфор), було проведено інвентаризацію очисних споруд у населених пунктах басейну р. Дністер з чисельністю населення понад 5000 осіб відповідно до відповідного методичного керівництва [14]. Рівень забезпеченості населення каналізаційними мережами в межах басейну коливається від 40% до 60%.

Для розрахунку обсягів викидів $БСК_5$, ХСК, загального азоту (Nзаг) і загального фосфору (Рзаг) у різних населених пунктах застосовувалися стандартні показники на одного умовного мешканця (еквівалент населення, ЕН):

- 1 ЕН $БСК_5$ - 60 г/добу;
- 1 ЕН ХСК - 110 г/добу;

- 1 ЕН Nзаг - 8,8 г/добу;
- 1 ЕН Рзаг - 2,5 г/добу.

При цьому враховувався підвищений рівень фосфорного навантаження, зумовлений використанням фосфатних мийних засобів [25], а також застосовувався коефіцієнт ефективності очищення 0,2. Це відповідає практичним спостереженням і державним нормативам [26], згідно з якими традиційні системи вторинного очищення, поширені в Україні, забезпечують зниження фосфорного навантаження лише приблизно на 20%.

Обсяги утворення забруднюючих речовин у населених пунктах прямо залежать від чисельності населення: зі збільшенням кількості мешканців зростає і рівень антропогенного навантаження на водні об'єкти ([17, 28].

Застосована для умов річкового басейну Дністер методика розрахунку загальної емісії $БСК_5$ для неочищених стічних вод представлена на прикладі ОТГ Стара Ушиця.:

Емісія $БСК_5$ = 1ЕН х 60 х 0,9

де ЕН =3000; Стара Ушиця (неочищені стічні води), де 1ЕН = 5000 осіб.

1ЕН продукує 60 г $БСК_5$ /добу;

0,9 – коефіцієнт очищення (Стара Ушиця - вторинна очистка стічних вод).

Отже, для 3000 населення, що підключені до централізованої каналізації, емісія органічних забруднень (за показником БСК5) буде дорівнювати:

3000 х60 г /добу =180 000 г/добу = 0,18 т/добу.

В рік, відповідно, це буде: 0,18 т/добу х 365 днів х 0,9 =59,1 т/рік.

Звідси, 5000 х 60 г/добу = 300 000 г/добу = 0,3 т/добу х 365 днів = 109,5 т/рік. Загальна емісія $БСК_5$ від Стара Ушиця, з урахуванням всього місцевого населення, складає: 59,1 т/рік +109,5 т/рік =168,6 т/рік.

Отримані результати свідчать про те, що дифузні джерела забруднення є визначальними для басейну ріки Дністер. Саме

неканалізована сільська місцевість є причиною емісії значних об’ємів забруднюючих речовин (органіки та біогенів) у річкові водні тіла, оскільки вони потрапляють у ґрунтові води через неізольовані вигрібні ями, гноївки, господарські будівлі тощо.

3.2 Оцінка ризиків забруднення водних екосистем

Антропогенне навантаження від дифузних джерел забруднення поверхневих і підземних вод зумовлене низкою чинників, серед яких: відсутність належних водоохоронних і захисних зон; неорганізоване розміщення побутових відходів, особливо в сільській місцевості; неналежне зберігання пестицидів і хімічних речовин; забруднення, пов’язане з транспортом (викиди в атмосферу та змив забруднювачів із дорожнього покриття); а також сільськогосподарська діяльність, зокрема використання агрохімікатів і стік із тваринницьких комплексів.

Значна частина агломерацій із чисельністю населення менше 10 тис. осіб (малі міста, селища та села), розташованих в українській частині басейну Дністра, користується децентралізованими системами водовідведення (септиками та вигрібними ямами). Такі системи є джерелами дифузного забруднення місцевих водних об’єктів органічними, біогенними та мікробіологічними речовинами.

У дисертаційному дослідженні до основних джерел дифузного забруднення в басейні річки Дністер віднесено:

– зливовий стік у містах, зокрема Кам’янець-Подільський, Заліщики та інших населених пунктах, де відсутні системи збору й очищення дощових вод, унаслідок чого вони без очищення потрапляють у водні об’єкти;

– стоки з промислових територій і зі сміттєзвалищ (як санкціонованих, так і стихійних), що містять нафтопродукти, паливно-мастильні матеріали, важкі метали, пластик та інші небезпечні речовини, зокрема інфільтрат;

– стік із сільськогосподарських угідь, насичений мінеральними

добривами, пестицидами та іншими хімічними речовинами;

– відходи тваринницьких ферм і птахофабрик;

– стічні води з населених пунктів, туристичних об’єктів і закладів готельно-ресторанної сфери, які не підключені до централізованої каналізації та очисних споруд;

– стік із ділянок вирубки лісу, лісових доріг і тимчасових транспортних шляхів, що спричиняє деградацію ґрунтів і лісових екосистем, а також погіршення якості води через збільшення твердого стоку та зниження природних протипаводкових функцій територій.

Окремо підкреслюється роль сільськогосподарської діяльності як джерела дифузного забруднення. Інтенсивне застосування добрив для підвищення врожайності культур негативно впливає на стан поверхневих і підземних вод.

Важливим чинником біогенного та мікробіологічного забруднення є населені пункти, які не мають належної каналізаційної інфраструктури та систем очищення стічних вод. За наявними даними [19, 30], рівень підключення домогосподарств до каналізації у селищах і, особливо, у сільській місцевості Тернопільської, Хмельницької, Івано-Франківської та Чернівецької областей залишається низьким, що посилює негативний вплив на водні ресурси.

У населених пунктах, де відсутня централізована каналізація або вона функціонує лише частково, стічні води акумулюються в децентралізованих санітарних системах - септиках і вигрібних ямах. Щороку значний обсяг стоків у межах басейну Дністра потрапляє саме до таких систем або утилізується неорганізованими способами, що призводить до забруднення колодязів і поверхневих вод нітратами та мікроорганізмами. Водночас актуальна інформація про кількість таких децентралізованих систем у басейні відсутня, хоча їх внесок у загальне антропогенне навантаження є суттєвим.

Наступним етапом дослідження стало визначення двох індикаторів

навантаження для оцінки ризиків, пов’язаних із основними джерелами дифузного забруднення - сільським господарством і тваринництвом. Перший індикатор характеризує ймовірність виникнення дифузного забруднення внаслідок аграрної діяльності, зокрема через використання мінеральних добрив, пестицидів та інших засобів захисту рослин. Для цього застосовуються узагальнені показники, що кількісно відображають інтенсивність сільськогосподарського виробництва.

В Україні статистичні дані щодо площ сільськогосподарських угідь подаються переважно в межах адміністративно-територіальних одиниць, які не збігаються з межами водозборів водних об’єктів [11–34]. Найменшою одиницею такого обліку є район, тому розрахунок індикатора здійснювався для тієї частини річкового басейну, яка повністю відповідає межам конкретного району.

3.3 Фізико-хімічна оцінка водних тіл досліджуваної території

Для проведення фізико-хімічної оцінки стану водних об’єктів у басейні річки Дністер було адаптовано до вітчизняних умов «Керівний документ з гідроморфології та фізико-хімічних аспектів аналізу впливів і оцінки ризиків відповідно до Водної рамкової директиви Європейського Союзу». У ході дослідження проаналізовано окремі фізико-хімічні показники, що відповідають вимогам ВРД і для яких наявні відповідні дані. Зокрема, для річкових водних об’єктів використано такі показники: розчинений кисень (O_2), $БСК_5$, ХСК, водневий показник (pH), а також концентрації іонів NH_4^+, NO_3^- і PO_4^{3-} (табл. 3.1).

Аналіз навантаження на якість води та її оцінювання в басейні річки Дністер здійснювалися на основі моніторингових даних, наданих Центральною геофізичною обсерваторією (ЦГО, Гідрометслужба України) за 2023–2025 рр..

Для визначення якості води й оцінки ризиків за окремими хімічними

показниками, окрім стандартів Водної рамкової директиви, було використано національні нормативи, зокрема три системи: I - Санітарні правила і норми №4630-88 «Захист поверхневих вод від забруднення» (СанПіН), II - Нормативи екологічної безпеки водних об’єктів (НЕБ), а також узагальнений перелік гранично допустимих концентрацій (ГДК) і орієнтовно безпечних рівнів впливу (ОБРВ) шкідливих речовин для вод рибогосподарських водойм.

Таблиця 3.1.

Критерії ризику для індикаторів якості води

Розмір ріки	O2, % нас	БСК5	NH_4+	PO_4^{3-}	pH
Велика	60	7	0,3	0,4	6,5-8,5
Середня	70	6	0,2	0,3	6,5-8,5
Мала	75	5	0,15	0,2	6,5-8,5

Дослідження багаторічних даних за критичним показником якості води, пов’язаним із вмістом NH_4^+, засвідчило значний вплив стічних вод на стан водних об’єктів, що зумовлено відсутністю або неефективною роботою очисних споруд у межах басейну Дністра. Враховуючи, що наявність амонійного азоту свідчить про потрапляння неочищених або недостатньо очищених комунальних стоків, за результатами спільних польових досліджень 2024–2025 рр. встановлено, що загальна протяжність річкових ділянок, забруднених біогенними речовинами, становить 231 км (табл. 3.2), а органічним забрудненням - 208 км (табл. 3.3).

