

ВІДГУК

офіційного опонента

в. о. завідувача кафедри екології, природничих та математичних наук
Комунального закладу вищої освіти «Вінницька академія безперервної освіти»,
доктора сільськогосподарських наук, професора **МУДРАКА Олександра Васильовича**
на дисертацію **ЯНЕНКА Владислава Сергійовича**
на тему: «Оцінка впливу експлуатації вітрових електростанцій
на орнітофауну та рукокрилих Північно-Західного Причорномор'я»,
подану на здобуття ступеня доктора філософії
з галузі знань 10 «Природничі науки»
за спеціальністю 101 «Екологія»

Актуальність дисертаційного дослідження. Актуальність дослідження зумовлена тим, що стратегічний курс України на декарбонізацію і повоєнне відновлення економіки передбачає інтенсивний розвиток відновлюваної енергетики, у якій вітроенергетика посідає провідне місце завдяки високому природному потенціалу прибережних регіонів. Водночас Північно-Західне Причорномор'я є зоною екологічної вразливості, оскільки через нього проходять Азово-Чорноморський, Дніпровський і широкофронтальний міграційні коридори птахів. Вибір Одеського регіону як місця дослідження зумовлено дефіцитом системних багаторічних даних щодо реакції птахів і кажанів на роботу сучасних вітроелектроустановок (ВЕУ), висота яких сягає понад 200 м (верхня межа обертання лопатей – 210 м), а також ескалацією конфлікту між економічною діяльністю і збереженням біорізноманіття поблизу об'єктів природно-заповідного фонду (ПЗФ), зокрема НПП «Нижньодністровський» – Рамсарського угіддя міжнародного значення та важливої орнітологічної території, дельта якого забезпечує існування понад 250 видів птахів. У зв'язку з цим розроблення і впровадження комплексу заходів з мінімізації впливу вітрових електростанцій на орнітофауну та рукокрилих Північно-Західного Причорномор'я науково та практично обгрунтоване і своєчасне.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, грантами. Дисертаційне дослідження логічно інтегровано у науковий напрям кафедри загальної екології, радіобіології та безпеки життєдіяльності Національного університету біоресурсів і природокористування України і виконувалося в межах кафедральної науково-дослідної теми, присвяченою оцінці впливу вітрових електростанцій на орнітофауну і рукокрилих Північно-Західного Причорномор'я.

Ступінь обгрунтованості основних положень, висновків та практичних рекомендацій, сформульованих у дисертації достатньо високий та забезпечується коректно сформульованою метою, логічно поставленими завданнями і застосуванням комплексу сучасних методів екологічних, природничих, орнітологічних і хіроптерологічних досліджень, статистичного аналізу і наукового узагальнення. Отримані результати базуються на репрезентативному фактичному матеріалі, а сформульовані висновки логічно випливають із проведених досліджень і відповідають поставленим завданням. Практичні рекомендації мають прикладне значення та можуть бути використані для мінімізації впливу вітрових електростанцій на орнітофауну та рукокрилих.

Структура дисертації оптимальна, вона дає змогу цілісно оцінити результати дослідження. Дисертаційне дослідження складається з анотації, вступу, п'ятих розділів, які поділяються на підрозділи, висновків, списку використаних джерел і додатків. Загальний

обсяг дисертації становить 217 сторінок, список використаних джерел налічує 186 найменувань, з них 79 – латиницею.

У **вступі** відображено актуальність дослідження, визначено мету і завдання дослідження, наукову новизну і практичну цінність роботи, наведено відомості щодо апробації роботи та публікацій за темою дисертації.

В **огляді літератури** здійснено ґрунтовний аналіз наукових джерел, присвячених екологічним проблем, які виникають на етапах проектування, будівництва та експлуатації вітроелектростанцій. Здобувач охарактеризував стан вивченості орнітофауни і фауни рукокрилих Північно-Західного Причорномор'я. Автор розглянув заходи з мінімізації впливу вітроелектростанцій на птахів і рукокрилих, подав характеристику природоохоронних територій і флористичне різноманіття досліджуваного регіону. Це дозволило сформулювати належне теоретичне підґрунтя для проведення власних досліджень і розроблення системи управлінських заходів із мінімізації екологічних ризиків, що включає просторові регламенти розміщення ВЕУ, алгоритми регулювання режимів роботи ВЕУ та алгоритми екстреного реагування у разі реєстрації загибелі охоронюваних видів (ЧКУ, МСОП, Бонн, Берн).

У розділі **«Матеріали та методи дослідження»** подано фізико-географічну характеристику регіону дослідження, вказано терміни виїздів здобувачем. Автором вдало поєднано польові, лабораторні, картографічні, геоінформаційні, соціологічні та аналітичні методи дослідження, що забезпечило комплексність оцінки досліджуваних процесів. Позитивно слід відзначити збір польових даних, проведені обліки орнітофауни, дослідження фауни рукокрилих, пошук решток загиблих птахів і кажанів, випробування відлякувача рукокрилих.

