

РЕЦЕНЗІЯ

старшого викладача кафедри загальної екології, радіобіології та безпеки життєдіяльності Національного університету біоресурсів і природокористування України, кандидата біологічних наук **БІЛУШЕНКА** Анатолія Анатолійовича на дисертацію **ЯНЕНКА** Владислава Сергійовича на тему: «Оцінка впливу експлуатації вітрових електростанцій на орнітофауну та рукокрилих в межах Північно-Західного Причорномор'я», подану на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 101 «Екологія» галузі знань 10 «Природничі науки»

Актуальність теми дисертації

Сучасний науково-технічний прогрес створює і стимулює дослідження різних складних природничих явищ і процесів, пов'язаних з технологіями, які відповідним чином можуть впливати на біорізноманіття, що якісно відображається на стані навколишнього середовища і таким чином, впливає на стан людського здоров'я. Відповідно сучасна стратегія розвитку енергетичного сектору України, яка базується на принципах декарбонізації та сталого розвитку, передбачає стрімке нарощування потужностей відновлювальних джерел енергії, що має стратегічне значення з метою зміцнення енергетичної незалежності України і є досить актуальним в умовах поствоєнного стану та інтеграції до ЄС.

Північно-Західне Причорномор'я зі своїми прибережними територіями в Одеській області є надзвичайно високою біотичною цінністю, оскільки є складовою частиною міграційного коридору шляхів сезонних перельотів багатьох відомих видів птахів та деяких видів рукокрилих. Щільна концентрація об'єктів природно-заповідного фонду, смарагдової мережі та водно-болотних угідь міжнародного значення обумовлює вразливість екосистем у зв'язку з появою відповідних інфраструктур у вигляді ВЕС, оскільки це супроводжується ризиками, що можуть закінчитися загибеллю птахів та рукокрилих, особливо в період сезонних міграцій. Крім того, повномасштабне воєнне вторгнення з боку росії, додатково ускладнило ситуацію в регіоні в бік збільшення інтенсивності антропогенного тиску. Недостатня вивченість висотних інтервалів польоту птахів в умовах степових агроценозів та роль видів, що є чисельними у формуванні ризиків зіткнення із лопатями ВЕС, окрема науково-практична проблема недостатності даних щодо ефективності технічних засобів зменшення впливу, зокрема ультразвукових відлякувачів кажанів вітчизняного виробництва адаптованих до місцевої фауни, робить дослідження здобувача актуальними.

Інший напрям роботи здобувача, полягає в необхідності запровадження сучасних методів моделювання ризиків (CRM) та розрахунків порогів допустимого біологічного вилучення (PBR) для оцінки допустимості техногенного впливу на чисельність птахів і рукокрилих в умовах функціонування ВЕС, робить роботу здобувача не менш актуальною. Тому актуальним завданням є проведення глибокого аналізу зазначених аспектів для розроблення такої методики екологічної оцінки.

Зв'язок дисертації з науковими програмами, планами

Дисертацію виконано в рамках наукового напрямку кафедри загальної екології, радіобіології та безпеки життєдіяльності Національного університету біоресурсів і природокористування України, що пов'язаний з вивченням впливу антропогенної діяльності на об'єкти навколишнього середовища.

Наукова новизна досліджень і отриманих результатів

У даній роботі здобувачем застосовано комплексний підхід у поєднанні з натурними, математичними та експериментальними підходами. Всі отримані автором результати є новими, достовірними та належно обґрунтованими. Також вперше обґрунтовано експериментальну перевірку ультразвукового відлякувача «СуперКіт-1000» з прямою дією на рукокрилих.

Здобувачем особисто розроблено та обґрунтовано систему управлінських заходів з мінімізації екологічних ризиків з алгоритмом регулювання режимів роботи ВЕУ та встановлено алгоритми екстреного реагування у разі реєстрації загибелі видів, що занесені до Червоної книги України, списків Бернської та Боннської конвенцій, та інших міжнародних документів, в яких зазначені види з відповідним природоохоронним статусом. Також, розроблено та обґрунтовано систему заходів у таксонів, для яких CRM перевищує PBR.

Автором уперше запропоновано та апробовано комплексну бальну систему оцінку екологічного ризику для орнітофауни в зоні ВЕС. Здійснено порівняльний аналіз просторово-часового розподілу та кількісної структури орнітофауни та хіроптерофауни на суміжних територіях діючої (ТОВ «ОВІД ВІНД») та проектованої (ТОВ «ОВІД НОРС») вітроелектростанції. Отримано експериментальні дані щодо реакції рукокрилих на роботу ультразвукового відлякувача вітчизняного виробництва.