Таблиця 3.2

Поверхневі водні тіла під ризиком недосягнення екологічних цілей (забруднення: NH_4^+, Рзаг.) за вимогами ВРД

№н/п	Назва річки	Довжина в км	Параметри ризику (мг/дм^3)
1	Збруч	6	NH_4^+ 0,26; Рзаг1,44
2	Жванчик	6	NH_4^+ 0,22; Рзаг 1,72
3	Смотрич	13	NH_4^+ 0,46; Р заг 2,08
4	Дністер	19	NH_4^+ 0,24; Р заг 3,55
5	Дністер	45	NH4+ 0,31; Рзаг 4,8
6	Студентця	7	Рзаг 0,52
7	Мукша	5	Рзаг 1,05
8	Ушиця	16	NH4+ 0,22; Рзаг 1,44-2,31
9	Дністер	10	Рзаг 0,67
Загалом		127	

Таблиця 3.3.

Поверхневі водні тіла під риском недосягнення екологічних цілей (забруднення: БСК, ХСК)

№н/п	Назва річки	Довжина в км	Параметри ризику (мг/дм^3)
1	Збруч	6	БСК5 3,3-3,5
2	Жванчик	6	ХСК 16,0
3	Смотрич	13	БСК5 7,5
4	Дністер	19	БСК5 6,2
5	Дністер	45	БСК5 5,7
6	Студентця	7	Рзаг 0,52
7	Мукша	5	БСК5 18,1
8	Ушиця	16	БСК5 5,1 ХСК 19
9	Дністер	10	БСК5 4,1
Загалом		127	

Хімічний стан поверхневих водних об’єктів визначається рівнем забруднення речовинами. Відповідно до Директиви 2013/39/EU «Пріоритетні речовини та деякі інші забруднювачі», встановлено стандарти екологічної якості для 45 груп сполук, серед яких - чотири важкі метали (кадмій, свинець, ртуть, нікель) і значна кількість органічних мікрозабруднювачів.

Передбачено два взаємодоповнюючі типи стандартів екологічної якості, дотримання яких є необхідним для досягнення «доброго хімічного стану»: середньорічне значення - стандарт, що визначається як середнє арифметичне результатів вимірювань за рік (за умови щомісячного відбору проб); максимальна концентрація стандарт, що відображає найвище зафіксоване значення показника протягом року.

Матеріали багаторічного моніторингу Центральної геофізичної

обсерваторії містять дані про забруднення водних об’єктів важкими металами, нафтопродуктами та фенолами за 2022–2024рр. Під час польових досліджень 2025 року було додатково визначено вміст важких металів і пестицидів (ДДТ, альдрин, ендрин) у пробах води 24 поверхневих водних об’єктів басейну Дністер. У досліджених зразках зазначені пестициди виявлені не були.

Наявність фенолів і важких металів у річкових водах може свідчити як про природні, так і про антропогенні джерела забруднення. У зв’язку з цим ці показники потребують подальших систематичних досліджень із уточненням методик визначення та проведенням лабораторної верифікації із застосуванням високочутливого обладнання відповідно до вимог стандартів екологічної якості Водної рамкової директиви.

Узагальнення по забрудненню басейну Дністра важкими металами наведено в табл. 3.4.

Таблиця 3.4

Перелік водних тіл в басейні Дністра з перевищенням ГДК по важких металах (ГДК для Cu -1 мкг/дм^3; ГДК для Mn – 1 мкг/дм^3)

№н/п	Назва річки	Довжина в км	Параметри ризику, мкг/дм
1	Збруч	6	Cu 6-11; Mn10-20
2	Жванчик	6	Cu 11; Mn 15
3	Смотрич	13	Cu 7; Mn 14
4	Дністер	19	Cu 6; Mn 30
6	Студентця	7	Cu 13; Mn 10
7	Мукша	5	Cu 15; Mn 6
9	Дністер	10	Cu 5; Mn 39
Загалом		66	

3.4. Встановлення екологічного статусу водних тіл та екологічних цілей

Водна рамкова директива встановлює класифікацію екологічного стану поверхневих вод за трьома рівнями - відмінний, добрий і задовільний - для кожного з екологічних показників якості. Вона визначає сукупність біологічних, гідроморфологічних і фізико-хімічних параметрів, а також специфічних забруднювачів, необхідних для комплексної екологічної оцінки. Узагальнену схему визначення екологічного статусу наведено на рис. 3.1.

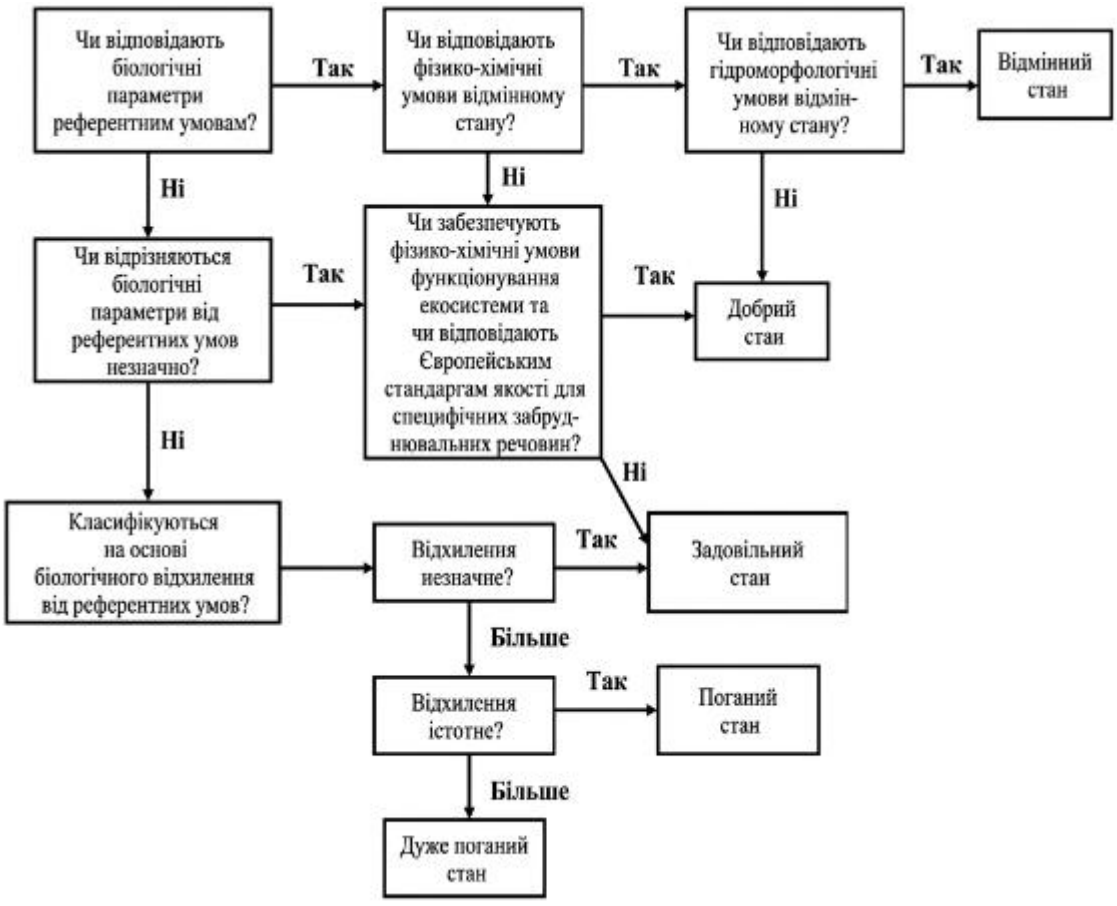


Рис. 3.8. Алгоритм оцінки якості води за методикою ВРД ЄС

Система оцінювання екологічного статусу подається у кількісному вигляді через співвідношення екологічної якості (СЕЯ), яке варіює від 1 (відмінний стан) до 0 (дуже поганий стан). За результатами проведених

досліджень, із 45 проаналізованих водних тіл 32 характеризуються високим екологічним статусом, 5 — добрим, 7 — задовільним і 1 — поганим. При цьому 13 водних тіл за всіма трьома критеріями оцінювання мають високий статус і можуть використовуватися як референційні для басейнової оцінки. Переважно це верхів'я річкового басейну, розташовані в межах природоохоронних територій.

Екологічний статус слугує базою для встановлення екологічних цілей і формування програм заходів для кожного водного об'єкта. Відповідно до вимог Водної рамкової директиви ЄС визначено такі основні цілі: досягнення доброго екологічного та хімічного стану поверхневих вод; забезпечення доброго екологічного потенціалу та хімічного стану істотно змінених водних тіл (ІЗВТ); досягнення доброго хімічного та кількісного стану підземних вод.

