

ВІДГУК
офіційного опонента
на дисертацію **У Жофаня** на тему:
«Комплексна оцінка наслідків затоплення долини річки Ірпінь»,
подану на здобуття ступеня доктора філософії
зі спеціальності 101 «Екологія»
галузі знань 10 «Природничі науки»

Актуальність теми дисертаційного дослідження. Тема дисертації «Комплексна оцінка наслідків затоплення долини річки Ірпінь» є безумовно актуальною та відповідає сучасним пріоритетам розвитку екологічної науки, водного господарства й післявоєнного відновлення територій України. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю осмислення екологічних наслідків воєнних дій та масштабів трансформації природного середовища, які вони спричиняють.

Особливої ваги набуває розроблення науково обґрунтованих рекомендацій щодо екологічного відновлення постраждалих територій, підвищення їхньої стійкості до майбутніх природних і техногенних викликів та вдосконалення системи управління заплавними екосистемами. Водночас післявоєнне відновлення відкриває можливості для модернізації водогосподарської та природоохоронної інфраструктури, впровадження сучасних природо-орієнтованих рішень (Nature-based Solutions), використання геоінформаційних технологій і дистанційного зондування Землі, а також адаптації кращих міжнародних практик екологічної реабілітації територій.

Затоплення долини річки Ірпінь на початку 2022 р. стало одним із перших прикладів використання водних ресурсів як інструменту ведення війни. Цілеспрямована зміна гідрологічного режиму території, здійснена з оборонною метою, спричинила комплекс взаємопов'язаних процесів, що мали як позитивні, так і негативні наслідки для довкілля, природних екосистем і місцевих громад.

Наслідки цієї події мають багатокomпонентний характер і охоплюють гідрологічні, екологічні, геоморфологічні, ландшафтні, соціально-економічні та управлінські аспекти. Вони проявляються у трансформації водного режиму, зміні стану ґрунтів і рослинності, порушенні функціонування заплавних екосистем, впливі на біорізноманіття, землекористування та умови життєдіяльності місцевого населення. Такий комплексний характер змін зумовлює необхідність їх всебічного наукового дослідження, кількісної оцінки та розроблення обґрунтованих рекомендацій щодо екологічного відновлення території в умовах післявоєнної відбудови.

Також слід відзначити, що в наукових виданнях з'явилася низка публікацій, присвячених окремим наслідкам затоплення: оцінювання площ затоплення за матеріалами дистанційного зондування Землі, аналізу змін біорізноманіття або гідроморфологічних

характеристик водних об'єктів тощо. Однак, відсутні комплексні дослідження, які інтегрують результати вищевказаних аспектів. Тому дана дисертація є своєчасною і має істотну наукову новизну.

Аналіз змісту дисертації. Структура дисертації включає: анотацію, вступ, чотири розділи, висновки, список використаних літературних джерел, додатки. Основний зміст роботи викладено на 179 сторінках, а додатки – на 41 сторінці. Ілюстративно-інформаційні матеріали представлені 29 рисунками та 16 таблицями. Перелік літературних джерел налічує 169 найменувань, з яких 57 – латиницею.

Зв'язок дисертації з державними чи галузевими науковими програмами. Дисертацію виконано в межах науково-дослідної роботи «Розробка заходів відновлення наземних екосистем, постраждалих внаслідок російської воєнної агресії» (номер державної реєстрації 0124U000960). Тематика дисертації безпосередньо відповідає завданням зазначеного дослідження та спрямована на комплексну оцінку природних екосистем Київської області, спричинених воєнними діями, зокрема аналіз екологічних наслідків затоплення долини річки Ірпінь і наукове обґрунтування заходів щодо відновлення постраждалих територій.

У **вступі** дисертації здобувачем належним чином обґрунтовано актуальність обраної теми, визначено мету та завдання дослідження, сформульовано об'єкт і предмет дослідження. Також висвітлено наукову новизну одержаних результатів, їх практичне значення, наведено відомості про апробацію основних положень дисертації, публікації за темою дослідження та зв'язок роботи з науково-дослідними програмами.

У **першому розділі** «Трансформація екосистем річок-приток річки Дніпро в зоні впливу водосховищ» здобувачем здійснено аналіз глобальних і регіональних аспектів регулювання річкового стоку та його екологічного впливу на водні й прибережні екосистеми. Узагальнено сучасний стан природних комплексів у зоні впливу каскаду Дніпровських водосховищ, визначено основні чинники їхньої трансформації та окреслено ключові екологічні проблеми.

