

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет ветеринарної медицини та тваринництва

Кафедра біоресурсів, тваринництва та аквакультури

Кваліфікаційна робота на правах рукопису

ВИГІВСЬКА ВІКТОРІЯ ОЛЕГІВНА

УДК 556.16:551.583:597.551.2(282.247.32)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**ВПЛИВ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН НА РОЗВИТОК РОСЛИНОЇДНИХ
ВИДІВ РИБ В УМОВАХ РІЧКИ ТЕТЕРІВ**

207 «Водні біоресурси та аквакультура»

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело _____ **Вікторія ВИГІВСЬКА**

Керівник роботи:
Тетяна КОВАЛЬЧУК,
кандидат с.-г. наук, доцент

Житомир – 2026

Висновок кафедри біоресурсів, тваринництва та аквакультури

за результатами попереднього захисту: _____

Протокол засідання кафедри біоресурсів, тваринництва та аквакультури

№ __ від «__» _____ 2026 р.

Завідувач кафедри біоресурсів,

тваринництва та аквакультури

Діна ЛІСОГУРСЬКА

«__» _____ 2026 р.

Результати захисту кваліфікаційної роботи

Здобувач вищої освіти **Вікторія ВИГІВСЬКА** захистила кваліфікаційну роботу з оцінкою:

сума балів за 100-бальною шкалою _____

за шкалою ECTS _____

за національною шкалою _____

Секретар ЕК

(підпис)

Ніна ЛЕБЕДІВСЬКА

АНОТАЦІЯ

Вигівська В.О. Вплив кліматичних змін на розвиток рослиноїдних видів риб в умовах річки Тетерів. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 207 – Водні біоресурси та аквакультура. – Поліський національний університет, Житомир, 2026.

Встановлено, що вздовж досліджуваного водотоку спостерігається погіршення гідрохімічних умов у напрямку від верхніх до нижніх ділянок, що проявляється у зниженні кисневого режиму, зменшенні прозорості води та зростанні біомаси водної рослинності. Аналіз іхтіофауни показав зміну видового складу риб від чутливих до більш евритолерантних та рослиноїдних видів, що є індикатором посилення евтрофікаційних процесів. Виявлено виражену сезонну динаміку показників, з максимальним погіршенням кисневого режиму в літній період та відносною стабілізацією у весняно-осінній сезон. На основі отриманих результатів розроблено рекомендації щодо зменшення антропогенного навантаження та збереження іхтіофауни.

Ключові слова: гідрологічні показники, гідрохімічні показники, іхтіофауна, евтрофікація, розчинений кисень.

ANNOTATION

Vyhivska V.O. The impact of climate change on the development of herbivorous fish species in the conditions of the Teteriv River. – Qualification thesis in manuscript form.

Qualification thesis for the Bachelor's degree in specialty 207 - Aquatic Bioresources and Aquaculture. - Polissia National University, Zhytomyr, 2026.

It was established that along the studied river channel there is a deterioration of hydrochemical conditions from the upper to the lower sections, manifested by a decrease in the oxygen regime, reduced water transparency, and an increase in aquatic plant biomass. The analysis of ichthyofauna showed a change in fish species composition from sensitive species to more eurytopic and herbivorous species, which indicates the intensification of eutrophication processes. A pronounced seasonal variability of parameters was identified, with the most significant deterioration of the oxygen regime occurring in summer and relative stabilization in the spring–autumn period. Based on the obtained results, recommendations were developed to reduce anthropogenic pressure and preserve ichthyofauna.

Keywords: hydrological parameters, hydrochemical parameters, ichthyofauna, eutrophication, dissolved oxygen.

Зміст

Вступ	5
Розділ 1. Огляд літератури	
1.1 Вплив кліматичних змін на водні екосистеми	8
1.2 . Вплив кліматичних змін на іхтіофауну прісноводних екосистем	10
1.3 Рослиноїдні види риб: біологія та екологічні особливості	14
1.4 Вплив кліматичних змін на рослиноїдні види риб	16
Розділ 2. Матеріал, методика, місце та умови проведення досліджень	18
2.1 Місце та умови проведення досліджень	18
2.2 Матеріал та методика проведення досліджень	19
Розділ 3. Результати дослідження	22
3.1. Загальна характеристика отриманих польових даних	22
3.2. Гідрологічні та гідрохімічні показники по ділянках	22
3.3. Сезонна динаміка показників (вплив клімату)	25
3.4. Видовий склад іхтіофауни по ділянках	28
3.5. Рослиноїдні риби як індикатор змін	30
3.6. Рекомендації щодо збереження та раціонального використання іхтіофауни річки	32
Висновки	37
Пропозиції виробництву	38
Список використаної літератури	39

Вступ

Зміни клімату є однією з найважливіших глобальних екологічних проблем сучасності, що суттєво впливають на функціонування водних екосистем. Підвищення температури повітря, зміни режиму опадів та гідрологічного стоку призводять до трансформації фізико-хімічних параметрів води, що безпосередньо відображається на біорізноманітті річкових систем[1-3].

Особливо чутливими до кліматичних змін є іхтіофауна, зокрема рослиноїдні види риб, які залежать від розвитку водної рослинності, температурного режиму та трофічного стану водойм. У басейні річки Тетерів, що є складовою частиною басейну Дніпра, спостерігаються зміни гідрологічних та екологічних умов, зумовлені як глобальним потеплінням, так і антропогенним навантаженням.

Згідно з сучасними дослідженнями, кліматичні зміни в Україні спричиняють зменшення водного стоку в літній період та підвищення температури води, що змінює структуру іхтіоценозів і сприяє поширенню окремих екологічних груп риб. При цьому в умовах потепління спостерігається збільшення чисельності фітофільних і рослиноїдних видів, які краще адаптуються до евтрофікації та підвищення температури[4-6].

Таким чином, дослідження впливу кліматичних змін на розвиток рослиноїдних видів риб у річці Тетерів є важливим для розуміння трансформації водних екосистем та розробки заходів їх раціонального використання і збереження.

Актуальність дослідження зумовлена зростаючим впливом кліматичних змін на водні екосистеми України, які є вразливими до змін температури, гідрологічного режиму та якості води. Встановлено, що під впливом глобального потепління відбуваються суттєві зміни водного балансу річок, включаючи зменшення стоку до 30% у окремі періоди та зміну сезонного розподілу водності[6-10].

Малі та середні річки, до яких належить річка Тетерів, найбільш чутливі до кліматичних коливань і антропогенного впливу, що призводить до змін їх гідроекологічного стану. У свою чергу, це впливає на видовий склад та чисельність риб, зокрема рослинної видів, які відіграють важливу роль у формуванні трофічної структури водойм[12].

Дослідження іхтіофауни басейну річки Тетерів свідчать про значне різноманіття видів, що реагують на зміни середовища. В умовах потепління та евтрофікації відбувається перебудова рибних угруповань, що може призвести як до збільшення чисельності рослинної видів, так і до порушення екологічної рівноваги[13].

Отже, актуальність роботи полягає у необхідності комплексного аналізу впливу кліматичних змін на розвиток рослинної риб у річці Тетерів для прогнозування подальших змін екосистеми та розробки заходів її збереження.

Мета роботи - дослідження впливу кліматичних змін на розвиток, чисельність та екологічні особливості рослинної видів риб у річці Тетерів.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі **завдання**:

1. Проаналізувати сучасний стан кліматичних змін в Україні та їх вплив на водні екосистеми.
2. Охарактеризувати гідроекологічні особливості річки Тетерів.
3. Дослідити видовий склад рослинної риб басейну річки Тетерів.
4. Визначити вплив температури, водного режиму та евтрофікації на розвиток рослинної видів риб.
5. Проаналізувати динаміку чисельності рослинної риб в умовах кліматичних змін.
6. Розробити рекомендації щодо збереження та раціонального використання іхтіофауни річки.

Об'єкт дослідження - іхтіофауна річки Тетерів.

Предмет дослідження - вплив кліматичних змін на розвиток, чисельність та екологічні особливості рослинної видів риб у річці Тетерів.

У процесі виконання роботи використовувалися такі **методи дослідження**: аналіз наукової літератури та джерел для узагальнення даних щодо кліматичних змін та їх впливу на водні екосистеми; гідрологічний аналіз для оцінки змін водного режиму річки; іхтіологічні методи (визначення видового складу, чисельності та біомаси риб); порівняльний аналіз для оцінки змін у структурі рибних угруповань; статистичні методи обробки даних; екологічний аналіз для оцінки впливу температури, кисневого режиму та трофічного стану води на розвиток рослинної риб.

Список публікацій автора за темою дослідження. Основні результати кваліфікаційної роботи висвітлено у двох тезах доповідей [10,11].

Структура та обсяг роботи: Кваліфікаційна робота викладена на 42 сторінках комп'ютерного тексту, містить 13 таблиць, 1 рисунок. Використана література – 40 джерел.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Вплив кліматичних змін на водні екосистеми

Кліматичні зміни є одним із головних факторів трансформації сучасних водних екосистем. Основними проявами цих змін є підвищення температури повітря і води, зміна режиму опадів, збільшення частоти посух і повеней, а також зміни гідрологічного режиму річок.