З урахуванням результатів екологічної оцінки басейну річки Дністер для водних тіл, які перебувають під ризиком недосягнення екологічних цілей у найближчій перспективі, визначено такий перелік пріоритетних завдань: - щодо забруднення NH_4^+, ХСК, $БСК_5$ і фенолами - зниження їх концентрацій до рівнів, що відповідають екологічним стандартам якості води; – у частині гідроморфологічних змін, пов'язаних із підпором і впливом водосховищ - відновлення природного гідрологічного режиму водних об'єктів; – щодо трансформацій русел річок (переривання течії міні-ГЕС, спрямлення або каналізування) - відновлення безперервності річкового потоку, природних руслових процесів і середовищ існування, а також створення сприятливих умов для іхтіофауни; – у випадку модифікації русел через видобуток гравійно-піщаної суміші - запобігання несанкціонованій розробці таких ресурсів.

Зазначені цілі становлять основу для формування програм заходів, спрямованих на усунення або мінімізацію ризиків для водних екосистем. Плани управління річковими басейнами реалізуються в межах шестирічних циклів.

Для окремих водних тіл басейну Дністер, що зазнають значного впливу гідроморфологічних змін (зокрема спрямлення русел, каналізування чи підпір водосховищами), досягнення встановлених екологічних цілей у межах першого циклу планування (2020–2030 рр.) є ускладненим. У таких випадках допускається застосування винятків. Водночас оптимізація кількості протипаводкових споруд у перспективі може сприяти покращенню гідроморфологічного стану, зокрема відновленню гідравлічного зв’язку між руслом і заплавою.

Подальша реалізація інфраструктурних проєктів також може потребувати застосування винятків відповідно до статті 4.7 Водної рамкової директиви ЄС, оскільки вони здатні призводити до погіршення стану водних ресурсів. Йдеться насамперед про будівництво міні-ГЕС та впровадження протипаводкових заходів. Хоча останні мають першочергове значення для безпеки населення, розвиток малої гідроенергетики повинен бути комплексно обґрунтований - не лише з економічної й соціальної, а й з екологічної точки зору, з урахуванням кліматичних змін і загального виснаження водних ресурсів.

РОЗДІЛ IV
ВСТАНОВЛЕННЯ СЕЗОННИХ ТА ПРОСТОРОВИХ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ЗМІНИ ПАРАМЕТРІВ ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ

4.1. Визначення стану водних екосистеми в межах національного природного парку за комплексними оцінками якості

Коефіцієнти забруднення мають узагальнений, умовний характер, тому важливим є визначення таких параметрів, які дають змогу здійснити комплексну оцінку екологічного стану та потенціалу річки. Найбільш інформативними в цьому контексті є індекси якості або забруднення води, що відображають інтегральну кількісну характеристику її стану за сукупністю основних показників і напрямів використання водних ресурсів.

Одним із таких інтегральних критеріїв для оцінки якості води річки Дністер є Індекс Забрудненості Води (ІЗВ), який узагальнює дані за ключовими гідрохімічними показниками.

Його розрахунок здійснювався із застосуванням аналітичного підходу (накопичення та обробка екологічної інформації про гідроекосистеми), а також статистичних і математичних методів із використанням програмних засобів, зокрема EXCEL.

ІЗВ визначається як середнє відношення фактичних концентрацій показників до їх гранично допустимих значень: $ІЗВ = \Sigma(C/ГДК) / n$,

де С - фактична концентрація показника, ГДК - гранично допустима концентрація, n - кількість використаних показників.

Для поверхневих вод до розрахунку включають щонайменше п’ять показників, незалежно від рівня перевищення ГДК, серед яких обов’язковими є розчинений кисень і біохімічне споживання кисню за 5 діб ($БСК_5$). Відбір проб води для фізико-хімічного аналізу здійснювався не менше чотирьох разів на рік (у різні гідрологічні сезони) відповідно до встановлених нормативів. У розрахунках використовувалися такі показники: NH_4^+, NO_2^-,

NO_3^-, $БСК_5$ та розчинений кисень із відповідними нормативними значеннями.

Аналіз результатів (отриманих за період 2022–2025 рр. із урахуванням сезонних і просторових особливостей) показав, що якість води у перших трьох створах майже відповідає референційним умовам. В інших пунктах спостережень простежується перехід від класу «дуже чиста» до «чиста» вода. Водночас 2025 рік виявився критичним: нижче селища Баговиця якість води відповідала ІІІ класу - «помірно забруднена».

Середнє багаторічне значення ІЗВ для річки Дністер коливається в межах 0,24–0,49, що свідчить про зміну якості води від І класу (дуже чиста) у верхів'ях до ІІ класу (чиста) нижче за течією, тобто стан річки загалом наближений до природного. Основними забруднювачами є іони амонію, нітрити та органічні речовини. Це вказує на надходження у водні об'єкти недостатньо очищених або неочищених стічних вод із точкових джерел, а також на вплив дифузного забруднення (несанкціоновані сміттєзвалища, вигрібні ями, господарські об'єкти тощо).

Екологічна оцінка якості води (ЕОЯВ) характеризує воду як складову екосистеми, середовище існування гідробіонтів і важливий елемент природного довкілля людини. Методика її визначення розроблена за участю трьох установ: Міністерства охорони навколишнього природного середовища, Державного комітету України з гідрометеорології та Державного комітету України по водному господарству. Вона використовується під час оцінки впливу на довкілля та слугує основою для встановлення екологічних нормативів якості води.

ЕОЯВ включає три групи спеціалізованих класифікацій і розглядається як інтегральний показник, що формується на основі трьох блокових індексів: за сольовим складом (I_1), трофо-сапробіологічними (еколого-санітарними) критеріями (I_2) та вмістом специфічних речовин токсичної й радіаційної дії (I_3).

Екологічний індекс (I_E) обчислюють як середнє значення цих складових: $I_E = (I_1 + I_2 + I_3) / 3$,

де: I_1 - сольовий блок (мінералізація, іонний і сольовий склад води);

I_2 - трофо-сапробіологічний блок, що охоплює гідрофізичні (завислі речовини, прозорість), гідрохімічні (pH, сполуки азоту й фосфору, розчинений кисень, ХСК, $БСК_5$), а також гідробіологічні, бактеріологічні показники, біоіндикацію та рівень сапробності;

I_3 - показники вмісту токсичних і радіоактивних речовин (важкі метали, стронцій-90, цезій-137).

Очевидно, що ЕОЯВ є більш інформативною, ніж ІЗВ, оскільки враховує ширший спектр показників та передбачає найгірші сценарії. Проте, запропоновані комплексні оцінки не дають змоги оцінити буферну здатність гідроекосистеми.

За результатами досліджень 2023 року в окремих пробах води зафіксовано перевищення гранично допустимих концентрацій для ряду елементів: міді - у 1,2–5,7 раза, хрому (III) - у 1,1–3,1 раза, марганцю - у 1,1–2,5 раза; водночас вміст нікелю, кобальту та берилію залишався в межах норми.

У 2024 році, відповідно до вимог до вод культурно-побутового призначення, більшість досліджуваних показників відповідали нормативам. Проте за критеріями для рибогосподарських водойм спостерігалося перевищення концентрацій міді (у 1,2–9,6 раза) та марганцю (у 1,1–3,3 раза). У 2025 році вміст компонентів становив: міді – 9-17 мкг/дм³, марганцю - 1,3–7 мкг/дм³, берилій не виявлявся.

На території національного природного парку джерелом надходження міді до поверхневих вод можуть бути гірські породи, тоді як марганець, ймовірно, потрапляє внаслідок відмирання та розкладу гідробіонтів, оскільки інших джерел його надходження тут практично немає. Загалом результати досліджень свідчать, що вміст мікроелементів у поверхневих водах цієї території має переважно фоновий характер.

Дослідження важких металів у поверхневих водах є важливим не лише для оцінки їх токсичного впливу на водні організми та здоров'я

людини, але й для визначення масштабів винесення цих речовин річковими системами.

Суттєвим фактором впливу на природні екосистеми також є атмосферні опади, особливо в умовах лісових екосистем. Дослідження, проведені, свідчать про значне вплив транскордонного перенесення забруднювачів. Зокрема, в період 2020–2025 років. зафіксовано перевищення вмісту міді у дощових водах, а у сніговому покриві її концентрація перевищувала нормативи для рибогосподарських водойм у 2–4 рази навіть на територіях із заповідним режимом.

Поява загрязнюючих речовин в атмосферних осадах пояснюється їх перенесенням повітряними масами, турбулентним перемішуванням атмосфери, а також захопленням домішок краплями хмар та подальшим їх вимиванням осадами. Крім того, самі опади можуть виступати фактором екологічного ризику, зокрема у вигляді кислотних дощів.

У НПП «Подільські Товтри» атмосферні осади досліджуються переважно за показником кислотності (pH). Багаторічні спостереження показують, що близько 20–30% опадів щороку мають слабокислу реакцію. Водночас в Україні відсутні чіткі стандарти якості атмосферних опадів, а їхній хімічний склад досліджується недостатньо. Зважаючи на те, що для річкової екосистеми Дністра є визначальним поверхневе живлення, систематичний моніторинг якісного складу атмосферних опадів має стати важливою складовою екологічних досліджень.