Практичне значення одержаних результатів для науки і практики

Побудований спеціалізований алгоритм можна використовувати для оцінки впливу і його прогнозування популяції птахів та рукокрилих. Для процедури ОВД автором запропоновано бальну систему оцінки екологічного ризику, яка може бути використана розробниками документації екологічної сфери з метою наукового обґрунтування допустимості будівництва ВЕС, що дозволить після проведення моніторингу на етапі проектування виділити найбільш вразливі таксони та ідентифікувати групи ризику, які потребують заходів охорони. Також експериментально підтверджено ефективність ультразвукових відлякувачів для рукокрилих вітчизняного виробництва. На етапі експлуатації ВЕС запропоновано алгоритм управління режимами роботи турбін. Для післяпроектного моніторингу автором розроблено алгоритм швидкого реагування, який спрямований на застосування у разі виявлення загибелі видів, які мають охоронний статус, для яких встановлено низький рівень PBR. Розроблений в дисертації математичний апарат

і прийоми можна використати при обґрунтуванні інших екологічних задач і розроблення для них відповідних методів.

Ступінь наукової обґрунтованості результатів, сформульованих в роботі, їх наукова новизна

Дисертація В. С. Яненка містить нові статистично обґрунтовані результати. Зокрема, спочатку автор наводить видовий склад, оцінку чисельності та особливості сезонної активності птахів і рукокрилих на територіях діючої БЕУ у 2020–2021 рр. та проєктованої у 2023–2024 рр. Здобувачем наведено алгоритм математичного моделювання ймовірності зіткнення птахів із лопатями БЕУ за моделлю CRM для чисельних видів та розрахунки показників біологічного вилучення (PBR), порівнюючи власні дані з регіональними оцінками з метою верифікації стабільності популяцій. Здобувач здійснив систематичну реєстрацію стосовно випадків загибелі птахів в зоні впливу діючих БЕУ та оцінив фактичні рівні їх смертності у різні сезони року, в результаті чого встановив низьку ймовірність зіткнення птахів, а прогнозована смертність не перевищувала показників потенційного біологічного вилучення (PBR) для кожного виду птахів.

Повнота викладення матеріалів досліджень в опублікованих працях

Основні положення дисертації опубліковано у 4 статтях у наукових виданнях, включених до Переліку наукових фахових видань України, 5 тезах наукових доповідей. Таким чином, основні наукові положення, методичні розробки та результати, одержані в процесі дослідження, було представлено й отримали схвальні відгуки на конференціях різного рівня.

Винесені на захист положення наукової новизни та основні результати дослідження В. С. Яненка з достатньою повнотою оприлюднено у відкритому друку. Вимоги щодо необхідної кількості статей у наукових фахових виданнях дотримано.

Аналіз структури і зміст дисертації

Дисертація складається з анотації, вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків. Загальний обсяг роботи становить 217 сторінок. Дисертація містить 22 таблиці, 65 рисунків та додатки. У списку використаних джерел 186 найменувань, з них 79 – латиницею.

У *вступі* обґрунтовано актуальність обраної тематики, сформульовано мету роботи та задачі дослідження, подано коротку характеристику результатів дослідження, ступінь їх апробації та публікації.

У *першому розділі* дисертації викладено огляд літератури, розглянуто екологічні проблеми на етапі проєктування вітроелектростанцій та під час їх будівництва. У другій частині розділу розглянуто стан дослідженості орнітофауни та хіроптерофауни Причорномор'я та Приазов'я в екологічному аспекті. Досліджено усі можливі впливи

ВЕС на фауністичні комплекси. За даними літературних джерел наведено список природоохоронних територій та флористичне різноманіття для досліджуваного регіону.

У *другому розділі* розглянуто характеристику району досліджень, а також подано методики. Автором наведено карту місцевості проведених досліджень. Здобувач наводить алгоритм обробки результатів досліджень для оцінки потенційного ризику загибелі птахів внаслідок зіткнення з лопатями вітроенергетичних установок на території проєктованої ВЕС. Методика ґрунтується на геометрично-механічному моделюванні перетворення траєкторії польоту птаха певної маси, довжини тіла та розмаху крил із зоною обертання лопатей вітротурбін (підрозділ 2.3). Другу частину підрозділу присвячено методам проведення статистичної обробки результатів моніторингу в пунктах спостережень за рукокрилими. У підрозділі 2.4 здобувач наводить в два етапи методи випробувань відлякувача рукокрилих.

У *третьому розділі* автор наводить результати просторово-часового розподілу чисельності птахів і рукокрилих в зонах впливу вітроелектростанцій, результати експериментальної перевірки засобів відлякування рукокрилих.

