

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВОЛИНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ЛЕСІ УКРАЇНКИ

Кафедра екології та охорони навколишнього середовища

На правах рукопису

КУЗЬМИЧ МАКСИМ ВАСИЛЬОВИЧ

**ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ РІЧКИ ТУРІЯ
ЗА МАКРОФІТАМИ**

Спеціальність: 101 Екологія

Освітньо-професійна програма Екологія

Робота на здобуття освітнього рівня Магістр

Науковий керівник:

ЦЬОСЬ ОКСАНА ОЛЕКСАНДРІВНА

кандидат сільськогосподарських наук,

доцент

РЕКОМЕНДОВАНО ДО ЗАХИСТУ

Протокол № 3
засідання кафедри екології та охорони
навколишнього середовища
від 22 листопада 2024 р.

завідувач кафедри

доц. Радзій В. Ф.



ЛУЦЬК – 2024

АНОТАЦІЯ

Кузьмич М. В. Екологічна оцінка якості води річки Турія за макрофітами. На правах рукопису.

Робота на здобуття освітнього ступеня Магістр спеціальності 101 Екологія. Волинський національний університет імені Лесі Українки. Луцьк, 2024.

Кваліфікаційна робота виконана у трьох розділах. У першому розділі подано еколого-географічну характеристику басейну річки Турія та розглянуто аспекти господарського використання водних ресурсів. У другому описано методики проведення досліджень. Третій розділ присвячений оцінці екологічного стану річки за індексом фітоіндикації та за фізико-хімічними показниками з розрахунком уточнюючих категорій.

Ключові слова: річка Турія, індекс фітоіндикації, категорії поверхневих вод.

SUMMARY

Kuzmych M.V. Ecological Assessment of the Water Quality of the Turiiia River Based on Macrophytes. Retaining manuscript rights.

Qualification work for obtaining a Master's degree in specialty 101 Ecology, educational-professional program Ecology. Lesya Ukrainka Volyn National University. Lutsk, 2024.

The qualification work consists of three chapters. The first chapter provides an ecological and geographical description of the Turiiia River basin and examines aspects of the economic use of water resources. The second chapter describes the research methodologies. The third chapter focuses on assessing the ecological state of the river using the phytindication index and physicochemical parameters, including the calculation of refined categories.

Key words: Turiiia River, phytindication index, surface water categories.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ.....	5
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА БАСЕЙНУ РІЧКИ ТУРІЯ	9
1.1. Еколого-географічна характеристика басейну р. Турія	9
1.1.1. Геологічні та геоморфологічні особливості.....	10
1.1.2. Гідролого-кліматичні особливості.....	11
1.1.3. Ґрунтовий покрив басейну річки Турія	14
1.1.4. Природоохоронні території	15
1.2. Екологічні аспекти господарського використання водних ресурсів ..	17
1.3. Історія фітоіндикаційних досліджень	19
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	24
2.1. Методи оцінки екологічного стану поверхневих вод	24
2.2. Екологічна оцінка якості поверхневих вод за відповідними категоріями.....	25
2.3 Екологічна оцінка якості води фітоіндикаційним методом.....	27
РОЗДІЛ ІІІ. ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД ТУРІЇ ..	34
3.1.Екологічна оцінка якості води річки Турія за фізико-хімічними показниками.....	34
3.1.1. Блок показників сольового складу.....	34
3.1.2 Блок трофо-сапробіологічних показників.....	36
3.1.3 Блок специфічних речовин токсичної дії.....	38
3.1.4.Визначення інтегрального екологічного індексу якості води.	39
3.2. Оцінка якості води річки Турія фітоіндикаційними методами.....	42
3.2.1. Флористичний склад вищих водних і прибережно-водних рослин річки Турія вище м. Ковель.....	42
3.2.2. Розрахунок індексу фітоіндикації екологічного стану водних екосистем.....	45
ВИСНОВКИ.....	47

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	49
ДОДАТКИ.....	54

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ

- ВОЦГМ – Волинський обласний центр з гідрометеорології;
- ВВР – вища водна рослинність;
- ВРД – Водна Рамкова Деректива;
- ЄС – Європейський Союз;
- ЧКУ – Червона Книга України;
- МОЗ – Міністерство охорони здоров'я;
- СПАР – синтетичні поверхнево-активні речовини;
- I_e – комплексний екологічний індекс якості поверхневих вод;
- I_a – блок показників сольового складу поверхневих вод;
- I_b – блок трофо-сапробіологічних показників поверхневих вод;
- I_c – блок специфічних речовин токсичної та радіаційної дії;
- ВВР – вища водна і прибережно-водна рослинність

ВСТУП

Актуальність дослідження. Вода – середовище, що несе у собі величезний потенціал як для життя, так і для загрози екосистемам. У світлі постійних змін у довкіллі, збереження та моніторинг водних ресурсів, їх дослідження стає надзвичайно важливим завданням. Вивчати та досліджувати особливості водойм, зміни, які настають під впливом антропогенної діяльності є життєвонеобхідним завданням.

Завданням вивчення якості поверхневих вод річки Турія набуває особливого значення у зв'язку зі зростанням антропогенного впливу на водні ресурси та екологічної ситуації в регіоні. Одним із важливих аспектів аналізу є використання водних та прибережно-водних рослин як показників якості водойм. Дослідження вищих водних та прибережно-водних рослин є актуальним завданням у зв'язку з їхньою високою чутливістю до змін екологічного середовища. Вони є не лише естетичною частиною водного ландшафту, а також важливими компонентами екосистеми річок і можуть служити індикаторами забруднення та стану водних ресурсів. Вивчення вищих водних та прибережно-водних рослин у річці Турія може допомогти в оцінці якості води, виявленні забруднюючих речовин і вирішенні проблем екологічного забруднення цієї водойми.

Дослідження такого роду відображає склад та зміни водного середовища, виявляє наявність та рівень забруднення води, а також дозволяє визначити можливі причини змін у біотичному складі річкових екосистем через розподіл водних рослин та їх взаємодії, вплив на фізико-хімічні параметри водойми. Такий аналіз дозволить нам отримати краще сприйняття екологічного стану річки Турія, щоб розробити рекомендації для її подальшого відновлення та охорони.

Для покращення стану водойми необхідно забезпечити навколо водних об'єктів оптимальне поєднання лісових насаджень та лук, здійснити комплекс заходів з припинення скидання до них неочищених стічних вод, ренатуралізації

осушних заплав, рекультивації порушених земель, а також провести моніторинг стану гідротехнічних споруд на річках, переробки берегів, що призводить до обміління та замулення річок. Проте особливості окремих річкових басейнів та відсутність систематичних комплексних спостережень за станом поверхневих вод потребують уважного ставлення та індивідуального підходу до вирішення їх проблем, щоб в подальшому попередити негативні наслідки [1; 9; 47; 48].

Наукова новизна. Продовжено дослідження екологічного стану р. Турія. Розраховано уточнюючі категорії за блоками показників якості води р. Турія вище м. Ковель, визначено екологічний індекс та клас якості води за середніми і найгіршими показниками, виявлені індикативні види вищих водних рослин, розраховано індекс фітоіндикації I_f .

Мета роботи. Метою роботи є оцінка поточного екологічного стану річки Турія та ролі вищих водних та прибережно-водних рослин у фітоіндикаційних дослідженнях водних екосистем, визначення впливу природних та антропогенних чинників на якість води.

Для досягнення мети було поставлено такі завдання:

- здійснити аналіз та узагальнення літературних джерел щодо використання макрофітів у екологічній оцінці водотоків;
- визначити категорії якості поверхневих вод за фізико-хімічними показниками;
- визначити блокові та екологічний індекс річки Турія;
- дати загальну характеристику вищих водних та прибережно-водних рослин річки Турія та проаналізувати їх видове різноманіття;
- провести оцінку екологічної якості води за вищими водними рослинами.

Об'єктом дослідження є поверхневі води та вищі водні та прибережно-водні рослини річки Турія.

Предмет дослідження: індикаційні види макрофітів та проведення екологічної оцінки поверхневих вод річки Турія за вищими водними рослинами.

Матеріали дослідження: відбір проб води проводився особисто один раз, аналіз проб води виконано у Волинському обласному центрі з гідрометеорології

та взято частину показників. Вказані види рослин визначались під час проведення польових досліджень на тестовій ділянці.

Практичне значення одержаних результатів. Отримані результати можуть бути використані в природоохоронній діяльності для покращення екологічного стану річки Турія.

Апробація результатів та публікації.

1. Кузьмич М. В. «Оцінка екологічного стану р. Турія». Матеріали XVII Міжнародної науково-практичної конференції «Молода наука Волині: пріоритети та перспективи досліджень» (16-17 травня 2023). Луцьк: ВНУ ім. Лесі Українки, 2023. С. 984-986.

2. Кузьмич М. В. «Вищі водні та прибережно-водні рослини як індикатори якості поверхневих вод річки Турія». Матеріали XVIII Міжнародної науково-практичної конференції «Молода наука Волині: пріоритети та перспективи досліджень» (16-17 травня 2024). Луцьк: ВНУ ім. Лесі Українки, 2024. С. 984-986.

Брав участь у I турі Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт зі спеціальності 101 Екологія серед здобувачів першого і другого рівнів вищої освіти Волинського національного університету імені Лесі Українки. Назва роботи – «Екологічна оцінка якості води річки Турія».

Структура роботи. Дана магістерська робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку опрацьованої літератури та додатку. Основний зміст роботи викладено на 53 сторінках друкованого тексту без додатку. Роботу ілюстровано таблицями (9) та рисунками (2). Список літератури складає 51 літературне джерело.

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА БАСЕЙНУ РІЧКИ ТУРІЯ

1.1. Еколого-географічна характеристика басейну р. Турія

Річка Турія – це типова рівнинна річка України, що належить до водозбірного басейну, а також є правою притокою першого порядку р. Прип'ять. Річкова мережа Волині наразі представлена 137 річками, з яких 70 мають довжину більше ніж 10 (км). В річковій мережі одна частина річок належить до басейну Дніпра, інша частина – до басейну Західного Бугу.

Свій початок річка Турія бере на північно-західному схилі Сокальсько - Торчинської гряди Волинської височини на 2 (км) південніше с. Затурці. На береговій смузі розміщено 39 населених пунктів, найбільшим з яких є м. Ковель. Сама річка належить до середніх, має довжину 202 (км) та площу водозбірного басейну – 2 969 (км²). Для річки Турія характерна значна зарегульованість русла, через яку у річковій мережі присутні штучні водойми та осушувальні системи [14; 21; 27].

Згідно Методики визначення масивів поверхневих та підземних вод річка Турія належать до території 16 екорегіону, Східні рівнини [28].

За типологією висот річка належать до категорії низовини, < 200 (м) над рівнем моря. Витік річки Турія розміщені на висоті 218 (м) над рівнем моря, проте більша частина річкового басейну розміщена на висоті < 200 (м).

За типологією розміру, річка Турія належить до великих річок (із площею водозбору > 1000 до 10000 км²).

За типологією геології, річки Турія відповідає дескриптору органічні [28].

В басейні р. Турія знаходиться п'ять великих осушувальних систем загальною площею 19755 (га) такі як: «Верхів'я р. Турія» площею 2905 (га), «Красновольська» площею 8405 (га), «Кричевицька» площею 3549 (га), «Стобихівська» площею 2451 (га), «Сошичнянська» площею 2445 (га) [14; 17; 21]. Постійні спостереження над гідрологічними показниками здійснюється на 2-х постах - вище і нижче м. Ковель, де вимірювання показників проводяться 7 разів на рік.

1.1.1. Геологічні та геоморфологічні особливості

Досліджувана територія, згідно геоморфологічного районування, поділяється на дві області, які різко відрізняються за походженням і будовою рельєфу.

