

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Біотехнологічний факультет

Спеціальність 207 Водні біоресурси та аквакультура

Другий (магістерський) рівень вищої освіти

Допускається до захисту:

Завідувач кафедри

водних біоресурсів та аквакультури

д. б. н., проф. _____ Роман НОВІЦЬКИЙ

«_____» _____ 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня магістр на тему:

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТАКСОНОМІЧНОГО СКЛАДУ
ІХТІОФАУНИ ПРИБЕРЕЖНИХ ДІЛЯНОК ВОДОЙМ ПРИРОДНОГО
ЗАПОВІДНИКА «ДНІПРОВСЬКО-ОРІЛЬСЬКИЙ»

Здобувач другого (магістерського)
рівня вищої освіти _____

Юрій БОРОДАЙ

Керівник дипломної роботи,
д. б. н. Проф. _____

Роман НОВІЦЬКИЙ

Дніпро-2025

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Біотехнологічний факультет
Спеціальність 207 Водні біоресурси та аквакультура
Другий (магістерський) рівень вищої освіти
Кафедра водних біоресурсів та аквакультури

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри, д. б. н.,
проф. _____ Роман НОВІЦЬКИЙ
“ 28 ” квітня 2025 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу здобувачу вищої освіти

Юрію Володимировичу БОРОДАЮ

1. Тема роботи: Порівняльний аналіз таксономічного складу іхтіофауни прибережних ділянок водойм природного заповідника «Дніпровсько-Орільський»

Затверджена наказом по університету від “ 05 ” листопада 2025 р. № 3317

2. Термін здачі здобувачем завершеної роботи 12 грудня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи: провести аналіз літературних джерел щодо структури та динаміки іхтіофауни природно-заповідних територій України та світу; охарактеризувати природні умови, гідрологічні особливості та біотопічне різноманіття водойм природного заповідника «Дніпровсько-Орільський».

4. Короткий зміст роботи - перелік питань, що розробляються в роботі: вступ, огляду літератури, матеріал, умови та методики виконання роботи, результати власних досліджень, визначити видовий склад і таксономічну структуру іхтіофауни досліджуваних прибережних ділянок; здійснити порівняльний аналіз іхтіоценозів за допомогою індексів Шеннона, Сімпсона та Серенсена; встановити наявність видів, занесених до Червоної книги України, Бернської конвенції та Рамсарського списку; сформулювати рекомендації щодо збереження рибного населення і підвищення ефективності екологічного моніторингу в межах заповідних водойм.

5. Перелік графічного матеріалу: таблиць – 4; рисунків – 11.

6. Консультанти по проекту (роботі), із зазначенням розділів проекту, що їх стосуються

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 4 Результати проведених досліджень Розділ 5 Охорона праці	Професор Роман НОВІЦЬКИЙ		

7. Дата видачі завдання: “ 28 ” квітня 2025 р.

Керівник _____ Роман НОВІЦЬКИЙ
(підпис)

Завдання прийняв(ла) до виконання _____ Юрій БОРОДАЙ
(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Етапи дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Визначення теми дипломної роботи. Отримання завдання	травень 2025 р.	Виконано
2	Виконання теоретичної частини роботи: робота з зарубіжними і вітчизняними літературними джерелами.	Травень-вересень 2025 р.	Виконано
3	Постановка експериментальної частини роботи.	Травень-вересень 2025 р.	Виконано
4	Узагальнення отриманих результатів, підготовка текстової частини роботи	Жовтень 2025 р.	Виконано
5	Підготовка чернетки дипломної роботи	Листопад 2025 р.	Виконано
6	Консультування щодо охорони праці та техніки безпеки	Листопад 2025 р.	Виконано
7	Робота з науковим керівником, опрацювання хибних тверджень, виправлення помилок	Грудень 2025 р.	Виконано
8	Підготовка чистового варіанта дипломної роботи. Перевірка тексту на антиплагіат та оригінальність	Грудень 2025 р.	Виконано
9	Підготовка презентації. Передзахист дипломної роботи	Грудень 2025 р.	Виконано
10	Захист дипломної роботи	Грудень 2025 р.	Виконано

Здобувач вищої освіти _____

Юрій БОРОДАЙ

Керівник кваліфікаційної роботи _____

Роман НОВІЦЬКИЙ

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота другого (магістерського) рівня вищої освіти здобувача групи МГВБА-24 Юрія Бородея на тему: **Порівняльний аналіз таксономічного складу іхтіофауни прибережних ділянок водойм природного заповідника «Дніпровсько-Орільський»**

Мета роботи полягає у порівняльному аналізі таксономічного складу іхтіофауни прибережних ділянок водойм природного заповідника «Дніпровсько-Орільський» та оцінці екологічного стану цих біотопів на основі кількісних показників видового різноманіття.

Для досягнення поставленої мети були сформульовані такі **завдання**:

- провести аналіз літературних джерел щодо структури та динаміки іхтіофауни природно-заповідних територій України та світу;
- охарактеризувати природні умови, гідрологічні особливості та біотопічне різноманіття водойм природного заповідника «Дніпровсько-Орільський»;
- визначити видовий склад і таксономічну структуру іхтіофауни досліджуваних прибережних ділянок;
- здійснити порівняльний аналіз іхтіоценозів за допомогою індексів Шеннона, Сімпсона та Серенсена;
- встановити наявність видів, занесених до Червоної книги України, Бернської конвенції та Рамсарського списку;
- сформулювати рекомендації щодо збереження рибного населення і підвищення ефективності екологічного моніторингу в межах заповідних водойм.

Дипломна робота викладена на 67 сторінках, містить 4 таблиці, проілюстрована 11 рисунками, складається з наступних розділів: анотація, вступ, огляд друкованих видань, матеріали та методи досліджень, результати проведених досліджень, охорона праці, висновки, рекомендації список літератури, який включає 83 джерела.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	8
1.1. Значення іхтіологічних досліджень на природо-охоронних об'єктах.....	8
1.2. Проблематика проведення іхтіологічних досліджень в об'єктах природно-заповідного фонду.....	11
1.3. Характеристика діяльності природного заповідника «Дніпровсько-Орільський».....	15
1.4. Характеристика біотопів природного заповідника «Дніпровсько- Орільський».....	18
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	22
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ПРОВЕДЕНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	28
3.1 Видовий склад та таксономічна характеристика іхтіофауни гирла р. Оріль.....	28
3.2 Видовий склад, таксономічна характеристика видового складу іхтіофауни о. Кам'янистий.....	33
3.3 Порівняльна оцінка різноманіття та таксономічна структура іхтіофауни на досліджених ділянках.....	39
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	45
4.1. Охорона праці при проведенні польових іхтіологічних досліджень.....	45
4.2. Ризики при роботі в лабораторії гідробіології.....	46
ВИСНОВКИ.....	55
РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	58
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	60

ВСТУП

Водні екосистеми є одними з найважливіших компонентів біосфери, оскільки забезпечують формування клімату, підтримання колообігу речовин і функціонування численних біологічних угруповань. У сучасних умовах глобальних екологічних змін, зокрема зростання антропогенного навантаження, урбанізації та кліматичних зрушень, саме водні екосистеми зазнають найбільшого тиску. Особливо вразливими є заплавні водойми, які виконують роль природних регуляторів гідрологічного режиму та осередків високого біорізноманіття. Їх деградація призводить до втрати екосистемних послуг, зниження природної продуктивності, змін у структурі гідробіоценозів і втрати стійкості екосистем [54].

Серед складових біорізноманіття водойм ключове місце посідає іхтіофауна – один із найінформативніших показників екологічного стану водних об'єктів. Риби відіграють важливу роль у функціонуванні трофічних ланцюгів, беруть участь у біогенному кругообігу та слугують біоіндикаторами якості водного середовища. Їх видовий склад, чисельність, вікова структура та трофічні зв'язки чутливо реагують на зміни фізико-хімічних параметрів води, гідрологічного режиму та рівня антропогенного впливу. Саме тому дослідження іхтіофауни в природних умовах є фундаментальною основою для оцінки екологічної стабільності водних екосистем [80].

В Україні іхтіологічні дослідження традиційно є важливою складовою природоохоронних програм і системи моніторингу водних ресурсів. Згідно із Законом України «Про природно-заповідний фонд» (1992), на території заповідників і національних парків проводяться наукові спостереження, спрямовані на вивчення та збереження біорізноманіття. Природний заповідник «Дніпровсько-Орільський» є одним із провідних об'єктів такого типу в центральній частині України, створений з метою збереження унікальних заплавних ландшафтів середньої течії Дніпра та гирлової ділянки річки Оріль. Заповідник включений до переліку водно-болотних угідь міжнародного значення відповідно до Рамсарської конвенції (об'єкт «Dnipro-Oril

Floodplains», Site No. 1399), що підтверджує його екологічну цінність у контексті охорони водних екосистем світового рівня [46].

Водойми заповідника характеризуються високою мозаїчністю біотопів – від проток і заток Дніпра до стариць, заплавлених озер і заболочених ділянок. Таке біотопічне різноманіття створює сприятливі умови для існування значної кількості видів риби, зокрема представників родин *Cyprinidae*, *Gobiidae*, *Cobitidae*, *Centrarchidae*, *Percidae*, *Syngnathidae*. Водночас, навіть у межах природоохоронної території виявляється вплив антропогенних факторів – гідрологічного регулювання стоку, зміни рівня води у водосховищі, евтрофікації, осадження мулових відкладів, а також проникнення інвазійних видів, які змінюють трофічну структуру екосистем [63].

У таких умовах порівняльний аналіз таксономічного складу іхтіофауни різних біотопів набуває особливої актуальності. Він дозволяє не лише виявити видові відмінності між прибережними ділянками, а й простежити екологічні закономірності формування угруповань риби залежно від типу субстрату, ступеня заростання, глибини, швидкості течії та ступеня антропогенного впливу. Порівняння видового складу між різними ділянками водойм, проведене за допомогою кількісних показників таких як індекси Шеннона та Серенсена, є дієвим інструментом для оцінки стабільності екосистем і визначення ступеня їхньої схожості [61].

Актуальність теми зумовлена також потребою у створенні системи довгострокового іхтіологічного моніторингу на територіях природно-заповідного фонду. Сучасні дослідження демонструють, що саме в межах заповідних акваторій можна простежити природні процеси формування іхтіоценозів у мінімально трансформованих умовах, що має особливе значення для оцінки впливу кліматичних змін і діяльності людини на рибне населення [19]. Водночас накопичення фактичних даних про видовий склад і біомасу риби дозволяє формувати національні бази даних для інтеграції в європейські моніторингові програми, гармонізовані з вимогами Водної рамкової директиви ЄС (2000/60/EC).

Мета роботи полягає у порівняльному аналізі таксономічного складу іхтіофауни прибережних ділянок водойм природного заповідника «Дніпровсько-Орільський» та оцінці екологічного стану цих біотопів на основі кількісних показників видового різноманіття.

Для досягнення поставленої мети були сформульовані такі **завдання**:

- провести аналіз літературних джерел щодо структури та динаміки іхтіофауни природно-заповідних територій України та світу;
- охарактеризувати природні умови, гідрологічні особливості та біотопічне різноманіття водойм природного заповідника «Дніпровсько-Орільський»;
- визначити видовий склад і таксономічну структуру іхтіофауни досліджуваних прибережних ділянок;
- здійснити порівняльний аналіз іхтіоценозів за допомогою індексів Шеннона, Сімпсона та Серенсена;
- встановити наявність видів, занесених до Червоної книги України, Бернської конвенції та Рамсарського списку;
- сформулювати рекомендації щодо збереження рибного населення і підвищення ефективності екологічного моніторингу в межах заповідних водойм.

Об'єкт дослідження – іхтіофауна прибережних ділянок водойм природного заповідника «Дніпровсько-Орільський».

Предмет дослідження – таксономічний склад, видове різноманіття та структурно-функціональні характеристики іхтіоценозів різних біотопів заповідника.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

У сучасному світі, де водні екосистеми стикаються з безпрецедентними викликами через урбанізацію, забруднення та глобальне потепління, іхтіологічні дослідження набувають стратегічного значення як інструмент для захисту природного багатства планети. Ці наукові розвідки не обмежуються простим каталогізуванням видів, а перетворюються на потужний механізм діагностики стану річок, озер і заплав, дозволяючи вченим прогнозувати потенційні кризи та пропонувати шляхи відновлення.

В Україні, де мережа природно-заповідних зон слугує оплотом проти деградації ландшафтів, такі дослідження набувають особливого резонансу. Природний заповідник «Дніпровсько-Орільський», розташований у серці Дніпропетровщини між промислово навантаженими районами, стає взірцем того, як наукова робота може поєднуватися з практичним охороною. Заснований у 1990 році, цей резерват охоплює понад 3766 гектарів заплавних лісів, луків і водних угідь, де протікають річки Дніпро та Оріль, створюючи унікальні умови для флори та фауни. Тут, попри постійний антропогенний тиск від сусідніх промислових гігантів, тривають моніторингові програми, що фіксують динаміку рибних спільнот, виявляють інвазивні види та оцінюють вплив кліматичних аномалій, таких як посухи чи повені. Останні дані підкреслюють роль заповідника в збереженні рідкісних видів, як-от орлан-білохвіст чи певні амфібії, а також у вивченні фітопланктону, який формує основу трофічних мереж.

1.1. Значення іхтіологічних досліджень на природоохоронних об'єктах

Іхтіологічні дослідження становлять важливу складову комплексного екологічного моніторингу природоохоронних територій та акваторій. Вивчення іхтіофауни дозволяє не лише оцінити сучасний стан рибних угруповань, а й простежити довгострокові тенденції екологічних змін, викликаних як природними, так і антропогенними чинниками. Риби є високочутливими до змін якості води, температурного режиму, швидкості течії, наявності укриттів та кормової бази, тому саме іхтіологічні показники

використовуються у сучасній практиці як індикатори екологічної стабільності водойм [78].

Систематичні іхтіологічні дослідження забезпечують збір фактичних даних щодо чисельності, біомаси, структури популяцій, просторового розподілу видів, сезонних міграцій та стану нерестових угідь. Вони мають фундаментальне значення для аналізу біорізноманіття природних водойм, розроблення програм охорони та відновлення рибних ресурсів, а також для оцінки ефективності природоохоронних заходів. Науково обґрунтовані дані про стан іхтіофауни необхідні для підтримання екологічного балансу у межах природно-заповідного фонду, збереження рідкісних видів і відновлення деградованих біотопів [80].

Іхтіофауна є одним із найінформативніших біоіндикаторів екологічного стану водойм, оскільки відображає інтегральний вплив комплексу факторів – від хімічного складу води до морфології русла й трофічної структури екосистеми. На відміну від планктону чи бентосу, риби займають вищий трофічний рівень і демонструють довготривалу реакцію на зміни середовища, що робить їх незамінними для моніторингу стабільності водних біоценозів [54].

На територіях природно-заповідного фонду України – заповідниках, заказниках, національних і регіональних парках іхтіологічні дослідження мають подвійне значення. По-перше, вони дозволяють оцінити природний стан екосистем, відносно вільних від прямого антропогенного впливу, що є еталоном для порівняння із трансформованими водоймами. По-друге, такі дані слугують науковою базою для прийняття рішень щодо режиму охорони, регулювання рекреаційного навантаження, обмеження промислового чи любительського вилову та здійснення біотехнічних заходів. Висока точність і системність збору іхтіологічних даних забезпечують реальну можливість об'єктивно оцінювати екологічну ефективність функціонування природоохоронних територій [63].