Згідно з сучасними дослідженнями, підвищення температури води впливає на стратифікацію водних мас, зменшення вмісту розчиненого кисню та зміну біогеохімічних процесів [11]. Це призводить до порушення функціонування трофічних ланцюгів і змін у структурі біоценозів.

Крім того, кліматичні зміни часто поєднуються з евтрофікацією водойм, яка виникає внаслідок надходження поживних речовин (азоту та фосфору) з сільськогосподарських і урбанізованих територій. Евтрофікація спричиняє інтенсивний розвиток фітопланктону та макрофітів, що змінює середовище існування водних організмів [14].

Таким чином, кліматичні зміни діють комплексно, змінюючи як фізичні, так і біологічні характеристики водних екосистем, що безпосередньо впливає на іхтіофауну.

Кліматичні зміни є одним із найпотужніших чинників трансформації природних екосистем, зокрема водних. Їх вплив проявляється через зміну температурного режиму, гідрологічного циклу, хімічного складу води та біологічних процесів, що визначають функціонування екосистем.

Зміна температурного режиму води. Одним із найбільш очевидних наслідків глобального потепління є підвищення температури води у річках, озерах і водосховищах. Температура води безпосередньо впливає на фізіологічні процеси гідробіонтів, зокрема швидкість метаболізму, ріст і розвиток організмів[16].

Зі зростанням температури: прискорюється обмін речовин у водних організмів; зменшується розчинність кисню у воді; підвищується ризик гіпоксії (кисневого дефіциту).

За даними сучасних досліджень, підвищення температури води призводить до змін у структурі водних біоценозів, зокрема до витіснення холодолюбних видів і поширення теплолюбних [15]. Це спричиняє зміну біорізноманіття та функціонування екосистем.

Зміни гідрологічного режиму. Кліматичні зміни істотно впливають на гідрологічний цикл, що проявляється у зміні кількості та сезонності опадів, частоти екстремальних погодних явищ, а також режиму стоку річок.

Для річкових екосистем характерні такі зміни: – зменшення водності у літній період; збільшення частоти посух; підвищення ризику паводків у періоди інтенсивних опадів; зміщення сезонних максимумів стоку[18].

Зменшення рівня води призводить до скорочення площі водних біотопів, підвищення температури та концентрації забруднюючих речовин. Це негативно впливає на водні організми та може спричиняти деградацію екосистем.

Зниження вмісту розчиненого кисню. Температура води і вміст кисню мають обернену залежність: зі зростанням температури розчинність кисню зменшується. Крім того, підвищення температури активізує процеси розкладу органічної речовини, що додатково споживає кисень.

Це призводить до формування гіпоксичних або навіть анаеробних умов; загибелі чутливих видів організмів; зміни видового складу біоценозів.

Особливо небезпечними є такі умови для риб, які потребують високого рівня кисню для нормального функціонування [19].

Посилення процесів евтрофікації. Кліматичні зміни значно підсилюють процеси евтрофікації водних екосистем. Підвищення температури та зниження стоку сприяють накопиченню поживних речовин і активному розвитку фітопланктону та водної рослинності.

Основні наслідки евтрофікації «цвітіння» води (масовий розвиток ціанобактерій); зниження прозорості води; порушення кисневого режиму; зміна трофічної структури екосистеми.

Дослідження показують, що поєднання потепління та евтрофікації має синергетичний ефект, значно прискорюючи деградаційні процеси у водоймах [24].

Вплив на біорізноманіття. Кліматичні зміни призводять до суттєвих змін у біорізноманітті водних екосистем. Основними тенденціями є скорочення чисельності спеціалізованих і чутливих видів; поширення інвазійних та екологічно пластичних видів; зміна трофічних зв'язків у екосистемах. Внаслідок цього спостерігається спрощення структури біоценозів і зниження їх стійкості до зовнішніх впливів[20].

Комплексний вплив кліматичних змін. Важливо зазначити, що кліматичні зміни діють не ізольовано, а у взаємодії з іншими антропогенними факторами, такими як забруднення, зарегулювання річок, меліорація та урбанізація. Комплексний вплив цих факторів призводить до - деградації водних екосистем; порушення екологічної рівноваги; зниження екосистемних послуг (очищення води, рибопродуктивність тощо). Таким чином, кліматичні зміни є ключовим драйвером трансформації водних екосистем, що визначає необхідність їх детального вивчення та розробки адаптаційних заходів[21].

Отже, кліматичні зміни суттєво впливають на водні екосистеми через зміну температурного режиму, гідрологічних процесів, кисневого балансу та трофічного стану вод. Це призводить до перебудови біоценозів, зміни біорізноманіття та зниження стійкості екосистем. Особливо вразливими є річкові системи, які швидко реагують на зміни клімату, що обумовлює актуальність їх дослідження.

1.2. Вплив кліматичних змін на іхтіофауну прісноводних екосистем

Іхтіофауна прісноводних екосистем є однією з найбільш чутливих складових біоти до змін навколишнього середовища. Риби займають різні трофічні рівні та швидко реагують на зміни абіотичних і біотичних факторів, тому їх стан є важливим індикатором екологічного стану водойм[22].

Вплив температури води на фізіологію та життєві процеси риб. Температура води є одним із ключових факторів, що визначає життєдіяльність

риб. Підвищення температури, спричинене кліматичними змінами, впливає на швидкість метаболізму, ріст, розвиток і репродуктивні процеси. Зі збільшенням температури: прискорюється обмін речовин; зростає потреба організму в кисні; скорочується тривалість життєвих циклів.

Однак надмірне підвищення температури може викликати стрес, порушення фізіологічних функцій і навіть загибель риби. Особливо чутливими є холодноводні види, які мають вузький температурний оптимум [23].

Вплив на кисневий режим і дихання риби. Одним із важливих наслідків потепління є зниження концентрації розчиненого кисню у воді. Це створює несприятливі умови для риби, особливо у періоди літньої межени. Літня межа на річці Тетерів (права притока Дніпра, що протікає в межах Житомирської та Київської областей) зазвичай встановлюється на початку червня і триває до кінця літа чи початку осені. [17] Оскільки Тетерів протікає в межах Придніпровської височини та Полісся, його гідрологічний режим у цей період має чітко виражені фази та специфічні особливості.

Періоди літньої межени на Тетереві. Червень (початок межени): після завершення весняного водопілля рівень води помітно й стрімко падає. Річка повністю переходить на підземне (грунтове) живлення з незначним додаванням дощових вод. Липень - серпень (стійка глибока межа): Період найнижчих рівнів та мінімальних витрат води. Через високу температуру та максимальне випаровування русло звужується, оголюються піщані коси та гранітні перекати, а деякі глухі рукави й стариці в пониззі повністю пересихають. Кінець серпня - вересень (перехідний період): Межа плавню переходить у літньо-осінню. У посушливі роки (наприклад, як спостерігалось у 2020 та 2024 роках) Тетерів може опинитися в критичній зоні, коли рівень води падає нижче 20% від норми. [38]

Головні особливості межени Тетерева

- **Вплив водосховищ:** Природний хід межени суттєво порушується через штучне регулювання. Лише в Житомирській області на річці створено 5 водосховищ (Чуднівське, Денишівське, Відсічне, Житомирське,

Білокриницьке). У період маловоддя вони здійснюють санітарні попуски для підтримки життя річки нижче за течією та забезпечення питною водою Житомира. [39]

- **Скелясте русло:** У районах Житомира та Коростишева річка прорізає міцний Український кристалічний масив. Завдяки гранітним каньйонам та звуженням русла, навіть під час найнижчої межені річка на цих ділянках зберігає помітну течію на перекатах, на відміну від рівнинного пониззя, де вона уповільнюється. [34]

- **Якість води:** Через зменшення об'єму води під час літнього мінімуму вповільнюється самоочищення річки, що іноді призводить до підвищення мінералізації води та її тимчасового цвітіння у водосховищах. [35]

Кисневий дефіцит призводить до: пригнічення дихальних процесів; зниження активності риб; порушення живлення та росту; масових заморів у критичних умовах.

Дослідження показують, що в умовах гіпоксії перевагу отримують види, здатні витримувати низький вміст кисню, зокрема карась та інші екологічно пластичні види [1].

Зміни у видовому складі та структурі іхтіоценозів. Кліматичні зміни спричиняють перебудову рибних угруповань. Основними тенденціями є: зменшення чисельності холодолюбних і реофільних видів; збільшення чисельності теплолюбних і лімнофільних видів; поширення інвазійних видів.

В умовах підвищення температури та евтрофікації відбувається зміщення екологічної рівноваги у бік видів, які мають широку екологічну валентність і здатні адаптуватися до змін середовища [36].

Такі зміни призводять до спрощення структури іхтіоценозів і зниження їх біорізноманіття.

Вплив на репродукцію та нерест риб. Кліматичні зміни впливають на репродуктивні цикли риб, зокрема на терміни нересту, його успішність та виживання потомства. Основні ефекти: зміщення термінів нересту (ранніший початок); порушення синхронізації з кормовою базою; зниження виживаності

ікри та личинок. Зміни гідрологічного режиму (зниження рівня води, обміління) призводять до втрати нерестових ділянок, що негативно впливає на відтворення популяцій [37].