Волинську область перетинає частина головного Європейського вододілу, який розмежує басейни річок Чорного та Балтійського морів, тобто Прип'яті та Західного Бугу. Річка прокладає своє русло у верхній течії Волинської височини, де абсолютні висоти становлять 200 – 250 (м). Швидкість течії невелика – 0,1 – 0,2 (м/с), глибина становить – 0,5 – 2,5 (м). Басейн річки має загальний похил із півдня на північ та розміщений на території двох морфоструктур. Розвинутий яружно-балковий рельєф, вододіли добре виражені, річкові долини глибоко врізані, русло слабозвивисте. Проте більша частина площі басейну лежить у межах Поліської низовини, де абсолютні висоти не перевищують 200 (м). Тут проглядається, що долини річки широкі, для русла характерне меандрування, відбувається утворення численних рукавів та стариць. У верхній та середній частині рельєф басейну ускладнений карстовими формами (западинами і воронками), та флювіогляціальними (камами й озами). У нижній частині поширені еолові (дюни) та льодовикові (моренні горби) форми рельєфу. В залежності від поширення генетичних типів рельєфу, а також їх співвідношень, область Волинської акумулятивної рівнини поділяється на 7 геоморфологічних районів, з яких на території басейну річки Турія представлені: Любомль-Ковельський кінцево-моренний район, Поворсько-Маневицький кінцево-моренний район, Турійсько-Оваднівський денудаційний район [5; 6; 26].

Перша частина басейну р. Турія знаходиться в долині Турійсько-Оваднівського денудаційного району. Поверхня даної території в більшості перевищує висоту 200 (м) над рівнем моря. Підняті поверхні вкриті дерново-карбонатними ґрунтами та займають досить великі площі. Наявні чималі улоговини утворені льодовиковими ріками і карстовими процесами. Друга частина басейну річки Турія належать до Любомль-Ковельського кінцево-моренного району. У ньому спостерігається типове сполучення горбистих форм

водно-льодовикової і моренної акумуляції з хвилястими денудаційними формами в крейдових відкладах, що слугують фундаментом для акумулятивних форм. Також значно поширені карстові форми, що в багатьох місцях зайняті болотами та озерами. Третя частина басейну знаходиться поблизу м. Ковель і відноситься до Поворсько-Маневицького кінцево-моренного району. Дане місце характеризується своєю флювіогляціальною полого-хвилястою поверхнею. Басейн річки заповнений товщею осадових відкладів протерозою і палеозою, які перекриті відкладами мезозою і кайнозою. Слід підкреслити, що відклади крейди формують суцільний шар потужністю від 25 м. Крейдові відклади перекриті четвертинними, які представлені переважно суглинками, пісками, супісками, тощо. Їхня потужність вимірюється від десятків сантиметрів до сотні метрів. Найменша потужність характерна для території басейну в середній течії, де спостерігається вихід крейдових відкладів на поверхню, внаслідок чого тут розвиваються карстові процеси. Четвертинні відклади представлені більшістю гляціальними та флювіогляціальними відкладами Дніпровського зледеніння, окрім того, значні площі займають болотні та алювіальні відклади [6; 20; 26; 39].

Басейн характеризується наявністю кількох водоносних горизонтів, які мають зв'язки із поверхневими водами. Перший від поверхні горизонт формується у відкладах четвертинного віку, залягає на глибині від десятків сантиметрів у заплавах річок до 3-5 (м) на вододілах. Основний водоносний горизонт розташований у відкладах верхньої крейди, а вихід його вод на поверхню представлений 21-м природним джерелом. Також наявні водоносні горизонти у відкладах верхнього протерозою, кембрію, силуру, девону, кам'яновугільного періоду та палеогену [5].

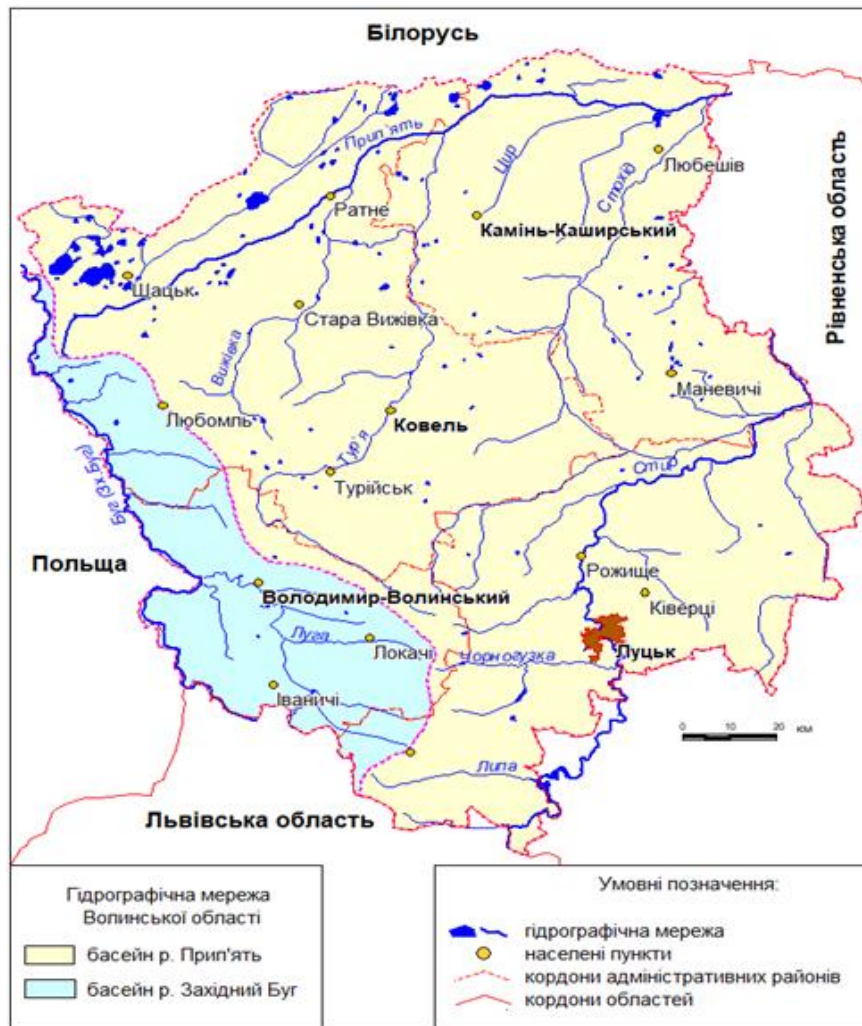
1.1.2. Гідролого-кліматичні особливості

Річка Турія належить до східноєвропейського типу річок, її водний режим характеризується досить яскраво вираженим весняним водопіллям і низькою літньо-осінньою та зимовою меженню. Гідрографічна мережа водотоку добре розвинута, натомість в його басейні налічується 50 річок, 15 із яких мають протяжність понад 10 (км), а густота річкової сітки становить 0,22 (км/км²).

Серед найбільших приток можна виділити: р. Воронка, р. Рудка, р. Бобрівка, р. Дурниця. Дана гідрографічна мережа (рис. 1.1) включає в себе приблизно 30 озер карстового та заплавного походження, у тому числі і болота. Унаслідок зарегульованості русла під час весняного водопілля рівні води в річці високо не підіймаються. В окремі роки виділяються підйоми рівня, що під час паводків влітку перевищують рівні весняного водопілля [33; 43].

У Турії яскраво виражена весняна повінь та низька межінь, часто порушена проходженням літніх і зимових паводків, викликаних зимовими відлигами або випаданням рясних дощів. Висота підйому повені складає в середньому від 0,3 до 1,0 (м). Початок повені відноситься до початку березня, закінчується в другій половині квітня, інколи в першій половині травня. Пік повені спостерігається в кінці березня – на початку квітня. Літню-осінню межінь можемо спостерігати у період з травня-червня по листопад. Низькі рівні відмічаються в серпні-вересні. Для території басейну річки Турія характерний помірно-континентальний клімат з м'якою зимою з короткотривалими морозними періодами і частими відлигами, помірно-теплим літом, зяжкою весною та осінню. На формування клімату найбільше впливають повітряні маси, що надходять з Атлантичного океану, а також із тропічних зон [39; 40; 43].

Висока інфільтрація, рівнинний характер місцевості, та наявність боліт в басейні утворює несприятливі умови у формуванні поверхневого стоку. Середня річна витрата води в гирлі ріки становить біля 19 м³/с. Каламутність води змінюється від 1,6 до 25-30 г/м³, середня – 4,76 г/м³. Найбільше значення спостерігається в період весняної повені. На живлення річки припадає близько 90 % на атмосферні опади і лише 10 % – на підземні води. Замерзає на початку грудня, скресає в середині березня. Найменша тривалість світлового дня – 7 год 57 хв 26 с, найдовша – 16 год 30 хв 13 с. В теплий період року, з квітня по вересень тривалість сонячного світла становить вище 150 год у місяць. В холодний період, з листопада по лютий, через досить велику хмарність, вона менша ніж 100 год у місяць [40].



1.1.3. Ґрунтовий покрив басейну річки Турія

Ґрунтовий покрив Західного Полісся, де розташована річка Турія, характеризується мозаїчною структурою з чіткими географічними закономірностям. Для басейну типовими є: низинний рельєф, складений переважно піщаними та супіщаними четвертинними відкладами з близьким заляганням крейдових відкладів; значні площі хвойно-широколистяних лісів; болота і перезволожені землі; льодовикові форми рельєфу; густа річкова мережа. У ґрунтовому покриві басейну домінують зональні дерново-підзолисті ґрунти. У середній течії річки, унаслідок близького залягання до поверхні відкладів крейди, мозаїчно поширені дернові карбонатні ґрунти. Щодо азональних ґрунтів то вони займають великі площі займають торфово-болотні ґрунти та низові торфовища, що формуються переважно в долинах річок [5; 6; 45].

Для верхньої течії басейну річки Турія характерними є такі типи ґрунтів: дерново-слабо- і середньопідзолисті піщані та глинисто-піщані ґрунти, дернові супіщані і суглинкові ґрунти, дерново-слабопідзолисті глейові піщані і глинисто-піщані ґрунти, дерново-карбонатні ґрунти на елювії щільних карбонатних ґрунтів, лучні опідзолені оглеєні ґрунти, антропогенні оторфовані лучні супіщані і легкосуглинкові ґрунти, дерново-середньопідзолисті супіщані і суглинкові ґрунти.

Для середньої течії басейну річки Турія характерними є такі типи ґрунтів: дернові супіщані і суглинкові ґрунти, сірі опідзолені ґрунти, дернові карбонатні ґрунти на елювії щільних карбонатних порід, дернові оглеєні піщані і глинисто-піщані ґрунти, дерново-слабопідзолисті, глейові піщані і глинисто-піщані ґрунти, дернові приховано-підзолисті і слабопідзолисті, глеюваті піщані і глинисто-піщані ґрунти торфовища низинні.

Для нижньої течії басейну річки Турія характерними є дернові приховано-підзолисті і слабопідзолисті, дернові супіщані і суглинкові ґрунти, глеюваті піщані і глинисто-піщані ґрунти, дерново-слабопідзолисті, глейові піщані і глинисто-піщані ґрунти, болотні ґрунти, торфово-болотні ґрунти [5; 27; 45].