Особливої актуальності іхтіологічні спостереження набувають у період глобальних кліматичних змін, коли трансформація гідрологічного режиму, підвищення температури та часті посухи впливають на видовий склад іхтіофауни і їхню просторову динаміку. Зміни у частоті нересту, зниження кількості холодноводних видів, поширення теплолюбних форм є прямими індикаторами кліматичних зрушень. Моніторинг іхтіофауни дозволяє не лише оцінити стан екосистем, а й слугує засобом прогнозування довгострокових екологічних змін [19].

У практичній діяльності природоохоронних установ, таких як природний заповідник «Дніпровсько-Орільський», іхтіологічні дослідження мають безпосереднє прикладне значення. Вони проводяться з метою аналізу динаміки видового складу риб у заплавних ділянках, у протоках і старицях, а також для оцінки впливу зарегулювання Дніпра на стан місцевої іхтіофауни. Отримані результати дозволяють виявити деградаційні процеси у руслових і заплавних біотопах, визначити рівень антропогенного тиску, пов'язаного з евтрофікацією, скидами стічних вод та змінами гідрологічного режиму [69].

Важливим напрямом є також виявлення і контроль інвазійних видів. Зокрема, такі чужорідні види як карась сріблястий, ротан-головешка і сонячний окунь активно поширюються у водоймах Лівобережного Придніпров'я, знижуючи чисельність аборигенних видів. Дослідження показують, що при відсутності природних ворогів ці види швидко домінують у водоймах і призводять до зміни трофічних зв'язків, зменшення біорізноманіття та деградації екосистем [10]. Тому систематичний моніторинг чисельності інвазійних видів є необхідним елементом програми охорони природних акваторій [45].

Науково-дослідна робота заповідників спрямована не лише на опис видового складу, але й на оцінку структури популяцій, визначення статеві-вікових характеристик, біометричних параметрів і репродуктивної спроможності видів. Такі дані мають значення для створення національних баз біологічних показників, що застосовуються при оцінці стану водних

екосистем. Для прикладу, в межах «Дніпровсько-Орільського» заповідника проводиться постійний моніторинг нерестовищ і визначення ефективності природного відтворення риб у заплавах ділянках річки Орлі та затоках Дніпра [71].

Іхтіологічні дослідження забезпечують реалізацію положень Рамсарської конвенції, відповідно до якої водно-болотні угіддя мають охоронятися як середовище існування важливих біотичних спільнот. Регулярний збір даних про іхтіофауну сприяє підготовці міжнародних звітів, оцінці ефективності природоохоронних заходів і формуванню планів адаптивного управління екосистемами [48].

Істотне значення мають новітні методи, що використовуються для аналізу іхтіофауни. Зокрема, метод екологічної ДНК (eDNA) дозволяє визначати видовий склад риб у водоймах за наявністю слідів генетичного матеріалу у воді. Це дає змогу виявляти навіть поодинокі види без фізичного відлову особин [13]. Такі методи поступово впроваджуються у практику заповідної справи в Україні [84].

Отримані результати іхтіологічних спостережень мають також важливе соціально-освітнє значення. На базі природоохоронних об'єктів організовуються еколого-освітні заходи, виставки, навчальні польові практики, які сприяють формуванню екологічного світогляду населення і популяризації ідей збереження водних екосистем [22]. Така діяльність підвищує рівень екологічної культури та відповідальності громад за збереження біорізноманіття.

1.2. Проблематика проведення іхтіологічних досліджень в об'єктах природно-заповідного фонду

Іхтіологічні дослідження на природоохоронних територіях мають надзвичайно важливе наукове та прикладне значення, однак процес їх проведення супроводжується численними труднощами, що ускладнюють системність, повноту та порівнянність отриманих результатів. Ці виклики охоплюють як методологічні та технічні аспекти, так і організаційні, кадрові,

фінансові й екологічні обмеження. В умовах, коли природні водні екосистеми України зазнають істотного антропогенного навантаження, а кліматичні зміни посилюють нестабільність гідрологічного режиму, необхідність глибокого аналізу таких проблем набуває особливої актуальності [14].

Одним із найважливіших викликів є дотримання заповідного режиму, який передбачає мінімальне втручання в природні процеси. Законодавство України суворо обмежує діяльність, що може завдати шкоди водним біоценозам, зокрема забороняє масштабне використання знарядь лову, відбір великих проб, руйнування донних біотопів та будь-які дії, що можуть впливати на гідрологічний режим водойм. Такі умови суттєво звужують спектр класичних іхтіологічних методів, серед яких контрольний вилов, кількісний облік риб, визначення біомаси та структури популяцій. Унаслідок цього дослідники змушені переходити до менш інвазивних підходів – візуальних спостережень, гідроакустичних методів, фотодокументації, а останнім часом до використання екологічної ДНК (eDNA), що дає можливість визначати видовий склад риб без фізичного вилову особин [13].

Попри очевидні переваги таких технологій, їх широке впровадження в Україні стримується через нестачу технічного обладнання, відсутність лабораторних потужностей для генетичних аналізів і високі фінансові витрати. Багато заповідників не мають навіть базових приладів для вимірювання параметрів водного середовища – рівня розчиненого кисню, рН, електропровідності або концентрації поживних речовин. Це значно обмежує можливість поєднання іхтіологічних даних з гідрохімічними показниками, без чого оцінка стану водойми залишається фрагментарною [52].

Іншою важливою проблемою є відсутність уніфікованих національних стандартів та методичних рекомендацій з проведення іхтіологічного моніторингу, узгоджених із європейськими вимогами. На сьогодні українські дослідження здійснюються за різними підходами, що відрізняються за схемами відбору проб, частотою обліків, класифікацією угруповань і критеріями оцінки екологічного стану. Унаслідок цього результати різних авторів важко

порівняти, а дані інтегрувати у міжнародні системи спостережень. Для прикладу, у Європейському Союзі діє низка уніфікованих протоколів, передбачених Водною рамковою директивою (2000/60/ЕС), які регламентують використання риб як біологічного елемента для оцінки якості води [17]. В Україні ж такі стандарти лише частково адаптовані, що створює труднощі для гармонізації наукових результатів.

Проблемою, що безпосередньо впливає на достовірність результатів, є складність проведення досліджень у заплавах і проточних системах, які зазнають суттєвих сезонних коливань. У періоди весняного водопілля велика частина заправ залишається недоступною для відбору проб, тоді як улітку надмірна кількість макрофітів і замулення обмежують використання сіткових знарядь лову. Ці умови знижують точність оцінок чисельності риб і унеможливають стандартизацію місць відбору проб [61].

Виклики іхтіологічних досліджень тісно пов'язані з екологічним станом водойм. Навіть у межах заповідників виявляється вплив антропогенних чинників: забруднення стічними водами, накопичення важких металів і пестицидів, надлишкове надходження органічних речовин. Це призводить до евтрофікації, зміни трофічних ланцюгів і заміни типових для регіону видів на більш толерантні до забруднення форми. За таких умов складно встановити, чи є зміни у структурі іхтіофауни природними, чи спричиненими зовнішніми факторами [60].

Суттєвим викликом є поширення інвазійних видів риб, що становить серйозну загрозу для природних популяцій. Зокрема, карась сріблястий, ротан і сонячний окунь активно поширюються у водоймах Лівобережного Придніпров'я, у тому числі й у межах природоохоронних територій. Ці види характеризуються високою екологічною пластичністю, швидким розмноженням і здатністю витіснити аборигенні види. Відсутність системного моніторингу таких інвазій ускладнює оцінку їх реального впливу на біоценози та розроблення ефективних заходів з контролю [10].

Додатковою проблемою є кадровий дефіцит. Кількість фахових іхтіологів і гідробіологів в Україні обмежена, а молоді спеціалісти рідко обирають цю галузь через низьке фінансування та обмежені перспективи працевлаштування. Внаслідок цього у багатьох природоохоронних установах відсутні штатні спеціалісти, здатні проводити систематичні польові спостереження, обробку даних та їх аналітичну інтерпретацію [63].

Організаційно-фінансові труднощі також є системними. Більшість досліджень проводяться в межах короткотривалих проєктів, часто за підтримки міжнародних донорів, без створення сталої програми державного фінансування. Через це дослідницька діяльність є фрагментарною, що унеможлиблює формування довготривалих рядів спостережень, необхідних для аналізу динаміки популяцій. Нерегулярність досліджень негативно позначається на якості статистичної обробки даних і здатності прогнозувати зміни екосистем [20].

Не менш актуальною є проблема відсутності єдиної бази даних, яка б акумулювала інформацію про видове різноманіття риб природоохоронних водойм України. У європейських країнах для цього створено масштабні бази, наприклад RivFISH, яка містить відомості про 667 видів у 1554 басейнах річок і використовується для інтеграційних еколого-гідрологічних аналізів [21]. В Україні ж подібна система поки що відсутня, що ускладнює координацію між науковими установами, заповідниками та органами державного моніторингу.

У контексті сучасних викликів надзвичайно важливим є підвищення рівня комунікації між науковцями, управлінцями природоохоронних об'єктів і місцевими громадами. Ефективне інформування населення про значення риб як елементів екосистем, а також залучення волонтерів і студентів до програм громадського моніторингу може стати додатковим джерелом даних і водночас інструментом екологічної освіти [16].

Таким чином, сучасні виклики іхтіологічних досліджень у природоохоронних об'єктах охоплюють комплекс взаємопов'язаних проблем від методичних і технічних до соціально-економічних та екологічних. Їх

подолання можливе лише за умови системної державної підтримки, розвитку наукової інфраструктури, впровадження сучасних методів неінвазивного моніторингу, інтеграції національних баз даних у європейський інформаційний простір і підвищення рівня міждисциплінарної співпраці. Тільки за таких умов іхтіологічні дослідження зможуть ефективно виконувати свою роль у збереженні біорізноманіття, підтриманні екологічної стабільності та сталому управлінні водними ресурсами України.

1.3. Характеристика діяльності природного заповідника

«Дніпровсько-Орільський»

Природний заповідник «Дніпровсько-Орільський», розташований у Дніпропетровській області України в межах середньої течії Дніпра та заплави річки Оріль, є унікальним осередком збереження заплавних водно-болотних екосистем, що охоплюють річкові протоки, плавневі озера, стариці та водойми з піщаним дном. Ці водні об'єкти формують складну мозаїку біотопів, які підтримують біорізноманіття та забезпечують функціонування природних гідрологічних і екологічних процесів, таких як сезонні затоплення, що є критично важливими для існування рідкісних видів флори і фауни. Заповідник має міжнародне значення як Рамсарська ділянка «Dnipro-Oril Floodplains» (Site no. 1399), що підкреслює його роль у глобальній мережі збереження водно-болотних угідь.

Заповідник створено відповідно до Указу Президента України від 15 вересня 1990 року № 357/90 з метою захисту природних комплексів заплави Дніпра та Орілі, які є одними з небагатьох збережених у природному стані в регіоні [82]. Територія заповідника, що займає 3 766 га, включає різноманітні водні об'єкти: протоки річки Оріль, заплавні озера, заплавні водойми з піщаним дном і обмеженою водною рослинністю, а також стариці, які створюють унікальні умови для існування водних і навколоводних організмів. Водойми заповідника є ключовими для підтримки популяцій рідкісних видів, таких як риби (*Scardinius erythrophthalmus*, *Tinca tinca*), амфібії (*Pelobates fuscus*) та птахи, зокрема орлан-білохвіст (*Haliaeetus albicilla*) і кулик-сорока

(*Haematopus ostralegus*), які залежать від стабільності гідрологічного режиму [49]. Статус заповідника відповідає категорії Ia за класифікацією Міжнародного союзу охорони природи (IUCN), що забезпечує суворий режим охорони, спрямований на збереження природного стану водойм без господарського втручання [75].

Метою діяльності заповідника щодо водойм є забезпечення їхньої екологічної стабільності, збереження біорізноманіття та підтримка природних гідрологічних процесів, таких як періодичні затоплення, які формують унікальні заплавні екосистеми. Для цього реалізуються завдання, що включають охорону водно-болотних угідь і пов'язаних із ними видів, моніторинг гідрологічних і гідрохімічних параметрів, дослідження біоценозів водойм, контроль дотримання природоохоронного режиму, просвітницьку діяльність із акцентом на значення водних екосистем, а також участь у міжнародних ініціативах зі збереження водно-болотних угідь [70]. Ці завдання виконуються через інтегровану роботу охоронної служби, наукового відділу та адміністрації, які співпрацюють із місцевими органами влади, науковими установами та міжнародними організаціями для забезпечення комплексного підходу до управління водоймами.

Охоронна діяльність зосереджена на захисті водойм від антропогенних загроз, таких як забруднення стоками, браконьєрство та незаконне рибальство. У межах заповідника заборонено будь-яку господарську діяльність, включаючи риболовлю, судноплавство та рекреаційне використання водойм, за винятком наукових досліджень і обмежених освітніх заходів. Охоронна служба застосовує сучасні методи моніторингу, зокрема GPS-трекінг і аерофотозйомку за допомогою дронів, для виявлення порушень. Унікальним аспектом є впровадження в 2024 році спеціалізованих тренінгів для рейнджерів за підтримки громадської організації ForestCom, що включали навчання технікам протидії браконьєрству на водних об'єктах і використання цифрових інструментів для патрулювання [22]. Співпраця з місцевими громадами та правоохоронними органами сприяє посиленню захисту водойм,

хоча обмежене фінансування залишається викликом для забезпечення цілодобового патрулювання великих водних ділянок [76].

Науково-дослідна діяльність заповідника щодо водойм є унікальною за своїм обсягом і спрямованістю, охоплюючи гідрологічний і гідрохімічний моніторинг, інвентаризацію водних організмів і дослідження трофічних зв'язків. Зокрема, дослідження фітопланктону, включаючи діатомові (*Bacillariophyta*) і зелені водорості (*Chlorophyta*), виявили їхню ключову роль у формуванні кормової бази для зоопланктону та бентосних організмів у водоймах із піщаним дном, які домінують у заплаві Орлі. Ці водойми характеризуються низькою продуктивністю через обмежену кількість поживних речовин, але підтримують стабільні популяції планктофагів, таких як краснопірка (*Scardinius erythrophthalmus*) [6; 80].

Екологічна освіта та просвітництво зосереджені на підвищенні обізнаності про значення водойм як ключових екосистем. Адміністрація заповідника проводить унікальні освітні програми, включаючи екскурсії до прибережних зон для школярів і студентів, лекції про роль водно-болотних угідь у підтримці біорізноманіття та інформаційні кампанії про Рамсарський статус. У 2023-2024 роках було впроваджено інноваційні проєкти, такі як інтерактивні вебінари та мобільні додатки для ознайомлення з екологічними функціями водойм, спрямовані на залучення молоді до збереження водних ресурсів [70]. Ці ініціативи сприяють зниженню антропогенного тиску на водойми, хоча обмеженість ресурсів обмежує їх масштаб.

Міжнародна співпраця заповідника зосереджена на реалізації зобов'язань Рамсарської конвенції. Статус Рамсарської ділянки забезпечує унікальні можливості для участі в міжнародних проєктах із моніторингу водно-болотних угідь. У 2023 році заповідник долучився до ініціативи Wetlands International, яка передбачала оцінку впливу кліматичних змін на гідрологічний режим водойм і адаптацію водних організмів до змін температури та водного балансу [47]. Ця співпраця сприяє інтеграції

заповідника в глобальну мережу природоохоронних територій і забезпечує доступ до передових методик управління водоймами.

Основними викликами для водойм заповідника є гідрологічні зміни, спричинені регулюванням стоку Дніпра гідровузлами, що порушує природні режими затоплення, а також забруднення стоками з сільськогосподарських і промислових джерел, що сприяє евтрофікації [25]. Обмежене фінансування та кадровий дефіцит ускладнюють моніторинг і охорону водойм, що вимагає залучення додаткових ресурсів.