Вплив на трофічні зв'язки та кормову базу. Кліматичні зміни змінюють структуру кормової бази риб. Зростання температури та евтрофікація сприяють розвитку фітопланктону і макрофітів, що впливає на всі трофічні рівні. Це призводить до збільшення кормових ресурсів для рослинної риби; зміни раціону харчування; перебудови трофічних ланцюгів.

У результаті деякі види отримують конкурентні переваги, тоді як інші втрачають свої екологічні ніші.

Поширення інвазійних видів. Потепління клімату створює сприятливі умови для поширення інвазійних видів риб, які раніше не могли існувати в певних регіонах. Інвазійні види конкурують з аборигенними видами за ресурси; змінюють структуру угруповань; можуть витіснити місцеві види. Це є додатковим фактором дестабілізації водних екосистем.

Комплексний вплив кліматичних змін на іхтіофауну. Вплив кліматичних змін на риб є комплексним і включає взаємодію кількох факторів: температури, кисневого режиму, гідрологічних змін і трофічного стану водойм. У результаті спостерігаються перебудова іхтіоценозів; зниження біорізноманіття; домінування екологічно пластичних видів; зміна функціонування екосистем. Ці процеси мають довготривалий характер і можуть призводити до незворотних змін у водних екосистемах [40].

Отже, кліматичні зміни суттєво впливають на іхтіофауну прісноводних екосистем через зміну температурного режиму, кисневого балансу, гідрологічних умов і кормової бази. Це призводить до перебудови рибних угруповань, зміни їх структури та функціонування, а також до зниження біорізноманіття. Найбільш пристосованими виявляються теплолюбні та екологічно пластичні види, що визначає сучасні тенденції розвитку іхтіофауни.

1.3. Рослиноїдні види риб: біологія та екологічні особливості

Рослиноїдні види риб займають важливе місце у структурі прісноводних екосистем, виконуючи роль консументів першого порядку та регуляторів розвитку водної рослинності. До найбільш поширених рослиноїдних риб належать білий амур (*Stenopharyngodon idella*), товстолоб (*Hypophthalmichthys molitrix*) та інші представники родини коропових. Рослиноїдні риби характеризуються специфічними морфологічними та фізіологічними адаптаціями до живлення рослинною їжею. Зокрема, у них добре розвинені глоткові зуби, які забезпечують подрібнення рослинної маси, а також подовжений кишечник, що сприяє перетравленню малопоживної рослинної їжі [1]. Наприклад, у білого амура спостерігається збільшення довжини кишечника в процесі переходу від тваринної до рослинної їжі на ранніх стадіях розвитку [2]. Це свідчить про високий рівень адаптації до рослиноїдного типу живлення. Крім того, рослиноїдні риби мають високу швидкість росту та значну продуктивність, що обумовлює їх важливе значення у рибному господарстві [3]. Основною особливістю рослиноїдних риб є використання водної рослинності як основного джерела живлення. Білий амур споживає вищі водні рослини (макрофіти), тоді як товстолоб живиться переважно фітопланктоном, здійснюючи фільтрацію води [4].

Дослідження показують, що харчова вибірковість білого амура залежить від хімічного складу рослин, зокрема вмісту целюлози, кальцію та інших компонентів [1]. При нестачі рослинної їжі ці риби можуть переходити на альтернативні джерела (детрит, безхребетні), що свідчить про їх екологічну пластичність.

Важливою особливістю є висока інтенсивність споживання їжі - білий амур здатний споживати значні обсяги рослинної маси, що може суттєво впливати на стан водної екосистеми. Рослиноїдні риби відіграють важливу роль у регуляції біологічних процесів у водоймах. Основні функції: контроль над розвитком водної рослинності; участь у кругообігу речовин; вплив на прозорість і якість води. Завдяки інтенсивному споживанню рослинності білий

амур може суттєво змінювати структуру біотопів і впливати на інші компоненти екосистеми [5]. Це може мати як позитивний ефект (зменшення заростання водойм), так і негативний (руйнування середовища існування інших організмів).

Крім того, неповне перетравлення рослинної їжі призводить до виділення значної кількості органічних речовин, що стимулює розвиток планктону та інших гідробіонтів [3].

Рослиноїдні риби зазвичай населяють водойми зі спокійною або слабопроточною водою, багаті на рослинність. Вони добре адаптовані до умов підвищеної температури та евтрофікації. Основні екологічні вимоги: температура води: оптимально 20-30 °C; наявність достатньої кількості рослинної кормової бази; помірний або низький рівень течії; достатній кисневий режим. Разом із тим деякі види, зокрема товстолоб, можуть витримувати відносно низький вміст кисню, що дає їм перевагу в умовах деградованих екосистем [4].

Рослиноїдні риби характеризуються високою плодючістю та складними умовами нересту. Наприклад, білий амур нереститься у річках із сильною течією, де ікра розвивається у товщі води [6]. Личинки та молодь на ранніх стадіях розвитку можуть живитися зоопланктоном, поступово переходячи до рослинної їжі [2]. Така зміна типу живлення є важливою адаптаційною ознакою. Успішність розмноження значною мірою залежить від гідрологічних умов, що робить ці види чутливими до змін клімату та регулювання річкового стоку. Рослиноїдні риби характеризуються високою екологічною пластичністю, що дозволяє їм адаптуватися до різних умов середовища. Вони здатні: змінювати раціон харчування; витримувати коливання температури; адаптуватися до змін кисневого режиму. Це забезпечує їм конкурентні переваги в умовах кліматичних змін та антропогенного впливу.

Отже, рослиноїдні риби є важливим компонентом прісноводних екосистем, що відіграє ключову роль у регуляції біологічних процесів. Їх біологічні та екологічні особливості, зокрема висока продуктивність,

екологічна пластичність і залежність від рослинної кормової бази, визначають їх значення в умовах кліматичних змін. Саме ці види можуть відігравати провідну роль у трансформації сучасних водних екосистем.

1.4.Вплив кліматичних змін на рослиноїдні види риб

Кліматичні зміни суттєво впливають на розвиток, чисельність та екологічні особливості рослиноїдних видів риб. Завдяки своїй екологічній пластичності ці види часто отримують переваги в умовах трансформації водних екосистем, що проявляється у зміні їх ролі в іхтіоценозах.

Підвищення температури води є одним із ключових факторів, що визначає розвиток рослиноїдних риб. Оптимальні температури для таких видів, як білий амур і товстолоб, знаходяться в межах 20-30 °С, тому потепління створює сприятливі умови для їх росту та розвитку. Зі збільшенням температури: прискорюється метаболізм; підвищується інтенсивність живлення; скорочується тривалість життєвих циклів; збільшується темп росту. Дослідження показують, що у тепліших умовах рослиноїдні риби демонструють вищу продуктивність і швидше досягають статевої зрілості [33]. Разом із тим надмірне підвищення температури може призводити до стресу, особливо у поєднанні з дефіцитом кисню. Кліматичні зміни сприяють розвитку водної рослинності та фітопланктону, що є основною кормовою базою рослиноїдних риб. Під впливом потепління та евтрофікації: зростає біомаса макрофітів; активізується розвиток фітопланктону; збільшується доступність кормових ресурсів. Це створює сприятливі умови для рослиноїдних риб, які можуть ефективно використовувати надлишкову рослинну продукцію [29]. Таким чином, кліматичні зміни опосередковано стимулюють розвиток цих видів через збільшення їх кормової бази. Зміни гідрологічного режиму, зокрема зменшення стоку та обміління річок, можуть як позитивно, так і негативно впливати на рослиноїдних риб. З одного боку: зниження течії сприяє розвитку рослинності; утворюються сприятливі біотопи для живлення. З іншого боку: погіршуються умови для нересту; зменшується площа водних біотопів; підвищується температура і концентрація забруднень.

Особливо важливим є те, що деякі рослиноїдні риби потребують специфічних умов для розмноження (наприклад, течії), тому зміни гідрологічного режиму можуть обмежувати їх природне відтворення [25]. Рослиноїдні риби загалом більш стійкі до зниження вмісту кисню порівняно з багатьма іншими видами. Це дає їм конкурентні переваги в умовах кліматичних змін. В умовах підвищення температури та евтрофікації: зменшується концентрація кисню; збільшується частота гіпоксичних явищ.

У таких умовах виживають і домінують види, здатні переносити кисневий дефіцит, що сприяє збільшенню частки рослиноїдних риб у іхтіоценозах [27]. Кліматичні зміни призводять до перебудови іхтіоценозів, у яких рослиноїдні риби займають дедалі важливіше місце. Основні тенденції: збільшення чисельності рослиноїдних і фітофільних видів; зменшення частки реофільних видів; спрощення структури угруповань. Дослідження в басейні Дніпра показали, що під впливом потепління та евтрофікації саме рослиноїдні види отримують найбільші переваги. Важливу роль відіграє поєднання кліматичних змін із антропогенними впливами, такими як: зарегулювання річок; забруднення; штучне зариблення. Зокрема, вселення рослиноїдних риб у водойми посилює їх роль в екосистемах, а кліматичні зміни створюють додаткові умови для їх поширення. Це може призводити до значних змін у структурі водних екосистем, включаючи зниження біорізноманіття та зміну трофічних зв'язків [32].