У розділі **«Просторово-часовий розподіл чисельності птахів і кажанів в зонах впливу вітроелектростанцій та експериментальна перевірка засобів відлякування рукокрилих»** встановлено, що оцінка екологічних впливів від експлуатації ВЕС у межах Північно-Західного Причорномор'я залежить від просторового розміщення ВЕУ, специфіки агроландшафтів та сезонних змін чисельності під час міграцій птахів і кажанів. Основну увагу акцентовано на прямій смертності від зіткнень з лопатями ВЕУ. Автором запропоновано підходи, що забезпечують отримання всіх даних, необхідних для подальшої оцінки ризиків, розроблення бальної системи та заходів мінімізації впливу ВЕС на авіафауну.

Значну частину розділу присвячено просторово-часовій характеристиці орнітофауни. Дисертантом вибрано маршрутні обліки птахів по циклах (роках дослідження). Упродовж першого циклу (2020–2021 рр.) ним зареєстровано 42 цільових види птахів загальною чисельністю 4440 особин. Упродовж другого циклу (2023–2024 рр.) ним зареєстровано 62 цільових види загальною чисельністю 10272 особин, вказано на їхній соціологічний статус. Автором показано основні місця гніздування та основні кормові переміщення колоніальних птахів у період гніздування в регіоні дослідження. Детально проведено дослідження на пунктах спостережень – осіння міграція (серпень-листопад), зимівля (грудень-лютий), весняна міграція (березень), гніздовий період (квітень-червень). Подана зведена характеристика авіафауни на стаціонарних пунктах спостереження за птахами (ПС), облікованої в потенційно-небезпечному діапазоні висот.

Дисертант значну частину розділу присвятив просторово-часовій характеристиці фауни рукокрилих. Для оцінки сучасного таксономічного складу кажанів у зоні впливу ВЕС ним було сформовано перелік із 8 видів рукокрилих (Chiroptera), ідентифікованих за допомогою методів акустичного моніторингу з розподілом кожного виду до природоохоронних статусів: ЧКУ, МСОП і міжнародних угод: EUROBATS, Бернська конвенція (додаток II та резолюція 6), Оселищній директиві ЄС (додаток II та IV). Оскільки всі види

кажанів України мають державний охоронний статус, кожен зафіксований таксон розглядався як цільовий вид досліджень. Ним визначено стаціонарні точки прослуховування. Маршрутні обліки (МО) рукокрилих проведено для отримання даних про видове різноманіття, як поблизу окремих ВЕУ, так і в буферних зонах від ВЕС. Результати МО демонстрували чітку приуроченість кажанів до конкретних класів біотопів.

Важливим аспектом дисертаційного дослідження є випробування ультразвукового відлякувача «СуперКіт-1000». Отримані результати засвідчують, що ефективність ультразвукових відлякувачів суттєво варіює залежно від виду, середовища та конструкції пристрою.

Цінністю дослідження є виявлення тушок загиблих птахів та рукокрилих під ВЕУ в різні пори року.

У розділі **«Оцінка впливу вітроелектростанцій на орнітофауну та розрахунок ризиків зіткнення»** автор, спираючись на польові дослідження, робить розрахунки ризику зіткнення птахів з лопатями вітроелектроустановок. За допомогою математичного прогнозування визначається ймовірність зіткнення птаха з лопатями під час перетину площини ротора. Цей показник залежить від фізичних параметрів виду (довжини тіла та розмаху крил), технічних характеристик турбіни (ширини лопатей, їх нахилу та швидкості обертання), а також від швидкості польоту самого птаха. Для розрахунку взято сценарій найгіршого випадку (повний оберт трьох лопатей за 5,0 с). При проведенні розрахунків визначено види, які потрапляють чи можуть потрапити в потенційно небезпечний висотний діапазон.

На особливу увагу заслуговують розрахунки потенційного біологічного вилучення птахів, які проведені для 24 видів. Здобувачем проведено порівняльний аналіз показника потенційного біологічного вилучення до результатів очікуваної смертності. Ним здійснена оцінка впливу експлуатації ВЕС на видове різноманіття птахів за розробленою бальною системою, де виділено три рівні ризику: зелений – низький, жовтий – середній, червоний – високий. Також автором виконана оцінка ризику з урахуванням показників уникнення.