Особливу увагу приділено недостатньо дослідженому напрямку, пов'язаному з оцінюванням екологічних наслідків, зумовлених воєнними діями на заплавні комплекси річок. Автор обґрунтовує актуальність цієї проблематики, підкреслюючи необхідність її комплексного наукового вивчення в умовах сучасних екологічних викликів.

Окрім того, у розділі проаналізовано сучасні підходи до організації екологічного моніторингу у басейнах малих і середніх річок. Також розглянуто можливості застосування новітніх методів спостереження для оцінювання стану річкових екосистем. Значну увагу приділено питанням інтегрованого управління водозбірними басейнами в умовах посилення антропогенного навантаження та кліматичних змін, що повністю узгоджується із сучасними

принципами басейнового управління водними ресурсами та положеннями Водної рамкової директиви Європейського Союзу.

У **другому розділі** «Програма, умови та методи досліджень» висвітлено послідовність виконання дисертаційного дослідження, а також детально охарактеризовано природні умови і особливості досліджуваної території заплави річки Ірпінь. Автором представлено комплексний методологічний підхід, який об'єднав традиційні методи екологічних досліджень, зокрема гідрохімічного аналізу та комплексної екологічної оцінки якості води, із сучасними інструментами дистанційного зондування Землі, геоінформаційного і геопросторового аналізу, а також методами оцінювання змін земного покриття. Застосування інструментів системного аналізу DPSIR, SWOT та TOWS дозволило комплексно оцінити причинно-наслідкові зв'язки екологічних змін і сформувані науково обґрунтовані підходи до розроблення стратегій екологічного менеджменту досліджуваної території.

У **третьому розділі** «Затоплення долини річки Ірпінь як чинник трансформації заплавної екосистеми» здобувачем представлено результати комплексних досліджень змін гідрологічного режиму, структури природних комплексів та екологічного стану заплавної екосистеми річки Ірпінь упродовж 2022–2025 рр. На підставі дистанційних, польових та лабораторно-аналітичних досліджень встановлено, що руйнування шлюзів Козаровицької дамби у лютому-березні 2022 року призвело до масштабного затоплення долини річки загальною площею понад 2500 га. Автором визначено просторові особливості затоплення безпосередньо у 2022 р. та станом на 2025 р. (наприклад, в пригирловій частині заплави в районі с. Козаровичі товща води у 2022 р. сягала 5 м, а до 2025 р. її рівень знизився до 3 м). У роботі простежено подальшу динаміку осушення заплави. Встановлено, що вже до кінця 2022 р. площа водного дзеркала скоротилася до 904,22 га внаслідок випаровування й відкачування води насосами з акваторії. Водночас досліджено, що упродовж 2023–2025 рр. площа затоплених територій залишалася відносно стабільною, перебуваючи в межах 1075,38–1157,50 га.

Важливим результатом дослідження є оцінювання трансформації земного покриття та сукцесійних змін рослинності. Показано, що тривале затоплення спричинило динамічні зміни рослинного покриття: водночас відбувалися процеси природного відновлення рослинності на обсушених ділянках й пригнічення деревно-чагарникової рослинності внаслідок тривалого перезволоження. Встановлено, що станом на 2025 р. близько на 64,5 % території (1283,97 га) не спостерігалися зміни в структурі земного покриття. Тобто можна припустити, що в затопленій заплаві формується новий екологічний баланс після тривалого затоплення.

На окрему позитивну оцінку заслуговує прогнозування трансформації ґрунтового покриття заплави. Автором обґрунтовано перспективи ренатуралізації органогенних ґрунтів

та відновлення функціонування торфовищ за умов тривалого обводнення, що є важливим з погляду відновлення екосистемних функцій території.

Значний науковий інтерес становлять результати комплексної оцінки якості поверхневих вод у постмілітарний період. Встановлено, що воєнні дії спричинили погіршення екологічного стану річки Ірпінь: якщо у довоєнний період вода відповідала II класу, 3 категорії якості, то у 2022–2023 рр. її стан погіршився до III класу, 5 категорії. Водночас, результати досліджень свідчать, що в зоні затоплення упродовж 2023–2025 рр. спостерігалася тенденція до покращення показників якості води та активізації природних процесів самоочищення, що підтверджується поверненням до II класу, 3 категорії. Тобто формування ареалів водно-болотної рослинності відіграє роль біофільтрів й позитивно впливає на поступове відновлення водної екосистеми.