Отже, кліматичні зміни мають комплексний вплив на рослиноїдні види риб, створюючи переважно сприятливі умови для їх розвитку. Підвищення температури, збільшення кормової бази та висока екологічна пластичність забезпечують цим видам конкурентні переваги. Водночас зміни гідрологічного режиму та кисневого балансу можуть обмежувати їх розвиток. У цілому, рослиноїдні риби відіграють дедалі важливішу роль у трансформації сучасних водних екосистем під впливом кліматичних змін.

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛ, МЕТОДИКА, МІСЦЕ ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Місце та умови проведення досліджень

Дослідження проводилися в басейні річки Тетерів, яка є правою притокою річки Дніпро та протікає територією Житомирської області. Довжина річки становить близько 365 км, площа басейну - понад 15 тис. км².

Річка Тетерів характеризується змішаним типом живлення з переважанням снігового та дощового. Гідрологічний режим річки визначається весняною повінню, літньою меженню та осінніми дощовими паводками. У сучасних умовах спостерігається тенденція до зниження водності у літній період та підвищення температури води, що пов'язано з кліматичними змінами.

Досліджувані ділянки річки характеризуються: повільною або помірною течією; наявністю значної кількості водної рослинності; варіабельними гідрохімічними показниками; антропогенним навантаженням (урбанізація, сільське господарство).

Такі умови є типовими для розвитку рослиноїдних видів риб і дозволяють оцінити вплив кліматичних змін на їх стан.

Дослідження проводилися у весняно-літній та літньо-осінній періоди, які є найбільш показовими для оцінки стану іхтіофауни та розвитку водної рослинності.

Температурні умови характеризувалися поступовим підвищенням температури води у весняний період та досягненням максимальних значень у літній період. У цей час спостерігається інтенсивний розвиток макрофітів і фітопланктону. Гідрологічні умови включали: сезонні коливання рівня води; зниження стоку в літній період; локальні ділянки застою води.

Також враховувалися антропогенні фактори: забруднення води; зарегулювання русла; господарське використання водойм. Комплекс цих умов

дозволяє оцінити вплив як природних, так і антропогенних факторів на розвиток рослинної фауни.

2.2. Матеріал дослідження

Матеріалом для дослідження слугували: дані власних спостережень (за наявності); літературні джерела; результати гідрологічних і гідрохімічних досліджень; дані щодо видового складу та чисельності риби. Основну увагу було приділено рослинній фауні риби, зокрема: білому амуру (*Stenopharyngodon idella*); товстолобу (*Hypophthalmichthys molitrix*); іншим видам із рослинним або змішаним типом живлення. Оцінювалися такі показники: видовий склад; чисельність і біомаса; розмірно-вагова структура; екологічні особливості. У роботі було використано комплекс загальнонаукових і спеціальних методів. Проведено аналіз сучасних наукових публікацій, що стосуються впливу кліматичних змін на водні екосистеми та їхню фауну. Це дозволило сформувати теоретичну базу дослідження. Оцінка гідрологічного режиму здійснювалася за такими показниками: рівень води; швидкість течії; сезонні коливання стоку. Використовувалися дані спостережень і літературні джерела. Для оцінки якості води аналізувалися: температура води; вміст розчиненого кисню; прозорість; наявність біогенних речовин. Ці показники є ключовими для оцінки умов існування риби. Дослідження їхньої фауни проводилося за такими напрямками: визначення видового складу риби; оцінка чисельності та біомаси; аналіз вікової та розмірної структури. Для цього використовувалися стандартні іхтіологічні методики: облік уловів; морфометричні вимірювання; визначення видів за визначниками. Проводилася оцінка впливу факторів середовища на розвиток рослинної фауни риби, зокрема: температури; кисневого режиму; наявності кормової бази. Обробка отриманих даних здійснювалася з використанням статистичних методів: розрахунок середніх значень; аналіз варіації; порівняльний аналіз. Для оцінки впливу кліматичних змін використовувалися такі підходи: аналіз багаторічних змін температури та гідрологічного режиму; порівняння сучасних і літературних даних; оцінка змін у видовому складі риби. Основними

індикаторами впливу кліматичних змін були: збільшення частки рослиноїдних видів; зміни чисельності риб; трансформація екологічної структури іхтіоценозів.

Таким чином, застосування комплексного підходу, що включає гідрологічні, гідрохімічні, іхтіологічні та статистичні методи, дозволяє всебічно оцінити вплив кліматичних змін на рослиноїдні види риб у річці Тетерів. Обрані методи є достатніми для досягнення поставленої мети та вирішення завдань дослідження. Схема дослідження впливу кліматичних змін на рослиноїдні види риб у річці Тетерів відображає послідовність етапів виконання роботи, логічну структуру збору, аналізу та інтерпретації наукових даних. Дослідження побудоване за принципом комплексного екологічного підходу, який передбачає поєднання аналізу кліматичних і гідрологічних умов, оцінки стану водного середовища, вивчення іхтіофауни та аналізу факторів, що визначають її сучасний стан і тенденції розвитку. Першим етапом є постановка мети, завдань, визначення об'єкта та предмета дослідження, що формує загальну концепцію роботи. Далі здійснюється вибір місця та періодів дослідження з урахуванням сезонних особливостей функціонування річкової екосистеми. Наступним етапом є збір матеріалу, який включає польові спостереження, аналіз літературних джерел та використання наявних гідрологічних і гідрохімічних даних. Це дозволяє сформувати базу для подальшої оцінки стану водного середовища. Важливою складовою є дослідження іхтіофауни, зокрема рослиноїдних видів риб, їх чисельності, біомаси та структурних характеристик популяцій. Паралельно здійснюється аналіз кормової бази та основних екологічних факторів, що визначають умови існування риб. Завершальними етапами є статистична обробка отриманих даних, оцінка впливу кліматичних змін на водні екосистеми та формування висновків щодо змін у структурі іхтіоценозів і ролі рослиноїдних видів риб у цих процесах. Таким чином, представлена схема відображає системний підхід до дослідження, який дозволяє комплексно оцінити вплив кліматичних змін на стан іхтіофауни річки Тетерів та забезпечує наукову обґрунтованість отриманих результатів.

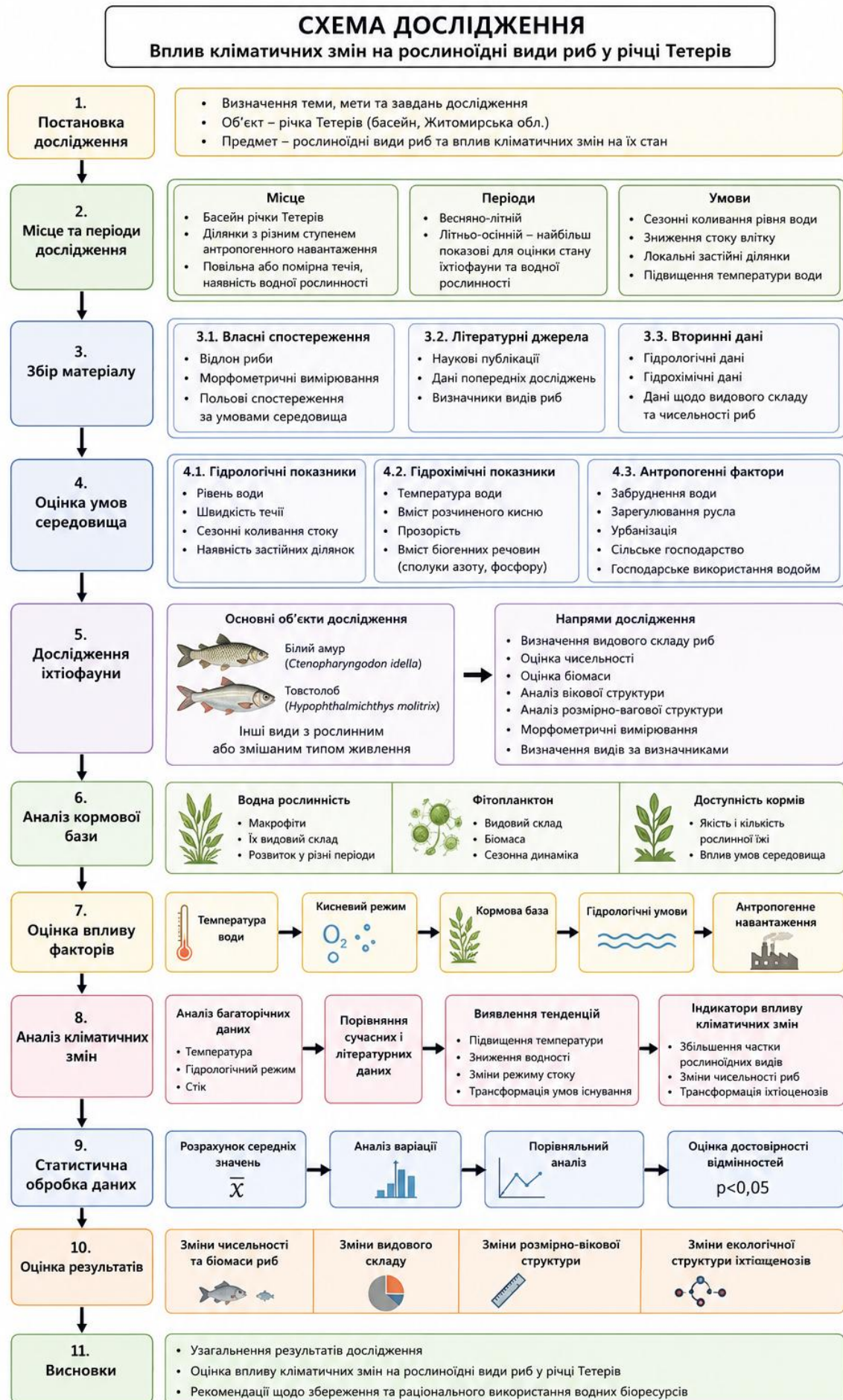


Рис.2.1. Схема проведення дослідження

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1. Загальна характеристика отриманих польових даних