4.2. Моделювання територіальних закономірностей зміни параметрів стану водних екосистеми в межах НПП «Подільські Товтри»

Відповідно до вимог українського природоохоронного законодавства, оцінювання якості навколишнього природного середовища здійснюється з метою встановлення гранично допустимих рівнів впливу, що забезпечують екологічну безпеку населення, збереження генофонду та раціональне

використання та відтворення природних ресурсів у межах сталого розвитку господарської діяльності.

Метою даного етапу дослідження було визначення фонових значень гідрохімічних показників гідроекосистеми річки Дністер у межах національного природного парку, а також встановлення екологічних норм компонентів природних вод шляхом виявлення закономірностей їх просторового розподілу на основі статистичної обробки результатів спостережень за 2021–2025 роки. Отримані дані забезпечені аналітичною лабораторією

У дослідженні застосовані аналітичні методи (накопичення та опрацювання екологічної інформації про гідроекосистеми), а також статистичні та математичні підходи з використанням програмних пакетів Microsoft Excel та TableCurve 2D.

З огляду на те, що багаторічні результати моніторингу свідчать про відповідність якості води класам «чиста» або «досить чиста», «добра» чи «дуже добра», а також враховуючи, що знижки комунально-побутових стічних вод в межах КНВП у переважній більшості випадків не призводять до перевищення нормативів, у роботі просторових змін

Для цього вибрано статистичну модель, побудовану на основі обробки масиву гідрохімічних даних, отриманих у 2021–2025 роках. Шкірне значення для окремого контрольного створу є узагальненням приблизно 60 вимірювань, оскільки відбір проб здійснювався чотири рази на рік. Обробка даних виконувалася із застосуванням методу середнього геометричного:

$$F(x) = ln\ x, \qquad 4.1$$

Середнє геометричне відображає середнє арифметичне від логарифмів початкових чисел, при цьому сильно знижується вплив на середню різких крайніх відхилень, що часто спостерігається у варіаційних рядах моніторингових спостережень за якістю природних вод.

Для встановлення функціональних залежностей та побудови рівнянь регресії використовувалася програма TableCurve 2D. У результатах

моделювання наведено відповідні рівняння, коефіцієнти та статистичні параметри. Програма застосовує основні критерії узгодженості, зокрема: SSM - суму квадратів середнього, SSE - суму квадратів залишків, n - кількість спостережень, m - кількість параметрів моделі., DOF – ступінь свободи [52].

$$DOF = n\text{-}m \qquad (4.2)$$

де *r2* – коефіцієнт детермінації (R-квадрат)*:*

$$r2 = 1 - SSE/SSM. \qquad (4.3)$$

Скоригованийнаступінь свободикоефіцієнт детермінації:

$$DOF\ r2 = (1 - SSE*(n\text{-}1))/(SSM*(DOF\text{-}1)). \quad (4.4)$$

Установлені стандартні помилки:

$$StdErr = sqrt(SSE/DOF). \qquad (4.5)$$

F-статистика:

$$F\text{-}stat = ((SSM\text{-}SSE)/(m\text{-}1))/(SSE/DOF). \quad (4.6)$$

Тіснота зв’язку між масивами даних зростає зі збільшенням значення коефіцієнта детермінації r^2 до 1,0 (значення 0 свідчить про повну відсутність зв’язку), при цьому стандартна похибка наближається до нуля, а F-статистика - до дуже великих значень.

У результаті розрахунків індексу забрудненості води (ІЗВ) сформовано багаторічні ряди комплексного показника якості, які відображають певні просторові закономірності його розподілу. Для середньо багаторічних значень побудовано залежності та отримано лінійні регресійні рівняння, що дають змогу визначати нормативні значення ІЗВ для екосистеми Дністра в межах НПП залежно від довжини річки або висоти місцевості (рис. 4.7-4.8).

Побудована крива залежності норми індексу забрудненості води від висоти місцевості для річки Дністра проходить через центр групування емпіричних точок, а поруч розміщені криві, що відображають 95% довірчий інтервал. Це свідчить про наявність тісного функціонального зв’язку між досліджуваними показниками. Значення коефіцієнта детермінації ($D = r^2 =$

0,895) вказує на те, що близько 90% варіації результативної ознаки (Y) пояснюється впливом факторної ознаки (X) (рис. 4.7).

Фактичний екологічний стан екосистеми Дністра в межах НПП до висоти 700 м над рівнем моря можна оцінити, як оптимальний, тоді як на нижчих висотах спостерігається стан напруженої адаптації.

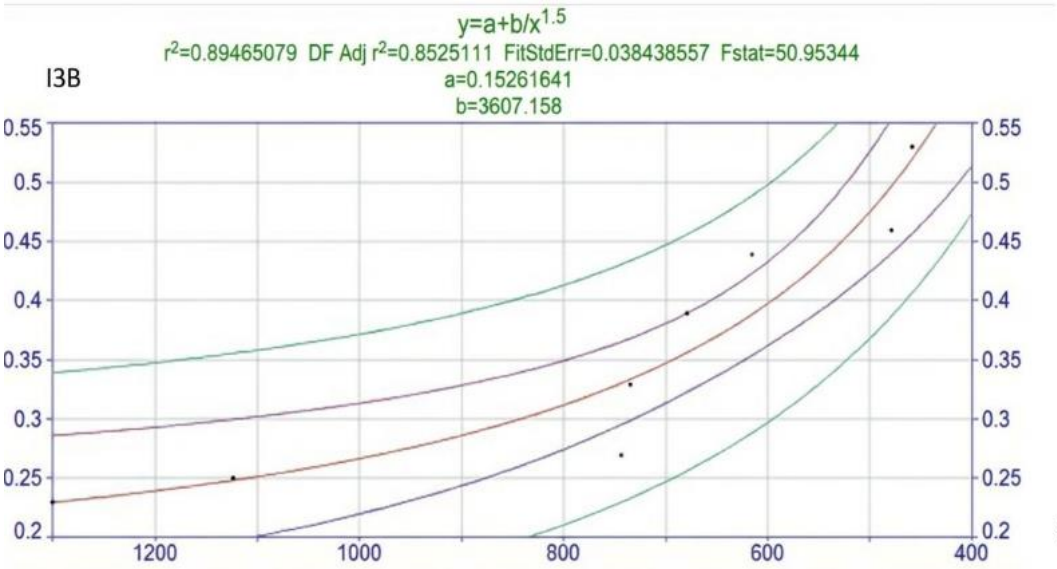


Рис. 4.7. Функціональна залежність зміни Індексу забруднення води Дністровської екосистеми за висотою місцевості в межах НПП.

Значущість коефіцієнта (r^2 = 0,895) визначали за таблицями квантилів F-розподілу та таблицями значущості коефіцієнта. Останні враховують два параметри - кількість ступенів свободи, що дорівнює числу спостережень мінус 2. Рівень значущості було прийнято на рівні 5%. Встановивши цей рівень і визначивши число ступенів свободи, знаходили відповідне критичне значення коефіцієнта. У цьому випадку значення r^2 = 0,895 перевищує табличне критичне значення r^2 = 0,707 (для вибірки обсягом 8 і рівня значущості p = 0,05) [13]. Це свідчить про відхилення нульової гіпотези щодо відсутності зв'язку між показниками та підтвердження гіпотези про наявність статистично значущого зв'язку.

Отже, у дисертаційній роботі вперше запропоновано функціональну модель зміни середньо багаторічного індексу забруднення води в Дністровській екосистемі в межах НПП залежно від висоти над рівнем моря, яка описується статистично значущим регресійним рівнянням:

$$ІЗВ = 0,15 + 3607,15 / H^{1,5},$$

де H — абсолютна висота місцевості над рівнем моря, м.

Незважаючи на встановлене у другому розділі дисертації стійке дифузне забруднення Дністровській екосистеми (навіть за умов ІЗВ < 1), простежується виразний зв'язок між комплексним індексом забруднення води та відстанню річки від витоку (рис. 4.7).