У розділі **«Заходи з мінімізації впливів на орнітофауну та рукокрилих»** вказано, що мінімізація негативного впливу ВЕС на авіафауну і кажанів забезпечує відповідність об'єкта принципам сталого розвитку та вимогам оцінки впливу на довкілля (ОВД). Комплекс заходів базується на поєднанні територіального планування, технічного управління режимами роботи та, за потреби, інноваційних систем відлякування. Ним подана матриця SWOT-аналізу екологічних аспектів експлуатації ВЕС на прикладі діючої і проєктованої ВЕС.

Новизна основних наукових положень, висновків і практичних рекомендацій, а також проведених наукових досліджень та отриманих результатів полягає у тому, що в дисертації вперше:

- запропоновано і апробовано комплексну бальну систему оцінки екологічного ризику для орнітофауни в зоні впливу ВЕС, яка базується на поєднанні трьох критеріїв: розрахункової смертності (CRM), тривалості перебування у висотному діапазоні ризику (35–210 м) та регулярності реєстрацій на моніторингових пунктах;

- здійснено порівняльний аналіз просторово-часового розподілу і кількісної структури орнітофауни та фауни рукокрилих на суміжних територіях діючої (ТОВ «ОВІД ВІНД») та проєктованої (ТОВ «ОВІД НОРС») вітроелектростанції, що дозволило зіставити теоретичні прогнози із реальними показниками життєдіяльності тварин, які зустрічаються у зоні ризику зіткнень;

- отримано експериментальні дані щодо реакції кажанів, зокрема вечірниць рудої (*Nyctalus noctula*), на роботу ультразвукового відлякувача вітчизняного виробництва. Під час

короткочасних випробувань встановлено поріг зниження акустичної активності (на 42 %) за умови налаштування пристрою на цільовий частотний діапазон (23–30 кГц).

Практична значущість роботи підтверджується тим, що для процедури оцінки впливу на довкілля (ОВД) запропонована бальна система оцінки екологічного ризику, яка може бути використана розробниками екологічної документації для наукового обґрунтування допустимості будівництва ВЕС. Вона дозволяє після проведення моніторингу на етапі проєктування виділити найбільш уразливі таксони та ідентифікувати «групи ризику», що потребують заходів охорони, зокрема звернути увагу на масові види (воронові), які, зазвичай, не враховуються чинними методиками.

Здобувачем експериментально підтверджено ефективність ультразвукових відлякувачів вітчизняного виробництва для вечірниці рудої (*Nyctalus noctula*). Науково обґрунтовано рекомендації щодо модернізації таких систем: необхідність налаштування частотного діапазону (23–30 кГц) та перехід до багатомодульних систем (понад 4 одиниці на гондолу) для створення об'ємного акустичного бар'єру, що компенсує обмежений радіус дії ультразвуку (15–20 м). На етапі експлуатації ВЕС запропоновано алгоритми управління режимами роботи турбін (curtailment) – режим вимушеного простою. Ним рекомендовано впровадження порогу швидкості запуску (cut-in speed) на рівні 5,0 м/с у нічний період з серпня по вересень, що дозволить знизити смертність рукокрилих при мінімальних втратах генерації електроенергії. Для післяпроєктного моніторингу розроблено алгоритм швидкого реагування, спрямований на застосування заходів мінімізації впливів на птахів та кажанів, який має застосовуватися у разі виявлення загибелі видів, занесених до ЧКУ, або тих, для яких встановлено низький показник оцінки потенційного біологічного вилучення.

Повнота викладу основних наукових положень, висновків і рекомендацій в опублікованих наукових працях. Основні положення і результати дисертаційного дослідження відображено у 9 наукових публікаціях, з яких 4 наукові статті у наукових виданнях, включених до Переліку наукових фахових видань України, 5 тез наукових доповідей, що засвідчують апробацію результатів дисертації.

Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності. Аналіз тексту дисертації показав, що матеріал, поданий автором, відповідає принципам академічної доброчесності та підготовлений здобувачем самостійно. Порушень академічної доброчесності у роботі та наукових публікаціях здобувача не виявлено. При використанні наукових та інших джерел дисертант надає коректні посилання.

Дискусійні положення дисертаційного дослідження, зауваження і пропозиції. Відзначаючи високий науковий рівень дисертаційного дослідження, обґрунтованість отриманих результатів і значущість практичних рекомендацій, доцільно звернути увагу на окремі дискусійні положення та неточності, що містяться у роботі:

1. У тексті дисертації таблиці, що не вміщуються на одному аркуші (зокрема табл. 2.1, с. 51–52, табл. 3.10, с. 101–102, табл. 4.1, с. 125–126, табл. 4.2, с. 126–127 та табл. 4.3, с. 128–129), переносяться на наступні сторінки без належного оформлення продовження: над перенесеною частиною таблиць відсутній напис «Продовження таблиці 2.1» із повторенням «шапки» (нумерації граф). Це ускладнює сприйняття табличного матеріалу та не повною мірою відповідає вимогам до оформлення таблиць.