У межах території даного басейну виділяють такі агроґрунтові райони:

- Луцько-Рівненський (верхів'я річки Турія), для якого характерний горбистий та хвилястий рельєф дренований балками, а також річками, зі значним поширенням ерозії ґрунтів. На орних землях вирощують цукровий буряк, озиму пшеницю, овочі, плодово-ягідні культури;

- Ковельський (середня течія р. Турія), для якого притаманний хвилястий рельєф, де великі крейдянні горби чергуються з льодовиковими й еоловими формами та глибоким заляганням підґрунтових вод. Лісові масиви займають 15-34% площі, орні землі становлять 30-47%, а провідними сільськогосподарськими культурами є озима пшениця, жито, льон, картопля, кукурудза;

- Шацький (відносно невелика частина басейну р. Турія), для якого характерні слабо-хвилястий рельєф у вигляді понижень, низьких вододілів і широких плоских низин – це понижена моренно-зандрова, слабодренована рівнина із заляганням близько до поверхні підґрунтових вод [6; 45].

1.1.4. Природоохоронні території

В межах території річкового басейну річки знаходяться 74 об'єкти ПЗФ, що відносяться до 4 категорій природно-заповідних об'єктів – заказники, парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва, пам'ятки природи, заповідні урочища. У басейні річки Турія знаходяться наступні об'єкти і території ПЗФ: 10 ботанічних заказників, 4 лісові заказники, 11 гідрологічних заказників, 2 заповідні урочища, 6 загальнозоологічних заказників, 1 загальногеологічний заказник, 11 ландшафтних заказників, 3 зоологічні пам'ятки природи, 4 гідрологічні пам'ятки природи, 20 ботанічних пам'яток природи, 2 парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва. Із 74-ох об'єктів на територій ПЗФ лише 24 мають площу, яка перевищує 50 (га), з них 4 об'єкти ПЗФ мають загальнодержавне значення. Вагому частку по кількості об'єктів ПЗФ у басейні Турії становлять ботанічні пам'ятки природи – 27,03%, найменшу – загальногеологічні заказники – 1,35; щодо розподілу за площею, то найбільший відсоток припадає на загальнозоологічні заказники, найменший – на парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва (0,05%). Загальна площа ПЗФ басейну становить 22956,08 га, фактична – 22954,48 га. Коефіцієнт заповідності басейну р. Турія становить

7,75 %. Із територій ПЗФ загальнодержавного значення (усього в басейні їх 4 : ботанічний заказник «Губин», гідрологічна пам'ятка природи «Озеро Добре», ландшафтний заказник «Нечимне», ботанічний заказник «Вутвицький»). На думку Ю. А. Злобіна гранична площа природно-заповідних територій, яку можна вважати екологічно стабільною, складає до 50 га. Ступінь розчленованості природно-заповідних територій відображає показник інсуляризованості. Значення цього коефіцієнта лежать у межах від 0 (повністю відсутня) до 1 (максимальна), всі природно-заповідні об'єкти нестійкі, і мають площу менше ніж 50 га [31; 32; 33].

Чим вищий коефіцієнт інсуляризованості, тим важливішу роль в загальній території, що охороняється, відіграють невеликі ділянки, які не мають екологічної стабільності, тобто їх роль у збереженні генофонду не досить висока. У басейні р. Турія ступінь розчленованості (інсуляризованості) природнозаповідних територій становить 0,35 [13; 20; 29; 31].

На території природоохоронних об'єктів зростають рідкісні види рослин, що внесені в міжнародні та національні Червоні списки: хамедафна чашечкова (*Chamaedaphne calyculata*), лілія лісова (*Lilium martagon*), меч-трава болотяна (*Cladium mariscus*), занесені в перелік ЧКУ, зростають у ботанічному заказнику «Вутвицький»; у ландшафтному заказнику «Нечимне» охороняються рідкісні види рослин, що знаходяться під охороною: булатка червона (*Cephalanthera rubra*), зозулині черевички справжні (*Cypripedium calceolus*), береза низька (*Betula humilis*), лілія лісова (*Lilium martagon*), росичка довголиста (*Drosera anglica*), плаунець заплавний (*Lycopodiella inupdata*). Така невелика кількість рідкісних водних рослин та тварин обумовлена досить масштабним осушенням боліт та сільськогосподарським освоєнням осушених земель у 70-80 рр. минулого століття. На зміну чисельності та на площу поширення водних рослин вплинуло також спрямлення русел та будівництво гідротехнічних споруд [12; 32; 33].

1.2. Екологічні аспекти господарського використання водних ресурсів

До змін природних особливостей басейну призводить активна господарська діяльність на території водозбору. Основними заходами господарської діяльності людини, що зумовлюють перетворення природних комплексів річки належать:

- проведення осушувальних меліоративних робіт;
- скиди забруднених зворотних вод точковими джерелами забруднення;
- забудова прибережних територій річок;
- спорудження інших гідротехнічних об'єктів;
- сільськогосподарське освоєння території та вирубка лісів [8; 16; 48].

Суттєвих змін басейн річки зазнав у ХХ столітті внаслідок проведення осушувальної меліорації, малося на увазі зменшення площ боліт та заболочених земель через пониження рівня ґрунтових вод. Так, у 1936 р. русло головної річки басейну довжиною 1,2 (м) було штучно спрямлене, меліорованість водозборів малих річок коливається від 16 % до 50 %, у басейні р. Турія розміщені 4 осушувальні системи: «Верхів'я р. Турія», «Турійсько-Дольська», «Воронка» та «Красновольська» [14; 20; 21].

Осушувальна система «Верхів'я р. Турія» споруджена у витоці річки та представлена постійними і тимчасовими каналами, колекторами і дренажем. Площа системи становить 29,05 км². Водоприймачем системи є власне річка Турія, яка на даному відрізку штучно спрямлена. Турійсько – Дольська осушувальна система споруджена у 1968-1970 роках та має площу 29,25 км². Вона розташована на південному заході Ковельського району та охоплює 6 населених пунктів. Меліоративна система «Воронка» споруджена у 1962-1965 роках та має загальну площу 48,70 км² [14; 21].

Система розміщена у долині річки Воронка – правої притоки Турії першого порядку. Красновольська осушувальна система споруджена у 1963-1965 рр. у басейні лівої притоки Турії – річці Рудка. Система розміщена вище м. Ковель у межах Ковельського району, має площу 84,05 км². Попри збільшення площ земель, придатних до використання у сільському господарстві, результатом

проведення осушувальних робіт у басейні р. Турія стало виникнення цілої низки негативних явищ: пересихання та скорочення довжини русел малих річок і струмків, порушення у гідрологічному режимі басейну, підвищений розвиток процесів замулення та евтрофікації, загроза самозаймання торфовищ, розвиток процесів повторного заболочення.

Споруджена низка інших гідротехнічних споруд, окрім меліоративних систем на території басейну річки, зокрема, у середній течії р. Турія у м. Ковель споруджене водосховище площею дзеркала води 0,548 (км²) та об'ємом 1,27 млн км³. Водойма була призначена для регулювання стоку річки з метою забезпечення водними ресурсами підприємства «Ковельсільмаш». Для рибогосподарських потреб водосховища було побудовано у басейні р. Чорна – Мощенське та р. Дурниця – Кривечівське. Також, в басейні можна побачити цілу низку ставків призначених для різноманітних господарських потреб: розведення риби, зрошення сільськогосподарських угідь тощо [13].

Зі стоками дощових вод до гідрографічної мережі басейну потрапляє ціла низка речовин, котрі забруднюють водне середовище, але особливу небезпеку становить забруднення прибережних смуг, шкода також завдається за рахунок водовідведення із підприємств та комунальних господарств і поселень. Варто підкреслити, що відведення дощових стічних вод із міста відбувається без попереднього очищення за допомогою дощозбірників каналізаційної системи. Причиною аварійних ситуацій та разових скидів у річку забруднених вод є те що, каналізаційна система м. Ковель функціонує із 1964 р. (термін експлуатації 20-50 р), що дуже позначається на якості води в річці.

Лісистість басейну у 2020 р. становила 36 %, ця цифра вище загального показника лісистості у регіоні, у Волинській області ліси займають 34,1 % площі. У нижній течії ліси є досить залісненні, поширені рівномірно по всій території басейну. За рахунок посадки, підсіву та природного відновлення лісу у лісовому фонді протягом 2010 – 2020 років спостерігається збільшення площ лісових насаджень на 2 % (74 км²). Однак, лісозаготівля, санітарні рубки та ін. призвели до зменшення лісистості та появи відкритих територій і галявин [38].

Зменшується лісистість басейну через населення регіону, котре збільшує площі сільськогосподарських угідь. Скорочення площ лісових масивів зумовлює зниження задернованості ґрунту та призводить до його деградації. Як наслідок, пришвидшується поверхневий стік, збільшується концентрація твердого матеріалу та біогенних речовин у річкових водах. Таке невірне використання територій басейну зумовлює зростання концентрації забруднюючих речовин у річкових водах унаслідок нераціонального використання мінеральних добрив та засобів захисту рослин. Окрім того, розораність значних площ басейну несе за собою перенесення часточок ґрунту у водотоки, що зумовлює збільшення твердого стоку та замулення русел [7; 8; 16; 47].

Якщо не припинити такі господарські заходи, то це призведе до негативних та докорінних трансформацій у природно-територіальних комплексах басейну, буде порушено екологічну рівновагу басейну, зміниться біорізноманіття, знизиться самоочисна здатність водотоків [41].

1.3. Історія фітоіндикаційних досліджень

Фітоіндикаційні дослідження мають довготривалу історію, коли пошук чи вирощування якоїсь рослини людина пов'язувала з певними екологічними умовами. Вивчення рослин у природі призвело до висновку, що кожен вид зростає у певних екологічних умовах. Сучасні екологічні методи дозволяють встановити відношення рослин та їх угруповань до умов середовища, тобто фітоіндикація дає можливість оцінити екологічні режими на основі певних ознак видів чи їх угруповань [11; 15].

Отже, що таке взагалі фітоіндикація – це складова частина розділу дисципліни біоіндикації, яка є прикладним напрямком екології і розробляється для оцінки факторів середовища за біологічною складовою, насамперед рослинністю. Можна сказати що це визначення умов середовища за характером і станом рослинності [10; 11; 36].

До фітоіндикації за останні десятиліття прикута увага багатьох дослідників. Роботи ведуться в різних напрямках і охоплюють велике коло проблем. Застосовуються як аутфітоіндикаційні підходи (альго-, ліхено-, мікоіндикація, індикація на основі судинних рослин та їх певних ознак), так і синфітоіндикаційні, тобто на основі рослинних угруповань, які вважаються більш інформативними [11; 17; 18; 22].

У роботах Я. П. Дідуха та П. Г. Плюти, присвячених фітоіндикації, висвітлено три періоди розвитку фітоіндикації [11].

Зазначається, що перший період тривав протягом ХІХ століття. У цей час відбувається формування та розвиток екології видів, поступовий перехід від організменного рівня, як об'єкта дослідження, до надорганізменних систем, хоча переважно дослідження цього періоду стосується окремих особин. Ряд вчених, зокрема А. Гумбольдт, Вармінг, працюють над виявленням взаємозв'язків між рослинним покривом і екологічними умовами існування. Датський учений Вармінг виділив чотири групи рослин за відношенням до умов середовища: гідрофіти, мезофіти, ксерофіти, галофіти [11; 44].

Другий період розвитку розпочався на зорі ХХ століття і тривав до 60-х років ХХ століття. Це досить яскравий період, пов'язаний з дослідженнями та відкриттями у науці екологія. Відбувається перехід від організменного рівня, як об'єкта вивчення аутокології, до екології популяцій – демекології та екології угруповань – синекології. У цей період стрімко розвиваються такі дисципліни як ґрунтознавство, геохімія, геоботаніка. У 1926 році вийшла фундаментальна праця В. І. Вернадського «Біосфера», виникло вчення про біосферу [11; 30; 43].

У роботах Ж. Браун-Бланке розроблено класифікацію рослинності в залежності від екологічних особливостей угруповань рослин. Жозіас Браун-Бланке геоботанік, керівник франко-швейцарської школи геоботаніки. Класифікацією, яку він розробив, користуються і досьогодні. Учений ввів поняття «характерні види», це види з вузькою екологічною амплітудою, що є найкращими індикаторами [11; 24; 30].