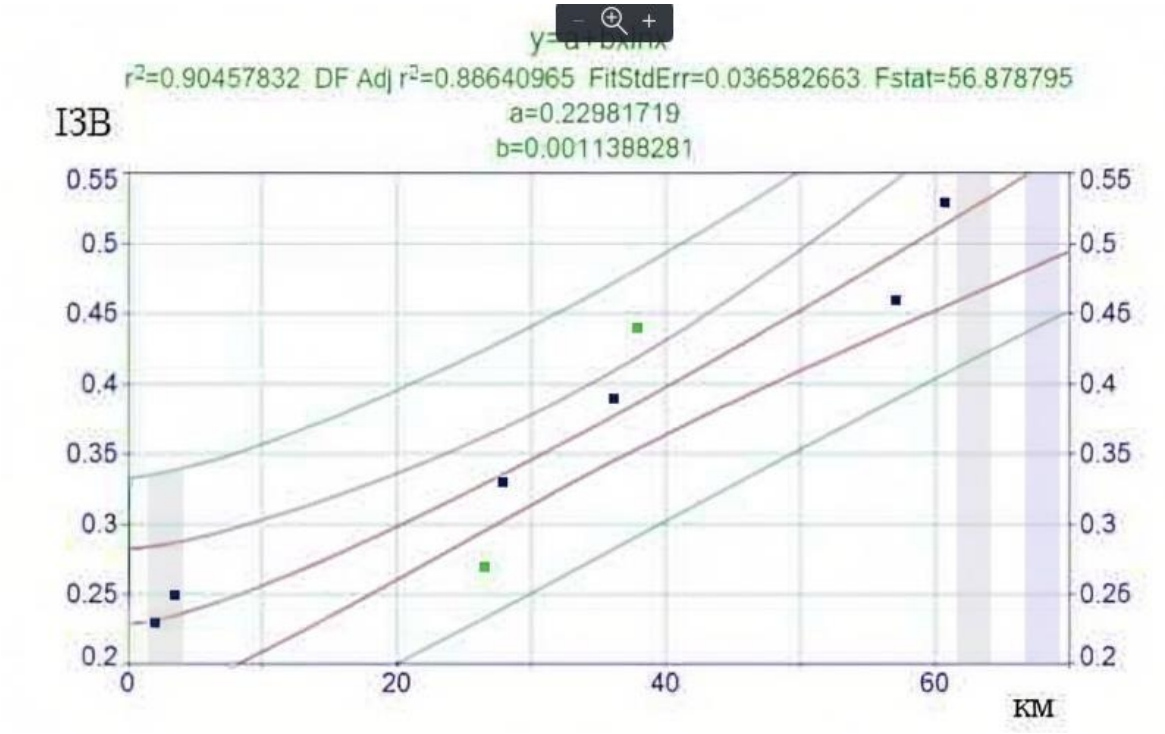


Рис. 4.8. Функціональна залежність норми якісного стану водойм Дністровської екосистеми в межах НПП за довжиною від витоку

Критерій Фішера (F-статистика) обчислюється за допомогою програмного забезпечення. Відомості про її розподіл дають змогу оцінити статистичну значущість регресійної моделі на основі коефіцієнта детермінації. У межах цього тесту перевіряється гіпотеза про те, що істинне значення коефіцієнта детермінації дорівнює нулю. Критичні значення критерію визначали за стандартними таблицями. Сформульована гіпотеза про наявність тісного зв'язку відхиляється, якщо табличне значення F перевищує розраховане, і приймається, якщо розраховане значення є більшим. У всіх розглянутих випадках гіпотеза підтвердилася при рівнях

значущості 5% і 1%. Зокрема, у даному прикладі розраховане значення Fstat = 56,88 перевищує табличне Fstat = 5,99 [13], що свідчить про невипадковий, статистично значущий зв’язок між показниками

Отже, за результатами проведених досліджень у дисертації вперше встановлено лінійну функціональну залежність зміни індексу забруднення води Дністровської екосистеми вздовж течії річки в межах НПП, яка описується таким регресійним рівнянням:

$$ІЗВ = 0,2298 + 0,0011 \cdot L \cdot \ln L \quad (4,9),$$

де L — довжина водотоку від витоку до відповідного створу, км.

Для території національного природного парку гранично допустиме антропогенне навантаження на Дністровської екосистему визначається умовою, за якої індекс забруднення води не перевищує фонового (середньобагаторічного) значення, розрахованого за встановленими залежностями. Запропоновано використовувати ці функціональні моделі для моніторингової оцінки антропогенного впливу в межах природоохоронної території, що підтверджено актом впровадження НПП від 03.03.2016 р.

Крім того, у роботі здійснено спробу встановити функціональні залежності просторових змін окремих показників якості вод Дністровської екосистеми. Для кожного пункту відбору проб, з урахуванням усіх дат спостережень, визначено середні геометричні (а за неможливості - середні арифметичні) значення за 2022–2025 рр. для таких груп показників: - загальні гідрохімічні характеристики (мінералізація, жорсткість, pH, розчинений кисень, окиснюваність, ХСК, $БСК_5$);- концентрації неорганічних речовин (різні форми азоту, фосфору, сульфати, хлориди, метали тощо);- вміст органічних забруднювачів (нафтопродукти, феноли, пестициди, СПАР тощо);- гідрофізичні та органолептичні показники (температура, прозорість, запах, каламутність тощо) [14–18].

Для середньобагаторічних значень проведено аналіз їхнього зв’язку з висотою місцевості та довжиною річки (на основі географічної прив’язки пунктів спостережень).

У підсумку, на основі статистичної обробки 15-річної бази моніторингових даних уперше встановлено закономірності просторового розподілу середньобагаторічних показників якості вод Дністровської екосистеми в межах НПП залежно від висоти місцевості та відстані від витоку. Отримані рівняння дають змогу визначати фонові значення показників екологічного стану води в будь-якому створі лише за висотою місцевості або довжиною річки, що створює основу для нормування антропогенного навантаження на природоохоронній території.

Згідно з отриманими результатами, встановлено тенденцію до зростання (за винятком розчиненого кисню, який зменшується) концентрацій природних компонентів хімічного складу поверхневих вод Дністровської екосистеми при переході від вищих до нижчих висотних рівнів, а також у напрямку від витоку вниз за течією річки.

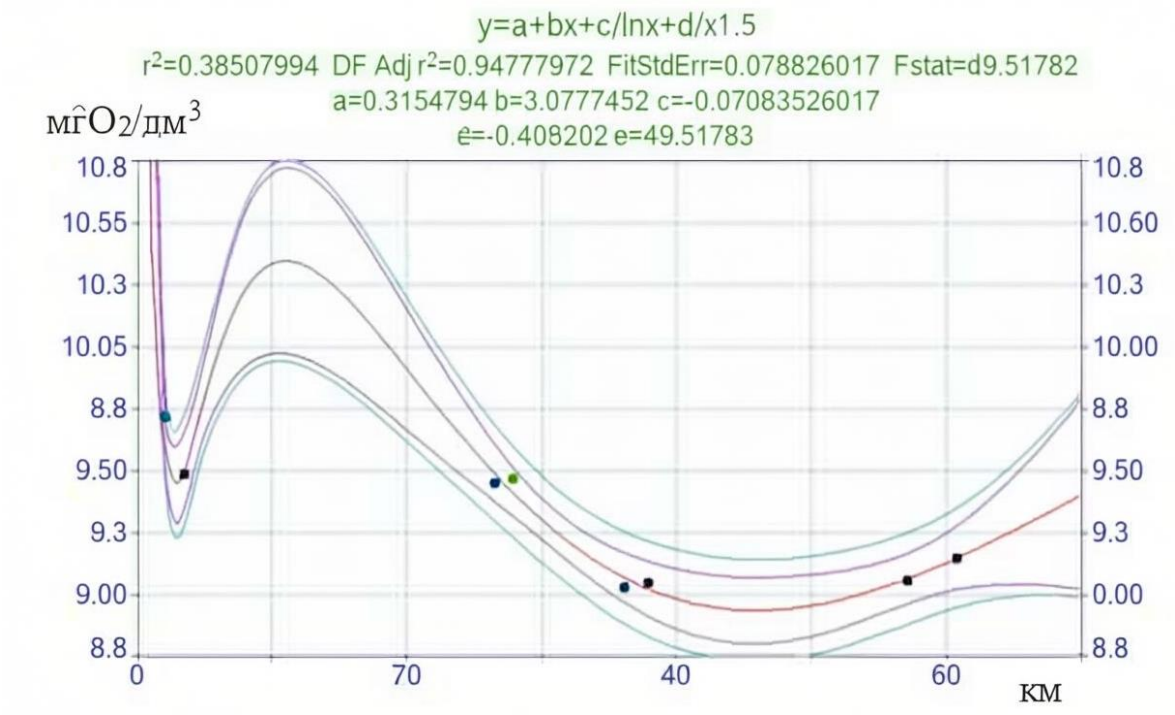


Рис. 4.9. Функціональна модель зміни розчиненого кисню у водотоках Дністровської екосистеми в залежності від відстані від витоку.