Досягнення заповідника включають збереження унікальних заплавних водойм, накопичення унікальних даних про їхній екологічний стан і розробку рекомендацій для їх відновлення. Перспективними напрямками є впровадження дистанційного зондування для моніторингу гідрологічних параметрів, використання сучасних гідрохімічних аналізів, посилення міжнародної співпраці та залучення грантового фінансування для відновлення природних режимів затоплення. Інтеграція природоохоронних заходів із соціально-економічним розвитком прилеглих територій сприятиме сталому збереженню водойм і їхнього біорізноманіття [65; 66].

1.4. Характеристика біотопів природного заповідника

«Дніпровсько-Орільський»

Одним з головних біотопів де проводилися іхтіологічні дослідження є спостережний пост «Якір», що локалізується в гирлі р. Оріль. Дана ділянка характеризується переважно піщано-мулистим дном, що змінює свій характер в залежності від ділянки – від мулистого до піщано-мулистого на окремих ділянках. Відбір іхтіологічної проби відбувався саме на піщано-мулистій ділянці з розвиненою вищою водною рослинністю. Характерними видами макрофітів для цієї ділянки були очерет озерний та рогіз широколистий, проте зі збільшенням глибини на даній ділянці з'являвся рдесник блискучий та рогіз широколистий. Слід відзначити, що особливістю цієї ділянки є високі показники кормової бази, що пов'язано з розвитком первинної продукції – фітопланктону, що в свою чергу слугує джерелом корму для зоопланктону.

Дані біотопи зазвичай характеризуються високими показниками чисельності молоді та видовим різноманіттям іхтіофауни. Мулисті біотопи водойм є специфічними екологічними нішами, що характеризуються накопиченням органічних і неорганічних відкладень на дні водойм. Ці біотопи відіграють важливу роль в екосистемах водних об'єктів, забезпечуючи середовище існування для різноманітних організмів, зокрема іхтіофауни, бентосних безхребетних та мікроорганізмів [36].

Мулисті біотопи формуються внаслідок осадження тонкодисперсних частинок, таких як глина, мул, органічні рештки та мінеральні компоненти, у зонах із низькою швидкістю течії або стоячою водою [51]. Основними факторами, що визначають утворення мулистих відкладів, є седиментація органічного матеріалу, діяльність мікроорганізмів, а також антропогенний вплив: евтрофікація через надмірне надходження поживних речовин [9]. Мулисті субстрати характеризуються високим вмістом органічної речовини, що може досягати 20-50% від загальної маси осаду, та низькою проникністю для кисню, що зумовлює анаеробні умови в нижніх шарах мулу [26].

Фізико-хімічні характеристики мулистих біотопів включають високу вологість 70-90 % низьку щільність субстрату та значну гетерогенність гранулометричного складу. Рівень кисню в придонних шарах води над мулистими відкладами часто знижений, що спричиняє утворення сірководню в анаеробних умовах [34]. Температура мулистих відкладів залежить від глибини водойми та сезонних коливань, але зазвичай є відносно стабільною через низьку теплопровідність мулу. Хімічний склад мулу включає органічні сполуки (гумусові кислоти, ліпіди), а також макро- та мікроелементи, такі як фосфор, азот і залізо, які відіграють ключову роль у трофічних ланцюгах [42].

Біологічно мулисті біотопи є середовищем існування для широкого спектра організмів. Вони підтримують популяції бентосних безхребетних, таких як олігохети, хірономіди, молюски та ракоподібні, які адаптовані до низького рівня кисню та високої концентрації органічної речовини [7]. Ці організми відіграють важливу роль у процесах біотурбації, сприяючи

перемішуванню осадів і покращенню обміну речовин між водою та субстратом. Для іхтіофауни мулисті біотопи є важливими як місця нересту, живлення або укриття для таких видів, як короп, лин та сом, які адаптовані до пошуку їжі в мулистих відкладах [35]. Водночас мулисті біотопи можуть бути осередками патогенних мікроорганізмів або токсичних речовин (важких металів), що накопичуються в осадах через антропогенний вплив [23].

Екологічне значення мулистих біотопів полягає в їхній ролі як резервуарів поживних речовин і органічної речовини, що впливають на продуктивність водойм. Вони беруть участь у біогеохімічних циклах, зокрема в кругообігу вуглецю, азоту та фосфору, що є ключовим для функціонування водних екосистем [49]. Однак надмірне накопичення мулу через евтрофікацію може призводити до деградації біотопів, зниження біорізноманіття та погіршення якості води [18].

Біотоп із піщаним дном та незначною кількістю водної рослинності є специфічним водним середовищем, характерним для річок із помірною течією, мілководних зон озер, водосховищ або прибережних ділянок морів. Його кормова база формується під впливом абіотичних і біотичних факторів, які обмежують первинну продукцію та різноманітність трофічних ресурсів

Піщаний субстрат, характеризується низькою здатністю утримувати органічні речовини та поживні елементи, такі як азот і фосфор, через високу проникність і слабку адсорбційну здатність [55]. Це створює несприятливі умови для розвитку густої водної рослинності, яка є важливим компонентом кормової бази в інших типах водойм. Висока прозорість води, зумовлена низьким вмістом завислих частинок, сприяє проникненню сонячного світла, але брак поживних речовин обмежує ріст макрофітів [37]. Гідродинамічні умови, такі як течія в річках або хвильова активність у прибережних зонах, перешкоджають накопиченню органічного детриту, що знижує трофічний потенціал біотопу [2]. Високий вміст розчиненого кисню, спричинений активною циркуляцією води, підтримує аеробні організми, але не компенсує обмеженість кормових ресурсів.

Основу кормової бази в такому біотопі становить фітопланктон, який є головним джерелом первинної продукції через незначну присутність макрофітів. Діатомові (*Bacillariophyta*), зелені (*Chlorophyta*) та синьо-зелені водорості (*Cyanophyta*) формують трофічну основу для зоопланктону, зокрема веслоногих і гіллястовусих ракоподібних, а також коловерток [54]. Біомаса фітопланктону часто обмежена через низький вміст поживних речовин у воді, що залежить від гідрологічних умов і зовнішнього надходження біогенів [37]. Зоопланктон слугує кормом для планктофагів, таких як молодь риб, наприклад, плітка (*Rutilus rutilus*) або краснопірка (*Scardinius erythrophthalmus*), які відіграють важливу роль у трофічних ланцюгах [56].

Бентосні організми в піщаному біотопі представлені обмеженою кількістю видів через нестабільність субстрату та низький вміст органічної речовини. Личинки комах (*Chironomidae*, *Ephemeroptera*, *Trichoptera*), дрібні ракоподібні (*Gammaridae*) та молюски (*Dreissena spp.*, *Pisidium spp.*) є основними компонентами бентосу [2]. Вони живляться детритом, перифітоном або фітопланктоном, що осідає на дно, і слугують їжею для бентофагів, таких як лящ (*Abramis brama*), короп (*Cyprinus carpio*) або бичкові риби (*Gobiidae*) [28]. Загальна біомаса бентосу в піщаних біотопах значно нижча, ніж у мулистих, через обмежену кількість органічного матеріалу.

Перифітон, що складається з мікроскопічних водоростей і бактерій, розвивається слабо через брак стабільних субстратів для прикріплення, таких як камені чи уламки. У рідкісних випадках, коли такі поверхні наявні, перифітон може бути додатковим кормовим ресурсом для організмів, що пасуться, наприклад, равликів або личинок комах [40]. Водна рослинність, якщо вона присутня, представлена окремими заростями рдестів (*Potamogeton spp.*) або іншими видами, адаптованими до піщаних ґрунтів, такими як *Isoetes spp.* [50]. Вона є кормом для фітогербіворних видів, таких як лин (*Tinca tinca*) або амур білий (*Stenopharyngodon idella*), але її внесок у кормову базу мінімальний через низьку щільність.

РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Іхтіологічні дослідження проводилися в межах проходження науково-виробничої та перед дипломної практики у науково-дослідному проєктно-технологічному центрі «Дніпро-довкілля» та на базі природного заповідника «Дніпровсько-Орільський».

В умовах сьогодення, при проведенні іхтіологічних досліджень, ми зіткнулися з певними викликами. У зв'язку з дією воєнного стану діють обмеження виходу на акваторію Дніпровського водосховища та на окремі ділянки водойми [73]. Тому дослідження проводилися на прибережних мілководних ділянках на які можливо потрапити без використання додаткових транспортних засобів.

Для дослідження видового складу іхтіофауни було обрано декілька біотопів, що відрізняються гідрологічними умовами. В якості першої ділянки де виконувалися іхтіологічні дослідження слугувало гирло р. Оріль (рис. 1). Воно характеризувалося помірним заростанням вищою водною рослинністю та переважно мулистим дном.



Рис. 1. Ділянка гирла р. Оріль де визначався видовий склад іхтіофауни

При дослідженні іхтіофауни прибережних ділянок острова Кам'янистий, що локалізується у верхній ділянці акваторії Дніпровського водосховища, було досліджено видовий склад мілководної ділянки острова з лівобережжя

берегової лінії р Дніпро(рис. 2). Біотоп характеризувався мілководною ділянкою з піщаним дном та незначною кількістю мулистих покладів на досліджуваній ділянці. Іншою ділянкою слугувала незначна протока у верхній ділянці острову Кам'янистий.



Рис. 2. Острів Кам'янистий та ділянки проведення досліджень (А – протока острову Кам'янистий; В – лівий берег острову)

Вона характеризувалася переважно піщано-мулистим дном. Необхідно також відзначити, що дослідження у гирлі р. Оріль відбувалися у літній період 2024-2025 рр. під керівництвом наукового співробітника природного заповідника «Дніпровсько-Орільський».

Для дослідження видового складу іхтіофауни у межах природного заповідника «Дніпровсько-Орільський» було використано іхтіологічний сачок. Площа знаряддя вилову становила 0,156 м². Дослідження видового складу проводилися протягом літнього періоду 2024 року (липень-серпень, з 1 липня по 16 серпня) та літа-осені 2025 року.

Необхідно відзначити, що використання іхтіологічного сачку в якості знаряддя, дозволяє швидко визначити видовий склад відібраної проби та повернути гідробіонтів до природного середовища існування без завдання їм значної шкоди, що унеможливить їх подальшу життєдіяльність. Глибина на

котрій відбирався іхтіологічний матеріал коливалася в межах 0,3-1,0 метри. Площа іхтіологічного сачка становила 0,156 м². А використання даного знаряддя забезпечило дотримання норм природоохорони. [72]. У зв'язку з складністю дотримання бюрократичних процедур та отримання дозволу на використання знарядь промислового рибальства та малькового неводу у межах природного заповідника «Дніпровсько-Орільський» було використано виключно гідроакустичні методи та іхтіологічний сачок. Тому відмітимо, що завдяки використанню іхтіологічного сачку було мінімізовано вплив на гідробіоценози. Досліджувані ділянки водойм та гідробіонти, що вилучалися та піддавалися вивченню, було піддано мінімальному впливу і повернуто до природного середовища існування лише у легкому стресовому стані без фізичних пошкоджень. Недоліком даного знаряддя є низький коефіцієнт вилову та певна вибірковість [84]

Крім того для картографування ділянок дослідження було використано мапи, що знаходяться у відкритому доступі – Open Street map та Google map. На основі їх супутникових даних було отримано сучасні контури острова Корчуватий та гирла річки Оріль. Завдяки використанню методів дистанційного зондування Землі було обрано перспективні ділянки дослідження.

Статистична обробка даних виконувалася за загально прийнятими методиками математичного аналізу. Для визначення видового різноманіття та відмінностей видового складу різних ділянок було розраховано індекс Шеннона та Серенсена.

Індекс Шеннона є одним із найпоширеніших показників для оцінки біорізноманіття в екосистемах, зокрема у гідросистемах. Він враховує два основні аспекти біорізноманіття: кількість видів (видове багатство) та рівномірність розподілу індивідуумів між цими видами. Обчислення індексу Шеннона базується на математичній формулі:

$$H = \sum_{i=1}^S p_i \times \ln(p_i)$$

Де H – значення індексу Шеннона, S – загальна кількість видів у вибірці, p_i – частка індивідуумів виду i у загальній популяції, а $\ln(p_i)$ – натуральний логарифм від цієї частки. Для кожного виду p_i розраховується як відношення кількості індивідуумів виду (n_i) до загальної кількості індивідуумів у досліджуваній екосистемі (N):

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

Першим етапом у розрахунку індексу є збирання даних щодо кількості індивідуумів кожного виду в екосистемі. Далі визначається загальна кількість індивідуумів усіх видів разом, яка є базовим значенням для розрахунку пропорцій p_i .

На другому етапі для кожного виду обчислюється натуральний логарифм значення p_i , після чого результати множаться на відповідні пропорції. Якщо значення p_i дорівнює нулю, множення $p_i \times \ln(p_i)$ автоматично приймається рівним нулю, щоб уникнути математичних суперечностей, адже логарифм нуля не визначений.

Третій етап включає підсумовування всіх значень $p_i \times \ln(p_i)$ для наявних видів. Результат береться з протилежним знаком (множитьься на -1), що дозволяє отримати кінцеве значення індексу.

Індекс Серенсена (іноді званий коефіцієнтом Серенсена) є широко використовуваною мірою для оцінки подібності або спорідненості між двома біологічними спільнотами, зокрема в екології. Цей індекс базується на кількісному порівнянні видового складу в обраних спільнотах і слугує важливим інструментом для аналізу біорізноманіття та біогеографічних досліджень. Розрахунок індексу Серенсена здійснюється за формулою:

$$C_s = \frac{2c}{a + b}$$

Де C_s – значення індексу Серенсена, a – кількість видів, що зустрічаються лише в першій пробі, b – кількість видів, що зустрічаються лише в другій пробі, а c – кількість видів, що є спільними для обох проб.

Процес розрахунку індексу починається зі збору даних про видовий склад двох ділянок, які підлягають порівнянню. Кожен вид враховується залежно від того, чи він присутній в одній або обох ділянках. Далі визначаються три величини: кількість унікальних видів у кожній із двох ділянок (a і b) та кількість видів, які є спільними для обох (c).

Отримані значення підставляються у формулу, де чисельник виражає подвоєну кількість спільних видів ($2c$), а знаменник — сумарну кількість видів у двох спільнотах ($a+b$). Такий підхід забезпечує чутливість індексу до пропорції спільних видів відносно загальної видової різноманітності.

Значення індексу Серенсена варіюється від 0 до 1. Значення 0 вказує на повну відсутність спільних видів між двома ділянками, тобто їх абсолютну відмінність. Значення 1, навпаки, означає ідентичний видовий склад на двох ділянках.

Індекс Сімпсона було застосовано з метою оцінки біологічного різноманіття угруповань та стійкості їх зв'язків. Він демонструє з якою вірогідністю випадково відібрані особини з вибірки відноситимуться до одного виду.

Першим етапом для кожного виду (i) визначається кількість особин (n_i), що були виявлені в межах дослідженої ділянки. Потім необхідно розрахувати загальні показники зареєстрованих особин за формулою:

$$N = \sum_{i=1}^s n_i$$

Де S – загальна кількість зареєстрованих видів у вибірці, а значення N використовується в якості знаменника при виконанні подальших обчислень.

Наступним етапом необхідно розрахувати частку чисельності кожного виду у загальній структурі угруповання. Частка (p_i) визначається як

співвідношення кількості особин виду (n_i) до загальної кількості особин у вибірці N :

$$p_i \frac{n_i}{N}$$

Значення отримані в результаті розрахунку відображають частку кожного виду на дослідженій ділянці.