Згідно праць Я. П. Дідуха та П. Г. Плюти, «третій період розпочався у 60-х роках ХХ століття та продовжується досі. Цей період характеризується виділенням фітоіндикації як самостійного наукового напрямку та в подальшому його диференціації, узагальненням матеріалів фітоіндикації, розробленням екологічних шкал, нових методів дослідження і оцінки екологічних факторів та їх динаміки, що дозволяє індикувати більш складніші закономірності не тільки локального, але й ландшафтного, регіонального і навіть глобального рівня. Важливою особливістю даного етапу є розвиток дистанційної (аеро- та космічної) фітоіндикації, а також модернізація математичного апарату» [11; 17].

Розробка нових методик тісно пов'язана з впровадженням персональної комп'ютерної техніки, без якої досягти сучасного наукового рівня було б неможливо. Узагальнення деяких напрямків фітоіндикаційних досліджень цього періоду здійснене в кількох монографіях та оглядах.

Спостерігається подальша диференціація та різноманіття напрямків фітоіндикації в залежності як від специфіки індикаторів, так і умов або факторів, які індикуються. Для оцінки середовища можуть бути впроваджені використання даних біохімічних аналізів, ботанічні, гідробіологічні, мікробіологічні чи зоологічні показники. Для безпосереднього їх отримання необхідне чітке володіння методами у сферах біології, хімії, фізики, геології, географії, дешифрування матеріалів дистанційних зйомок, навичок роботи з комп'ютером та його програмами, які використовують для точних обчислень [11; 19; 22; 24].

Синфітоіндикаційні дослідження можна розділити на декілька напрямків, виходячи з об'єкту дослідження або практичних потреб суспільства. Це такі напрямки, як агроіндикація, лісова індикація, гідроіндикація, галоіндикація, геоіндикація, індикаційне картування та ін.

Робіт з фітоіндикації кліматичних параметрів було опубліковано не досить достатньо, щоб детальніше вивчити всі особливості рослин. Найбільш помітними з них є ті публікації з фенології, які зв'язують фази розвитку рослин

з ходом кліматичних елементів, особливості розвитку рослинного покриву або окремих особин рослин в залежності від залягання снігу, індикують континентальність клімату або весь комплекс кліматичних показників за рослинним покривом. Варто звернути увагу на те, що між агрокліматологією та фітоіндикацією мікроклімату в агроценозах, садах, виноградниках або лісах чітких меж немає і роботи по оцінюванню морозостійкості, за ознаками рослин, можна вважати індикаційними [11; 30].

Значну роль у фітоіндикаційних дослідженнях відіграють кількісні методи градієнтного аналізу та ординації, розроблені вісконсінською школою. За допомогою ординаційно-градієнтного аналізу оцінювалися в основному режими екологічних факторів трав'янистих угруповань (вологість, засолення ґрунту і інші). Роботи цієї школи, хоч і не мають безпосереднього відношення до фітоіндикації, є значним внеском в розвиток її методів. Пояснюється це тим, що будь-яка ординація за екологічними критеріями може бути використана для індикації умов середовища, але для цього класифікаційні одиниці повинні бути адаптовані для потреб фітоіндикації, як, наприклад, фітоіндикаційні шкали [11; 30].

Методи фітоіндикації широко використовують в системі моніторингу. Вони суттєво відрізняються від інших методів своєю дешевизною і можливістю одночасно охопити великі території, що підлягають індикації, а також відносною простотою інтерпретації. Вони дозволяють використати інформацію і оцінити режими тих дій, які під час спостереження мають нульову активність. Фітоіндикацію проводять на різних рівнях організації рослин: клітинному, анатомо-морфологічному, популяційному, тощо [11; 43; 44; 49; 50].

Зі збільшенням рівня організації фітоіндикаторів безпосередньо також збільшується складність їх реакцій, так як ланцюг причина - наслідок (індикатор-індикат) стає довшим, відповідно і ускладнюється їх взаємозв'язок з факторами середовища в екосистемах. При цьому фітоіндикацію на нижчих рівнях

використовують як окремо, так і включно до більш високих рівнів, де вона вже виступає у новій якості.

В останні роки з'явився термін «природоохоронна (созоекологічна) індикація». Цей напрям почав розвиватися, коли в суспільстві загострились проблеми навколишнього середовища. В основному він пов'язаний з одержанням інформації дистанційними методами і ґрунтується на визначенні меж забруднення за допомогою спектрометрування, теплової, радіолокаційної та лазерної зйомки. Відбувається аналіз залежності спектрів відбиття від фізіологічного стану рослин, а також інших факторів середовища, картуються межі несприятливих в екологічному відношенні зон [11; 30].

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Методи оцінки екологічного стану поверхневих вод

Згідно Методики екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями, екологічна класифікація водного об'єкта включає комплекс показників: фізико-хімічні, хімічні та біологічні. Кожен з цих комплексів показників дозволяє отримувати важливу інформацію, а при їх застосуванні разом - оцінювати водне середовище з екологічних позицій. Є дві великі групи методів оцінки якості води: гідрохімічні і біологічні [1; 2].

При фізико-хімічній оцінці якості води визначається її прозорість, концентрація завислих частинок (каламутність), іонний склад, загальна мінералізація, наявність органічних і біогенних речовин, концентрація розчинених газів, рН та інші. Ці абіотичні характеристики дуже важливі, але недостатні для повного уявлення про стан водної екосистеми. Більш детальну інформацію про те, як екосистема реагує на забруднення можна отримати, аналізуючи якісний і кількісний склад гідробіонтів та за наявності небезпечних речовин [25; 34; 35].

Біологічні методи оцінки якості води вказують на те, як відгукнеться планктон, бентос, макрофіти, інші гідробіонти на надходження у водне середовище хімічних речовин мінерального і органічного походження. Ступінь забруднення водних об'єктів оцінюється за присутністю чи відсутністю організмів-індикаторів, чисельності і біомаси населення забруднених і чистих зон, порівняння видового різноманіття. При такому порівнянні користуються абсолютними величинами та індексами видового різноманіття [2; 3; 43; 44; 49].

Метод оцінки якості води (як середовища існування гідробіонтів) за видовим складом та показниками кількісного розвитку видів-індикаторів і структури утворених ними угруповань називається біоіндикацією. Біоіндикатори якості води – це організми, присутність, кількість або особливість розвитку яких є показниками природних процесів або антропогенних впливів, що змінюють склад і властивості води як середовища їх існування. За кількісним

співвідношенням окремих представників флори та фауни можна судити про ступінь і характер забруднення та стан водних екосистем. Метод біоіндикації дозволяє, оцінювати ефективність роботи очисних споруд та поширення транскордонних забруднень [17; 18; 19; 49].

Основа екологічної оцінки класифікації якості поверхневих вод суші та естуаріїв побудована за екологічним принципом. Вона включає загальні і специфічні показники, котрі характеризують якість води. До загальних показників належать сольовий склад і трофо-сапробність вод, які можуть змінюватись під впливом природних процесів і господарської діяльності [2; 25].

Специфічні показники характеризують вміст у воді забруднюючих речовин - токсичних і радіонуклідів. Комплексна екологічна оцінка якості поверхневих вод суші включає три блоки спеціалізованих показників, а саме: блок показників за критеріями сольового складу, блок за трофо-сапробіологічними (еколого-санітарними) критеріями і блок за критеріями вмісту специфічних речовин (токсичної і радіоактивної дії) [25; 34; 42].

Характеристика вод за ступенем мінералізації та іонного складу дозволяє визначати галінність екосистем, що дозволяє передбачити, які саме гідробіоти переважатимуть у водному об'єкті. При високій мінералізації води в екосистемі можуть нормально розвиватись галофільні організми. Мінералізація та іонний склад води відображають природні умови формування якості води. У цьому випадку мова йде про надходження солей з ґрунтів прилеглих територій і перехід їх у водне середовище, проте такі зміни притаманні мінералізації та іонному складу води під впливом антропогенних чинників [19; 25; 37].

2.2. Екологічна оцінка якості поверхневих вод за відповідними категоріями

Якість поверхневих вод за період досліджень оцінювали за «Методикою екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями», яка набула чинності з 01 січня 1999 р. згідно наказу Мінекобезпеки України за №44 від 31.03.1998 р. та лишається загальноновизнаною при проведенні

гідроекологічних спостережень. Методика включає оцінку гідрохімічних параметрів води за трьома блоками: блок сольового складу (I_a), блок трофо-сапробіологічного (санітарно-гігієнічного) складу (I_b) та блок специфічних речовин токсичної дії (I_c) [1; 2; 7, 9; 17; 25; 37].

Згруповані по блоках щодо кожного наявного показника якості води, вихідні дані піддавались певній обробці: визначали мінімальні та максимальні (найгірші) значення, обчислювали середньоарифметичні значення, котрі всі разом характеризували мінливість величин кожного з показників якості води в реальних умовах дослідження.

Середні та найгірші значення для трьох блокових індексів якості води визначали через обчислення середніх значень, середніх і максимальних величин номерів категорій по показниках кожного блоку. При визначенні категорій, абсолютні величини показників порівнювали з регіональними екологічними нормативами гідрохімічних особливостей формування складу поверхневих вод України. З водоохоронної точки зору, насамперед, важливе значення (особливо за обмеженого обсягу інформації) має ступінь наближення значень показника до межі наступного класу, проводили розрахунок уточнення категорії за кожним гідрохімічним показником:

$$K_y = K + (AC - K_{\min}) / (K_{\max} - K_{\min}) \quad (2.1)$$

де: K_y – уточнене значення категорії; K – ціле число категорії якості вод, що відповідає номеру тієї категорії, до якої належить абсолютна величина показника; AC – абсолютна величина показника якості вод у пункті контролю; K_{\min} і K_{\max} – найменше і найбільше значення діапазону величин категорії якості вод, до якої належить абсолютна величина показника.

Середні значення для трьох індексів якості води визначали шляхом прорахунку середнього номера категорії за всіма показниками даного блоку. Етап об'єднаної оцінки якості води для певного водного об'єкта в цілому або для окремих його ділянок полягав в обчисленні інтегрального або екологічного індексу (I_e). Екологічний індекс якості вод (I_e) розраховується як середньоарифметичне індексів сольового блоку (I_a), трофо-сапробіологічного

(I_b) та біологічного (I_c) індексів:

$$I_e = (I_a + I_b + I_c) / 3 \quad (2.2)$$

Назви, надані класам і категоріям якості вод за їх екологічним станом, визначаються за такою шкалою: I клас з однією категорією (1) – відмінні; II клас – добрі, з двома категоріями: дуже добрі (2) і добрі (3); III клас – задовільні, з двома категоріями: задовільні (4) і посередні (5); IV клас з однією категорією (6) – погані; V клас з однією категорією (7) – дуже погані. Назви, надані класам і категоріям якості вод за ступенем їх чистоти (забрудненості), визначали за шкалою: I клас з однією категорією (1) – дуже чисті; II клас – чисті, з двома категоріями: чисті (2) і досить чисті (3); III клас – забруднені, з двома категоріями: слабо забруднені (4) і помірно забруднені (5); IV клас з однією категорією (6) – брудні; V клас з однією категорією (7) – дуже брудні [25].

2.3 Екологічна оцінка якості води фотоіндикаційним методом

Методику комплексної екологічної оцінки стану водного середовища за ВВР (I_f) розроблено М. О. Клименком, Ю. Р. Гроховською та апробовано на річках басейну Західного Полісся. Цінність методики полягає у численних перевагах: потребує мінімальних витрат, простоті, інформативності, можливості виходу на рівень комплексної екологічної оцінки стану водного середовищ, дає змогу визначити інтегральну токсичність середовища, незалежно від джерел і складу стічних вод [17].