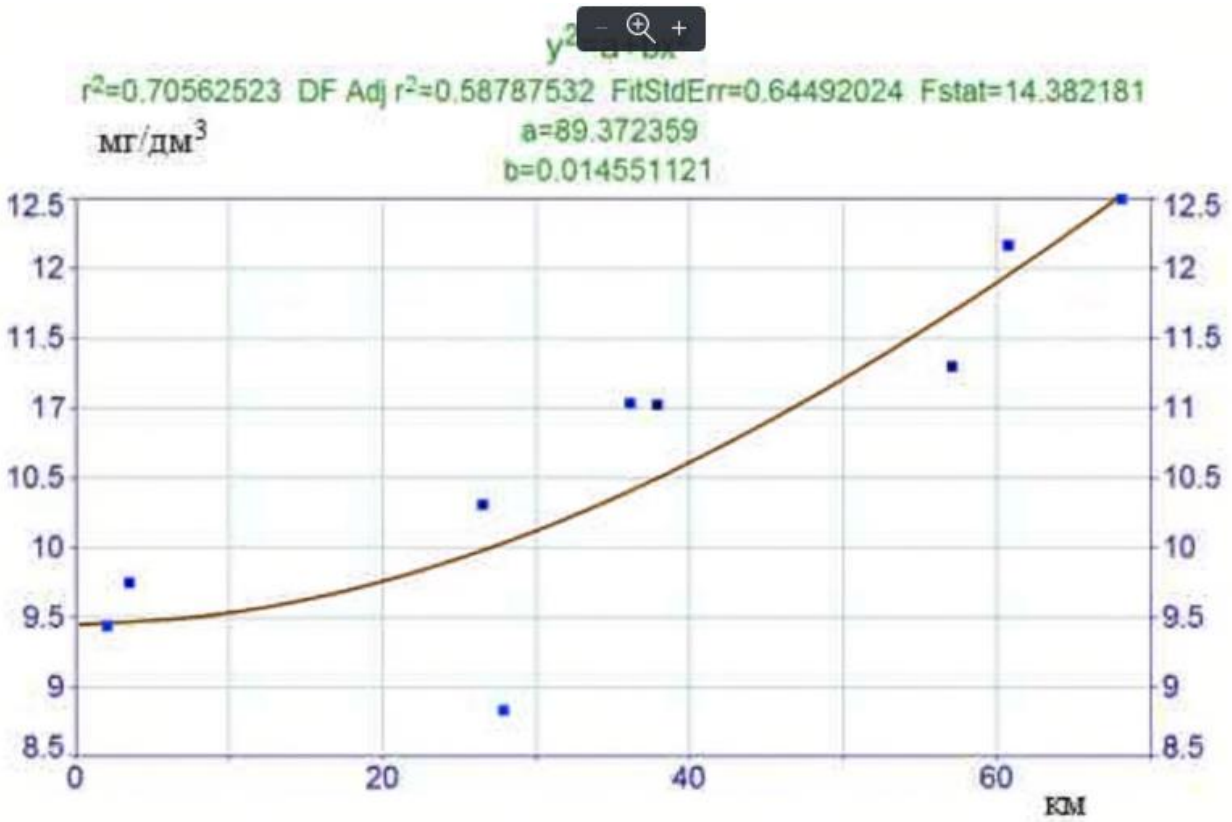


Рис. 4.10. Функціональна модель зміни вмісту хлоридів у водотоках Дністровської екосистеми в залежності від відстані від витоку

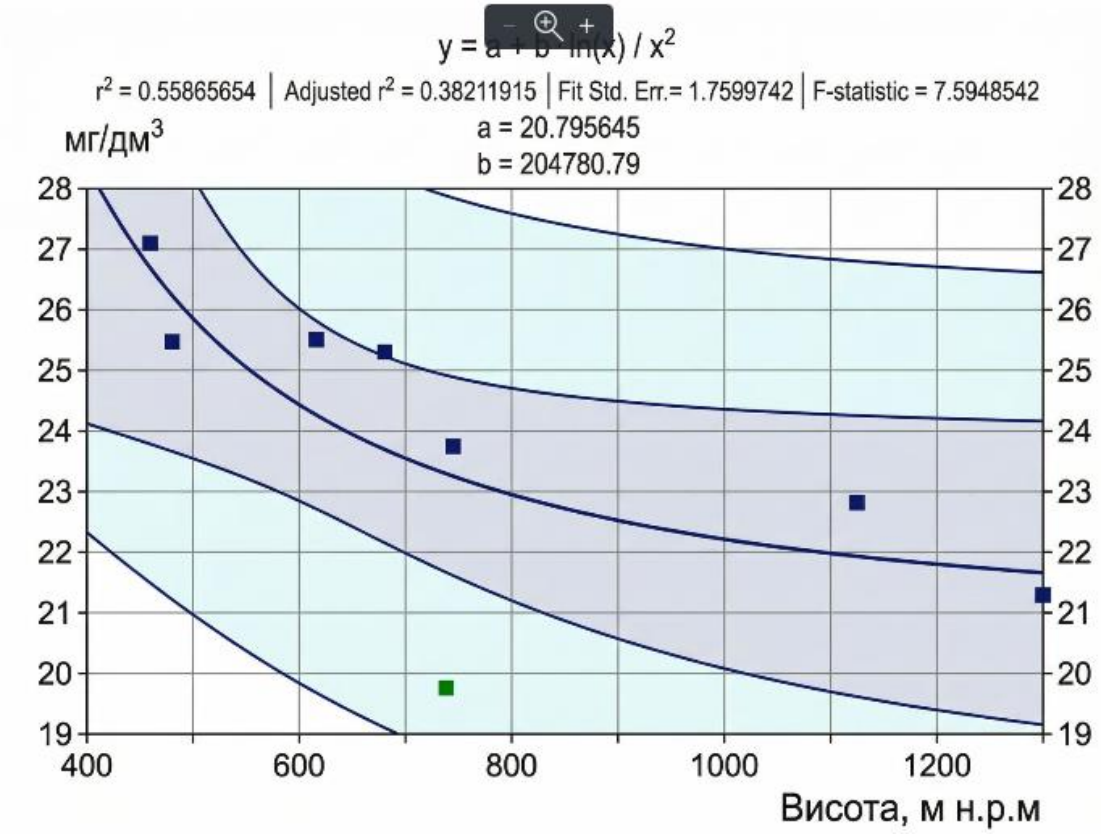


Рис. 4.11. Функціональна модель зміни вмісту сульфатів за висотою місцевості у водотоках Дністровської екосистеми

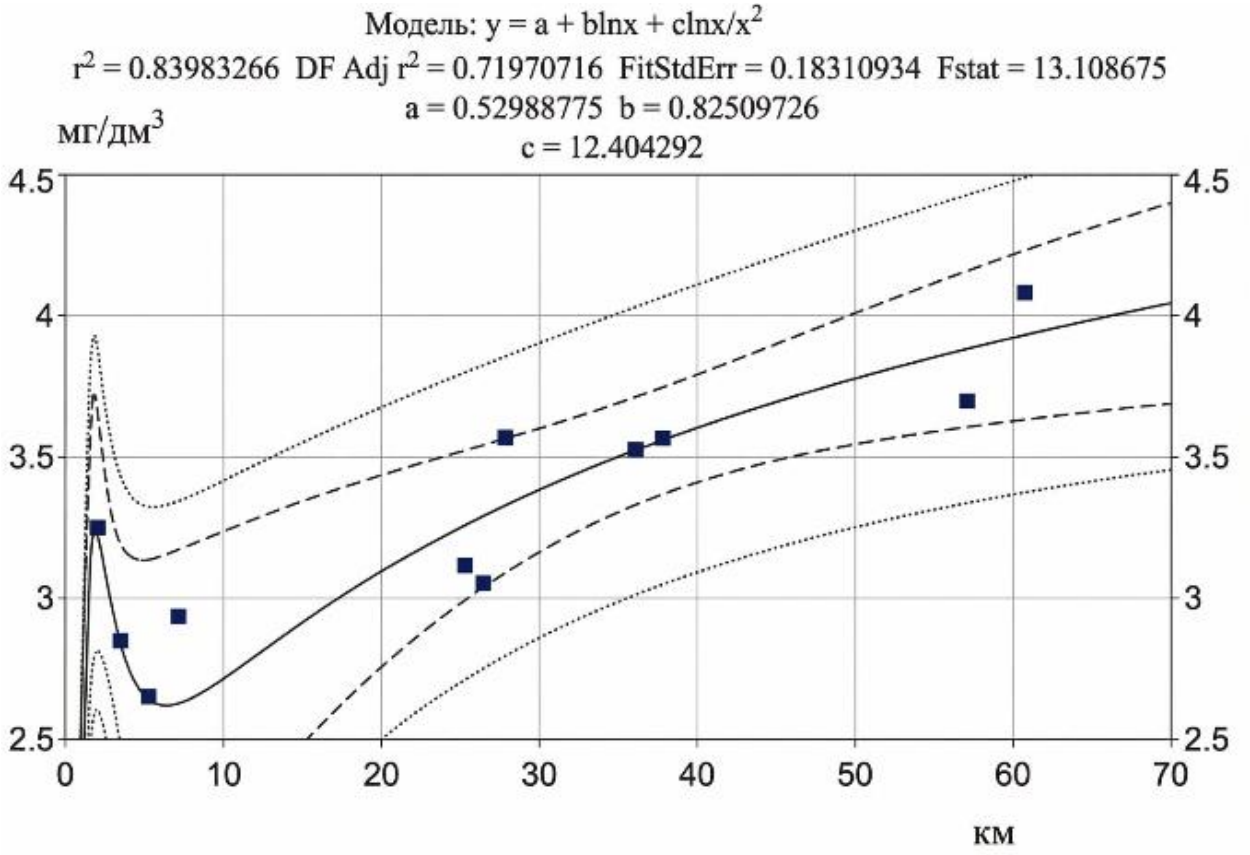


Рис. 4.12. Функціональна залежність зміни вмісту нітратів у водотоках Дністровської екосистеми в залежності від відстані від витоку

Усі отримані математичні моделі пройшли перевірку на достовірність. Встановлено, що в залежностях, наведених на рис. 4.8–4.13, між досліджуваними показниками існує тісний зв'язок. Скоригований коефіцієнт детермінації (D = r²) свідчить про те, що зміни змінної Y (концентрацій природних компонентів хімічного складу поверхневих вод) зумовлені варіацією змінної X (висоти місцевості або відстані від витоку). Оцінювання значущості цього зв'язку проводили за допомогою F-критерію Фішера. Табличне значення F = 5,99 при рівні значущості p = 0,05 є меншим за відповідні розраховані значення для наведених регресійних залежностей. Це підтверджує, що в усіх випадках зв'язок між показниками є статистично значущим і невипадковим.