Окремої уваги заслуговують результати дистанційного моніторингу процесів евтрофікації, виконаного із застосуванням методів дистанційного зондування Землі, підтверджені польовими спостереженнями. Встановлено, що протягом усього періоду досліджень домінував мезотрофний тип водойми, який охоплював від 66 до 99 % площі акваторії. Водночас, у 2024–2025 рр. зафіксовано посилення процесів евтрофікації, що проявилася збільшенням площ евтрофних вод із 11 до 34 % загальної площі водойми. Отримані результати свідчать про активізацію накопичення біогенних речовин та підтверджують необхідність продовження екологічного моніторингу й урахування цих процесів при формуванні заходів із довгострокового управління заплавною екосистемою річки Ірпінь.

У **четвертому розділі** «Концепція управління заплавою р. Ірпінь» здобувачем розроблено науково обґрунтовані підходи до управління досліджуваною територією на основі комплексного аналізу екологічних наслідків її затоплення. Важливим елементом є використання моделі DPSIR, яка дозволила систематизувати причинно-наслідкові зв'язки між чинниками впливу, змінами стану екосистеми, їх екологічними наслідками та можливими управлінськими рішеннями. Для оцінювання перспектив подальшого використання затопленої заплавної території було застосовано інструменти стратегічного аналізу SWOT й тактичних рішень TOWS. Це дало можливість проаналізувати слабкі і сильні сторони, потенційні можливості і загрози різних сценаріїв управління й обрати найбільш оптимальну модель екологічного менеджменту.

За результатами проведеного аналізу автором запропоновано концепцію контролюваного затоплення заплави річки Ірпінь. Вона базується на принципах збалансованого природокористування та інтегрованого управління водними ресурсами. Ця модель враховує екологічні, економічні та соціальні інтереси місцевої громади й спрямована на збереження біорізноманіття, відновлення природних функцій заплавної

екосистем, зменшення ризиків деградації довкілля та забезпечення сталого розвитку території. Запропоновані автором управлінські рішення можуть бути використані під час формування регіональної політики відновлення та управління заплавами екосистемами в умовах післявоєнної реконструкції.

Висновки є логічними, повністю відповідають поставленій меті та завданням дослідження, узагальнюють основні наукові результати й відображають їх наукове значення. Вони характеризуються достатнім рівнем наукової обґрунтованості, послідовності викладу та чіткою систематизацією отриманих результатів.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень та висновків. Обґрунтованість і достовірність наукових положень та висновків, винесених на захист забезпечуються належною методологічною основою дослідження, репрезентативністю отриманих експериментальних даних, комплексним застосуванням сучасних методів досліджень та коректною інтерпретацією отриманих результатів. Проведення досліджень упродовж 2022–2025 рр. дало змогу простежити повний цикл розвитку екологічних процесів – від масштабного затоплення території у 2022 р. до поступової стабілізації площі акваторії й формування нової рівноваги екосистеми у наступні роки.

Поєднання методів дистанційного зондування Землі з натурними польовими дослідженнями забезпечило високий рівень достовірності оцінювання трансформації заплавної екосистеми в умовах тривалого затоплення. Використання сучасних геоінформаційних технологій, методів просторового аналізу й статистичної обробки даних дозволило встановити просторово-часові закономірності розвитку евтрофікації та інших екологічних змін у новоствореній акваторії.

Достовірність результатів оцінювання якості води підтверджується застосуванням загальноприйнятих стандартизованих методик визначення гідрохімічних показників із виконанням лабораторних аналізів у трикратній повторності, а також використанням загальноприйнятої методики комплексної екологічної оцінки поверхневих вод із застосуванням системи екологічних індексів. Такий методичний підхід забезпечив високу надійність отриманих результатів, їх відтворюваність та об'єктивність оцінювання екологічного стану досліджуваного водного об'єкта.

Використання сучасного міжнародно визнаного методологічного комплексу DPSIR → SWOT → TOWS сприяло системному аналізу екологічних наслідків затоплення й формуванню науково обґрунтованих рекомендацій щодо подальшого управління заплави р. Ірпінь.

Загалом, застосований автором комплекс методів дослідження є сучасним, взаємодоповнювальним і повністю відповідає поставленій меті та завданням дисертації. Сформульовані висновки є логічними, послідовними та повною мірою впливають

із результатів проведених досліджень. Вони характеризуються високим рівнем наукової обґрунтованості, достовірності й практичної цінності, що свідчить про належний методичний рівень виконаної дисертації.

Наукова новизна одержаних результатів. Наукова новизна дисертації полягає у вирішенні актуального наукового завдання, пов'язаного із комплексним оцінюванням екологічних наслідків тривалого затоплення заплавної екосистеми річки Ірпінь, спричиненого воєнними діями. Автором уперше досліджено закономірності трансформації штучно регульованої агроекосистеми у водно-болотну екосистему. Вагомим науковим результатом є встановлення просторово-часових закономірностей розвитку процесів евтрофікації у зоні затоплення долини річки Ірпінь упродовж 2022–2025 рр., а також комплексне оцінювання впливу тривалого затоплення на стан заплавної екосистеми із визначенням ключових природних і антропогенних чинників, що формують їх сучасний екологічний стан.