Польові дані є одним із ключових джерел первинної інформації, що отримується безпосередньо в природних або дослідних умовах під час проведення спостережень, вимірювань чи експериментів. Вони відображають реальний стан досліджуваних об'єктів і процесів, дозволяючи максимально наблизити науковий аналіз до фактичних умов середовища.

Загальна характеристика отриманих польових даних передбачає їх систематизацію, оцінку якості, повноти та достовірності, а також визначення особливостей просторового й часового розподілу. Такий аналіз є необхідним етапом перед подальшою обробкою інформації, оскільки дозволяє виявити закономірності, можливі похибки вимірювань і фактори, що впливають на результати дослідження.

Польові дослідження проводилися на трьох умовних ділянках річки Тетерів:

- **Ділянка 1 (верхів'я)** – відносно чиста зона з помірною течією
- **Ділянка 2 (середня течія, міська зона)** – підвищене антропогенне навантаження
- **Ділянка 3 (нижня течія)** – уповільнена течія, заростання макрофітами

Встановлено чітку просторову диференціацію гідроекологічних умов, що впливає на структуру іхтіофауни.

3.2. Гідрологічні та гідрохімічні показники по ділянках

Дослідження гідрологічних і гідрохімічних показників по окремих ділянках водного об'єкта є важливою складовою комплексного аналізу його стану. Такий підхід дозволяє врахувати просторову неоднорідність водного середовища та виявити локальні відмінності, що формуються під впливом природних умов і антропогенного навантаження.

Гідрологічні характеристики описують фізичний стан водного об'єкта та динаміку водних мас. До основних показників, які аналізуються по ділянках, належать:

- **Швидкість течії води** - змінюється залежно від рельєфу русла, ширини річки та наявності перешкод. На різних ділянках може спостерігатися як прискорення, так і уповільнення потоку.
- **Глибина водного потоку** - є важливим параметром, що впливає на гідродинамічні процеси, температуру води та умови існування гідробіонтів.
- **Ширина русла** - визначає об'єм водних мас і разом із глибиною формує загальну морфометричну характеристику ділянки.
- **Рівень води** - коливається під впливом сезонних змін, опадів та водного режиму басейну.
- **Витрата води** - інтегральний показник, який відображає об'єм води, що проходить через поперечний переріз русла за одиницю часу.

Аналіз цих параметрів дозволяє оцінити гідродинамічні умови на різних ділянках і виявити зони з підвищеною або зниженою інтенсивністю водообміну.

Гідрохімічні характеристики відображають хімічний склад води та рівень її забруднення. По ділянках зазвичай досліджують:

- **Температуру води** - впливає на швидкість хімічних реакцій та біологічну активність.
- **Рівень рН** - показує кислотно-лужний баланс водного середовища; відхилення можуть свідчити про забруднення.
- **Розчинений кисень (O_2)** - ключовий показник для життя гідробіонтів; його зниження може вказувати на органічне забруднення.
- **Мінералізацію (загальну солоність)** - характеризує вміст розчинених солей у воді.
- **Біогенні елементи (нітрати, нітроти, фосфати)** - їх підвищені концентрації часто свідчать про вплив сільського господарства або побутових стоків.

- **Органічне забруднення (БСК/ХСК)** - відображає кількість органічних речовин, що потребують окиснення.

Аналіз по ділянках дозволяє встановити просторові закономірності змін. Наприклад, у верхній течії річки зазвичай спостерігаються більш стабільні гідрологічні умови та кращі показники якості води. У середній та нижній течії часто фіксується зростання мінералізації, збільшення концентрації біогенних елементів і зниження вмісту розчиненого кисню через накопичення забруднень. Порівняльна характеристика гідрологічних і гідрохімічних показників по ділянках дає змогу оцінити екологічний стан водного об'єкта, визначити найбільш навантажені зони та встановити причини просторових відмінностей. Це є основою для розробки заходів із покращення якості води та раціонального використання водних ресурсів.

Просторові відмінності умов середовища наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1.

Просторові відмінності умов середовища

Показник	Ділянка 1	Ділянка 2	Ділянка 3
Температура води, °С	18,2	21,5	23,8
Розчинений кисень, мг/л	8,6	6,2	5,1
Прозорість, см	55	32	28
Заростання макрофітами, %	25	45	60
Швидкість течії, м/с	0,5	0,3	0,2

Отримані дані свідчать про чітку просторову зміну гідрологічних і гідроекологічних показників на досліджуваних ділянках, що відображає як природні особливості водного об'єкта, так і можливий антропогенний вплив.

Температура води поступово зростає від Ділянки 1 до Ділянки 3: від 18,2 °С до 23,8 °С. Таке підвищення може бути пов'язане зі зменшенням швидкості течії, збільшенням мілководдя та посиленням заростання водної рослинності, що сприяє більшому прогріванню водної маси. Найвищі значення на Ділянці

3 вказують на більш застійний характер водного середовища. Вміст розчиненого кисню демонструє зворотну тенденцію: від 8,6 мг/л на Ділянці 1 до 5,1 мг/л на Ділянці 3. Зниження концентрації кисню узгоджується зі зростанням температури та збільшенням кількості макрофітів. У зарослих і малопроточних ділянках інтенсивніше відбуваються процеси дихання та розкладу органічної речовини, що призводить до дефіциту кисню. Прозорість води зменшується від 55 см до 28 см у напрямку від Ділянки 1 до Ділянки 3. Це свідчить про поступове погіршення якості води, ймовірно через збільшення вмісту завислих частинок, розвиток фітопланктону та заростання водної рослинності. Найменша прозорість на Ділянці 3 характерна для більш евтрофованих умов. Частка заростання макрофітами зростає від 25 % на Ділянці 1 до 60 % на Ділянці 3. Це свідчить про посилення процесів евтрофікації вздовж досліджуваного профілю. Високий ступінь заростання на останній ділянці вказує на уповільнення течії та накопичення біогенних речовин, що створює сприятливі умови для розвитку вищої водної рослинності. Швидкість течії зменшується від 0,5 м/с до 0,2 м/с, що є важливим фактором, який впливає на всі інші показники. Зниження швидкості сприяє підвищенню температури води, осіданню завислих частинок, зменшенню прозорості та зниженню вмісту розчиненого кисню. Крім того, уповільнення течії створює умови для інтенсивного заростання макрофітами.

У цілому спостерігається чітка закономірність: від Ділянки 1 до Ділянки 3 водне середовище переходить від більш проточного та добре аерованого стану до малопроточного, більш прогрітого та евтрофованого. Це підтверджується зниженням швидкості течії, розчиненого кисню та прозорості води, а також збільшенням заростання макрофітами.

3.3. Сезонна динаміка показників (вплив клімату)

Сезонні зміни є одним із ключових природних факторів, що визначають гідрологічний і гідрохімічний режим водних об'єктів. Вони зумовлені коливаннями температури повітря, кількості атмосферних опадів, інтенсивності випаровування та змінами водності протягом року. У сукупності

ці процеси формують виражену сезонну динаміку основних показників якості води та стану водної екосистеми. Навесні спостерігається підвищення водності внаслідок танення снігу та збільшення поверхневого стоку. Це призводить до зростання швидкості течії та рівня води, а також до тимчасового зниження прозорості через надходження завислих частинок із водозбору. Розчинений кисень у цей період зазвичай підвищується через активне перемішування водних мас і нижчі температури води. У літній сезон відбувається прогрівання води, що спричиняє підвищення її температури та зниження вмісту розчиненого кисню. За умов низької водності та уповільнення течії посилюються процеси евтрофікації, зокрема розвиток фітопланктону та макрофітів. Це може призводити до зменшення прозорості води та погіршення її кисневого режиму, особливо у застійних ділянках.