Отже, отримані функціональні регресійні рівняння можуть бути використані для визначення норми (середньобагаторічних значень) компонентів природних вод, які виступають основними індикаторами

дифузного забруднення в межах природоохоронних територій Дністровської екосистеми в НПП. Розрахунки можуть здійснюватися як за висотою місцевості, так і за відстанню від витоку водотоку, що дозволяє оцінювати екологічну безпеку у будь-якому створі досліджуваної території.

Крім того, у дисертаційній роботі вперше розроблено моделі для оцінювання фонових (нормативних) значень показників забруднення Дністровської екосистеми у тих створах, де безпосередні спостереження не проводяться. Ці моделі представлені у вигляді відповідних функціональних залежностей:

$$C\ (O_2) = 9{,}315 + 3{,}078 \cdot L - 0{,}00064/\ln L - 9{,}43/L^{1{,}5}, \quad (4.10)$$

$$C\ (NH_4) = -0{,}0435 + 55667{,}84\ /H^2, \quad (4.11)$$

$$C\ (БСК_5) = (1{,}935 - 9{,}915 \cdot H_2 + 1{,}484 \cdot H_2)/(1 - 5{,}381 \cdot H_2 + 8{,}048 \cdot H_4), \quad (4.12)$$

$$C\ (NO_3^-) = 0{,}53 + 0{,}83 \cdot \ln L + 12{,}4 \cdot \ln L/L^2, \quad (4.13)$$

$$C\ (SO_4^{2-}) = 20{,}796 + 204780{,}79 \cdot \ln H/H_2, \quad (4.14)$$

$$C_2\ (Cl-) = 89{,}37 + 0{,}015L^2, \quad (4.15)$$

де H — абсолютна висота місцевості в межах досліджуваного створу, м;

L — відстань від витоку водотоку до відповідного створу, км;

C — концентрація окремого показника якості вод Дністровської екосистеми.

Для території національного природного парку гранично допустиме навантаження на Дністровську екосистему визначається таким рівнем, за якого значення показників екологічного стану не перевищують розрахованих за поданими функціональними залежностями (а для розчиненого кисню — не опускаються нижче цих значень).

Запропонований підхід дозволяє здійснювати нормування антропогенного впливу на водні об’єкти не лише в основному руслі річки Дністер, але й у всіх її притоках у межах верхньої заповідної частини басейну. Для забезпечення сталого розвитку національного природного парку отримані багаторічні залежності можуть застосовуватися як

територіальні фонові нормативи показників екологічного стану басейнової системи. Результати цих досліджень мають важливе значення для обґрунтування програм моніторингу.

ВИСНОВОК

У бакалаврській роботі розв’язано актуальне науково-прикладне завдання щодо підвищення рівня екологічної безпеки водної Дністровської екосистеми із застосуванням європейських підходів до інтегрованого управління річковими басейнами. Це досягнуто шляхом обґрунтування допустимих рівнів антропогенного впливу, розроблення системи моніторингу, а також заходів стабілізації й покращення стану довкілля, зокрема:

1. Проведено кількісну та якісну оцінку навантажень і впливів різних чинників (як природного, так і антропогенного походження) на басейн річки Дністер із використанням адаптованих європейських методик. Уперше визначено референційні водні тіла басейну як базову основу для оцінювання його екологічного стану.

2. Також вперше для української частини Дністровської екосистеми здійснено розрахунок індикаторів навантаження від точкових і дифузних джерел забруднення, виконано фізико-хімічну оцінку водних об’єктів та узагальнено гідроморфологічні ризики. Встановлено, що протяжність водних тіл, забруднених біогенними сполуками (NH_4^+, NO_3^-, PO_4^{3-}), становить 231 км, органічними речовинами (за $БСК_5$ і ХСК) — 208 км, тоді як понад 511 км зазнають впливу гідроморфологічних ризиків, пов’язаних із зарегулюванням русел, видобутком алювію та розвитком малої гідроенергетики.

3. Сформовано базу даних результатів 5-річних моніторингових спостережень, яка стала основою для комплексної оцінки якості води.

4. Уперше здійснено систематизацію та узагальнення даних щодо фізико-хімічного складу вод річки Дністер за 21 показником у восьми контрольних створах у межах НПП за період 2022–2025 рр.

5. Проведено комплексну оцінку якості води із застосуванням індексу забруднення води (ІЗВ) та екологічних критеріїв. Виявлено функціональні закономірності зміни якості вод залежно від висоти місцевості та довжини річки, а також побудовано регресійні моделі просторового

розподілу ІЗВ у межах НПП.

6. Доведено, що середньобагаторічна якість вод верхів’я річки Дністер у межах парку відповідає категоріям «дуже чиста» та «чиста». Для визначення фонових значень показників у будь-якому створі встановлено функціональні залежності екологічних норм для семи показників якості води.

7. Запропоновані математичні моделі дають змогу оцінювати екологічно допустимі ризики антропогенного впливу. Результати досліджень впроваджено в практику діяльностіКНПП.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Адаменко Т. І. Агрокліматичне зонування території України з врахуванням зміни клімату. К. : Б.в.; Біла Церква: Бліц, 2014. 16 с.

2. Архипова Л.М. Світовий досвід та сучасне наукове бачення проблеми сталого збалансованого водокористування Вісник Національного транспортного університету. 2011. Вип. 22. С.141-148.

3. Архипова Л. М. Управління річковим басейном р. Прут .Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. 2015. 2, (12). С.146-147

4. Андрейцев В. І. Екологічне право: Курс лекцій: Навч. посібник для юрид. ф-тів вузів. К., 2016. С. 142.

5. Брояка А.А. Сучасні проблеми забезпечення продовольчої безпеки України та шляхи їх вирішення Економіка. Фінанси Право. 2017. №. 4/2. С. 52 - 58.

6. Брояка А. А. Концептуальні підходи до організації моніторингу інформаційно-консультаційної діяльності в сільському господарстві. Зб. наук. праць ТДАТУ. Серія «Економічні науки».Мелітополь : Люкс, 2010. – № 8. С. 43–50.

7. Волошенко О.О. Еколого-орієнтований розвиток підприємств у контексті сталого розвитку. Sustainable development - [Електронний ресурс] режим доступу : hhttps://er.knutd.edu.ua

8. Водний Кодекс України із змінами і доповненнями внесеними Верховною Радою України від 09.04.2014 за 1193-VII (1193-18) [Електронний ресурс].// ВВР. 1995. Режим доступу: http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/213/95-вр.

9. Гребінь В. В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз) .К.: Ніка-Центр, 2010. 316 с.

10. Гребінь В. В. Гідрологічна посуха 2015 року в Україні: чинники формування, перебіг та можливі наслідки. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2015. – 3, (38). – С. 44-54.

11. Гончарук І.В. Аспекти сутності й оцінки ефективності аграрної підприємницької діяльності. Агроінком. 2013. - №7-9. С.100-103.

12. Гончарук Т.В. Роль інфраструктури у забезпеченні економічного зростання регіонів України. Збірник наукових праць Черкаського державного технологічного університету. 2017. №44. Ч 2. С. 94-99.

13. Гончаренко Г.Є. Природні ресурси України, їх стан та перспективи раціонального використання: Навч. посібн. К.: Науковий світ, 2000. – 129 с

14. Дністровсько-Прутське басейнове управління водних ресурсів [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://dpbuvr.gov.ua/.

15. Дикань В.Л., Зубенко В.О., Маковоз О.В., Токмакова І.В., Шраменко О.В. Стратегічне управління: навчальний посібник. Київ : «Центр учбової літератури», 2013. 272 с

16. Екологічне інспектування: Посібник / В.В. Власенко, В.А. Мазур, М.А. Дзюбак, Ю.В. Дубовий // Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К», 2011. 192 с.

17. Екологічне право України: Підручник / За ред. А. П. Гетьмана, М. В. Шульги. Харків, 2005. С. 38.

18. Згуровський М.З. Глобальні виміри сталого розвитку [Електронний ресурс.] / Режим доступу: http://wdc.org.ua.

19. Земельний кодекс України : Закон України від 25.10.2001 р. № 2768-III. Відомості Верховної Ради України. 2002. № 3-4. Ст. 27.

20. Закон України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо скорочення кількості документів дозвільного характеру» [Електронний ресурс] // ВРУ. – 2024. – Режим доступу: http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/1193-18.