До елементів наукової новизни слід віднести також наукове обґрунтування концепції контрольованого затоплення як перспективної природоохоронної стратегії управління заплавними територіями, що поєднує екологічні, соціальні та господарські аспекти їх використання.

Крім того, автором удосконалено методичні підходи до оцінювання екологічного стану та відновного потенціалу заплавної території, які зазнали впливу воєнних дій, а також суттєво доповнено інформаційну базу щодо екологічного стану та якості води річки Ірпінь у постмілітарний період, що має важливе значення для подальших наукових досліджень і практики екологічного моніторингу.

Практичне значення одержаних результатів. Практична цінність отриманих результатів полягає у створенні науково обґрунтованої інформаційно-аналітичної основи для прийняття управлінських рішень щодо раціонального використання та відновлення затоплених заплавної території нижньої течії річки Ірпінь.

Розроблені автором підходи, результати комплексної екологічної оцінки та запропонована концепція управління постраждалої території можуть бути використані органами державної влади, зокрема Басейновим управлінням водних ресурсів середнього Дніпра, Державним агентством водних ресурсів України та іншими установами чи організаціями, відповідальними за реалізацію державної політики у сфері управління водними ресурсами, під час підготовки інтегрованих планів управління річковими басейнами, розроблення заходів із ревіталізації заплавної території та післявоєнного відновлення природних екосистем.

Повнота викладення матеріалів дослідження в опублікованих працях. Основні положення та результати дисертації висвітлено у 3 статтях у наукових виданнях, включених до Переліку наукових фахових виданнях України, 5 тезах наукових доповідей. Така кількість

і характер публікацій відповідають встановленим вимогам до апробації результатів дисертаційних досліджень, а їх зміст повною мірою відображає основні наукові положення дисертації.

Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності. У наукових публікаціях та дисертації У Жофана не виявлено порушень академічної доброчесності.

Питання для дискусійного обговорення та зауваження щодо роботи. Оцінюючи в цілому позитивно дисертацію У Жофана, вважаю за потрібне винести на обговорення наступні питання:

1. У роботі наведено детальний аналіз трансформації заплавної екосистеми р. Ірпінь у 2022–2025 рр. Водночас, доцільно було б ширше представити характеристику вихідного екологічного стану території до початку затоплення, що дозволило б більш повно оцінити масштаб екосистемних змін.

2. У дисертації застосовано метод напіваавтоматичної керованої класифікації земного покриву. Чому саме цей підхід був обраний замість сучасних алгоритмів машинного навчання або глибокого навчання, і наскільки це могло вплинути на точність отриманих результатів?

3. Автором зроблено висновок про відносну стабілізацію понад 64 % площі досліджуваної території. Потребує уточнення, які саме кількісні критерії були використані для визначення поняття «структурна стабільність» та наскільки ці критерії можуть бути універсальними для інших природних об'єктів.

4. У дисертації основну увагу приділено екологічним аспектам трансформації території. Водночас недостатньо розкрито соціально-економічні наслідки затоплення для місцевих громад, зокрема зміни у використанні земель, рекреаційному потенціалі та екосистемних послугах.

5. Наскільки запропонована автором концепція контрольованого затоплення узгоджується з вимогами Водної рамкової директиви ЄС та сучасними підходами до інтегрованого управління річковими басейнами?

6. У тексті дисертації зустрічаються окремі орфографічні, стилістичні та друкарські помилки.

У цілому, висловлені зауваження є дискусійними, мають характер уточнень та побажань, а тому не впливають на загальну позитивну оцінку дисертації.

Загальний висновок. Вважаю, що дисертація У Жофана на тему: «Комплексна оцінка наслідків затоплення долини річки Ірпінь» є завершеною науковою працею, яка містить низку нових, актуальних та достовірних результатів, що свідчать про її складність, систематичність та важливе значення для сфери природничих наук.

Дисертація відповідає вимогам наказу Міністерства освіти і науки України № 40 від 12 січня 2017 року «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» (із змінами) і Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 44 від 12 січня 2022 року (із змінами), а її автор У Жофань заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 101 «Екологія» галузі знань 10 «Природничі науки».

Офіційний опонент завідувач кафедри екології та захисту довкілля Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, кандидат біологічних наук, доцент Петро ХІРІВСЬКИЙ