У *четвертому розділі* екологічна оцінка впливу вітроелектростанцій та розрахунок ризиків зіткнення, подано розрахунок ризику зіткнення птахів з лопатями вітроелектроустановок. У розділі подано дві таблиці (4.1. та 4.2) для грака та гуски білолобої з метою наочного порівняння показників для птахів середнього та великого розмірів. У результаті проведених розрахунків здобувачем доведено, що види птахів, які мають великий розмір тіла є більш вразливими. З метою оцінки потенційного впливу на орнітофауну здобувач здійснив розрахунок показників потенційного біологічного вилючення (PBR) для 24 видів птахів, які найчастіше реєструвалися на території дослідження. Порівняльний аналіз результатів наведено в таблиці 4.6. Розрахунок та порівняння цих показників засвідчив, що найнижчі значення PBR (менше ніж 5 особин) отримано для видів зі статусом «вразливий» за МСОП: кібчика, горлиці звичайної, яструба малого, підсоколика великого, канюка звичайного, яке означає, що навіть загибель однієї особини в межах ВЕС може становити загрозу для субрегіональної чисельності, що означає, що в таких випадках доцільно застосовувати заходи мінімізації впливу. Застосування результатів такого моделювання, дозволяє об'єктивно оцінити екологічну допустимість впливу ВЕС на орнітокомплекси. Крім того, здобувачем розроблено бальну систему оцінки впливу ВЕС на птахів.

П'ятий розділ, який є завершальним, містить обґрунтування заходів мінімізації впливу ВЕС на орнітофауну та рукокрилих. Автор наводить способи планування та територіальну ізоляцію ризиків. Визначено, що найбільш ефективним методом мінімізації впливу є уникнення розміщення ВЕС в зонах з високим рівнем біологічного різноманіття безпосередньо на етапі проєктування. Управління режимами роботи ВЕС передбачає тимчасову зміну режиму її роботи за певних умов, що дозволить значно знизити смертність

птахів за мінімальних втрат генерації. Також автор наводить методи проведення післяпроектного моніторингу та перевірки моделей PBR та CRM на введеній в експлуатацію ВЕС, особливо, що стосується рідкісних видів, до яких належать види хижих птахів.

Здобувачем особисто, з метою системної оцінки ефективності запропонованих заходів та визначення стратегічних пріоритетів екологічного супроводу ВЕС у Північно-Західному Причорномор'ї проведено SWOT-аналіз, який дозволяє збалансувати технічні можливості вітроенергетики з вимогами збереження орнітофауни та рукокрилих в умовах антропогенно трансформованих ландшафтів

Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності

У дисертації та наукових публікаціях В. С. Яненка відсутні порушення академічної доброчесності. Дисертація оформлена відповідно до нормативних вимог і відповідних стандартів щодо дотримання системного викладення матеріалу. Дисертація написана державною мовою, їй притаманний як науковий, так і літературний стиль викладення матеріалу. Безпосередньо текстова частина дисертації переважно позбавлена граматичних і орфографічних помилок, технічних недоліків. Таким чином, базові положення, висновки, пропозиції та рекомендації дисертації в цілому характеризуються завершеністю, послідовністю і аргументованістю.

Дискусійні положення та зауваження

Відсутність контактного методу досліджень рукокрилих в результатах роботи здобувача не дає достатнього уявлення про видовий склад та просторову структуру хіроптерокомплексу дослідженої території, навіть якщо робота здобувача й не потребує популяційних досліджень. Вважаю, що виключно дистанційний метод, який застосований в дослідженнях здобувачем, є абсолютно коректним і виправданим в умовах воєнного стану, в якому наша країна перебуває дотепер.

Наведений вище недолік жодним чином не впливає на позитивну оцінку дисертації. Зауваження можуть бути предметом подальших досліджень автора.

Загальний висновок

Дисертація на тему: «Оцінка впливу експлуатації вітрових електростанцій на орнітофауну та рукокрилих в межах Північно-Західного Причорномор'я» є завершеною науковою працею, яка містить низку нових, актуальних та достовірних результатів, що свідчать про її складність, систематичність та важливе значення у сфері екології. Дисертація повністю відповідає вимогам наказу Міністерства освіти і науки України № 40 від 12 січня 2017 року «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» (зі змінами) та 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 (зі змінами), а її автор Яненко Владислав Сергійович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 101 «Екологія» галузі знань 10 «Природничі науки».

Рецензент старший викладача кафедри загальної екології, радіобіології та безпеки життєдіяльності Національного університету біоресурсів і природокористування України, кандидат біологічних наук Анатолій БІЛУШЕНКО