На думку Я. П. Дідуха та П.Г. Плюти, у фітоіндикації є три ознаки, що визначають придатність її для екологічних досліджень і експертиз – чутливість, візуальність та емерджентний характер змін рослинного покриву. Найпростішу оцінку з практичної точки зору можна виконати за видовою різноманітністю та наявністю чутливих до забруднення видів. Для досить швидкої оцінки водного середовища за вищою водною рослинністю найзручніше вираховувати відношення загальної кількості видів ВВР (вища водна рослинність) водного об'єкта або його ділянки до кількості чутливих видів [11; 15; 17; 18; 24].

На різних рівнях організації водної рослинності – видовому (наприклад, за морфологічними ознаками рослин), популяційному (за щільністю, фітомасою, життєвістю популяцій), ценотичному (за видовою різноманітністю угруповань та іншими гідроботанічними характеристиками) – можна опосередковано оцінювати рівень токсичності.

Найбільшою чутливістю до якості води володіють занурені рослини, адже у них контакт з водним середовищем максимальний, а найменшою чутливістю до стану водного середовища з усіх екологічних груп володіють прибережні повітряно-водні рослини [17; 22].

Методика комплексної екологічної оцінки стану водного середовища за вищими водними рослинами (ВВР), є системним підходом, який дозволяє визначати екологічний стан водних екосистем, використовуючи вищі водні рослини як біоіндикатори. Ця методика спрямована на оцінку не тільки фізико-хімічних показників води, але й біологічних параметрів, що забезпечують більш точну та всебічну оцінку стану водних об'єктів.

Ключові елементи методики [17; 22]:

1. Фітоіндикація як основа методики:

Вищі водні рослини (макрофіти) є головними індикаторами стану водних екосистем. Їх використання базується на тому, що вони чутливі до змін у водному середовищі, таких як:

- Зміна хімічного складу води (вміст органічних речовин, важких металів, солей);
- Евтрофікація (перенасичення вод поживними речовинами, такими як азот та фосфор, що призводить до сильного росту рослин і, відповідно, деградації екосистем);
- Фізико-хімічні зміни, така як температура, кислотність (рН) і концентрація розчиненого кисню.

2. Оцінка на основі інтегральних екологічних показників:

Методика передбачає використання інтегральних екологічних показників, які впливають на клас якості води на основі біологічних і хімічних показників.

Включені показники:

- Трофо-сапробні індекси, що починає рівень органічного забруднення;
- Індекси токсичних речовин, які враховують вміст важких металів і хімічних забруднювачів;
- Специфічні показники для різних екологічних груп макрофітів, які дозволяють оцінити їхню реакцію на ті чи інші фактори забруднення.

3. Збір даних і моніторинг

Полеві дослідження включають дослідження видового складу макрофітів і даних про фізико-хімічні параметри води. Досліджуються такі показники, як:

- Видовий склад макрофітів;
- Проективне покриття;
- Місцезнаходження окремих видів.

Ці дані допомагають дослідити стан водної екосистеми та її зміни у відповідь на різні типи впливу.

4. Гідрохімічні показники

- Компоненти сольового блоку;
- Показники трофо-сапробіологічного блоку;
- Специфічні речовини токсичної дії.

Гідро-морфологічні елементи, хімічні та фізико-хімічні елементи розглядаються у ВРД (Водна Рамкова Директива) як такі, що підтримують біологічні елементи. Водна флора і фауна теж розглядається як елемент якості, у т.ч. макрофіти і фітобентос (табл. 2).

Таблиця 2

Біологічні елементи якості (EU Water Framework Directive 2000/60/EC)[3]

<i>Елемент</i>	<i>Відмінний стан</i>	<i>Добрий стан</i>	<i>Задовільний стан</i>
1	2	3	4

1	2	3	4
Макрофіти та фітобентос	<p>Таксономічний склад відповідає повністю або майже повністю непорушеним умовам.</p> <p>Немає помітних змін у середній розповсюдженості макрофітів та фітобентосу</p>	<p>Існують невеликі зміни у складі та розповсюдженості таксонів макрофітів та фітобентосу порівняно з типоспецифічними угрупованнями. Такі зміни не свідчать про будь-який прискорений розвиток фітобентосу або вищих форм рослинності, що могло б призвести до небажаних змін у балансі організмів.</p>	<p>Склад таксонів макрофітів та фітобентосу помірно відрізняється від типоспецифічного угруповання та значно більше деформований, ніж при доброму стані.</p> <p>Наявні помірні зміни в середній розповсюдженості макрофітів та фітобентосу.</p> <p>Бактеріальні пучки та оболонки, що з'явилися у результаті антропогенної діяльності, можуть втручатись у фітобентосні угруповання та, у деяких випадках, їх замінювати.</p>

5. Класифікація екологічного стану

За результатами аналізу макрофітів і гідрохімічних даних створюється класифікація водних об'єктів за екологічними показниками. Відповідно до ВРД ЄС, якість поверхневих вод відноситься до 5 класів [3]:

- Дуже добра;
- Добра;
- Задовільна;
- Погана;
- Дуже погана.

На основі проведення екологічної оцінки водного об'єкта розробляють рекомендації щодо покращення стану водних ресурсів або відновлення екосистем.

6. Адаптація до Водної Рамкової Директиви ЄС

Методика розроблена з вимогами Водної Рамкової Директиви ЄС, яка є міжнародним стандартом для оцінки та збереження водних ресурсів. Це дозволяє використовувати методику не тільки в Україні, але й для інтеграції результатів досліджень в європейські екологічні програми [3; 17; 22].

На основі вивчення видової різноманітності макрофітів, чисельності чутливих до забруднення води видів, рівня сприятливості умов водного об'єкта або його ділянки для розвитку рослинності, розраховано кількісний показник – індекс фітоіндикації екологічного стану водних екосистем за вищою водною рослинністю.

Величина індексу фітоіндикації залежить від видової різноманітності ценозів, наявності чутливих видів, прозорості води, а ефективність фітоіндикації або межі застосування залежать від обраних для характеристики ділянок. Зростання значення індексу вказує на зниження якості води та погіршення стану водного середовища. З метою порівняння видового складу введено коефіцієнт сприятливості для розвитку ВВР ($k_{спр}$), і, залежно від чутливості виду до забруднень, коефіцієнт значущості індикатора (z_i).

Якщо прозорість води перебуває в межах 0,2-2,0 м, індекс фітоіндикації можна розраховувати за формулою [17]:

$$I_f = (2.5 * k_{спр} * N) / \sum z_i \quad (2.3.1)$$

де: N – загальна кількість видів на майданчику площею 50 м²; n – кількість занурених видів + кількість індикаторів (чутливих видів), $n > 0$; $k_{спр}$ – коефіцієнт сприятливості для розвитку угруповань ВВР (вводять з метою порівняння видового складу водних об'єктів або їхніх ділянок, що різняться за гідрологічними та гідрофізичними характеристиками); z_i – коефіцієнт

значущості індикатора (визначається залежно від чутливості виду до забруднень).

«Перший поділ водних рослин на групи здійснив Теофраст Ерезоський (371 – 286 рр. до н. е.). Він за зовнішнім виглядом виділив власне водні рослини (ehydra), прибережні (kathydra), болотні (heleia) і амфібійні.

Термін «гідрофіти» для позначення рослин, які ростуть у водному середовищі вперше був застосований на початку ХІХ століття данським ботаніком-географом Й. Ф. Скоу (1823).

Як уже зазначалось, у 1901 році данський еколог Е. Вармінг (1901) виділив чотири групи рослин виходячи з їх ставлення до води: гідрофіти, ксерофіти, галофіти і мезофіти.

Курт Ламперт (1900), німецький біолог, поділяв рослини на три групи:

- рослини з листям, зануреними у воду;
- рослини з листям, плаваючими на поверхні води;
- рослини, у яких частина пагонів знаходяться у воді, інша - знаходиться над водою».

В праці С. Гейни і Д. В. Дубини «Макрофіти – індикатори змін природного середовища» представлена класифікація життєвих форм водних і болотних макрофітів помірних широт Елленберга. Враховуючи функції екофаз, екоперіодів та екоциклів у розвитку водних та болотних рослин і методичні підходи Еленберга (1973) групи біоморф водних макрофітів об'єднують у такі типи [23]:

«Гідроморфні:	Еугідатофіти
	Аерогідатофіти
	Плейстофіти
Гідрогеломорфні:	Тенагофіти
	Плейстогелофіти
	Гідроохтофіти
	Охтогідрофіти
Геломорфні	Евохтофіти

	Улігінозофіти
Гігоморфні	Тріхогірофіти
Гігромезоморфні	Пелохтофіти
	Пелохтотерофіти».

РОЗДІЛ III. ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД Р. ТУРІЯ

3.1. Екологічна оцінка якості води р. Турія за фізико-хімічними показниками

Оцінку якості поверхневих вод р. Турія ми проводили за «Методикою екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями», за трьома блоками речовин [25].

Для дослідження було використано дані Волинського обласного центру з гідрометеорології (ВОЦГМ), створ для відбору проб води знаходився вище за течією м. Ковель.

3.1.1. Блок показників сольового складу

До першого блоку, сольового, відносять показники суми іонів, вмісту сульфатів та хлоридів. До другого блоку, трофо-сапробіологічного, входять показники прозорості, вмісту завислих речовин, рН, розчиненого кисню, ХСК (Mn), ХСК (Cr), БСК₅, нітрогену амонійного, нітратного, нітритного, фосфати. Третій блок, специфічних речовин токсичної дії, включає показники заліза, купруму, цинку, свинцю, хрому, нафтопродуктів, СПАР.

Середні значення для трьох блокових індексів якості води визначали шляхом розрахунку середніх значень номерів категорій за всіма показниками кожного блоку [25; 35].

Ми вирішили провести розрахунок уточнення категорії за формулою 3.1:

$$K_y = K + (A_C - K_{min}) / (K_{max} - K_{min}), \quad (3.1)$$

де: K_y – уточнене значення категорії;

K – ціле число категорії якості вод, що відповідає номеру тієї категорії, до якої належить абсолютна величина показника;

A_C – абсолютна величина показника якості вод у пункті контролю;

K_{min} і K_{max} – найменше і найбільше значення діапазону величин категорії якості вод, до якої належить абсолютна величина показника.

Згідно розрахованої категорії визначаємо клас якості води.

Для проведення розрахунку ми використали матеріали досліджень р. Турія за 2019 рік поквартально Волинського обласного центру з гідрометеорології. Відбори проб воли проводились вище м. Ковель.

До блоку показників сольового складу входять такі показники: сума іонів (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-}), хлориди, сульфати.

Хлориди і сульфати є одними з найбільш поширених видів забруднень у поверхневих водах. В поверхневій воді вони потрапляють шляхом вимивання осадових гірських порід, вилуговування ґрунту або як результат окислення сульфідів і сірки – продуктів розпаду білка зі стічних вод. Великий вміст сульфатів у воді може викликати корозію [9; 37; 47].

Таблиця 3.1.1.

Уточнені категорії екологічної якості води
показників сольового блоку [25]

Показник	Одиниці виміру	Період досліджень, уточнені категорії				Результати оцінки за значеннями ознак у періоди досліджень			
						середнє		найгірше	
		зима	весна	літо	осінь	значення	категорія	значення	категорія
Сума іонів (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-})	мг/дм ³	6,2	6,2	6,19	6,17	6,19	6	6,2	6
Хлориди	мг/дм ³	2,62	3,39	2,43	2,63	2,76	3(2)	3,39	3(4)
Сульфати	мг/дм ³	5,54	4,27	4,91	6,03	5,18	5	6,03	6
Блоковий індекс I_a						4,71	5(4)	5,2	5

У відповідності з «Методикою екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями» [25], було проведено оцінку якості поверхневих вод за сольовим складом.