2. У роботі не скрізь витримано інтервали (відступи) між ілюстративним матеріалом і текстом. Зокрема, на с. 67 відсутній відступ між рисунком 3.4 та подальшим текстом; на с. 71 – перед рисунком 3.6; на с. 76 – перед рисунком 3.13 та після рисунку 3.14. Такі неузгодженості дещо знижують загальний рівень технічного оформлення роботи.

3. Шрифт тексту в таблицях (зокрема табл. 3.1) становить 12 пт, тоді як для основного тексту застосовано 14 пт. Доцільно уніфікувати кегль шрифту в таблицях відповідно до вимог до оформлення дисертації.

4. Із опису методики (п. 2.2, с. 50) та додатка № 7 випливає, що в періоди міграцій обліки у 2023–2024 рр. проводили щомісяця впродовж лише 1–2 доби. На мою думку, така періодичність є недостатньою для достовірного оцінювання інтенсивності міграційного потоку: міграція має пульсуючий, значною мірою характер, що залежить від погодних умов, а отже ймовірно, що значні за чисельністю зграї пролітали через досліджувану територію й в інші, не охоплені обліками дні, і залишилися незафіксованими. Доцільно було б додатково обґрунтувати репрезентативність обраної схеми обліків або підвищити їх частоту в пікові періоди міграцій.

5. Дискусійним є питання оцінювання висоти польоту птахів. Значна частина висновків роботи (зокрема віднесення реєстрацій до потенційно небезпечного діапазону 35–210 м та розрахунки за моделлю CRM) ґрунтується на визначенні висоти польоту птахів. Водночас достовірне оцінювання висоти польоту птаха на значних відстанях є вкрай складним і супроводжується суттєвою суб'єктивною похибкою. Доцільно було б пояснити, у який спосіб контролювалася точність визначення висоти польоту та наскільки отримані результати є чутливими до можливих похибок такого оцінювання.

6. Потребує пояснення обмеження пошуків решток загинув тварин лише циклом 2020–2021 рр. (п. 2.5, п. 3.4). З огляду на те, що за результатами цих пошуків фактичної загибелі птахів і кажанів виявлено не було (що, як зазначає й сам автор, може бути зумовлено недообліком унаслідок діяльності падальників і сезонних обмежень доступу до ділянок), виникає питання: чому аналогічні пошуки не було продовжено у 2023–2024 рр. на цій самій ВЕС, що і у 2020–2021 рр. для підтвердження або спростування висновку про відсутність/поодинокість смертності? Повторні обстеження у другому циклі суттєво посилили б доказову базу дослідження.

7. Дискусійним є вибір умов випробування ультразвукового відлякувача. За описом (п. 2.7, п. 3.3), перший етап випробувань проведено у серпні 2023 р. у лісостеповій зоні поза впливом ВЕС, а другий – у міських умовах (м. Київ). При цьому серед результатів наводиться реєстрація нетопира пігмея (*Pipistrellus pygmaeus*), якого не було зафіксовано у видовому складі рукокрилих безпосередньо в межах досліджуваних ВЕС. Прошу пояснити, чому випробування відлякувача проведено не в зоні розташування ВЕС у Північно-Західному Причорномор'ї (на видах, які зустрічалися в межах ВЕС (відповідно до рис. 3.39: вечірниця рудій, нетопирю білосмугому), а в лісостеповій зоні, та наскільки коректним є перенесення отриманих у таких умовах результатів на реальні умови експлуатації ВЕС.

Зазначені зауваження та дискусійні питання не знижують загальної наукової цінності роботи та не впливають на загальну оцінку здобувача.

Висновок. Загалом, вважаю, що, за актуальністю, науково-теоретичним рівнем, новизною постановки та розв'язанням проблем і практичним значенням дисертація Яненка Владислава Сергійовича на тему: «Оцінка впливу експлуатації вітрових електростанцій на орнітофауну та рукокрилих Північно-Західного Причорномор'я», подана на здобуття ступеня доктора філософії, відповідає вимогам Постанови Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» № 44 від 12.01.2022 р. зі змінами № 341 від 21.03.2022 р., № 502 від 19.05.2023 р., № 507 від 03.05.2024 р. та наказу Міністерства освіти і науки України

№40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертацій» зі змінами № 759 від 31.05.2019 р., а дисертант Яненко Владислав Сергійович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 10 «Природничі науки» за спеціальністю 101 «Екологія».

Офіційний опонент в. о. завідувача кафедри екології, природничих та математичних наук Комунального закладу вищої освіти «Вінницька академія безперервної освіти», доктор сільськогосподарських наук, професор Олександр МУДРАК