Розрахунок індексу Сімпсона виконується за формулою:

$$D = \sum_{i=1}^s p_i^2 = \sum_{i=1}^s \left(\frac{n_i}{N}\right)^2$$

За результатами розрахунків ми отримуємо індекс видового різноманіття [80].

Для встановлення наявних природоохоронних статусів Українського та міжнародного значення було використано довідники Бернської конвенції, Червоної книги України та Червоного списку Дніпропетровської області [63; 74; 79]. Для визначення видового складу використовували праці Ю. Мовчана [78].

Необхідно відзначити, що дослідження також проводилися відповідно договору про співпрацю між природним заповідником «Дніпровсько-Орільський» та кафедрою водних біоресурсів та аквакультури Дніпровського державного аграрно-економічного університету. Проби, що було відібрано опрацьовувалися у науково-дослідному центрі Водні біоресурси та аквакультура ДДАЕУ.

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ПРОВЕДЕНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження видового складу гирла р. Оріль та прибережних ділянок острова Кам'янистий відбувалося в літні періоди 2024 та 2024 років. На основі отриманих результатів було проаналізовано та порівняно видовий склад іхтіофауни і його деякі чисельні та якісні характеристики різних водойм заповідника у різні роки його існування (2024-2025 рр.).

3.1. Видовий склад та таксономічна характеристика іхтіофауни гирла р. Оріль

Ділянка де відбиралася проба мала мулисте дно з розвиненими макрофітами – рис. 3.



Рис. 3. Безпосереднє місце відбору проби База/пост «Якір»

У пробі виявлено 10 видів риб та одного представника ракоподібних – довгопалого рака (*Astacus leptodactylus*), що вказує на сприятливий екологічний стан біотопу. Видовий склад іхтіофауни охоплює п'ять родин: *Cyprinidae*, *Gobiidae*, *Centrarchidae*, *Cobitidae* та *Syngnathidae* – рис. 4.

Родина коропових є найчисельнішою 5 видів 50,0 % родина в'юнових представлена 1 видом що становить 10,0 % від загальної кількості видів. В

свою чергу інвазивна родина центрархові налічує 1 вид 10,0 – %. А представники *Cobitidae* також 1 видом – 10,0 %. родина бичкових налічує 2 види відповідно 20,0 %.



Рис. 4. Відібрана проба на ділянці «Якір»

Представниками родини *Cyprinidae* є типові види для нашого регіону – краснопірка, вівсянка, лин, гірчак та карась сріблястий. По одному виду представлені родини *Centrarchidae*, *Cobitidae* та *Syngnathidae* відповідно видами, що належать до цих родин є щипавка, іглиця пухлощока, сонячний окунь. Два види налічує родина *Gobiidae* – бичок пісочник та бичок гонець. Дані про чисельність кожного виду наведено на рис. 5, а структура прибережних угруповань наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Структура прибережних риб угруповань лівобережжя гирла р. Оріль у межах ПЗДО (база/пост Якір), за даними досліджень дрібновічковим сачком $a=3$ мм, літо 2024 р.

№ з/п	Види риб	Вік	ОС	База/пост Якір			
				X	% X	Y	% Y
1	Краснопірка	0+	б/с	12,0	0,51	4,60	0,47
2	Вівсянка	б/в	БК (д.3)	25,0	1,07	7,60	0,77
3	Лин	0+	б/с	12,0	0,51	4,60	0,47
4	Гірчак	б/в	БК (д.3)	1937,0	82,96	635	64,55

5	Карась сріблястий	0+	б/с	50,0	2,14	42,10	4,28
6	Щипавка	б/в	БК (д.3)	25,0	1,07	60,10	6,11
7	Іглиця пухлощока	б/в	БК (д.3)	37,0	1,58	52,0	5,29
8	Сонячний окунь	0+	б/с	25,0	1,07	9,30	0,95
9	Бичок пісочник	0+	б/с	150,0	6,42	70,0	7,12
10	Бичок гонець	0+	б/с	50,0	2,14	11,30	1,15
11	Рак доавгопалій		б/с	12,0	0,51	87,10	8,85
Всього				2335,0	100,0	983,70	100,0
Міжнародний ОС (БК)			4	2024,0	86,68	754,70	76,72
Разом ОС			4	2024,0	86,68	754,70	76,72
Ресурсні			3	74,0	3,16	51,30	5,21
Нересурсні			8	250,0	10,70	98,20	9,98
Цьоголітки усього			6	299,0	12,80	141,90	14,42
Цьоголітки ресурсні			3	74,	3,16	51,30	5,21

Примітка: X – чисельність, екз/1м²; % X – відсоток за чисельністю, Y – біомаса г/1м²; % Y – відсоток за біомасою, б/в – без визначення віку, ОС – охоронний статус: б/с – без статусу, ЧСДО – Червоний список Дніпропетровської області, БК (д.3) – Бернська конвенція, Додаток III.

В ході детального аналізу встановлено, що іхтіофауна представлена цьоголітками та видами без вікової групи.

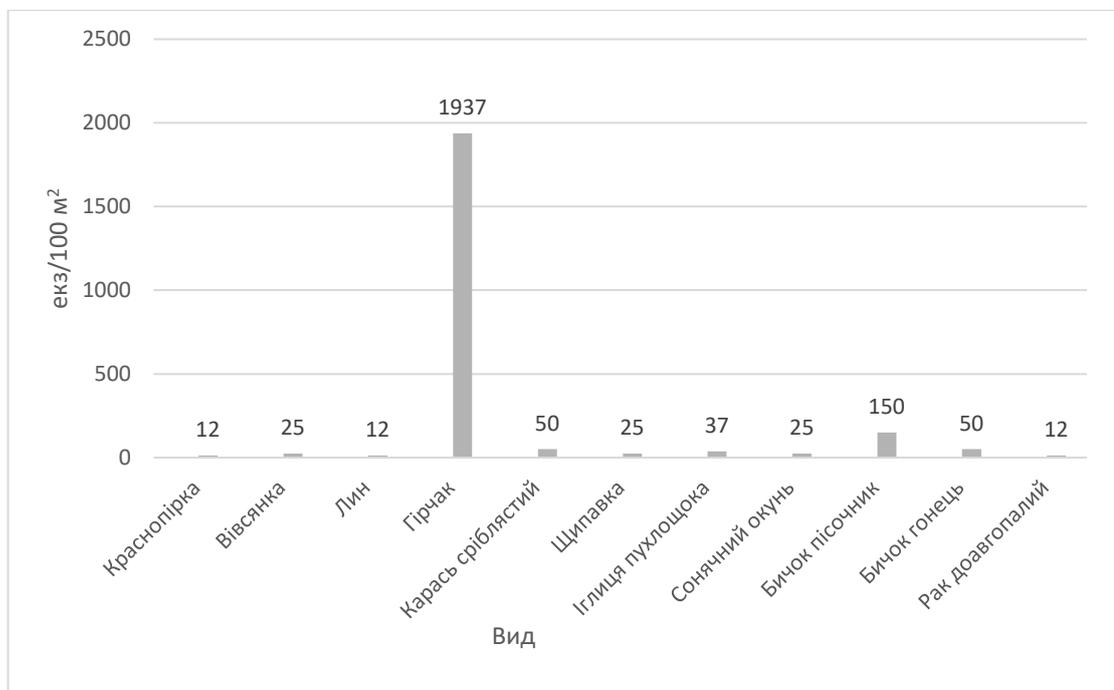


Рис. 5. Видовий склад та чисельність іхтіофауни гирло р. Оріль (пост Якір) – літо 2024 р.

Цьоголітками представлено такими видами: краснопірка, лин, карась сріблястий, сонячний окунь, бичок пісочник та бичок гонець. Вікова група не визначається у наступних видів: вівсянка, гірчак, щипавка, іглиця пухлощока.

Вікова структура включає принаймні дві категорії (цьоголітки 0+ та старші вікові групи), причому молодь зафіксовано у шести видах, що становить 12,8% від загальної чисельності та 14,42 % біомаси, свідчаючи про активне розмноження в прибережній зоні.

Домінуючим видом за чисельністю є гірчак (*Rhodeus amarus*) – 1937 екз./м² (82,96 %), з біомасою 635 г/м² (64,55 %). Цей вид має охоронний статус за Бернською конвенцією (Додаток III) і є індикатором стабільних екосистем з наявністю моллюсків, необхідних для його нересту. До охоронюваних видів також належать вівсянка (*Leucaspis delineatus*), щипавка (*Cobitis taenia*) та іглиця пухлощока (*Syngnathus abaster*), які разом складають 86,68% чисельності та 76,72 % біомаси.

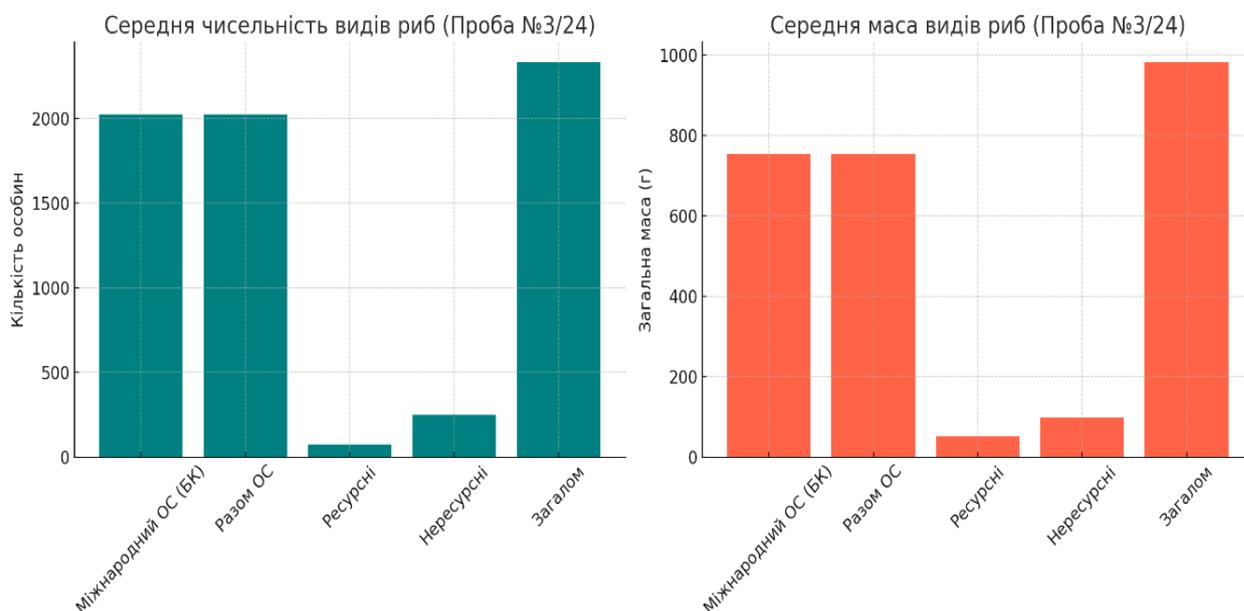


Рис. 6. Середня чисельність та маса риб за їх рибогосподарською та характеристикою та природоохоронним статусом

Особливу увагу привертають інвазійні види, зокрема карась сріблястий (*Carassius gibelio*) та сонячний окунь (*Lepomis gibbosus*). Ці чужорідні для фауни України види здатні витіснити місцеві види, особливо в умовах евтрофікації. Чисельність карася сріблястого становить 50 екз./м² (2,14%) з

біомасою 42,1 г/м² (4,28 %), а сонячного окуня – 25 екз./м² (1,07 %) з біомасою 9,3 г/м² (0,95 %). Їх присутність сигналізує про біоінвазію, що потребує моніторингу на природоохоронних територіях.

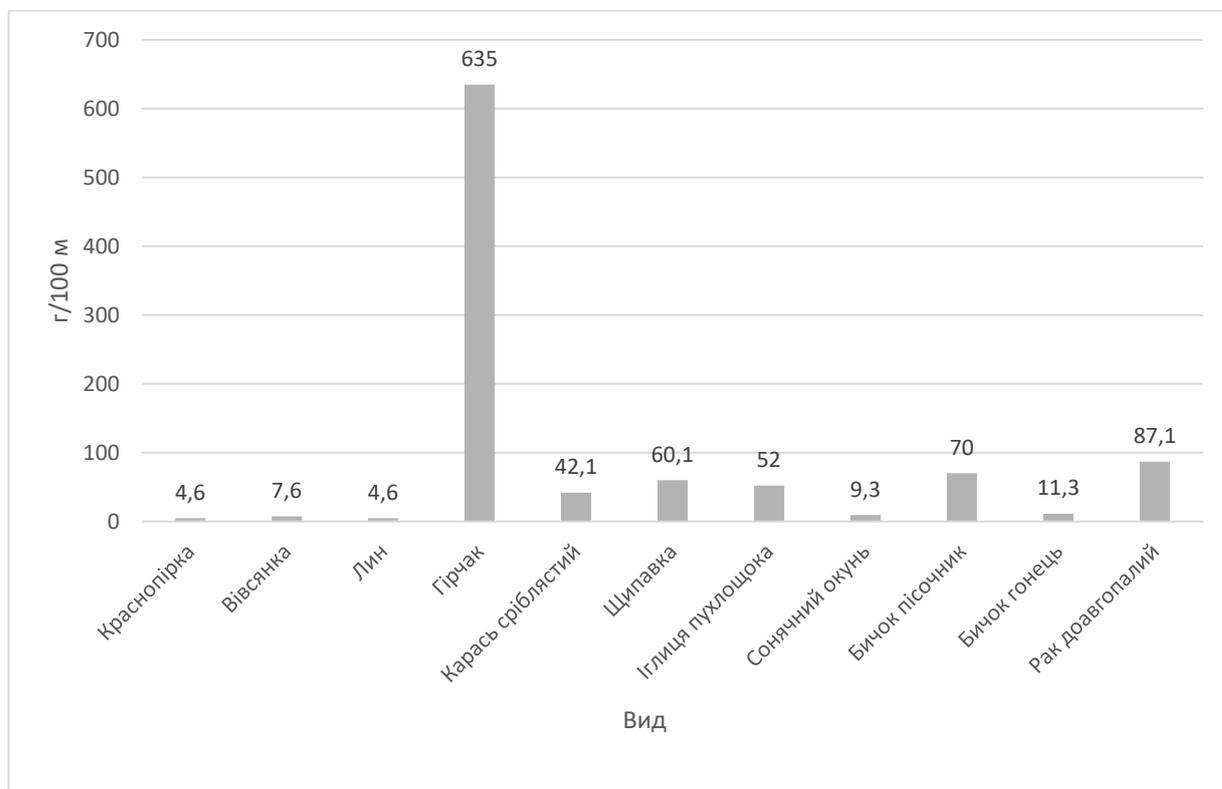


Рис. 7. Показники біомаси іхтіофауни гирло р. Оріль (пост Якір) – літо 2024 р.

Ресурсні види, такі як лин, карась сріблястий і краснопірка, становлять 3,16% за чисельністю та 5,21 % за біомасою. Загальні показники біомаси наведено на рис. 5.

Таким чином, іхтіофауна гирлової ділянки р. Оріль у межах природоохоронної зони характеризується високою часткою охоронюваних видів, наявністю молодих особин, стабільною популяційною структурою дрібних бентосних видів, але також присутністю інвазійних видів, які можуть створювати загрозу для стабільності угруповання.

3.2 Видовий склад, таксономічна характеристика видового складу іхтіофауни о. Кам'янистий

На акваторії р. Дніпро (Дніпровське водосховище) було досліджено 2 ділянки з різними біотопами – піщаним (рис. 8) та піщаномулистим (таблиця 2).