Згідно розрахунку, поданого в таблиці 3.1. значення сольового блокового

індексу за середніми значеннями $I_{1\text{серед.}}$ становить 4,71, що відповідає уточненій категорії 5(4) (п'ята з переходом у четверту), а за найгіршими якість поверхневих вод блоковий індекс $I_{1\text{найгір.}}$ має значення 5,2 та відноситься до 5 (п'ятої) уточненої категорії, має стан «посередні-задовільні», за ступенем чистоти «помірно забруднені – слабо забруднені». Якість води р. Турія як за середніми так і за найгіршими значеннями показників сольового блоку відповідає III класу якості води, стан «задовільний», ступінь чистоти «забруднені».

3.1.2. Блок трофо-сапробіологічних показників

До блоку трофо-сапробіологічних показників належать: прозорість, рН, розчинений кисень, БСК₅, азот амонійний, азот нітратний, азот нітритний, біхроматна окислюваність, фосфор фосфатів.

Згідно оцінки якості поверхневих вод за екологічною класифікацією блоковий індекс $I_{2\text{серед.}}$ за середніми значеннями трофо-сапробіологічних показників становить 3,57, 3-4 категорія (між третьою і четвертою категорією якості води), за станом «добрі–задовільні», за ступенем чистоти «досить чисті – слабо забруднені» і відповідає II-III класу якості води, стан «добрий-задовільний», ступінь чистоти «чисті–забруднені».

Блоковий індекс $I_{2\text{найгір.}}$ за найгіршими значеннями, становить 4,02, що відповідає 4 (четвертій) уточненій категорії якості води, за станом «задовільні», ступінь чистоти «слабо забруднені» і відносяться до III класу якості води стан «задовільний», ступінь чистоти «забруднені».

Деякі показники трофо-сапробіологічного блоку мають досить низькі значення номерів категорій (табл. 3.1.2). Зокрема, найгірші значення номерів категорій у блоці має прозорість – 6 категорія, «погані» а за ступенем чистоти «брудні» води.

Одні з найгірших значень має нітроген нітритний. За середніми значеннями його вміст у воді відповідає 5 категорії за станом «посередні», а за ступенем чистоти «помірно забруднені» і відносяться до III класу якості води «задовільні», «забруднені», а за найгіршими значеннями до 6 категорії, за станом

погані, за ступенем чистоти «брудні» і відповідають IV класу якості води «погані», «брудні» (табл. 3.1.2.) [25].

Таблиця 3.1.2.

Уточнені категорії екологічної якості води показників трофо-сапробіологічного блоку р. Турія [25]

Показник	Одиниці виміру	Період досліджень, уточнені категорії				Результати оцінки за значеннями ознак у періоди досліджень			
		зима	весна	літо	осінь	середнє		найгірше	
						значення	категорія	значення	категорія
Прозорість	м	6	6	6	6	6	6	6	6
pH	од. pH	3,1	2,5	2,3	2,6	2,63	2-3	3,1	3
Розчинений кисень	мгО ₂ /дм ³	1	1	1	1	1	1	1	1
Біхроматна окислюваність, ХСК	мгО ₂ /дм ³	3,1	3,89	4,5	3,44	3,73	4(3)	4,5	4-5
БСК ₅	мгО ₂ /дм ³	2,78	2,37	3,18	2,75	2,77	3(2)	3,18	3
Нітроген амонійний	мгN/дм ³	5,02	4,68	4,84	5,39	4,98	5	5,39	5(6)
Нітроген нітратний	мгN/дм ³	4,74	4,21	3,26	4,42	4,16	4	4,74	5(4)
Нітроген нітритний	мгN/дм ³	5,31	4,0	5,62	5,93	5,22	5	5,93	6
Фосфати	мгP/дм ³	1	1	2,2	2,33	1,63	1-2	2,33	2(3)
Блоковий індекс I_g						3,57	3-4	4,02	4

Деякі показники трофо-сапробіологічного блоку мають досить низькі значення номерів категорій (табл. 3.1.2). Зокрема, найгірші значення номерів категорій у блоці має прозорість – 6 категорія, «погані» а за ступенем чистоти «брудні» води.

Одні з найгірших значень має нітроген нітритний. За середніми значеннями його вміст у воді відповідає 5 категорії за станом «посередні», а за ступенем чистоти «помірно забруднені» і відносяться до III класу якості води «задовільні», «забруднені», а за найгіршими значеннями до 6 категорії, за станом

погані, за ступенем чистоти «брудні» і відповідають IV класу якості води «погані», «брудні» (табл. 3.2).

Також низькі значення номерів категорій має нітроген амонійний. За середнім значенням він відноситься до 5 категорії якості води, за станом «посередні», а за ступенем чистоти «помірно забруднені» і відповідає III класу якості води, «задовільні», «забруднені». Це свідчить про свіже забруднення води р. Турія органічними речовинами.

Найкращі значення показників має фосфор фосфатів, за середнім значенням знаходиться між першою та другою (1-2) категорією, що відповідає I класу якості води – «відмінні», «дуже чисті». За найгіршим значенням друга з переходом до третьої категорії (2(3), що відповідає II класу якості води «добрі», «чисті» поверхневі води.

3.1.3. Блок специфічних речовин токсичної дії

Блок специфічних речовин токсичної дії включає такі речовини як залізо, мідь, цинк, хром, нафтопродукти, СПАР та ін.

Згідно оцінки якості поверхневих вод за екологічною класифікацією блоковий індекс $I_{с\text{ середн.}}$ за середніми значеннями специфічних речовин токсичної дії становить 2,99, 3 категорія (третья категорія якості води), за станом «добрі», за ступенем чистоти «досить чисті» і відповідає II класу якості води, стан «добрий», ступінь чистоти «чисті» табл. 3.1.3. Блоковий індекс $I_{2\text{ найгір.}}$ за найгіршими значеннями, становить 3,7, що відповідає 4(3) (четвертій з переходом у третю) уточненій категорії якості води, за станом «задовільні-добрі», ступінь чистоти «слабко забруднені-чисті» і відносяться до III-II класу якості води стан «задовільний-добрий», ступінь чистоти «забруднені-чисті».

Найгірші значення у III блоці мають показники міді. За середніми значеннями її вміст у воді відповідає 4 категорії якості води, за станом «задовільні», а за ступенем чистоти «слабко забруднені» і відносяться до III класу якості води «задовільні», «забруднені», а за найгіршими значеннями до 5(6) категорії (п'ятої з переходом у шосту), за станом «посередні-погані», за

ступенем чистоти «помірно забруднені-брудні» і відповідають III-IV класу якості води «задовільні-погані», «забруднені-брудні» (табл. 3.1.3).

Таблиця 3.1.3.

Уточнені категорії екологічної якості води показників блоку специфічних речовин токсичної дії р. Турія [25]

Показник	Одиниці виміру	Період досліджень				Результати оцінки за значеннями ознак у періоді досліджень			
						середнє		найгірше	
		зи ма	вес на	літ о	осі нь	значен ня	катего рія	значен ня	катего рія
Мідь	мкг/дм ³	4,17	3,0	3,0	5,36	3,88	4	5,36	5(6)
Залізо загальне	мг/дм ³	4	4,05	4,07	4,07	4,05	4	4,07	4
Цинк	мкг/дм ³	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1	1,0	1
Хром (6+)	мкг/дм ³	3,7	2,0	4,0	3,7	3,35	3(4)	4,0	4
Нафтопродукти	мг/дм ³	3,17	2,67	4,79	3,17	3,45	3(4)	4,79	5(4)
СПАР	мг/дм ³	-	3,0	3,0	3,0	2,25	2	3,0	3
Блоковий індекс I_c						2,99	3	3,7	4(3)

Найкращі значення показників має цинк, і за середнім значеннями і за найгіршими вони відповідають 1 категорії якості води та належать до I класу якості води – «відмінні», «дуже чисті».

3.1.4. Визначення інтегрального екологічного індексу якості води

Відповідно до методики «Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями» [25], було проведено визначення інтегрального екологічного індексу за формулою (3.2):

$$I_E = \frac{(I_a + I_6 + I_c)}{3}; \text{ де:} \quad (3.2)$$

I_a – індекс забруднення компонентами сольового складу;

I_6 – індекс трофо-сапробіологічних (еколого-санітарних) показників;

I_c – індекс специфічних показників токсичної і радіаційної дії.

Екологічний індекс якості води так як і блокові індекси, розраховується як за середніми так і за найгіршими показниками і позначається $I_{Есеред.}$ та $I_{Енайгір.}$ відповідно. Результати розрахунку блокових індексів та екологічного індексу якості води представлені у таблиці 3.1.4.

За результатами проведених розрахунків значення екологічного індексу становить за середніми значеннями $I_{Есеред}$ 3,76; за найгіршими $I_{Енайгір}$ – 4,31.

Згідно розрахунків за середніми та найгіршими значеннями найгірші результати мають показники сольового блоку, за середніми показниками індекс його відповідає уточненій категорії 5(4) (п'ята з переходом у четверту), а за найгіршими якість поверхневих вод блоковий індекс $I_{Інайгір.}$ має значення 5,2 та відноситься до 5 (п'ятої) уточненої категорії, має стан «посередні-задовільні», за ступенем чистоти «помірно забруднені – слабо забруднені». Як за середніми так і за найгіршими значеннями показників сольового блоку якості води р. Турія відповідає III класу якості води, стан «задовільний», ступінь чистоти «забруднені».

Таблиця 3.1.4.

Блокові індекси та екологічний індекс якості води р. Турія

Показники	Результати оцінки	
	за середніми значеннями	за найгіршими значеннями
Індекс сольового блоку, I_a	4,71	5,2
Індекс трофо-сапробіологічного блоку, I_b	3,57	4,02
Індекс блоку специфічних речовин токсичної дії, I_c	2,99	3,7
Екологічний індекс р. Турія, I_e	3,76	4,31

Показники трофо-сапробіологічного блоку за середніми значеннями відносяться до 3-4 категорії (між третьою і четвертою категорією якості води), за станом «добрі – задовільні», за ступенем чистоти «досить чисті – слабо

забруднені» і відповідають II-III класу якості води, стан «добрий – задовільний», ступінь чистоти «чисті – забруднені».

За найгіршими значеннями відповідають 4 (четвертій) уточненій категорії якості води, за станом «задовільні», ступінь чистоти «слабко забруднені» і відносяться до III класу якості води стан «задовільний», ступінь чистоти «забруднені».

Найкращі значення мають показники блоку специфічних речовин токсичної дії, за середніми значеннями вони належать до 3 категорії (третя категорія якості води), за станом «добрі», за ступенем чистоти «досить чисті» і відповідають II класу якості води, стан «добрий», ступінь чистоти «чисті».

За найгіршими значеннями відповідають 4(3) (четвертій з переходом у третю) уточненій категорії якості води, за станом «задовільні – добрі», ступінь чистоти «слабко забруднені – чисті» і відносяться до III-II класу якості води стан «задовільний-добрий», ступінь чистоти «забруднені – чисті»

Інтегральний екологічний індекс (I_e) якості поверхневих вод р. Турія за середніми значеннями показників становить 3,76 і відповідає 4(3) (четвертій з переходом у третю) категорії якості води, за станом «задовільні – добрі», за ступенем чистоти «слабко забруднені – досить чисті».

Екологічний стан якості води р. Турія за середніми значеннями показників належить до III-II класу, за станом «задовільні – добрі», за ступенем чистоти «забруднені – чисті».