21. Постанова КМУ від 28 жовтня 2015 р. № 871 «Про утворення територіальних органів Державної служби з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів» [Електронний ресурс]. – 2025. - Режим доступу: http://www.kmu.gov.ua/control/ru/cardnpd?docid=248594907

22. Кордюм А. Кількісна оцінка ступеня виснаження водних ресурсів малих річок в умовах антропогенного навантаження «Вода і енергія»: Зб. Матеріалів II наук.-практ. конф., присвяченої Всесвітньому дню води (м. Київ, 21 березня 2014 р.). К.: ДІУЕВР, 2014. С. 29–31.

23. Ковальчук С.Я. Агроекологічний потенціал України: основа вироблення органічної продукції . Східна Європа: економіка, бізнес та управління. 2017. № 4 (09). с.51-57.- [Електронний ресурс] Режим доступу: http// www.easterneurope-ebm.in.ua/9- 2017-ukr

24. Ковальчук С.Я. Економіко - екологічне оновлення аграрного сектору в системі пріоритетів інноваційного розвитку Економіка. Фінанси. Менеджмент: актуальні питання науки і практики .- Всеукраїнський науково - виробничий журнал Вінниця 2016.-№12 с.16-26

25. Ковальчук С.Я., Оверковська Т.К. Економіко-правові аспекти екологізації аграрного виробництва в Україні: монографія. Вінниця : ПП «ТД Едельвейс і К», 2013. 346 с.

26. Кодекс України про надра : Закон України від 27 липня 1994 р. № 132/94-ВР. Відомості Верховної Ради України. 1994. № 36. Ст. 341.

27. Козловцева В. А. Удосконалення інституціонального середовища стимулювання впровадження екологічно чистого виробництва в агропромислову сферу: публічний та внутрішньо-корпоративний рівень. Агросвіт. 2018. № 13. С. 63–72

28. Конституція (Основний Закон) України : Закон України від 28.06.1996 р. № 254к/96-ВР. Відомості Верховної Ради України. 1996. № 30. Ст. 141.

29. Лісовий кодекс України : Закон України від 8 лютого 2006 р. № 3404-IV. Відомості Верховної Ради України. 2006. № 21. Ст. 170.

30. Маліцький Б.А. Перспективні напрями науково-технологічного та інноваційного розвитку України (Результати першого етапу прогнозноаналітичного дослідження в рамках Державної програми прогнозування науково- технологічного та інноваційного розвитку на 2004-

2006 роки) . К.: Фенікс, 2006. - 208 с.

31. Мачуська І.Б. Адаптація законодавства України до законодавства Європейського Союзу у сфері надрокористування: теоретико-правовий аспект. Теорія та практика адаптації законодавства України до законодавства ЄС : матеріали міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ, 8 червня 2018 року). К. : Видавничий дім «Гельветика», 2018. С. 143-144.

32. Міністерство аграрної політики та продовольства України // сайт Мінагрополітики України. - [Електронний ресурс] Режим доступу: http://minagro.gov.ua/

33. Можливості і застереження щодо наслідків уведення в дію положень Угоди про асоціацію між ЄС та Україною: наук. доп. / за ред. акад. НАН України В. М. Гейця, чл.-кор. НААНУ Т. О. Осташко, д-ра екон. наук В. О. Точиліна. Київ: Ін-т екон. та прогнозув, 2013. 98 с.

34. Ніколаєв Ю.О. Формування екологічно інтегрованого менеджменту як важлива складова економічної безпеки підприємства. Вісник Технологічного університету Поділля. 2002. №5. С.125-127.

35. Новий звіт ООН закликає надавати більшої уваги екології в процесі національного розвитку та міжнародної інтеграції України .- [Електронний 88 ресурс] -Режим доступу: http://www.un.org.ua/ua/informatsiinyi-tsentr/news/1968- 2007-06-14-07-13-19-noviy-zvit

36. Оверковська Т. Правові засади екологізації сільськогосподарського виробництва. Підприємництво, господарство і право. 2018. № 6. С. 136-141.

37. План реалізації Стратегії збалансованого регіонального розвитку Вінницької області на 2016-2017 роки - [Електронний ресурс] Режим доступу. - http://www.vin.gov.ua/invest/rehionalni-prohramy-rozvytku

38. Природно-ресурсний потенціал сталого розвитку України: монографія / за ред. Б. М. Данилишина ; Б. М. Данилишин, С. І. Дорогунцов, В. С. Міщенко та ін. Київ: РВПС, 1999. 716 с.

39. Про рослинний світ : Закон України від 9 квітня 1999 р. № 591-XIV. Відомості Верховної Ради України. 1999. № 22-23. Ст. 198.

40. «Про основні засади (стратегії) державної екологічної політики України на період до 2020 року» від 21 грудня 2010 року №2818 - [Електронний ресурс] режим доступу. - http://www.vin.gov.ua

41. «Про хід виконання Регіональної програми охорони навколишнього природного середовища та раціонального використання природних ресурсів на 2013-2018 роки», від 18 грудня 2012 року №418» - [Електронний ресурс] режим доступу. - http://www.vin.gov.ua

42. Про державну підтримку сільського господарства України: Закон України від 24 черв. 2004 р. № 1877-IV (із змінами від 2005-2015 рр.) // Законодавство України ВР. - [Електронний ресурс] Режим доступу: http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1877-15

43. Про Основні засади (стратегії) державної екологічної політики України на період до 2020 року: Закон України від 21.12.2010 р. № 2818-VI. Урядовий кур'єр. 2011. 9 лютого (№ 6).

44. Про охорону земель : Закон України від 19 червня 2003 р. № 962-IV. Відомості Верховної Ради України. 2003. № 39. Ст. 349.

45. Про охорону навколишнього природного середовища : Закон України від 25 червня 1991 р. № 1264-XII. Відомості Верховної Ради України. 1991. № 41. Ст. 546.

46. Про оцінку впливу на довкілля : Закон України від 23 травня 2017 року № 2059-VIII. Відомості Верховної Ради України. 2017. № 29. Ст. 315.

47. Про природно-заповідний фонд України : Закон України від 16 червня 1992 р. № 2456-XII. Відомості Верховної Ради України. 1992. № 34. Ст. 502.

48. Про рибне господарство, промислове рибальство та охорону водних біоресурсів : Закон України від 8 липня 2011 р. № 3677-VI. Відомості Верховної Ради України. 2012. № 17. Ст. 155.

49. Про стратегічну екологічну оцінку : Закон України від 20 березня 2018 року № 2354-VIII (Відомості Верховної Ради (ВВР), 2018, № 16, ст.138) http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2354-19

50. Про тваринний світ : Закон України від 13 грудня 2001 р. № 2894/III. Відомості Верховної Ради України. 2001. № 14. Ст. 97.

51. Проект концепції переходу України до сталого розвитку [Електронний ресурс.] / Режим доступу: http//greenparty.ua.

52. Прутська О.О. Підприємницький потенціал сільських домогосподарств України // Ефективна економіка. – 2014. - №10. – [Електронний ресурс] Режим доступу: http://www.economy.nayka.com.ua 90

53. Прутська О.О., Беляєва Н.В.Світовий досвід стимулювання виробництва органічної сільськогосподарської продукції Збірник наукових праць ВНАУ. Серія «Економічні науки» / за ред.. Калетніка Г.М. - Вінниця, 2012. – Т. 2, № 1 (56). – С. 212 – 218.

54. Степаненко А.В. Екологоекономічні стратегії в системі забезпечення екологічної безпеки. Наука та наукознавство. 2014. № 4. С. 77–89

55. Сизоненко О.А. Механізм управління еколого-економічними процесами у діяльності промислових підприємств: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. екон. наук: спец 08.06.01 «Економіка, організація і управління підприємствами» . Маріуполь, 2006. - 20 с.

56. Статистична інформація // Державна служби статистики України. .- [Електронний ресурс] Режим доступу: http://www.ukrstat.gov.ua/

57. Стратегії збалансованого регіонального розвитку Хмельницької області на період до 2024 року, від 24.06.2015 р. №893, - [Електронний ресурс] режим доступу. - http://www.vin.gov.ua

58. Стратегії сталого розвитку «Україна - 2020»: Указ Президента України від 12 січня 2015 року № 5/2015. Офіційний вісник України. 2015. № 4. С. 67.

59. Трегобчук В.М. Роль громадськості у розв'язанні екологічних

проблем . Екологічний вісник. - 2004. - №2. - С.14-16.

60. Тур О.М. Еколого-орієнтований розвиток національної економіки: основні дефініції та принципи . Механізм регулювання економіки. - 2009. - № 1.- С. 225 - 237.

61. Хумарова Н.І. Інституційний механізм реалізації екологоорієнтованих стратегічних планів розвитку територіальних економікоекологічних систем. Економічні інновації: Зб. наук. пр. - Одеса: ІПРЕЕД НАН України, 2010. - Вип. 41. - С. 281-289.

62. Хумарова Н.І. Наукові засади екологоорієнтованого прогнозування розвитку національної економіки. Економічні інновації: Зб. наук. пр. - Одеса: ІПРЕЕД НАН України, 2014. - Вип. 57. - С. 412-421.

63. UN Water [Електронний ресурс] // The UN World Water Development Report 3. – 2009. – Режим доступу: http://lifewater.org/water-poverty/#sthash.Dz6rxlXY.dpuf