Рис. 8. Піщаний біотоп о. Кам'янистий

На піщаному біотопі (лівий берег о. Кам'янистий) було зафіксовано лише 6 видів, що належать до 2 родин. До родини *Cyprinidae* відносяться бобирець дніпровський, вівсянка та гірчак, що становить 50 % від видового різноманіття. Інша родина *Gobiidae* також представляє 50 % від видового різноманіття даного біотопу представниками родини є бичок пісочник, бичок гонець та бичок цуцик західний. Незначне видове різноманіття можемо пояснити практично відсутньою вищою водною рослинністю та піщаним дном, що є бідним на поживні речовини. Макрофіти у даному випадку

виступають у якості укриття від хижаків та є місцем де концентрується зоопланктон.

Домінантне положення за чисельністю (808,0 екз/100 м² або 74,54 %) та біомасою (214,20 г/100 м² або 69,67 %) на піщаному біотопі о. Кам'янистий займає гірчак європейський. Менші показники чисельності (81,0 екз/100 м² або 7,47 %) та біомаси (20,60 г/100 м² тобто 6,69 %) має бобирець дніпровський. Чисельність вівсянки 36,0 екз/100 м² чи 3,32 %, а показники біомаси становили 7,00 г/100 м² тобто 2,27 %. Чисельність бичка пісочника становить 78,0 екз/100 м², що становить 7,2 %, біомаса 12,2 г/100 м² тобто 3,96 % від загальної біомаси. Чисельні показники бичка гонця 54,0 екз/100 м² або 4,98 % від загальної чисельності, а біомаса відповідно 47,70 г/100 м² що становить 15,50 % від загальної біомаси. Чисельність бичка цуцика 27,0 екз/100 м² (2,49 %), а біомаса 2,49 г/100 м² (6,20 %).

Іхтіофауна на ділянці представлена кількома віковими групами. Цьоголітками та дволітками представлені такі види: бичок пісочник та бичок гонець. Без вікової групи представлено наступні види: бобирець дніпровський, вівсянка, гірчак та бичок цуцик західний.

Необхідно відзначити, що на мілководді лівого берегу острова Кам'янистий 3 види мають природоохоронний статус, 2 види міжнародний Бернська конвенція та 1 регіональний – Червоний список Дніпропетровської області. Третім додатком Бернської конвенції охороняються гірчак та бичок цуцик західний. Бобирець дніпровський є ендеміком для водойм Придніпров'я та внесений до Червоного списку Дніпропетровської області (3 рівень вразливості). Високі показники біомаси та чисельності на мілководді лівобережжя острова Кам'янистий – 952,0 екз/100 м² тобто 87,82 % від загальних показників чисельності а їх біомаса 248,00 г/100 м² або 80,55 % від біомаси.

Види, що мають ресурсне значення відсутні.

Протока о. Кам'янистий (рис. 9) відрізняється від лівого берегу донною поверхнею, на ній наявні піщано-мулисті поклади у значній кількості, а на мілководді розвинені макрофіти.



Рис. 9. Протока о. Кам'янистий

За результатами аналізу іхтіологічного матеріалу встановлено наявність 10 видів з 3 родин. Родина *Cyprinidae* представлена 6 видами (60 % від загальної кількості) – пліткою, краснопіркою, вівсянкою, верховодкою, плоскиркою та гірчаком. Три види (30 %) відносяться до родини *Gobiidae* – бичок пісочник, бичок гонець та бичок цуцик західний. Лише окунем річковим представлена родина *Percidae* – 10 %.

Загальна чисельність становить 526 екземплярів на 100 м², а біомаса – 448,3 г/м². Серед усього видового складу переважає гірчак, чисельність якого сягає 240 екз./100 м², що становить 45,63 % від загальної кількості особин.

Біомаса цього виду також є найвищою – 156,0 г/м² або 34,80 % загальної маси улову. Домінування гірчака є типовим для дрібних або слабкопроточних водойм з розвиненою прибережною рослинністю, де цей вид знаходить оптимальні умови для відтворення й живлення.



Рис. 10. Опрацювання відібраної проби в протоці о. Кам'янистий

Високі показники чисельності мають також бичок пісочник – 81 екз./100 м² (загальна частка 15,4 %), що представлений трьома віковими групами (0+, 1+ і 3+), що свідчить про стабільне природне відтворення та добру адаптованість виду до умов середовища. Біомаса бичка пісочника становить 98,2 г/м², або 21,91 % загальної маси. Значну роль у формуванні іхтіомаси також відіграє бичок цуцик західний, чисельність якого становить 55 екз./100 м² (10,46 %), а біомаса – 19,7 г/м² (4,39 %).

Серед малочисельних видів у протоці о. Кам'янистий відзначено плітку, краснопірку, верховодку, плоскирку та окуня річкового. Частка кожного з них не перевищує 10 % від загальної чисельності, що вказує на допоміжний

характер їхньої участі у формуванні структури угруповання. Плітка становить 6,65 % за чисельністю та 19,27 % за біомасою, що свідчить про відносно велику індивідуальну масу цьоголіток. Краснопірка й верховодка разом утворюють близько 6,65 % від загальної чисельності, маючи низьку біомасу (2,77 % і 2,14 % відповідно), що характерно для дрібних пелагічних форм. Плоскирка представлена двома віковими групами (0+ і 1+), загальна частка якої становить 4,75 % за чисельністю й 4,64 % за біомасою.

Окрему групу становлять види, що мають охоронний статус. Усього зафіксовано п'ять видів, з них один занесено до Червоного списку Дніпропетровської області (бобирець дніпровський), а три – до Додатку III Бернської конвенції (гірчак, вівсянка, та бичок цуцик західний). Частка охоронних видів у структурі іхтіофауни є значною – 64,64 % за чисельністю і 44,97 % за біомасою, що свідчить про високу природну цінність даної ділянки водойми. Це також підтверджує відносно сприятливий стан прибережних біотопів, де зберігаються умови для існування вразливих або рідкісних представників місцевої іхтіофауни.

Аналіз вікової структури показав, що цьоголітки становлять 23,95 % від загальної чисельності, а їхня частка в біомасі сягає 32,43 %. Це свідчить про активні процеси відтворення більшості видів у дослідженому біотопі. Серед цьоголіток переважають ресурсні види, зокрема: плітка, краснопірка, верховодка, плоскирка, окунь і бичок пісочник, які мають загальну чисельність 70 екз./100 м² (13,31 %) і біомасу 115,7 г/м² (25,81 %).

У структурі іхтіофауни ресурсні види становлять 15,21 % за чисельністю та 29,09 % за біомасою, малоресурсні – 3,80 % і 2,14 % відповідно, тоді як нересурсні види складають майже чверть чисельності (24,90 %) і приблизно третину біомаси (29,58 %). Такий розподіл свідчить про переважання екологічно стійких форм, які здатні підтримувати баланс в угрупованні іхтіофауни навіть за умов помірного антропогенного навантаження.

Таблиця 2

**Структура прибережних угруповань риб р. Дніпро у межах ПЗДО (о.
Кам'янистий, лівий берег),
за даними досліджень дрібновічковим сачком а=3 мм, літо 2024 р.**

№ з/п	Види риб	Вік	ОС	Лівий берег о. Кам'янистий				Протока о. Кам'янистий			
				X	% X	Y	% Y	X	% X	Y	% Y
1	Плітка	0+	б/с	—	—	—	—	35,0	6,65	86,4	19,27
2	Бобирець дніпровський	б/в	ЧСДО (3)	81,0	7,47	20,60	6,69	—	—	—	—
3	Краснопірка	0+	б/с	—	—	—	—	15,0	2,85	12,4	2,77
4	Вівсянка	б/в	БК (д.3)	36,0	3,32	7,00	2,27	45,0	8,56	25,9	5,78
5	Верховодка	0+	б/с	—	—	—	—	20,0	3,80	9,6	2,14
6	Плоскирка	0+	б/с	—	—	—	—	15,0	2,85	6,1	1,36
		1+	б/с	—	—	—	—	10,0	1,90	14,7	3,28
7	Гірчак	б/в	БК (д.3)	808,0	74,54	214,20	69,57	240,0	45,63	156,0	34,80
8	Окунь річковий	0+	б/с	—	—	—	—	5,0	0,95	10,8	2,41
9	Бичок пісочник	0+	б/с	69,0	6,37	2,40	0,78	46,0	8,75	17,7	3,95
		1+	б/с	9,0	0,83	9,80	3,18	30,0	5,70	42,4	9,46
		3+	б/с	—	—	—	—	5,0	0,95	38,1	8,50
10	Бичок гонець	0+	б/с	27,0	2,49	13,60	4,42	5,0	0,95	8,5	1,90
		1+	б/с	27,0	2,49	34,10	11,08	—	—	—	—
11	Бичок цуцик західний	б/в	БК (д.3)	27,0	2,49	6,20	2,01	55,0	10,46	19,7	4,39
Усього				1084,0	100,00	307,90	100,00	526,0	100,00	448,3	100,00
Регіональний ОС (ЧСДО)			1	81,0	7,47	20,60	6,69	—	—	—	—
Міжнародний ОС (БК)			3	871,0	80,35	227,40	73,86	340,0	64,64	201,6	44,97
Разом ОС			5	952,0	87,82	248,00	80,55	340,0	64,64	201,6	44,97
Ресурсні			4	—	—	—	—	80,0	15,21	130,4	29,09
Малоцінні ресурсні			1	—	—	—	—	20,0	3,80	9,6	2,14
Нересурсні			2	168,0	15,50	66,90	21,73	131,0	24,90	132,6	29,58
Цьоголітки усього			6	96,0	8,86	16,00	5,20	126,0	23,95	145,4	32,43
Цьоголітки ресурсні			6	—	—	—	—	70,0	13,31	115,7	25,81

Примітка: X – чисельність, екз/100 м²; % X – відсоток за чисельністю, Y – біомаса г/1м²; % Y – відсоток за біомасою, б/в – без визначення віку, ОС – охоронний статус: б/с – без статусу, ЧСДО – Червоний список Дніпропетровської області, БК (д.3) – Бернська конвенція, Додаток III.

3.3. Порівняльна оцінка різноманіття та таксономічна структура іхтіофауни на досліджених ділянках

У результаті проведеного порівняльного аналізу іхтіофауни трьох дослідних ділянок – бази «Якір», лівого берега острова Кам'янистий та протоки біля острова Кам'янистий – було встановлено видовий склад, таксономічну структуру та рівень різноманіття іхтіофауни, а також визначено характер поширення аборигенних і акліматизованих видів. Загалом у дослідженій пробі виявлено 16 видів риб, які належать до п'яти родин – таблиця 3. Як і в інших заплавних водоймах середньої частини Дніпровського каскаду, основу іхтіофауни становлять представники родини коропових, частка яких перевищує половину всіх зареєстрованих видів. Менш чисельно представлені родини бичкових, щипавкових, іглицевих та окуневих, кожна з яких включає від одного до трьох видів. Така таксономічна структура є типовою для прибережно-заплавних екосистем, де поєднуються стоячі та слабопроточні ділянки з розвиненою прибережною рослинністю.

Серед зафіксованих видів переважають аборигенні види, що формують стабільні популяції та підтримують природну рівновагу водної екосистеми. До цієї групи належать плітка, бобирець дніпровський, краснопірка, вівсянка, лин, верховодка звичайна, плоскирка звичайна, гірчак звичайний, щипавка звичайна, іглиця пухлощока, окунь річковий, бичок пісочник та бичок цуцик західний.

Серед інтродуцентів, що пройшли акліматизацію, відзначено карася сріблястого та сонячного окуня, які активно розповсюджуються у водоймах степової зони. Дані види є інвазіантами та негативно впливають на аборигенну іхтіофауну. Карась сріблястий у зв'язку з порційним нерестом більшим коефіцієнтом виживання молоді займає ту ж трофічну нішу, що і карась золотий. Сонячний окунь має агресивну поведінку і активно споживає молодь та ікру аборигенних видів. Він надає перевагу мілководним ділянкам на яких саме здійснює нагул аборигенна іхтіофауна. Таким чином, сонячний окунь зменшує її чисельність [86].

Окрему екологічну групу становить бичок гонець – саморозселенець, що природним шляхом поширився у середній частині Дніпровського каскаду і нині формує стабільні популяції.

Таблиця 3

Просторовий розподіл та видовий склад іхтіофауни у біотопах природного заповідника «Дніпровсько-Орільський»

Вид	Пходження	База/пост Якір	Лівий берег о. Кам'янистий	Протока о. Кам'янистий
<i>CYPRINIDAE</i>				
Плітка	A	-	-	+
Бобирець дніпровський	A	-	+	-
Краснопірка	A	+	-	+
Вівсянка	A	+	+	+
Лин	A	+	-	-
Верховодка звичайна	A	-	-	+
Плоскирка звичайна	A	-	-	+
Гірчак звичайний	A	+	+	+
Карась сріблястий	IA	+	-	-
<i>COBITIDAE</i>				
Щипавка звичайна	A	+	-	-
<i>SYNGNATHIDAE</i>				
Іглиця пухлощока	A	+	-	-
Сонячний окунь	IA	+	-	-
<i>PERCIDAE</i>				
Окунь річковий	A	-	-	+
<i>GOBIIDAE</i>				
Бичок пісочник	A	+	+	+
Бичок гонець	CA	+	+	+
Бичок цуцик західний	A	-	+	+
Разом		10	6	10

Примітка: «+» – вид зафіксовано, «-» – вид не фіксується; «A» -- аборигенний вид, «IA» – інтродуцент що пройшов стадію акліматизації (інвазіант), «CA» – саморозселенець, що пройшов стадію акліматизації.

Найбільше видове різноманіття спостерігається у протоці біля острова Кам'янистий, де виявлено 10 видів риб. Це зумовлено оптимальними гідрологічними умовами – помірною течією, насиченням води киснем і наявністю оптимальних біотопів для нагулу та нересту. Аналогічна кількість видів зафіксована у районі бази «Якір», де розвинена прибережна рослинність створює сприятливі умови для коропових і бичкових риб. На лівому березі острова Кам'янистий відзначено лише 6 видів, що може пояснюватися

меншою глибиною, менш продуктивним біотопом та низькою кількістю природних укриттів.

Розрахунок показників різноманіття за індексом Шенона (H') підтвердив просторову неоднорідність іхтіофауни – рис. 11. Найвищий рівень різноманіття встановлено у протоці біля острова Кам'янистий ($H' \approx 2,18$), де види розподілені відносно рівномірно між трофічними групами. Дещо нижчі значення зафіксовані для бази «Якір» ($H' \approx 2,04$), а найменший показник ($H' \approx 1,66$) характерний для лівого берега, що свідчить про локальне зниження гетерогенності умов.