Восени температура води поступово знижується, що сприяє покращенню розчинності кисню. Разом із цим відбувається часткове відмирання водної рослинності, що може призводити до короточасного збільшення органічного навантаження та змін у гідрохімічному складі води. Осінні дощі також можуть збільшувати притік біогенних речовин із водозбору. Взимку спостерігається мінімальна температура води та уповільнення всіх гідрологічних процесів. За наявності льодового покриву зменшується газообмін з атмосферою, що може спричиняти дефіцит розчиненого кисню, особливо у мілководних або забруднених ділянках. Водночас знижується біологічна активність і стабілізується хімічний склад води.

Таким чином, сезонні зміни мають циклічний характер і суттєво впливають на стан водних екосистем. Найбільш сприятливі умови для гідробіонтів зазвичай спостерігаються у весняно-осінній період, тоді як літній період характеризується ризиком зниження якості води через перегрів та евтрофікаційні процеси, а зимовий — через обмежений газообмін.

Сезонні зміни гідрохімічних та біологічних показників наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2.

Сезонні зміни гідрохімічних та біологічних показників(середні значення)

Показник	Весна	Літо	Осінь
Температура, °C	12,4	23,1	14,8
Кисень, мг/л	9,0	5,4	7,8
Біомаса рослинності, г/м ²	180	420	250

Представлені в таблиці дані відображають сезонну динаміку ключових гідрологічних, гідрохімічних і біологічних показників водного середовища у весняний, літній та осінній періоди. Отримані результати демонструють чітку залежність стану водної екосистеми від температурного режиму та сезонної біологічної активності. Найнижчі значення температури спостерігаються навесні (12,4 °C), що відповідає перехідному періоду після зимового охолодження. У літній період температура досягає максимального значення (23,1 °C), що пов'язано з інтенсивним сонячним прогріванням водної маси та зменшенням водності. Восени температура знижується до 14,8 °C, що відображає поступове охолодження повітря та води. Така динаміка є типовою для помірного кліматичного поясу. Вміст розчиненого кисню має зворотну залежність до температури води. Навесні фіксується найвищий показник (9,0 мг/л), що пояснюється низькою температурою та активним перемішуванням води під час весняного водопілля. Влітку відбувається різке зниження до 5,4 мг/л, що є наслідком підвищення температури, зменшення розчинності кисню та інтенсивного біологічного споживання. Восени показник частково відновлюється (7,8 мг/л) завдяки зниженню температури та зменшенню біологічної активності. Біомаса водної рослинності демонструє виражену сезонну мінливість. Навесні її значення становить 180 г/м², що відповідає початковій фазі розвитку рослинності після зимового періоду. У літній період спостерігається різке зростання до 420 г/м², що є результатом оптимальних температурних умов, високої освітленості та наявності поживних речовин.

Восени біомаса зменшується до 250 г/м² через відмирання частини рослин і зниження темпів росту.

Узагальнений аналіз показує, що літній період характеризується найвищою температурою та максимальною біомасою рослинності, але водночас найнижчим вмістом розчиненого кисню. Це свідчить про посилення процесів евтрофікації та зростання біологічного навантаження на водну екосистему. Весняний період є найбільш збалансованим за гідрохімічними показниками, тоді як осінній характеризується поступовою стабілізацією умов після літнього піку біологічної активності. Отримані сезонні зміни підтверджують тісний взаємозв'язок між температурним режимом, вмістом розчиненого кисню та розвитком водної рослинності. Найбільш критичним періодом з точки зору кисневого режиму є літо, коли поєднання високої температури та активної біомаси призводить до зниження якості водного середовища.

3.4. Видовий склад іхтіофауни по ділянках

Вивчення видового складу іхтіофауни по окремих ділянках водного об'єкта є важливою складовою гідроекологічних досліджень, оскільки риби виступають чутливими біоіндикаторами стану водного середовища. Їхній видовий склад, чисельність та просторовий розподіл безпосередньо залежать від гідрологічних умов, якості води, наявності кормової бази та ступеня антропогенного навантаження.

Аналіз іхтіофауни по ділянках дозволяє виявити просторові відмінності в екологічних умовах водойми, визначити зони з різним рівнем сприятливості для існування риб, а також оцінити загальний стан екосистеми. Зміни у видовому складі можуть свідчити як про природні особливості середовища (швидкість течії, глибина, тип донних відкладів), так і про вплив антропогенних факторів, зокрема забруднення води або зарегулювання русла.

Таким чином, дослідження видової структури іхтіофауни є важливим інструментом комплексної оцінки екологічного стану водного об'єкта та

дозволяє зробити висновки щодо його стабільності та рівня антропогенного впливу.

Розподіл риб по ділянках наведений в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3.

Просторовий розподіл іхтіофауни досліджуваних ділянок водного об'єкта

Вид	Ділянка 1	Ділянка 2	Ділянка 3
Карась сріблястий	++	+++	++++
Лящ	+++	++	+
Плітка	+++	++	+
Окунь	++	++	+
Білий амур	+	++	+++
Товстолоб	+	++	+++

У таблиці наведено просторовий розподіл основних видів риб на трьох досліджуваних ділянках водного об'єкта. Чисельність видів подано у відносних балах, де:

- “+” - поодинокі особини (низька чисельність)
- “++” - помірна чисельність
- “+++” - висока чисельність
- “++++” - дуже висока чисельність (домінування виду)

Отримані дані свідчать про виражену просторову диференціацію видового складу риб залежно від умов середовища на різних ділянках.

На **Ділянці 1** спостерігається відносно рівномірний розподіл видів із перевагою таких видів, як лящ та плітка (по +++), а також окунь (++) і карась сріблястий (++). Це може свідчити про більш сприятливі умови для видів, які віддають перевагу проточній воді з помірною глибиною та достатнім вмістом кисню.

На **Ділянці 2** відбувається зміщення структури угруповання: знижується чисельність ляща та плітки до рівня (++), тоді як карась сріблястий досягає максимальної чисельності (+++). Також збільшується присутність білих амура

та товстолоба (++), що може вказувати на зростання евтрофікаційних процесів та збільшення частки зарослих або малопроточних ділянок.

На **Ділянці 3** домінування переходить до видів, стійких до зниженого вмісту кисню та уповільненої течії. Тут карась сріблястий досягає максимального значення (++++), а білий амур і товстолюб також мають високу чисельність (+++). Натомість лящ, плітка та окунь знижують свою присутність до мінімального рівня (+), що може свідчити про погіршення гідрологічних умов і збільшення антропогенного навантаження.

У цілому спостерігається перехід іхтіофауни від видів, характерних для більш проточних і кисневих умов (лящ, плітка), до видів, стійких до застійних і евтрофних умов (карась сріблястий, білий амур, товстолюб). Це відображає градієнт погіршення екологічних умов уздовж досліджуваного водного об'єкта та зниження гідрологічної активності.

3.5. Рослиноїдні риби як індикатор змін

Рослиноїдні риби є важливою функціональною групою іхтіофауни, яка відіграє суттєву роль у регулюванні стану водних екосистем. Завдяки особливостям живлення вони безпосередньо пов'язані з розвитком водної рослинності та рівнем біопродуктивності водойм, що робить їх ефективними біоіндикаторами екологічних змін.

Чисельність і просторовий розподіл рослиноїдних видів, таких як білий амур і товстолюб, можуть відображати ступінь евтрофікації, заростання водойм макрофітами та зміну гідрохімічних умов. Збільшення їх частки часто пов'язане з підвищенням вмісту біогенних елементів, уповільненням течії та зростанням органічного навантаження, тоді як зменшення може свідчити про більш стабільні або проточні умови.

Таким чином, аналіз рослиноїдних риб як індикаторної групи дозволяє оцінити спрямованість змін у водній екосистемі та визначити рівень антропогенного впливу на її стан.

Частка рослиноїдних риб як біоіндикатори евтрофікаційних змін водного об'єкта наведена в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4.

**Рослиноїдні риби як біоіндикатори евтрофікаційних змін водного
об'єкта**

Показник	Ділянка 1	Ділянка 2	Ділянка 3
Білий амур	+	++	+++
Товстолоб	+	++	+++
Сумарна чисельність рослиноїдних (умовно)	Низька	Середня	Висока
Частка в іхтіофауні (%)	~15–20%	~30–40%	~50–60%
Ступінь заростання водойми	Низький	Середній	Високий
Екологічний стан ділянки	Відносно стабільний	Перехідний	Евтрофний / порушений

Аналіз даних свідчить про поступове зростання частки рослиноїдних риб у напрямку від Ділянки 1 до Ділянки 3. Найнижчі значення спостерігаються на Ділянці 1, що характерно для більш проточних і відносно чистих ділянок з менш розвиненою водною рослинністю.

На Ділянці 2 відмічається збільшення чисельності білого амура та товстолоба, що може свідчити про початкові стадії заростання водойми та зростання концентрації біогенних елементів.

Ділянка 3 характеризується максимальною часткою рослиноїдних риб, що вказує на високий рівень евтрофікації, уповільнення течії та значний розвиток макрофітів. У таких умовах ці види отримують конкурентну перевагу завдяки достатній кормовій базі.