Інтегральний екологічний індекс (I_e) якості поверхневих вод р. Турія за найгіршими значеннями показників становить 4,31 і відповідає 4(5) (четвертій з переходом у п'яту) категорії якості води, за станом «задовільні – посередні», за ступенем чистоти «слабко забруднені – помірно забруднені».

Екологічний стан якості води р. Турія за найгіршими значеннями показників належить до III класу, за станом «задовільні», за ступенем чистоти «забруднені».

3.2. Оцінка якості води річки Турія фітоіндикаційними методами

Для проведення дослідження ми скористалися методикою оцінки екологічного стану водних екосистем за вищою водною рослинністю, розробленою М. О. Клименком та Ю. А. Гроховською. Автори означеної методики запропонували кількісний показник – індекс фітоіндикації стану поверхневих вод за вищою водною рослинністю [17].

3.2.1. Флористичний склад вищих водних і прибережно-водних рослин річки Турія вище м. Ковель

Тестова ділянка для проведення досліджень знаходиться перед оз. Зеленське, вище м. Ковель, довжиною 100 м з обох сторін. Вибір ділянки обумовлено розташуванням у місцевості, яка ще не зазнала впливу міста Ковель, поблизу відсутній інтенсивний рух автотранспорту та житлова забудова, а також потрапляння побутових стічних вод. Дослідження видового складу рослин проводили на початку червня 2024 року. На обраній тестовій ділянці нами було виявлено 14 видів вищих водних рослин, які представлені у таблиці 3.2.1.

Таблиця 3.2.1

Види вищих водних і прибережно-водних рослин тестової ділянки річки Турія [51]

№	Назва виду
1	2
1	<i>Myosotis scorpiodes</i> L. Незабудка болотна
2	<i>Ceratophyllum demersum</i> L. Кушир занурений
3	<i>Mentha aquatica</i> L. М'ята водяна
4	<i>Nuphar lutea</i> (L.) Smith. Глечики жовті
5	<i>Caltha palustris</i> L. Калюжниця болотна
6	<i>Myriophyllum spicatum</i> L. Водопериця колосиста
7	<i>Alisma plantago-aquatika</i> L. Частуха подорожникова

1	2
8	<i>Sagittaria sagittifolia</i> L. Стрілолист стрілолистий L.
9	<i>Lemna minor</i> L. Ряска мала
10	<i>Lemna trisulca</i> L. Ряска триборозенчаста
11	<i>Elodea canadensis</i> Michx. Елодея канадська
12	<i>Potamogeton natans</i> L. Рдесник плаваючий
13	<i>Glyceria maxima</i> (Hartm.) Holmb. Лепешняк великий
14	<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Steud. Очерет звичайний

Виявлені види вищих водних і прибережно-водних рослин належать до одного відділу, двох класів, восьми порядків, одинадцяти родин та тринадцяти родів. Більшість родин містить по одному виду рослин, родини *Alismataceae*, *Araceae* та *Poaceae* по два (таб. 3.2.1.2., дод. 1) [46].

За відношенням до водного середовища вищі водні і прибережно-водні рослини поділяються на три великі групи:

1. Гідатофіти – це рослини, що повністю, або більшою частиною занурені у воду. До цієї групи належать:

а) безкореневі рослини, що вільно плавають у товщі води, або закріплюються нижніми частинами стебла;

б) укорінені рослини.

2. Нейстофіти – рослини, плаваючі на поверхні. До цієї групи належать:

а) укорінені рослини з плаваючим на поверхні листям;

б) вільно плаваючі на поверхні.

3. Гелофіти – надводні рослини, стебла яких знаходяться над водою [17].

Таблиця 3.2.2.

Таксономічний склад вищих водних та прибережно-водних рослин на тестовій ділянці р. Турія

Клас	Родина	Кількість видів
1	2	3
Відділ <i>Magnoliophyta</i>		
<i>Magnoliopsida</i>	<i>Boraginaceae</i> Juss	1
	<i>Ceratophyllaceae</i> Gray	1
	<i>Lamiaceae</i> Mart.	1
	<i>Numphaceae</i> Salisb.	1
	<i>Ranunculaceae</i> Juss.	1
	<i>Haloragaceae</i> R. Br.	1
Всього:	6	6
<i>Liliopsida</i>	<i>Alismataceae</i> Vent.	2
	<i>Araceae</i> Juss.	2
	<i>Hydrocharitaceae</i> Juss	1
	<i>Potamogetonaceae</i> Bercht. & J. Presl	1
	<i>Poaceae</i> Barnhart	2
Всього:	5	8
Разом:	11	14

Серед виявлених на нашій тестовій ділянці видів до справжніх водних рослин, гідрофітів, належить 7 видів. Зокрема, до гідатофітів (занурених) відносяться такі рослини:

- занурені неукорінені: кушир занурений (*Ceratophyllum demersum*);
- занурені укорінені: водопериця колосиста (*Myriophyllum spicatum*), елодея канадська (*Elodea canadensis*).

До нейстофітів (плаваючих на поверхні) належать:

- укорінені з плаваючим на поверхні листям: глечики жовті (*Nuphar lutea*), рдесник плаваючий (*Potamogeton natans*);
- вільно плаваючі на поверхні – ряска мала (*Lemna minor*) та ряска триборозенчаста (*Lemna trisulca*) (рис. 3.2.1.).



Рис. 3.2.1. Екологічні групи видів тестової ділянки р. Турія за відношенням до води.

3.2.2. Розрахунок індексу фітоіндикації екологічного стану водних систем.

Для обчислення індексу фітоіндикації I_f авторами методики оцінки екологічного стану водних екосистем за вищою водною рослинністю була запропонована наступна формула [17]:

$$I_f = (2,5 \times k_{\text{спр}} \times N) / \sum z_i \quad (2.3.1)$$

де N – загальне число видів ($N > 10$);

n – число занурених видів + число індикаторів ($n > 0$);

2,5 – поправочний коефіцієнт;

$k_{\text{спр}}$ – коефіцієнт природної сприятливості для ділянок з різними гідрологічними та гідрофізичними характеристиками. Оскільки у нас одна ділянка, то ми його не застосовуємо;

z_i – коефіцієнт значущості індикатора, визначений залежно від чутливості виду до забруднень. Для занурених видів, крім тих, що вказані у таб. 3.2.3., він становить 1. У означеній таблиці вказано види – індикатори з різною мірою чутливості, від якої і залежить коефіцієнт.

Таблиця 3.2.3

Коефіцієнт значущості індикатора [17]

Види	Коефіцієнт z_i
Ряска триборозенчаста	3
Водопериця колосиста	3
Елодея канадська	2
Глечики жовті	2

В результаті розрахунків ми отримали значення індексу фітоіндикації I_f – 3,18. Значення індексу відповідає задовільному стану водного середовища, клас якості води 3 (таб. 3.2.4)

Таблиця 3.2.4

Класифікація поверхневих вод за значенням індексу фітоіндикації [17]

Значення I_f	Стан водного середовища	Клас якості води
до 3,0	добрий	1-2
від 3,0 до 8,0	задовільний	3
від 8,1 до 11,0	перехідний	4
від 11,1 до 15,0	поганий	
понад 15,0	дуже поганий	5

Результат обрахунку індексу фітоіндикації I_f співпадає з отриманим значенням хімічного екологічного індексу (I_e) якості поверхневих вод р. Турія за середніми значеннями показників, що становить 3,76 і відповідає III – II класу якості води, за станом «задовільні-добрі», за ступенем чистоти «забруднені – чисті».

ВИСНОВКИ

Річка Турія є правобережною притокою верхів'я Прип'яті у межах української частини водозбору, знаходиться на південному заході Східноєвропейської платформи. Згідно Водного кодексу України річка належить до середніх, має довжину 202 (км) та площу водозбірного басейну 2 969 км².

Згідно Методики визначення масивів поверхневих та підземних вод річка Турія належить до великих низовинних органічних річок території 16 екорегіону, Східні рівнини.

Для території басейну річки характерний помірно-континентальний клімат з м'якою зимою з короткотривалими морозними періодами і частими відлигами, помірно-теплим літом, затяжною весною та осінню.

За результатами дослідження, у відповідності з «Методикою екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями», було проведено оцінку якості поверхневих вод за трьома блоками речовин. Найгірші значення мають показники сольового блоку і відповідають III класу якості води, стан «задовільний», ступінь чистоти «забруднені».

Показники трофо-сапробіологічного блоку за середніми значеннями відносяться до 3 4 категорії (між третьою і четвертою категорією якості води), за станом «добрі – задовільні», за ступенем чистоти «досить чисті – слабо забруднені» і відповідають II – III класу якості води, стан «добрий – задовільний», ступінь чистоти «чисті – забруднені». За найгіршими значеннями відповідають 4 (четвертій) уточненій категорії якості води, за станом «задовільні», ступінь чистоти «слабо забруднені» і відносяться до III класу якості води стан «задовільний», ступінь чистоти «забруднені».

Найкращі значення мають показники блоку специфічних речовин токсичної дії, за середніми значеннями вони належать до 3 категорії, за станом «добрі», за ступенем чистоти «досить чисті» і відповідають II класу якості води, стан «добрий», ступінь чистоти «чисті». За найгіршими значеннями відповідають 4(3) (четвертій з переходом у третю) уточненій категорії якості

води, за станом «задовільні-добрі», ступінь чистоти «слабко забруднені – чисті» і відносяться до III – II класу якості води стан «задовільний – добрий», ступінь чистоти «забруднені – чисті»

Екологічний індекс (I_e) якості поверхневих вод р. Турія за середніми значеннями показників становить 3,76 і відповідає 4(3) (четвертій з переходом у третю) категорії якості води, за станом «задовільні – добрі», за ступенем чистоти «слабко забруднені – досить чисті» та належить до III – II класу, за станом «задовільні – добрі», за ступенем чистоти «забруднені – чисті».

Екологічний індекс (I_e) якості поверхневих вод р. Турія за найгіршими значеннями показників становить 4,31 і відповідає 4(5) (четвертій з переходом у п'яту) категорії якості води, за станом «задовільні – посередні», за ступенем чистоти «слабко забруднені – помірно забруднені» та належить до III класу, за станом «задовільні», за ступенем чистоти «забруднені».

На обраній тестовій ділянці нами було виявлено 14 видів вищих водних та прибережно-водних рослин. За таксономічним складом вони відносяться до одного відділу, двох класів, восьми порядків, одинадцяти родин та тринадцяти родів. Більшість родин (8) містить по одному виду рослин, родини *Alismataceae*, *Araceae* та *Poaceae* по два.

Серед виявлених видів до справжніх водних рослин, гідрофітів, належить 7 видів, інші 7 до прибережно-водних. Зокрема, до гідатофітів відноситься 3 види (21,48%), до нейстофітів – 4 види (28,52%), до гелофітів – 7 видів (50,0%).

Розрахований індекс фітоіндикації I_f становить 3,18, що відповідає задовільному стану водного середовища та 3 класу якості води.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Васенко О.Г, Коробкова Г.В., Рибалова О.В. Екологічне нормування якості поверхневих вод з урахуванням регіональних особливостей. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2017. Т.1(44). 21–33 с.
2. Васенко О.Г., Верниченко-Цвітков Д.Ю., Коваленко М.С., Ковальова О.М., Поддашкін О.В. Екологічна оцінка стану поверхневих вод України з урахуванням регіональних гідрохімічних особливостей. *Проблеми охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки*: зб. наук пр. УкрНДІЕП. Вип. XXXII. Харків, 2010. 36–54 с.
3. Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЄС. Основні терміни та їх визначення: Вид. офіційне. Київ: Твій формат, 2006. 240 с.
4. Водний кодекс України. Відомості Верховної Ради України. 1995. № 24. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80#Text> (дата звернення 09.01.2024).
5. Географія Волинської області. За ред. Луцишина П.В. Луцьк: ЛДПІ, 1991. 163 с.
6. Геренчук К.І. Природа Волинської області. Львів: Вища школа, 1975. 147 с.
7. Гопчак І.В. Екологічна оцінка стану поверхневих вод: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. геогр. наук: 11.00.07. Київ: Київ. нац. у-т імені Т. Г. Шевченка, 2007. 20 с.
8. Гриб Й.В., Клименко М.О., Сондак В.В. Відновна гідроекологія порушених річкових та озерних систем: монографія. Рівне: Волинські обереги, 1999. Ч. 2. 198 с.
9. Данильченко О.С. Екологічна оцінка якості води річок Сумської області. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2016. Т 4(43). 82–88 с.
10. Дідух Я.П. Основи біоіндикації: монографія. Київ: Наукова думка, 2012. 343 с.
11. Дідух Я.П. Плюта П.Г. Фітоіндикація екологічних факторів. К.:

Наукова думка, 1994. – 280 с.