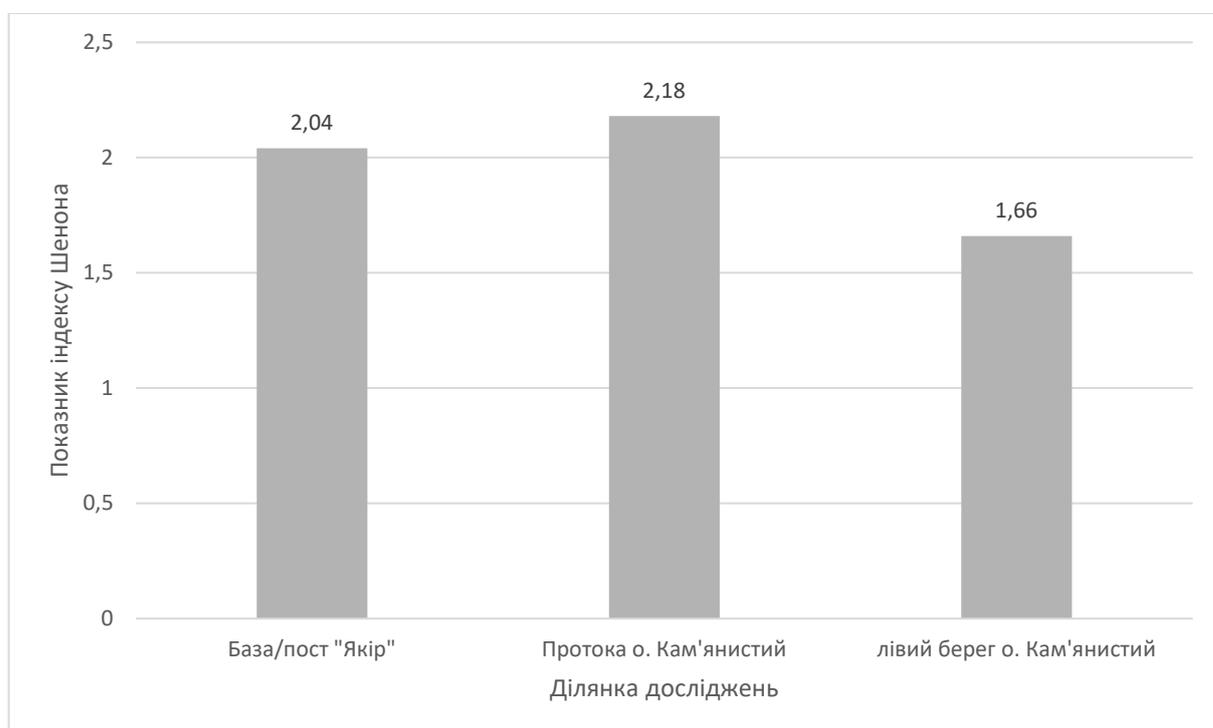


Рис. 11 Показники індексу Шенона в залежності від ділянки дослідження

Як бачимо найменше видове різноманіття спостерігається на піщаному біотопі (лівий берег о. Кам'янистий), що пояснюється збідненою кормовою базою, відсутністю вищої водної рослинності, що слугує укриттям. В свою чергу, біотопи з мулистим та піщаномулистим донним субстратом і розвиненою водною рослинністю демонструють вищі показники видового різноманіття завдяки розвиненій кормовій базі та наявності укриттів від хижаків.

Розраховано подібність видового складу між ділянками за індексом Серенсена. Показник видового різноманіття між постом «Якір» та Протокою становить:

$$C_s = \frac{2 \times 5}{11 + 10} = \frac{10}{21} = 0,47$$

Даний показник свідчить про низьку видову подібність досліджуваних ділянок та підтверджує, що видове різноманіття залежить від типу біотопу та його безпосередній вплив на іхтіофауну.

А таксономічна подібність між протокою о. Кам'янистий та лівим берегом о. Кам'янистий становить:

$$C_s = \frac{2 \times 5}{6 + 10} = \frac{10}{16} = 0,62$$

Даний показнику є найвищим при порівнянні досліджуваних ділянок, що може свідчити про подібність гідрологічних умов.

Індекс подібності між постом «Якір» та лівим берегом о. Кам'янистий становить:

$$C_s = \frac{2 \times 4}{11 + 6} = \frac{8}{17} = 0,47$$

Дане значення свідчить про низьку подібність видового складу між ділянками.

Також для оцінки структурної організації іхтіоценозу і визначення ступеню домінування для кожної ділянки було розраховано індекс Сімпсона.

Для протоки о. Кам'янистий частка іхтіофауни становила:

$$N = 57 + 45 + 25 + 18 + 34 + 107 + 56 + 31 + 77 + 76 = 526$$

Розрахунок частки видів та їх квадратів продемонстрував, що сума квадратів відносної чисельності становить $\sum p_i^2 = 0,12517$.

$$D = 1 - 0,12517 = 0,875$$

Дане значення свідчить про високий рівень рівномірності розподілу чисельності між видами та відсутність жорсткого домінування не зважаючи на

переважаючу частку гірчака. Отримані дані вказують на стійкість структури та збалансованість угруповань іхтіофауни на дослідженій ділянці

Для посту «Якір» загальна чисельність особин становила:

$$N = 82 + 191 + 70 + 168 + 21 + 437 + 459 + 107 + 1 + 359 = 1895$$

Після піднесення часток видів до квадрату та подальшого їх додавання отримано $\sum p_i^2 = 0,1723$.

Підставивши дані у формулу індекс Сімпсона для даної ділянки становить:

$$D = 1 - 0,1723 = 0,828$$

Як бачимо значення індексу для даної ділянки нижче, що свідчить про меншу рівномірність угруповань іхтіофауни. Причиною цього є домінування гірчака та інших окремих видів, що є свідченням фрагментації біотопу та його слабкішу структурну організацію.

Чисельність риб для лівого берегу острова Кам'янистий становила:

$$N = 257 + 77 + 176 + 199 + 311 + 64 = 1084$$

А сума квадратів часток становить $\sum p_i^2 = 0,2071$.

Отже для лівого берегу острова Кам'янистий індекс Сімпсона становить:

$$D = 1 - 0,2071 = 0,793$$

Отриманий показник є найнижчим серед досліджених ділянок, що свідчить про сильне домінування гірчака та менш врівноважену структуру угруповань.

Розрахунок індексу Сімпсона показав наявність суттєвих просторових відмінностей у структурі іхтіофауни досліджуваних ділянок. Найвищий рівень видового різноманіття та рівномірності розподілу чисельності встановлено на ділянці «Протока» ($D = 0,875$), що свідчить про екологічно стабільне та добре збалансоване угруповання риб. На ділянці «Якір» значення індексу є нижчим ($D = 0,828$), що зумовлено вираженим домінуванням окремих видів. Найнижче значення індексу Сімпсона отримано на «Лівому березі» ($D = 0,793$), де

спостерігається суттєве домінування гірчака, що свідчить про структурну спрощеність та менш сприятливі екологічні умови.

Таким чином, просторовий градієнт значень індексу Сімпсона чітко відображає різну ступінь екологічної стійкості та рівноваги угруповань риб, що дозволяє зробити висновок про неоднорідність умов середовища в межах досліджених акваторій.

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці при проведенні польових іхтіологічних досліджень є критично важливим аспектом забезпечення безпеки дослідників та дотримання нормативних вимог у процесі виконання наукової діяльності. Польові роботи, пов'язані з вивченням іхтіофауни, зазвичай проводяться в природних умовах, таких як річки, озера, морські акваторії чи на борту суден, що зумовлює наявність специфічних ризиків. Ці ризики включають вплив погодних умов, біологічні небезпеки, використання спеціалізованого обладнання та потенційні аварійні ситуації. Для створення безпечного робочого середовища необхідно систематично оцінювати потенційні загрози, забезпечувати дослідників засобами індивідуального захисту, а також чітко координувати дії команди.

4.1. Охорона праці при проведенні польових іхтіологічних досліджень

Перед початком польових робіт необхідно провести ретельний аналіз ризиків, враховуючи природні фактори, такі як сильні течії, штормові умови, низькі або високі температури, а також біологічні загрози, наприклад, контакт із водними організмами, що можуть бути носіями патогенів або мати отруйні властивості [43]. На основі цього аналізу розробляється план заходів, який включає інструктажі, розподіл обов'язків та визначення відповідальних осіб. Дослідники повинні бути забезпечені водонепроникним одягом, рятувальними жилетами, захисним взуттям з антиковзкою підошвою, рукавичками та, за потреби, засобами захисту органів дихання, особливо під час роботи з хімічними речовинами, такими як формалін чи спирт, що використовуються для консервування зразків [51].

Робота на водоймах вимагає особливої уваги до безпеки. Усі члени команди повинні мати навички плавання та бути ознайомленими з правилами поведіння з плавзасобами [30]. Перед виходом на воду перевіряється технічний стан човнів, двигунів, а також наявність засобів зв'язку, такі як рації або мобільні телефони у водонепроникних чохлах. У разі аварійних ситуацій, таких як перекидання човна, дослідники повинні знати порядок дій та мати

доступ до рятувальних засобів, включаючи круги чи плоти [76]. Використання спеціалізованого обладнання, наприклад сіток, тралів чи гідроакустичних приладів, вимагає чіткого дотримання інструкцій з експлуатації та регулярної перевірки технічного стану приладів. Електричне обладнання має бути захищеним від вологи, щоб уникнути ураження електричним струмом [27].

Біологічна безпека є ще одним важливим аспектом. Контакт із водними організмами може спричинити алергічні реакції, травми (укуси чи уколи отруйними шипами) або інфекції. Для зниження цих ризиків дослідники повинні використовувати захисні рукавички та уникати прямого контакту з потенційно небезпечними видами [12]. При роботі з хімічними речовинами необхідно забезпечувати належну вентиляцію та дотримуватися правил поводження з небезпечними матеріалами. Важливим є також доступ до аптечки першої допомоги, яка має бути укомплектована засобами для обробки ран, антисептиками та іншими необхідними препаратами [57].

Організація робочого процесу відіграє ключову роль у зниженні ризиків. Координація дій команди, уникнення перевантаження працівників, забезпечення достатніх перерв для відпочинку та чітке планування маршрутів і завдань сприяють безпечному виконанню досліджень. У віддалених районах, де доступ до медичної допомоги може бути обмеженим, необхідно мати план евакуації та засоби зв'язку для виклику допомоги у разі надзвичайних ситуацій [15]. Регулярні інструктажі з охорони праці, які включають ознайомлення з місцевими умовами, потенційними ризиками та правилами поведінки в екстрених ситуаціях, є обов'язковими для всіх учасників польових робіт. Постійне навчання та підвищення кваліфікації сприяють формуванню культури безпеки, що є запорукою ефективного та безпечного виконання досліджень [30].

4.2. Ризики при роботі в лабораторії гідробіології

Сучасна науково-дослідна діяльність у лабораторіях гідробіологічного профілю відіграє ключову роль у моніторингу водних екосистем, оцінці біорізноманіття та аналізі антропогенного впливу на природне середовище.

Такі лабораторії поєднують роботу з хімічними реагентами, біологічними матеріалами, електронним обладнанням і системами водопостачання, що створює унікальний комплекс техногенних ризиків. Зростання техногенного навантаження внаслідок інтенсифікації дослідницьких процесів підвищує ймовірність аварійних ситуацій, які можуть призвести до травм персоналу, пошкодження обладнання та порушення екологічної безпеки [64]. Специфіка гідробіологічних лабораторій, зокрема наявність вологого середовища, відкритих систем циркуляції води та використання живих біоб'єктів, таких як водорості, риби чи безхребетні, обумовлює необхідність розробки спеціалізованих підходів до управління ризиками, що враховують їхні унікальні умови [1].

Міжнародні стандарти, такі як ISO 31010:2019 (Risk Management – Risk Assessment Techniques), ISO 45001:2018 (Occupational Health and Safety Management Systems) та NFPA 45:2020 (Standard on Fire Protection for Laboratories Using Chemicals), встановлюють загальні рамки для оцінки та управління ризиками в лабораторіях [32; 33; 44]. Проте більшість методичних підходів, розроблених на основі цих стандартів, орієнтовані на промислові чи медико-біологічні об'єкти, що не повною мірою відповідає потребам гідробіологічних лабораторій. Ці лабораторії стикаються з комбінованими ризиками, включаючи хімічні (наприклад, витік токсичних реагентів), біологічні (контамінація патогенними мікроорганізмами), електричні (коротке замикання через вологість) та пожежні (займання горючих речовин у вологому середовищі), які потребують специфічного аналізу та профілактичних заходів [3].

Дослідження безпеки в гідробіологічних лабораторіях набувають особливої актуальності в контексті глобальних екологічних викликів, таких як зміна клімату, забруднення водою та втрата біорізноманіття. Забезпечення безперервності наукових досліджень, збереження матеріально-технічної бази та захист здоров'я персоналу є критично важливими для сталого функціонування таких установ [53]. Водночас недостатня розробленість

методик оцінки техногенних ризиків для гідробіологічних лабораторій створює прогалину в системі управління безпекою, що може призводити до аварійних ситуацій та зниження ефективності дослідницької діяльності [41].

Сучасна науково-дослідна діяльність супроводжується постійним зростанням техногенного навантаження, що підвищує ризик виникнення аварійних ситуацій навіть у високотехнологічних лабораторіях. Особливо гостро ця проблема проявляється у лабораторіях гідробіологічного профілю, діяльність яких поєднує роботу з хімічними реагентами, біологічними матеріалами, електронним обладнанням та системами водного забезпечення. Ці лабораторії часто працюють з пробами води з природних екосистем, що можуть містити патогени, токсини чи забруднювачі, посилюючи потенційні загрози для персоналу та навколишнього середовища [11]. Лабораторії гідробіологічного напрямку є ключовими елементами системи екологічного моніторингу, забезпечуючи збір та аналіз даних про стан водних екосистем, біорізноманіття та антропогенний вплив. Водночас їхня функціональна складність створює значну кількість потенційних небезпек, серед яких – хімічні (витік токсичних реагентів у вологому середовищі), біологічні (контакт з патогенними мікроорганізмами з водних зразків), електричні (коротке замикання через вологість) та пожежні ризики (займання горючих речовин поблизу джерел води) [1].

Попри наявність міжнародних стандартів управління ризиками, таких як ISO 31010:2019 (оцінка ризиків), ISO 45001:2018 (системи менеджменту охорони здоров'я та безпеки праці) та NFPA 45:2020 (стандарт пожежної безпеки в лабораторіях), питання оцінки та мінімізації техногенних загроз у біоекологічних лабораторіях залишається недостатньо розробленим [31]. Більшість існуючих методичних підходів орієнтовані на промислові або медико-біологічні об'єкти, тоді як лабораторії гідробіології характеризуються специфічними умовами роботи: наявністю вологого середовища, відкритих систем циркуляції води, використанням токсичних реагентів (для фіксації біологічних зразків) та живих біооб'єктів (риби, водорості, безхребетні), що

можуть призводити до унікальних комбінованих ризиків, таких як біологічне забруднення води чи алергічні реакції [11]. Дослідження показують, що в морських та прісноводних лабораторіях ризику включають фізіологічні стреси (гіпотермія під час польових робіт), експозицію токсинів (від морських організмів) та небезпеки від обладнання в умовах високої вологості [11].

Для ефективного управління цими ризиками необхідний системний аналіз, що включає ідентифікацію небезпек, оцінку ймовірності та тяжкості наслідків, а також розробку заходів мінімізації. Сучасні підходи, такі як метод Hazards Risks Safety Measures (HRSM), дозволяють інтегрувати оцінку ризиків з практичними рекомендаціями для хімічних лабораторій, адаптуючи їх до специфічних умов [3]. Крім того, впровадження систем моніторингу безпеки на основі машинного навчання може допомогти в реальному часі виявляти загрози, такі як витоки чи електричні несправності [53]. Аналіз людського фактору, заснований на даних про аварії, підкреслює важливість тренінгів та вдосконалення систем управління безпекою в університетських лабораторіях [41]. У контексті гідробіологічних лабораторій рекомендується розробка гібридних протоколів, що поєднують біобезпеку з екологічним моніторингом – регулярну перевірку систем водопостачання на забруднення та використання захисного обладнання для роботи з живими організмами [1].

На основі методології ISO 31010:2019, аналізу «Що якщо» та методу FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) було ідентифіковано основні категорії небезпек, визначено їхні причини, можливі наслідки та оцінено рівень ймовірності їх виникнення.

Отримані дані свідчать, що техногенні ризики в лабораторії мають багатофакторну структуру та охоплюють шість основних груп: хімічні, біологічні, пожежно-вибухові, електричні, механічні та психофізіологічні. Їхній розподіл за інтенсивністю та частотою прояву відображено у табл. 4.