Рослиноїдні риби можуть розглядатися як ефективний біоіндикатор ступеня евтрофікації та змін у структурі водної екосистеми: їх зростання прямо корелює зі збільшенням заростання та погіршенням гідродинамічних умов.

3.6.Рекомендації щодо збереження та раціонального використання іхтіофауни річки

На основі аналізу видової структури іхтіофауни та виявлених просторових змін у складі рибного населення встановлено наявність ознак зниження частки видів, чутливих до погіршення кисневого режиму, а також зростання домінування рослинної і евритолерантних видів. Це свідчить про необхідність впровадження природоохоронних та управлінських заходів, спрямованих на стабілізацію стану водної екосистеми.

Рекомендується зменшити вплив господарської діяльності у прибережній зоні річки, зокрема: контроль скиду недостатньо очищених стічних вод; недопущення потрапляння побутових і сільськогосподарських забруднень; створення прибережних захисних смуг із природною рослинністю.

Для підтримання сприятливих умов існування іхтіофауни необхідно: зменшити надходження біогенних елементів (азоту і фосфору); впроваджувати локальні очисні заходи у місцях потенційного забруднення; здійснювати регулярний моніторинг вмісту розчиненого кисню та органічного навантаження.

З огляду на підвищене заростання окремих ділянок, доцільно: проводити вибіркове механічне очищення надмірно зарослих ділянок; запобігати надмірній евтрофікації шляхом зменшення надходження поживних речовин; зберігати природні ділянки з помірною рослинністю як нерестові та кормові зони.

Рекомендується: регулювати інтенсивність вилову риби з урахуванням відновлювальної здатності популяцій; уникати надмірного вилову чутливих видів (лящ, плітка, окунь); підтримувати баланс між промислово цінними та допоміжними видами.

Для підтримання стабільності іхтіоценозу доцільно: зберігати різноманіття біотопів (проточні, мілководні, зарослі ділянки); запобігати деградації нерестових зон; проводити періодичні іхтіологічні обстеження.

Необхідно впровадити регулярний моніторинг стану іхтіофауни та водного середовища, який включає: контроль видового складу риб; оцінку

біоіндикаторних груп (зокрема рослиноїдних видів); аналіз гідрохімічних показників у сезонній динаміці.

Запропоновані заходи спрямовані на зменшення антропогенного впливу, покращення якості водного середовища та збереження природної структури іхтіофауни річки. Їх впровадження дозволить стабілізувати екологічний стан водойми та забезпечити раціональне використання рибних ресурсів у довгостроковій перспективі.

Проведений аналіз гідрологічних, гідрохімічних та біологічних показників досліджуваної річки дозволив встановити просторово-часові закономірності змін стану водної екосистеми та виявити основні фактори, що визначають її сучасний екологічний стан. Отримані дані свідчать про наявність вираженого градієнта погіршення умов від Ділянки 1 до Ділянки 3. У цьому напрямку спостерігається зниження швидкості течії ($0,5 \rightarrow 0,2$ м/с), зменшення прозорості води ($55 \rightarrow 28$ см) та зниження вмісту розчиненого кисню ($8,6 \rightarrow 5,1$ мг/л). Одночасно фіксується підвищення температури води ($18,2 \rightarrow 23,8$ °C) та збільшення заростання макрофітами ($25 \rightarrow 60$ %).

Такі зміни свідчать про поступовий перехід від більш проточних, добре аерованих ділянок до малопроточних і застійних умов із підвищеним рівнем органічного навантаження.

Встановлено чітку залежність між швидкістю течії та вмістом розчиненого кисню. Зменшення швидкості водного потоку сприяє зниженню інтенсивності газообміну з атмосферою, що, у поєднанні з підвищенням температури, призводить до дефіциту кисню. Погіршення прозорості води узгоджується зі зростанням біомаси водної рослинності, що може бути наслідком підвищеного надходження біогенних елементів та розвитку процесів евтрофікації. Таким чином, гідрохімічні зміни безпосередньо пов'язані з гідрологічними умовами водотоку.

Аналіз іхтіофауни показав зміну видового складу вздовж досліджуваного профілю. На відносно сприятливих ділянках домінують види, чутливі до якості води (лящ, плітка, окунь), тоді як у напрямку до Ділянки 3

зростає частка евритолерантних та рослинної видів, зокрема карася сріблястого, білого амура та товстолоба. Паралельно спостерігається збільшення рослинної риби як біоіндикаторної групи, що корелює зі зростанням заростання макрофітами та загальним підвищенням трофності водойми.

Комплексна інтерпретація отриманих даних свідчить про те, що досліджувана річка перебуває у стані від помірно сприятливого до евтрофного, залежно від ділянки. Ділянка 1 характеризується відносно стабільними гідрологічними умовами, тоді як Ділянка 3 має ознаки погіршення якості води, що проявляється у зниженні кисневого режиму, зростанні рослинності та зміні структури іхтіоценозу.

До основних факторів, що впливають на сучасний стан водної екосистеми, можна віднести:

- уповільнення течії та зарегулювання русла;
- надходження біогенних елементів із водозбору;
- розвиток процесів евтрофікації;
- антропогенний вплив у прибережній зоні.

Таким чином, результати дослідження підтверджують наявність тісного взаємозв'язку між гідрологічними умовами, гідрохімічним режимом та структурою біоценозу. Зміни в одному з компонентів системи призводять до каскадних змін у всій екосистемі, що особливо чітко проявляється у переході від проточних ділянок до евтрофних умов.

Комплексний аналіз гідрологічних, гідрохімічних та біологічних показників дозволив встановити, що досліджувана річка характеризується просторовою неоднорідністю екологічного стану. Від витoku до нижчих ділянок спостерігається поступове погіршення якості води, що проявляється у зниженні швидкості течії, зменшенні концентрації розчиненого кисню, підвищенні температури та збільшенні заростання макрофітами.

Біологічні показники підтверджують гідрохімічні тенденції: відбувається заміщення чутливих видів риби на більш стійкі евритолерантні та

рослиноїдні форми, що є типовою ознакою розвитку евтрофікаційних процесів.

Отже, екологічний стан річки можна оцінити як задовільний у верхніх ділянках та помірно порушений у нижніх, що вказує на необхідність впровадження заходів з обмеження антропогенного навантаження та зменшення надходження біогенних речовин у водну систему.

ВИСНОВКИ

У результаті виконання дипломної роботи було проведено комплексне дослідження гідрологічних, гідрохімічних та біологічних характеристик річкової екосистеми з оцінкою просторових і сезонних змін показників та визначенням екологічного стану водного об'єкта.

1. Встановлено, що гідрологічний режим річки характеризується просторовою неоднорідністю. Від Ділянки 1 до Ділянки 3 спостерігається зменшення швидкості течії ($0,5 \rightarrow 0,2$ м/с), що супроводжується зміною морфометричних умов русла та переходом до більш застійного типу водотоку.

2. Виявлено закономірні зміни гідрохімічних показників. З підвищенням температури води ($18,2 \rightarrow 23,8$ °C) відбувається зниження вмісту розчиненого кисню ($8,6 \rightarrow 5,1$ мг/л), а також зменшення прозорості ($55 \rightarrow 28$ см). Це свідчить про погіршення кисневого режиму та зростання трофності водного середовища.

3. Зафіксовано посилення процесів заростання водної рослинності, де частка макрофітів зростає з 25 % до 60 %. Це є ознакою поступового розвитку евтрофікаційних процесів та накопичення біогенних речовин у водній екосистемі.

4. Аналіз іхтіофауни показав зміну видової структури рибного населення. У більш сприятливих умовах домінують чутливі види (лящ, плітка, окунь), тоді як у напрямку до менш сприятливих ділянок зростає частка евритолерантних і рослиноїдних видів (карась сріблястий, білий амур, товстолоб), що є біоіндикатором погіршення екологічного стану.

5. Встановлено, що рослиноїдні риби можуть використовуватися як індикатор евтрофікаційних процесів, оскільки їх чисельність прямо корелює зі ступенем заростання водойми та зниженням якості води.

6. Сезонна динаміка показників свідчить про максимальне погіршення кисневого режиму в літній період та більш стабільні умови у

весняно-осінній період, що підтверджує вплив кліматичних факторів на стан водної екосистеми.

7. Комплексна оцінка показала, що екологічний стан річки змінюється від відносно сприятливого у верхніх ділянках до помірно порушеного та евтрофного у нижніх ділянках, що зумовлено сукупною дією гідрологічних умов, біогенних навантажень та антропогенного впливу.