12. Екологічний паспорт Волинської області за 2019 р. URL: <https://voladm.gov.ua/article/ekologichniy-pasport-volinskoyi-oblasti-za-2019-rik/>

(дата звернення: 10.08.2024).

13. Екологічний паспорт м. Ковель за 2018 р. URL: <https://voladm.gov.ua/article/ekologichniy-pasport-mkovel/> (дата звернення:

18.05.2024).

14. Зузук Ф.В., Колошко Л.К., Карпюк З.К.осушені землі Волинської області та їх охорона: монографія. Луцьк: Волин. нац. ун-т імені Лесі Українки, 2012. 293 с.

15. Клепець О.В., Пилипенко М.О. Фітоіндикація екологічного стану малої паркової водойми. *Біологія та екологія*. 2018. Т. 4. № 1. С. 73–85.

16. Клименко М. О., Статник І. І. Методологія покращення екологічного стану річок Західного Полісся (на прикладі р. Горинь): монографія. Рівне, НУВГП. 2012. 206 с.

17. Клименко М.О., Гроховська Ю.Р. Оцінка екологічного стану водних екосистем річок басейну Прип'яті за вищими водними рослинами: монографія. Рівне: НУВГП, 2005. 194 с.

18. Коробкова Г.В. Використання макрофітних індексів для оцінки екологічного стану поверхневих вод України. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2017. № 1-2(27). С. 62–70.

19. Коробкова Г.В. Екологічне нормування якості поверхневих вод на прикладі басейну річки Сіверський Донець (в межах Харківської області): автореф. дис. канд. геогр. наук: 11.00.11. Харків, 2018. 22 с.

20. Лахай Ю.О. Екологічна оцінка природних умов басейну річки Турія. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*, 2012. Т. 2(19). 216-222 с.

21. Ліхо О.А. Специфіка функціонування осушувальної системи у верхів'ї р. Турія. Вісник НУВГП. *Серія «Сільськогосподарські науки»*. 2016. Вип. 2(74). С. 123-129.

22. Ліхо О.А., Гроховська Ю.Р., Веремійчик І.А. Оцінка якості води р.

Турія за індексом фітоіндикації. *Вісник Львівського університету*. Серія географічна. 2009. Вип. 37. С. 158–163.

23. Макрофіти - індикатори змін природного середовища. Дубина Д.В., Гейни С., Гроудова З. К.: Наукова думка. 1993. 435 с.

24. Мальцев В.І., Карпова Г.О., Зуб Л.М. Визначення якості води методами біоіндикації: наук.-метод. посібник. Київ: Наук. центр екомоніторингу та біорізноманіття мегаполісу НАН України, НЕЦУ, 2011. 112 с.

25. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. А.В. Гриценко, О.Г. Васенко, Г.А. Верніченко та ін. Х.:УкрНДЦЕП, 2012. 37 с.

26. Міщенко О. В. Ландшафти Волинської області. *Наукові записки ТНПУ імені Володимира Гнатюка*. Серія: Географія. №2. 2016. С. 72-77.

27. Мольчак Я.О., Мігас Р.В. Річки Волині. Луцьк: Надстир'я, 1999. 176 с.

28. Наказ №4 «Про затвердження Методики визначення масивів поверхневих та підземних вод» Міністерства екології та природних ресурсів України від від 4.01.2019 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0287-19#n14> (дата звернення 09.08.2024).

29. Нетробчук І.М. Оцінка якості поверхневих вод правобережних приток басейну Прип'яті у Волинській області. *Науковий вісник Волинського державного університету імені Лесі Українки*. 2007. № 2. С. 260–265.

30. Ольхович О.П., Мусієнко М.М. Фітоіндикація та фітомоніторинг: навч. посіб. Київ: Фітосоціоцентр, 2005. 64 с.

31. Павловська Т.С., Ковальчук І.П., Чижевська Л.Т. Сучасний стан природно-заповідної мережі басейну р. Турія. Фізична географія та геоморфологія. Вип. 1, 2013. 44–53 с.

32. Природно-заповідний фонд Волинської області (інтерактивна карта Управління екології та природних ресурсів Волинської обласної державної адміністрації). URL: <http://eco.voladm.gov.ua/page/about/> (дата звернення 10.04.2023).

33. Регіональний офіс водних ресурсів у Волинській області URL: <https://www.vodres.gov.ua/> (дата звернення 9.04.2024).
34. Романенко В.Д. Основи гідроекології. Київ : Обереги, 2001. 728 с.
35. Романенко В.Д., Жукинський В.М., Оксіюк О.П. та ін. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. Київ: Символ-Т, 1998. 28 с.
36. Слободян В.О. Біоіндикація: підручник. Івано-Франківськ: Полум'я, 2004. 196с.
37. Сніжко С.І. Оцінка та прогнозування якості природних вод. Київ: Ніка. Центр, 2001. 262 с.
38. Статистичний щорічник «Волинь 2020». За ред. В. Науменка. Луцьк: Головне управління статистики у Волинській області, 2021. 419 с.
39. Сучасний екологічний стан та перспективи екологічно безпечного стійкого розвитку Волинської області. За ред. В.О. Фесюка. Київ: ТОВ «Підприємство ВІ ЕН ЕЙ», 2016. 316 с.
40. Тарасюк Н.А., Мельничук М.М., Тарасюк Ф.П. Агрокліматичні ресурси Волинської області в умовах прояву глобального потепління. Meteorologia s klimatologia w sluzbie rolnictwa i turystyki. Зб. наук. пр. за матеріалами VII Міжнар. Симпозіуму Польської Академії наук, Замость-Луцьк, 27-29 вересня 2012 р. 45–52 с.
41. Хільчевський В. К., Гребінь В. В. Водні об'єкти України та рекреаційне оцінювання якості води: навч. посібник. К.: ДІА, 2022. 240 с.
42. Хільчевський В. К., Осадчий В. І., Курило С. М. Основи гідрохімії : підручник. К.: Ніка-Центр, 2012. 312 с.
43. Цьось О.О., Музиченко О.С., Боярин М.В. Екологічна оцінка поверхневих вод приток верхів'я річки Прип'ять методами фітоіндикації: монографія. Луцьк: Вежа-Друк, 2022. 220 с.
44. Цьось О.О., Музиченко О.С., Боярин М.В. Становлення фітоіндикаційних підходів у системі моніторингу стану водних екосистем. *Таврійський науковий вісник. Серія «Сільськогосподарські науки»*. Випуск № 118.

2021. С. 382–388. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.118.49>

45. Шевчук М.Й., Зінчук М.І., Зінчук П.Й. та ін. Ґрунти Волинської області: монографія. Луцьк: Вежа-Друк, 2016. 144 с.

46. Якубенко Б.Є., Царенко П.М., Алейніков І.М., Шабарова С.І., Машковська С.П., Дядюша Л.М., Тertiшний А.П. Ботаніка з основами гідроботаніки (водні рослини України): підруч. Київ: Фітосоціоцентр, 2011. 535 с.

47. Яцик А.В. Водогосподарська екологія. Київ: Генеза, 2004. Т. 4-5. 680 с.

48. Яцик А.В., Яцик І.А., Гопчак І.В., Басюк Т.О. Агроекологія, Радиологія, Меліорація. Оцінка стану водних екосистем Волинської області за рівнем антропогенного навантаження. Вісник аграрної науки, 2019. 79 с.

49. Ciecierska H., Dynowska M. Biologiczne metody oceny stanu srodowiska. Tom 2. Ekosystemy wodne. Podrecznik metodyczny. Olsztyn. 2013. 312 p.

50. Szoszkiewicz K., Jusik S., Pietruczuk K., Gebler D. The Macrophyte Index for Rivers (MIR) as an Advantageous Approach to Running Water Assessment in Local Geographical Conditions. Water. 2020. 12. P. 108.

51. The International Plant Names Index. URL: <https://www.ipni.org/> (дата звернення 10.06.2024).

ДОДАТКИ

Додаток А

Таблиця А.1

Систематичний склад вищих водних і прибережно-водних рослин

р. Турія вище м. Ковель

№	Відділ, родина, назва виду
1	2
	Відділ MAGNOLIOPHYTA
	Клас <i>Magnoliopsida</i>
	Порядок <i>Boraginales</i>
	Родина <i>Boraginaceae</i> Juss
1	Незабудка болотна (<i>Myosotis scorpiodes</i> L.)
	Порядок <i>Ceratophyllales</i>
	Родина <i>Ceratophyllaceae</i> Gray
2	Кушир занурений (<i>Ceratophyllum demersum</i> L.)
	Порядок <i>Lamiales</i>
	Родина <i>Lamiaceae</i> Mart.
3	М'ята водяна (<i>Mentha aquatica</i> L.)
	Порядок <i>Numpheales</i>
	Родина <i>Numphaceae</i> Salisb.
4	Глечики жовті (<i>Nuphar lutea</i> (L.) Smith.)
	Порядок <i>Ranunculales</i>
	Родина <i>Ranunculaceae</i> Juss.
5	Калюжниця болотна (<i>Caltha palustris</i> L.)
	Порядок <i>Saxifragales</i>
	Родина <i>Haloragaceae</i> R. Br.
6	Водопериця колосиста (<i>Myriophyllum spicatum</i> L.)
	Клас <i>Liliopsida</i>
	Порядок <i>Alismatales</i>
	Родина <i>Alismataceae</i> Vent.
7	Частуха подорожникова (<i>Alisma plantago-aquatika</i> L.)
8	Стрілолист стрілолистий L. (<i>Sagittaria sagittifolia</i> L.)
	Родина <i>Araceae</i> Juss.
9	Ряска мала (<i>Lemna minor</i> L.) Рід <i>Lemna</i> L.
10	Ряска триборозенчаста (<i>Lemna trisulca</i> L.)
	Родина <i>Hydrocharitaceae</i> Juss
11	Елодея канадська (<i>Elodea canadensis</i> Michx.)
	Родина <i>Potamogetonaceae</i> Bercht. & J. Presl
12	Рдесник плаваючий (<i>Potamogeton natans</i> L.)
10	Ряска триборозенчаста (<i>Lemna trisulca</i> L.)

продовження додатку А
продовження таблиці А.1

1	2
Родина <i>Hydrocharitaceae</i> Juss	
11	Елодея канадська (<i>Elodea canadensis</i> Michx.)
Родина <i>Potamogetonaceae</i> Bercht. & J. Presl	
12	Рдесник плаваючий (<i>Potamogeton natans</i> L.) Рід <i>Potamogeton</i> L.
Порядок <i>Poales</i> Родина <i>Poaceae</i> Barnhart	
13	Лепешняк великий (<i>Glyceria maxima</i> (Hartm.) Holmb.) Рід <i>Glyceria</i> R. Br.
14	Очерет звичайний (<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Steud.) Рід <i>Phragmites</i> Adans
	Всього видів: 14