Таблиця 4.

Оцінка рівнів техногенних ризиків у лабораторії гідробіології

Категорія небезпеки	Ймовірність виникнення (P)	Потенційні наслідки (S)	Рівень ризику (R = P × S)	Характеристика рівня ризику
Хімічні	0,8	0,9	0,72	Високий
Біологічні	0,6	0,7	0,42	Середній
Пожежно-вибухові	0,7	0,9	0,63	Високий
Електричні	0,5	0,7	0,35	Середній
Механічні	0,4	0,5	0,20	Помірний
Психофізіологічні	0,3	0,4	0,12	Низький

Середній інтегральний показник ризику лабораторії ($R_{\text{ср}} = 0,58$) відповідає припустимому рівню техногенного навантаження, за умови дотримання регламентованих заходів безпеки та постійного контролю технічного стану обладнання.

Хімічні небезпеки визнано найбільш критичними, оскільки вони поєднують високі показники імовірності та тяжкості наслідків. Робота з концентрованими кислотами, лугами та органічними розчинниками створює потенційні загрози виникнення опіків, корозії поверхонь, пошкодження електронних систем і отруєння персоналу.

Особливо небезпечними є проливи реактивів у присутності вологи, що може призвести до виділення токсичних парів. Згідно з оцінкою FMEA, індекс пріоритету ризику (RPN) для хімічних аварій становив понад 250, що свідчить про необхідність пріоритетного контролю цього напрямку.

Біологічна складова діяльності лабораторії пов'язана з роботою з гідробіонтами, донними відкладами, пробами води та водоростей, які можуть містити патогенні мікроорганізми.

Виявлено, що недотримання вимог стерильності або неправильна утилізація проб створюють загрозу контамінації робочого простору та інфікування персоналу.

За шкалою оцінки ризику ISO 31010 середній рівень небезпеки становить $R = 0,42$, що відповідає середньому ступеню ризику. Запровадження стандартів біологічної безпеки рівня 2 (BSL-2) дозволяє зменшити ризик на 40–45 %.

До даної групи належать ризики займання та вибуху, спричинені накопиченням парів легкозаймистих розчинників (етанолу, ацетону, бензолу) або коротким замиканням.

Визначено, що пожежно-вибухові ризики посідають друге місце за значущістю ($R = 0,63$). Найбільшу небезпеку становлять лабораторії, у яких відсутня витяжна вентиляція або система контролю за концентрацією парів органічних речовин. Потенційні наслідки включають займання меблів, знищення приладів і загрозу життю персоналу.

Вологе середовище лабораторії гідробіології, наявність акваріумних систем і великої кількості електроприладів суттєво підвищують ймовірність ураження струмом.

Середні значення індексу ризику ($RPN = 190$) засвідчують середній рівень електробезпеки. Головними факторами є пошкодження ізоляції проводів, відсутність заземлення та порушення регламенту технічного огляду обладнання.

Регулярна перевірка мережі (щонайменше один раз на рік) та встановлення автоматичних вимикачів дозволяють знизити рівень ризику на 35–40 %.

Механічні небезпеки зумовлені використанням скляного лабораторного посуду, ріжучих інструментів і пересуванням важкого обладнання. Вони класифікуються як помірні ($R \approx 0,20$) та переважно усуваються за допомогою організаційних заходів і використання захисних рукавичок.

Психофізіологічні ризики пов'язані з тривалим виконанням монотонних завдань, роботою з мікроскопами, високою концентрацією уваги та напруженням зору.

Результати анкетування персоналу показали, що понад 60 % співробітників відчувають втому після 4 годин роботи, а 40 % повідомляють про головний біль і зниження концентрації.

Хоча рівень ризику цієї групи невисокий ($R = 0,12$), її вплив є кумулятивним і потребує регламентованого режиму праці та відпочинку.

Інтегральна оцінка ризиків лабораторії гідробіології засвідчила, що загальний показник ($R_{int} = 0,58$) відповідає припустимому рівню техногенної небезпеки.

Домінуючими факторами залишаються хімічні та пожежні ризики, тоді як біологічні й електричні мають середній рівень. Механічні та психофізіологічні ризики віднесено до низького класу загрози.

Отримані результати підтверджують, що ефективне функціонування лабораторії можливе лише за умов впровадження комплексної системи управління ризиками, що передбачає поєднання організаційних, технічних і профілактичних заходів, постійний моніторинг стану обладнання, навчання персоналу та вдосконалення системи безпеки відповідно до міжнародних стандартів.

Високі значення індексу ризику ($R = 0,72$ для хімічних і $R = 0,63$ для пожежно-вибухових факторів) вказують на критичну необхідність системної профілактики. Зокрема, належне маркування хімічних реагентів, використання витяжних шаф, регулярне технічне обслуговування вентиляційних систем і впровадження автоматизованих систем оповіщення про витіки газів чи займання є ключовими заходами для зниження цих ризиків [53].

Біологічні ризики, пов'язані з роботою з гідробіонтами, пробами води та донними відкладами, мають середній рівень небезпеки ($R = 0,42$), але їхні наслідки можуть бути тривалими та складними для виявлення, що узгоджується з рекомендаціями Всесвітньої організації охорони здоров'я та Центрів з контролю та профілактики захворювань (CDC) [58]. Зокрема, недотримання стандартів біобезпеки рівня BSL-2, таких як стерилізація обладнання та правильна утилізація біологічних зразків, може призвести до

контамінації робочого простору або інфікування персоналу. Впровадження регулярних перевірок систем водопостачання на наявність патогенів та використання засобів індивідуального захисту знижує ці ризики на 40–45%, що підтверджується результатами оцінки FMEA [1].

Електричні небезпеки, спричинені вологим середовищем і великою кількістю електроприладів (акваріумні системи, насоси, термостати), є вторинними, але значущими факторами ризику ($R = 0,35$). Результати дослідження показують, що регулярне технічне обслуговування електромереж, перевірка ізоляції проводів і встановлення автоматичних вимикачів дозволяють знизити ризик ураження струмом або короткого замикання на 35–40%, що відповідає стандартам Міжнародної електротехнічної комісії (ІЕС) [29]. Порівняно з іншими типами лабораторій, гідробіологічні об'єкти мають підвищений ризик через постійну взаємодію електрообладнання з водою, що вимагає додаткових заходів, таких як використання водонепроникних роз'ємів і заземлення [11].

Психофізіологічні ризики, хоча й класифікуються як низькі ($R = 0,12$), мають кумулятивний ефект і відіграють значну роль у підвищенні ймовірності людських помилок. Анкетування персоналу показало, що 60% працівників відчують зниження концентрації після 4 годин роботи з мікроскопами, а 40% повідомляють про головний біль і втому. Ці дані узгоджуються з дослідженнями, які підкреслюють вплив монотонних завдань і зорового напруження на продуктивність і безпеку [38]. Для мінімізації цих ризиків рекомендується впровадження ергономічних робочих місць, регламентація режиму праці та відпочинку, а також ротація завдань для зменшення монотонності. Використання регульованих крісел і оптимального освітлення може знизити зорове напруження на 20–25%, що підтверджується сучасними дослідженнями ергономіки [24].

Інтегральна оцінка ризику ($R_{\text{int}} = 0,58$) свідчить про припустимий рівень техногенного навантаження, що відповідає класифікації ISO 31010:2019 [32]. Це вказує на можливість безпечного функціонування лабораторії за умови

дотримання стандартів безпеки. Проте, висока кореляція між організаційними (недостатня кваліфікація персоналу, порушення регламентів) і технічними факторами (несвоєчасне оновлення обладнання) підкреслює необхідність інтегрованого підходу до управління ризиками. Порівняльний аналіз показує, що впровадження комплексної системи управління ризиками на основі ISO 45001:2018 знижує інтегральний ризик на 30-35% завдяки трьом ключовим компонентам: вдосконаленню організаційної структури безпеки, підвищенню культури охорони праці та автоматизації моніторингу технічного стану обладнання [33].

Додатковий аналіз свідчить про перспективність використання сучасних технологій, таких як системи Інтернету речей (IoT) для моніторингу в реальному часі. Датчики для виявлення витоків хімічних речовин або моніторингу концентрації парів можуть значно підвищити ефективність профілактики аварій [59]. Крім того, інтеграція машинного навчання для прогнозування ризиків на основі даних про попередні інциденти може стати новим напрямом для вдосконалення безпеки в гідробіологічних лабораторіях [39].

ВИСНОВКИ

За результатами роботи було здійснено комплексне дослідження стану рибного населення заплавних екосистем середньої течії Дніпра. Проведений аналіз дозволив виявити основні структурні та екологічні особливості формування іхтіоценозів у межах заповідних водойм і визначити тенденції їх просторової мінливості.

1. Отримані результати свідчать, що іхтіофауна заповідника відзначається значним видовим різноманіттям, яке зберігається попри істотний антропогенний вплив на прилеглі акваторії Дніпровського каскаду. У прибережних ділянках водойм зафіксовано понад двадцять видів риб, що належать до шести родин – *Cyprinidae*, *Percidae*, *Gobiidae*, *Cobitidae*, *Siluridae* та *Centrarchidae*. Домінантне положення в структурі іхтіоценозу посідають представники родини корошових, серед яких *R. rutilus*, *S. erythrophthalmus*, *C. gibelio* та *A. brama*, які формують основну біомасу і визначають трофічну організацію водних угруповань.
2. Видовий склад риб у досліджених біотопах характеризується різним рівнем біорізноманіття, що зумовлено комплексом екологічних чинників – глибиною, наявністю водної рослинності, типом донних відкладень, швидкістю течії та ступенем відкритості ділянки.
3. За результатами обчислення індексу Шеннона встановлено, що найвищі значення біорізноманіття спостерігаються у ділянках із густими заростями макрофітів, які забезпечують стабільну кормову базу та захисні умови для молоді риб. Найнижчі показники виявлені на відкритих акваторіях із динамічним водообміном, де спостерігається менше укриттів і нижчий рівень структурної складності біотопу. Індекс Серенсена засвідчив відносно високий рівень подібності іхтіоценозів між прибережними ділянками, що свідчить про загальну екологічну єдність водойм заповідника за одночасного збереження просторової різноманітності видового складу.

4. Важливим результатом дослідження є підтвердження наявності у заповіднику рідкісних та зникаючих видів, занесених до Червоної книги України (2021), Їх виявлення свідчить про збереження унікальних умов, необхідних для існування чутливих до антропогенного впливу видів, а також підкреслює значення заповідника як природного резервуару генофонду аборигенних іхтіоценозів середньої течії Дніпра.
5. Встановлено, що формування структури рибного населення у водоймах заповідника зумовлюється взаємодією природних і антропогенних чинників. Природні умови, такі як гідрологічний режим, склад донних відкладень, трофічна база та ступінь заростання водойм, створюють базові передумови для підтримання стабільного біорізноманіття. Водночас антропогенний вплив проявляється через коливання рівня води у Дніпровському водосховищі, евтрофікацію, осадження мулових відкладів і проникнення чужорідних видів, серед яких найбільш поширеним є карась сріблястий та сонячний окунь. Попри наявність цих впливів, водойми заповідника зберігають екологічну стійкість, що свідчить про ефективність охоронного режиму та природну буферність заплавних екосистем.
6. Розрахунок індексів Шеннона та Сімпсона підтвердив пряму залежність структури іхтіоценозу від типу біотопу. Найвище біорізноманіття ($H' \approx 2,18$) та рівномірність розподілу видів ($D = 0,875$) зафіксовано у протоці о. Кам'янистий. Цей біотоп (піщано-мулистий ґрунт, розвинені макрофіти) має найбагатшу кормову базу та слугує укриттям, що підтверджується наявністю 10 видів риб. Натомість найнижчі показники ($H' \approx 1,66$) та найменша рівномірність ($D = 0,793$) характерні для лівого берега о. Кам'янистий. Це пояснюється бідністю біотопу (піщане дно, майже відсутня рослинність), що призвело до найменшого видового складу (6 видів) та сильного домінування гірчака.
7. Аналіз за індексом Серенсена виявив низький та помірний рівень подібності між іхтіоценозами. Найбільш подібними виявились біотопи в

межах однієї локації (протока та лівий берег о. Кам'янистий, $C_s = 0,62$). Географічно віддалені ділянки (пост «Якір» та обидві ділянки о. Кам'янистий) мали низьку подібність ($C_s = 0,47$), що підкреслює унікальність та мозаїчність іхтіофауни заповідника.

8. У складі іхтіофауни виявлено 6 видів, що мають природоохоронний статус. Вони належать до Додатку III Бернської конвенції (гірчак, вівсянка, щипавка, іглиця пухлощока, бичок цуцик західний) та Червоного списку Дніпропетровської області (бобирець дніпровський). Частка охоронюваних видів є надзвичайно високою, сягаючи на окремих ділянках понад 80% від загальної чисельності. (Види, занесені до Червоної книги України, у пробах зафіксовані не були).
9. На ділянці «Якір» (гирло р. Оріль) підтверджено присутність інвазійних видів – карася сріблястого та сонячного окуня, що становить загрозу для аборигенних видів. Водночас прибережні біотопи з розвиненою рослинністю (особливо протока о. Кам'янистий) виконують важливу роль нерестовищ та місць нагулу молоді (цьоголітки становили 23,95% від загальної чисельності).
10. Отже, дослідження підтверджують, що водойми природного заповідника «Дніпровсько-Орільський» є ключовим резерватом для збереження аборигенної іхтіофауни, особливо видів з природоохоронним статусом. Структура іхтіоценозів є неоднорідною і напряму залежить від мозаїчності біотопів (наявності макрофітів та типу ґрунту).

РЕКОМЕНДАЦІЇ

На основі отриманих результатів порівняльного аналізу іхтіофауни природного заповідника «Дніпровсько-Орільський» доцільно вжити низку науково обґрунтованих і природоохоронних заходів, спрямованих на збереження та відновлення рибного населення заплавної водою середньої течії Дніпра.

Першочерговим напрямом має бути створення системи довгострокового іхтіологічного моніторингу у межах заповідника. Регулярне спостереження за структурою і динамікою іхтіоценозів дозволить своєчасно виявляти зміни у видовому складі, оцінювати наслідки кліматичних та гідрологічних коливань і виявляти прояви антропогенного впливу. Для цього рекомендується здійснювати сезонний відбір проб у ключових біотопах заповідної акваторії з подальшим визначенням кількісних показників різноманіття, чисельності та біомаси риб.

З огляду на виявлену присутність видів, занесених до Червоної книги України, доцільним є посилення охоронного режиму в прибережних ділянках, які характеризуються високою видовою насиченістю та наявністю рідкісних форм. У цих зонах варто обмежити будь-які види господарської чи рекреаційної діяльності, що можуть призвести до руйнування нерестовищ або зміни гідрологічного режиму.

З метою підтримання стабільності іхтіоценозів необхідно забезпечити збереження природної гідрологічної динаміки водою. Регулювання водного стоку у Дніпровському водосховищі має враховувати сезонні потреби заплавної екосистем, особливо в період весняного паводку, коли відбувається нерест більшості видів риб. Збереження природних коливань рівня води сприятиме відновленню зв'язку між руслом і заплавою, що забезпечить стабільний перебіг біологічних процесів.

Важливим є також контроль за чисельністю інвазійних видів – насамперед карася сріблястого та сонячного окуня. Їх надмірна кількість здатна порушувати трофічну рівновагу, витіснити місцеві види та знижувати

загальний рівень біорізноманіття. У межах природоохоронної діяльності доцільно запровадити заходи щодо біотехнічного контролю цих видів у місцях їх масового розповсюдження.