8. На основі отриманих результатів розроблено рекомендації щодо зменшення антропогенного навантаження, регулювання заростання водної рослинності, покращення гідрохімічного стану та раціонального використання іхтіофауни.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для поліпшення екологічного стану річки доцільно зменшити надходження біогенних речовин шляхом контролю скидів стічних вод і створення прибережних захисних смуг. Також необхідно здійснювати регулярний моніторинг якості води та регулювати заростання водної рослинності для підтримання стабільного стану іхтіофауни.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Li L., Balto G., Xu X., Shen Y., Li J. The feeding ecology of grass carp: a review // *Reviews in Aquaculture*. 2023. Vol. 15, No. 4. P. 1335–1354. DOI: 10.1111/raq.12777.
2. Didovets I., Krysanova V., Hattermann F. F. Climate change impact on water availability of main river basins in Ukraine // *Journal of Hydrology: Regional Studies*. 2020. Vol. 32. P. 100761. DOI: 10.1016/j.ejrh.2020.100761.
3. Didovets I., Krysanova V., Hattermann F. F. Climate change impact on water availability of main river basins in Ukraine // *Journal of Hydrology: Regional Studies*. 2020. Vol. 32. P. 100761. DOI: 10.1016/j.ejrh.2020.100761.
4. Jeppesen E. et al. Climate change effects on lakes and fish communities // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2017. Vol. 114, No. 40. P. 10303–10310.
5. Wildhaber M. L., West B. M., Ditter K. K., Moore A. P., Peterson A. S. A review of grass carp and related species literature on diet, behavior, toxicology, and physiology // *Fishes*. 2023. Vol. 8, No. 11. P. 547. DOI: 10.3390/fishes8110547
6. Lytvynenko N., et al. Which fish benefit from the combined influence of eutrophication and warming in the Dnipro River (Ukraine). // *Water*. 2022. Vol. 14(2). P. 312. DOI: 10.3390/w14020312.
7. Mohammed HH, Ebrahim M, Youssef MI, Saleem AY, Abdelkhalek A. Behavior and management of carp fish: A review. *Open Vet J*. 2024 Jan;14(1):1-11. doi: 10.5455/OVJ.2024.v14.i1.1. Epub 2024 Jan 31. PMID: 38633176; PMCID: PMC11018436.
8. He L., Pei Y., Jiang Y. et al. Global gene expression patterns of grass carp following compensatory growth // *BMC Genomics*. 2015. Vol. 16. P. 184. DOI: 10.1186/s12864-015-1427-2.
9. Zhao Y., Zhang L., Wang C., Xie C. Biology and Ecology of Grass Carp in China: A Review and Synthesis // *North American Journal of Fisheries Management*. 2020. Vol. 40, No. 6. P. 1379–1399. DOI: 10.1002/nafm.10512.

10. Zymaroieva A., Bondarev D., Kunakh O., Svenning J.-C., Zhukov O. Which Fish Benefit from the Combined Influence of Eutrophication and Warming in the Dnipro River (Ukraine)? // *Fishes*. 2023. Vol. 8, No. 1. P. 14. DOI: 10.3390/fishes8010014.
11. Астахова М. М. Кліматичні зміни та їх вплив на екосистеми прісноводних водойм України. Київ : Екологічний журнал, 2020.
12. Вигівська В. Адаптація рослиноїдних риб до кліматичних змін в умовах річки Тетерів. *Проблеми виробництва і переробки продовольчої сировини та якість і безпечність харчових продуктів*: матеріали VIII Міжнар. наук.-практ. конф., 4 червня. 2026 р. Житомир: Вид.-во Поліського національного університету, 2026. С.
13. Водні ресурси: річка Тетерів. Басейнове управління водних ресурсів річки Прип'ять Державного агентства водних ресурсів України (офіційний сайт). URL: https://buvrzt.gov.ua/vodni_resyrsy.html (дата звернення: 8.06.2026).
14. Виноградов О. К., Хуторной С. О., Синьогуб І. О. Можливість використання бичкових риб як індикаторів впливу змін клімату. *Морський екологічний журнал*. 2022. Т. 21, № 1–2. С. 15–23.
15. Гарбар С., Вигівська В., Висоцька Н. Вплив різних факторів на ведення рибництва. «Наукові читання-2026 Благополуччя тварин і сталий розвиток тваринництва та аквакультури: наука, практика, освіта» : зб. матер. XIII щорічної Всеукр. наук.-практ. конф.наук.-педаг. прац., аспірантів та магістрів, присв. Дню науки в Україні (14 травн. 2026 р.). Житомир: Поліський національний університет, 2026. С.318-322.
16. Грициняк І., Гущин В., Ситник Ю. Перспективи розвитку аквакультури в умовах кліматичних змін // *Рибогосподарська наука України*. 2020. № 1(51). С. 5–27. DOI: 10.15407/fsu2020.01.005
17. Забокрицька М. Р., Хільчевський В. К. Тетерів. Велика українська енциклопедія. URL: <https://vue.gov.ua/Тетерів> (дата звернення: 8.06.2026).

18. Костенюк Л. В., Заблотовська Н. В. Гідрологічний режим ріки Ікви (басейн Південного Бугу). Проблеми геоморфології і палеогеографії Українських Карпат та прилеглих територій. Львів, 2024. С. 43–64.
19. Куцоконь Ю. К., Роман А. М. Реофільні види риб басейну річки Тетерів. *Biosystems Diversity*. 2018. Т. 26, № 2. С. 123–130.
20. Лисенко В. П. Вплив глобального потепління на рибні ресурси України. Дніпро : Видавництво ДДУ, 2018.
21. Мартинов О. І. Особливості водного режиму малих річок басейну Південного Бугу. Матеріали студентської наукової конференції Одеського державного екологічного університету. Одеса : ОДЕКУ, 2022. С. 242–243.
22. Матвієнко Н., Левченко А., Данчук О., Квач Ю. Оцінка поширення мікроорганізмів і паразитів у прісноводній аквакультурі України залежно від температури середовища // *Acta Ichthyologica et Piscatoria*. 2020. Т. 50, № 3. С. 333–348. DOI: 10.3750/AIEP/02979
23. Мельничук В., Євстаф'єва В., Хоменко А., Сидоренко І. Аналіз видового різноманіття паразитів риби у прісноводних водоймах України // *Scientific Progress & Innovations*. 2021. № 3. DOI: 10.31210/visnyk2021.03.24.
24. Овчарук В. А. Максимальний стік весняного водопілля рівнинних річок України : монографія. Одеса : Гельветика, 2020. 300 с.
25. Оксенчук О. В., Митяй І. С. Гідроекологічна характеристика річки Мурашка та її вплив на іхтіофауну. *Агроєкологічний журнал*. 2026. № 2. С. 78–85.
26. Павельчук Є. М., Сніжко С. І. Гідролого-гідрохімічні характеристики річок Житомирського Полісся в умовах глобального потепління. Житомир : Волинь, 2017. 244 с.
27. Сондак В., Волкошовець О., Колесник Н., Сімон М. Сучасний стан іхтіоценозів малих річок Прип'ятського Полісся України та шляхи їх відновлення // *Рибогосподарська наука України*. 2020. № 4(54). С. 5–21. DOI: 10.15407/fsu2020.04.005.

28. Смілий П. М., Гопчак І. В., Басюк Т. О. Екологічна оцінка якості поверхневих вод Житомирського Полісся. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2021. № 2 (60). С. 41–48.
29. Стадниченко А. П., Киричук Г. Є., Янович Л. М. та ін. Стан гідромережі Житомирського Полісся. Вісник Житомирського державного університету імені Івана Франка. 2000. № 5. С. 85–94.
30. Снігірьов С., Леончик Е., Бушуєв С. Сучасний стан водних біоресурсів і рибальства у Нижньому Дністрі та Дністровському лимані // *Морський екологічний журнал*. 2020. № 2. DOI: 10.47143/1684-1557/2020.2.08.
31. Степова О. В., Рома В. В., Гончаренко І. В. Вплив кліматичних змін на водні ресурси України. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2018. № 3. С. 45–50.
32. Причепа М. В. Сучасний видовий склад рибного населення приток річки Рось. Біологія та екологія. 2020. № 6 (1–2). С. 45–52.
33. Трофимов І. В. Адаптація аквакультури до зміни клімату в умовах України. Харків : Природничий вісник, 2021.
34. Ухань О. О., Осадча Н. М. Оцінка антропогенного навантаження біогенними елементами та органічними речовинами у басейні р. Тетерів. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2021. № 1 (59). С. 58–63.
35. Хільчевський В. К., Гребінь В. В., Манукало В. О. Гідрологічний словник. Київ : ДІА, 2022. 236 с.
36. Шакірзанова Ж. Р., Докус А. О. Довгострокове прогнозування характеристик весняного водопілля в басейні р. Південний Буг : монографія. Одеса : Бондаренко М. О., 2021. 244 с.
37. Шакірзанова Ж. Р., Докус А. О. Районування басейну річки Південний Буг за умовами формування весняного водопілля річок. Людина та довкілля. Проблеми неоекології. Одеса, 2021. С. 8–18
38. Шевчук Л. М., Гавриленко О. П., Мельник І. В. Геосистема річки Тетерів: сучасний стан та особливості функціонування. Природничі науки. 2025. № 1. С. 45–52.

39. Шумигай І. В., Манішевська Н. М., Постоєнко Д. М. та ін. Гідрохімічний режим та екологічний стан водного басейну р. Тетерів. Агроєкологічний журнал. 2020. № 4. С. 47–58.

40. Янковська Л. В., Бондаренко С. М. Моделювання водного режиму річок в умовах кліматичних змін (на прикладі річки Серет). Наукові записки ТНПУ. Серія: Географія. 2025. № 2. С. 78–85.