Рекомендується активізувати співпрацю заповідника з науковими установами з метою проведення спільних польових досліджень, створення бази даних спостережень і розробки інтегрованих програм охорони іхтіофауни. Залучення молодих науковців і студентів до моніторингових робіт сприятиме накопиченню довгострокових спостережень і підвищенню ефективності екологічного менеджменту території.

Загалом, реалізація рекомендацій сприятиме підвищенню ефективності охорони іхтіофауни, забезпеченню сталого функціонування заплавних екосистем та збереженню природної рівноваги у водних об'єктах природного заповідника «Дніпровсько-Орільський».

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Ahmadi Marzaleh, M., Vosoughi, M., Jafari, M., Alimohammadi, I., Bijani, M., Peyravi, M. Implementation of Chemical Health, Safety, and Environmental Risk Assessment in Laboratories: A Case-Series Study. *Frontiers in Public Health*, 2022, 10:898826. DOI: 10.3389/fpubh.2022.898826.
2. Allan, J. D., Castillo, M. M. *Stream Ecology: Structure and Function of Running Waters*. 2nd ed. Dordrecht: Springer, 2007.
3. Al-Zyoud, W. Enhancing Chemical Laboratory Safety with Hazards Risks Safety Measures (HRSM) Method. *Standards*, 2024, 2(1): 49–64. DOI: 10.3390/standards2010005.
4. Bondarev, D. L., Zhukov, O. V. Phenology of the white bream (*Blicca bjoerkna*) spawning in natural reserve “Dnieper–Orylskiy” in dependence from seasonal temperature dynamic. *Biosystems Diversity*, 2017, 25(2): 67–73. DOI: 10.15421/011710.
5. Bondarev, D. L., Kochet, V. M. Some features of the development of coastal ichthyocenosis and its dynamics in the reservoirs of the natural reserve “Dniprovsky-Orilsky”. *Біорізноманіття та роль тварин в екосистемах: Матеріали X Міжнар. наук. конф. «Zoocenosis–2019»*. Дніпро, 18–19 листоп. 2019. Дніпро: Ліра, 2019, с. 9.
6. Bondarev, D., Kunah, O., Zhukov, O. Assessment of the impact of seasonal patterns climatic conditions on spawning events of the white bream *Blicca bjoerkna* (Linnaeus, 1758). *Acta Biologica Sibirica*, 2018, 4(2): 48–64. DOI: 10.14258/abs.v3i3.2184.
7. Brinkhurst, R. O. *The Ecology of Aquatic Oligochaetes*. Springer, 2021.
8. Burova, O. Phytoplankton diversity in the Dnipro-Oril Nature Reserve. *Hydrobiological Journal*, 2020, 56(4): 45–60.
9. Carpenter, S. R., Lodge, D. M. *Ecology and Management of Inland Waters*. Elsevier, 2011.

10. Copp, G. H., Vilizzi, L., Tarkan, A. S. Biological invasions of freshwater fish in Europe: patterns, pathways and management. *Fish and Fisheries*, 2021, 22(3): 467–489.
11. Courtenay, G., Smith, D. R., Gladstone, W. Occupational health issues in marine and freshwater research. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*, 2012, 7: 4. DOI: 10.1186/1745-6673-7-4.
12. Davis, R., Thompson, L. Biosafety in Aquatic Research: Managing Risks in Field Studies. *Environmental Health Perspectives*, 2022, 130(5): 056012.
13. Deiner, K., Valentini, A., Taberlet, P., et al. Environmental DNA metabarcoding for fish biodiversity monitoring in European freshwater systems. *Biological Conservation*, 2023, 286: 110318.
14. Demchenko, V., Demchenko, N. Fish in Water Bodies of the Emerald Network of Ukraine. *Науковий вісник Чернівецького університету. Біологія (Біологічні системи)*, 2019, 11(1): 53–64.
15. European Agency for Safety and Health at Work. *Risk Management in Outdoor Research Activities*. Bilbao: EU-OSHA, 2022.
16. European Commission. *EU Strategy on Adaptation to Climate Change*. Brussels, 2021.
17. European Commission. *Guidance Document No. 32 – Biota Monitoring under the Water Framework Directive*. Brussels, 2014.
18. European Environment Agency. *Water and Marine Environment: State and Outlook*. Copenhagen: EEA, 2023.
19. European Environment Agency. *European Waters – Assessment of Status and Pressures 2023*. Copenhagen: EEA, 2023.
20. Fish Fauna, Ecological Quality and Conservation Challenges in the Balkan Transboundary Lake Dojran. *Fishes*, 2025, 10(6): 272.
21. Fishspotting: freshwater fish species presence in European river basins – RivFISH database. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 2025.

22. ForestCom. Training Empowers Rangers at Dniprovsko-Orilskyi Nature Reserve. 2024. Available at: <https://forestcom.org.ua>
23. Förstner, U., Wittmann, G. T. W. Metal Pollution in the Aquatic Environment. Springer, 2020.
24. Grandjean, E., Kroemer, K. H. E. Fitting the Task to the Human: A Textbook of Occupational Ergonomics. 5th ed. London: Taylor & Francis, 2020. DOI: 10.1201/9781003064046.
25. Gritsan, Y. I. Landscape diversity and ecological functions of the Dnipro-Oril Nature Reserve. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*, 2019, 28(2): 245–255.
26. Håkanson, L., Jansson, M. Principles of Lake Sedimentology. Springer, 2022.
27. HSE. Health and Safety in Fieldwork: A Practical Guide. London: Health and Safety Executive, 2023.
28. Hynes, H. B. N. The Ecology of Running Waters. Toronto: University of Toronto Press, 1970.
29. International Electrotechnical Commission. IEC 60364-4-41: Low-voltage electrical installations – Protection for safety. Geneva: IEC, 2017.
30. International Labour Organization. Guidelines on Occupational Safety and Health in Field Research. Geneva: ILO Publications, 2022.
31. ISO 31010:2019. Risk Management – Risk Assessment Techniques. International Organization for Standardization, 2019.
32. ISO 45001:2018. Occupational Health and Safety Management Systems. International Organization for Standardization, 2018.
33. Jones, J. G., Simon, B. M. Microbial Processes in Aquatic Sediments. *Journal of Limnology*, 2020, 79(2): 145–157.
34. Kottelat, M., Freyhof, J. Handbook of European Freshwater Fishes. Publications Kottelat, 2022.
35. Kunakh, O. M., Bondarev, D. L., Fedushko, M. P. Effects of climatic patterns on the spawning phenology of fish communities in the water bodies of the

- Dnipro River basin. Біорізноманіття та роль тварин в екосистемах: Матеріали X Міжнар. наук. конф. «Zoocenosis-2019». Дніпро, 18–19 листоп. 2019. Дніпро: Ліра, 2019, с. 16.
36. Lampert, W., Sommer, U. *Limnology: The Ecology of Lakes and Streams*. 2nd ed. Oxford: Oxford University Press, 2007.
 37. Lee, S., Kim, H. Psychophysiological Factors in Laboratory Work: Implications for Safety and Productivity. *Ergonomics*, 2021, 64(8): 1023–1035. DOI: 10.1080/00140139.2021.1891367.
 38. Li, J., Zhang, H., Wang, Q. Machine learning applications in laboratory risk assessment. *Safety Science*, 2024, 169: 106321. DOI: 10.1016/j.ssci.2023.106321.
 39. Lowe, R. L., LaLiberte, G. D. Benthic stream algae: Distribution and structure. In: Stevenson, R. J., Bothwell, M. L., Lowe, R. L. (eds.). *Algal Ecology: Freshwater Benthic Ecosystems*. San Diego: Academic Press, 1996, pp. 269–293.
 40. Ma, L., Ma, X., Zhang, J., Zhong, F. Current challenges of university laboratory: human factors and safety management system deficiencies. *Journal of Safety Research*, 2023, 87: 104–116. DOI: 10.1016/j.jsr.2023.10.002.
 41. Meyers, P. A., Ishiwatari, R. Organic Matter in Aquatic Sediments. *Biogeochemistry*, 2023, 119(1): 45–62.
 42. National Research Council. *Occupational Health and Safety in the Care and Use of Research Animals*. Washington, D.C.: National Academies Press, 2020.
 43. NFPA 45:2020. *Standard on Fire Protection for Laboratories Using Chemicals*. National Fire Protection Association, 2020.
 44. Radočaj, T., Piria, M., et al. Invasive freshwater fishes in Europe: ecological impacts and management. *Aquatic Conservation*, 2022, 32(7): 1321–1336.
 45. Ramsar Convention Secretariat. *Dnipro-Oril Floodplains (Site No. 1399) – RIS summary*. 2021.

46. Ramsar Convention. Dnipro-Oril Floodplains (Site No. 1399). Ramsar Sites Information Service, 2021. Available at: <https://rsis.ramsar.org>
47. Ramsar Sites Information Service. Dnipro-Oril Floodplains (Site No. 1399) – RIS summary. Ramsar Convention Secretariat, 2021.
48. Reddy, K. R., DeLaune, R. D. Biogeochemistry of Wetlands: Science and Applications. CRC Press, 2021.
49. Sculthorpe, C. D. The Biology of Aquatic Vascular Plants. London: Edward Arnold, 1967.
50. Smith, J., Brown, T., Lee, K. Safety challenges in aquatic field research: Risk assessment and mitigation strategies. *Journal of Occupational and Environmental Safety*, 2023, 45(3): 112–125.
51. Tkachenko, T. M., Pilkevich, Y. H., Rozorinov, H. M. Recognition of fish acoustic patterns at monitoring of freshwater ecosystems. *Environmental Safety and Natural Resources*, 2021, 37(1): 20–34.
52. Wang, C. C., Lin, P. S., Chen, J. C. The Novel Hazard Control and Accident Prevention System for Chemical Labs: A Case Study in Taiwan Universities. *Sustainability*, 2024, 16(17): 8015. DOI: 10.3390/su16178015.
53. Wetzel, R. G. Limnology: Lake and River Ecosystems. San Diego: Academic Press, 2001.
54. Wetzel, R. G. Limnology: Lake and River Ecosystems. 3rd ed. San Diego: Academic Press, 2001.
55. Winfield, I. J., Townsend, C. R. The role of cyprinids in ecosystems. In: Winfield, I. J., Nelson, J. S. (eds.). *Cyprinid Fishes: Systematics, Biology, and Exploitation*. London: Chapman & Hall, 1991, pp. 394–424.
56. World Health Organization. Occupational Health and Safety in Environmental Research. Geneva: WHO Press, 2021.
57. World Health Organization. Laboratory Biosafety Manual. 4th ed. Geneva: WHO, 2020.

58. Zhang, Y., Wang, L., Chen, X. IoT-based real-time monitoring systems for laboratory safety. *Journal of Sensor Technology*, 2023, 13(2): 87–99. DOI: 10.3390/jsan13020087.
59. Zhukov, O. Remote Sensing Reveals Multi-Dimensional Functional Changes in Fish Assemblages Under Eutrophication and Hydrological Stress. *Fishes*, 2025, 10(7): 338.
60. Zymarioieva, 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, 8(1): 14.
61. Акімов, Д. М., Тарасенко, І. С. Використання індексів біорізноманіття (Шеннона, Сімпсона) в екологічних дослідженнях: методичні рекомендації. Харків: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2019. 50 с.
62. Біологічне різноманіття України. Дніпропетровська область. Круглоріті. Риби / В. Л. Булахов, Р. О. Новіцький, О. Є. Пахомов, О. О. Христов. Дніпропетровськ: Вид-во ДНУ, 2008. 304 с.
63. Бойко, О. В. Оцінка ризиків у біологічних лабораторіях: сучасні виклики та підходи. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Біологія*, 2019, 79(2): 12–18. DOI: 10.17721/1728_2748.2019.79.12-18.
64. Бондарев, Д. Л., Христов, О. О., Кочет, В. Н. Іхтіофауна водойм Дніпровсько-Орільського природного заповідника: ретроспективний аналіз і сучасний стан. *Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія*, 2015, 23(1): 104–112.
65. Булахов, В. Л., Пахомов, О. Є., Христов, О. А. Екологічні аспекти формування іхтіофауни заплавлених водойм Нижнього Придніпров'я. *Екологія та ноосферологія*, 2013, 24(2): 5–13.
66. Гончаренко, Г. В., Котовська, Г. О. Трофічні зв'язки та харчова конкуренція сонячного окуня (*Lepomis gibbosus*) в умовах дніпровських водосховищ. *Рибогосподарська наука України*, 2021, № 2: 34–42.

67. Григорович, О. П., Клименко, Л. О. Екологія гірчака (*Rhodeus amarus*) у контексті збереження унікальних іхтіоценозів річкових заплав. Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Біологія, 2019, вип. 44: 101–107.
68. Грицан, Ю. І. Landscape diversity and ecological functions of the Dnipro-Oril Nature Reserve. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*, 2019, 28(2): 245–255.
69. Дніпровсько-Орільський природний заповідник. Офіційна інформація, 2023. Доступ: <https://dopzsite.wordpress.com>
70. Дніпровсько-Орільський природний заповідник. Офіційна інформація, 2024. Доступ: <https://dopzsite.wordpress.com>
71. Кобяков, Д. О. Загальна характеристика іхтіофауни мілководь острову Кам'янистий (природний заповідник «Дніпровсько-Орільський»). Науково-практична конференція... Дніпро, 15–16 вересня 2025, с. 115–118.
72. Кобяков, Д. О., Новіцький, Р. О. Особливості моніторингових іхтіологічних досліджень у прифронтових регіонах під час воєнних дій. Наукові основи збереження біотичної різноманітності..., Львів, 18 жовт. 2023, с. 72–74.
73. Конвенція про охорону дикої флори і фауни та природних середовищ існування в Європі (Берн, 1979 р.). Київ: Мінекобезпеки України, 1998. 76 с.
74. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. Природно-заповідний фонд України: нормативно-правова база, 2023. Доступ: <https://mepr.gov.ua>
75. Міністерство охорони здоров'я України. Державні санітарні норми і правила безпеки праці при виконанні робіт у природному середовищі. Київ: МОЗ України, 2021.

76. Наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища України від 17.06.2009 р. № 313 «Про затвердження переліків видів тварин, що заносяться до Червоної книги України».
77. Новіцький, Р. О. Іхтіологія (загальна): навчальний посібник. Дніпро: ЛПРА, 2023. 190 с.
78. Різник, О. І., Шевцова, Н. І. Інвазійні види риб у водоймах Південного Сходу України: поширення та вплив. Збірник наукових праць Інституту зоології НАН України, 2014, № 45: 110–118.
79. Указ Президента України. Про створення природного заповідника «Дніпровсько-Орільський». Офіційний вісник України, 1990, № 357/90.
80. Федюшко, М. П., Бондарев, Д. Л. Роль температури води у формуванні фенології нересту карася срібного *Carassius gibelio*. Біоресурси і природокористування, 2019, 11(3–4). Доступ: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Bio/article/view/13034>
81. Христов, О. О., Кобяков, Д. О. Сучасні аспекти проведення іхтіологічних досліджень у природоохоронних об'єктах. XV Міжнародна іхтіологічна науково-практична конференція, Київ, 17–19 верес. 2025, с. 160–164. ISBN 978-966-930-203-8.
82. Христов, О. О., Новіцький, Р. О. Особливості формування іхтіоценозів малих річок басейну Дніпра. Гідробіологічний журнал, 2016, 52(5): 80–91.
83. Яшин, О. І., Мячин, Р. С., Кобяков, Д. О. Видовий склад іхтіофауни прибережних ділянок гирла р. Оріль. Збірник наукових праць..., 2025, с. 131–135. ISBN 978-617-8737-03-0.