



ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Некрасової Оксани Дмитрівни

«Динаміка ареалів та чисельності земноводних та плазунів України за умов кліматичних змін та вираженого антропогенного впливу», подану до захисту на здобуття наукового ступеня доктора біологічних наук за спеціальністю 03.00.08 – зоологія

Актуальність теми дисертаційної роботи. Актуальність дисертаційної роботи не викликає сумнівів, оскільки вона стосується одного з найважливіших напрямів сучасної екологічної науки – впливу глобальних кліматичних змін та антропогенних чинників на стан біорізноманіття. Сучасні кліматичні тенденції, що супроводжуються зростанням частоти екстремальних явищ, деградацією природних середовищ та порушенням екологічних зв'язків, створюють реальні загрози для стабільності екосистем і можуть призвести до масштабних біосферних змін. Особливо вразливими до цих процесів є земноводні та плазуни – групи, які характеризуються високою чутливістю до змін довкілля та значною часткою видів, що перебувають під загрозою зникнення. Саме тому їх вивчення має не лише фундаментальне, а й важливе прикладне значення, зокрема у контексті біоіндикації та моніторингу екологічного стану територій. Для України та країн Східної Європи дослідження є особливо своєчасним, оскільки регіон відчуває нестачу довгострокових систематичних даних щодо динаміки батрахогерпетофауни, впливу кліматичних змін, інвазійних видів, антропогенного тиску та наслідків збройних конфліктів. Отримані результати мають важливе значення для розуміння сучасних трансформацій природних комплексів та формування науково обґрунтованих підходів до їх охорони. Тематика роботи повністю відповідає міжнародним природоохоронним зобов'язанням України та узгоджується з положеннями ключових природоохоронних конвенцій і директив, що підкреслює її важливість.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота О. Д. Некрасової має безпосередній зв'язок із пріоритетними науковими напрямами Інституту зоології ім. І.І. Шмальгаузена НАН України та виконувалася в межах низки довгострокових планових тем установи. Зокрема, дослідження авторки інтегровані у комплексні програми, спрямовані на вивчення сучасного стану хребетних тварин на природно-заповідних територіях та у регіонах із високим антропогенним навантаженням, а також на удосконалення підходів

до їх охорони та менеджменту. Робота узгоджується з конкурсними темами НАН України, присвяченими розробленню біоіндикаторних методів, прогнозуванню впливу кліматичних змін на біотичні системи та багатовимірному моделюванню їхньої динаміки. О.Д. Некрасова брала участь у виконанні проєкту НДР Державного фонду фундаментальних досліджень, спрямованого на оцінку стану видів тварин, занесених до Червоної книги України, в умовах кліматичних змін та формування національної природно-заповідної мережі. Дисертаційні дослідження О.Д. Некрасової відповідають тематиці робіт НАН України П-10-20, що стосуються удосконалення критеріїв оцінки стану популяцій видів, охоронюваних Бернською конвенцією та директивами ЄС, а також аналізу сучасних ризиків деградації екосистем України з позицій біологічної безпеки. Робота підтримана у межах пріоритетних для держави наукових досліджень Відділення загальної біології НАН України (2022). Крім того, участь авторки у міжнародному проєкті Emys-R (2023–2025) засвідчує інтегрованість дисертаційної тематики у європейський науковий простір та її відповідність сучасним міжнародним дослідницьким тенденціям.

Наукова новизна. У дисертаційній роботі О.Д. Некрасової представлено результати, що вирізняються значною науковою новизною. На основі тридцятирічних оригінальних досліджень, сучасних цифрових методів та комплексного підходу авторці вперше вдалося отримати низку важливих наукових результатів. Зокрема, розроблено інтегрований підхід до аналізу просторово-часової динаміки ареалів земноводних і плазунів України, що враховує як статичні, так і хорологічні параметри, зумовлені впливом кліматичних та антропогенних чинників. Побудовано та порівняно моделі різного рівня (SDM, ESDM, SSDM), виконано реконструкцію історичних ареалів окремих видів від раннього голоцену й отримано прогнози їх змін до кінця XXI ст., що дозволило визначити території, важливі для збереження батрахогерпетофауни. Установлено провідні тенденції зміни ареалів, зокрема їх зсув на північний схід, а також виявлено ключові лімітуючі фактори – кліматичні параметри та деградацію оселищ. Авторкою ідентифіковано регіони підвищеного ризику, пов'язаного з хворобами та інвазіями, а також зони потенційної стабільності популяцій, важливі для їх подальшого збереження. Особливо варто відзначити створення О.Д. Некрасовою першого у Європі ключа для ідентифікації морфологічних аномалій у земноводних, а також прогнозування й підтвердження появи в Україні нового інфекційного захворювання, спричиненого патогеном *Batrachochytrium dendrobatidis*.

Теоретичне та практичне значення. О.Д. Некрасова зробила вагомий внесок у розвиток підходів до моніторингу та ГІС-моделювання. Розроблені нею методичні рекомендації, стандартизовані процедури збору матеріалу та біоіндикації оприлюднено у фахових виданнях і впроваджено в національні та міжнародні дослідницькі програми. Дослідниця отримала патентні охоронні документи на низку наукових праць, у тому числі щодо аналізу явищ літніх заморів гідробіонтів у Канівському водосховищі. Розроблені нею моделі та результати досліджень

інтегровані у наукові проєкти Даугавпілського університету (Латвія), що засвідчує їхню практичну цінність. О.Д. Некрасова активно залучалася до роботи міжнародних та національних експертних груп, надавала висновки й рекомендації для звітів, дослідницьких колективів, наукових рад та організацій, брала участь в акредитаційних та експертних процедурах у сфері охорони природи. Результати, викладені у дисертації, мають безпосереднє прикладне значення. Зокрема, створені авторкою ГІС-моделі та прогнози було використано для формування пропозицій щодо розвитку природно-заповідного фонду України та Смарагдової мережі. Представлені матеріали стали підставою для запропонування 16 нових об'єктів ПЗФ, оновлення фауністичних списків, а також для підготовки документів до національних та міжнародних природоохоронних програм. На основі досліджень О.Д. Некрасової до Червоної книги України додано два нові види та уточнено статус п'яти видів. Сформовано важливу батрахо- та герпетологічну колекцію та створено програми зі збереження й реінтродукції земноводних у межах герпетокультури. Крім того, результати багаторічних досліджень авторки інтегровано до навчальних програм університетів України, Латвії та Франції. Вони використовуються в аудиторних і польових практиках, сприяючи підвищенню екологічної освіченості та професійних компетентностей студентів. В аспекті міжнародної співпраці напрацювання дослідниці впроваджено в низці міжнародних природоохоронних проєктів та програм. На підставі отриманих нею результатів підготовлено звіти відповідно до стандартів CBD, CITES та Бернської конвенції, надано матеріали для Європейської комісії, забезпечено експертний супровід у межах міжнародних робочих груп.

Апробація результатів. Основні положення дисертації були представлені на восьми авторитетних конференціях у різних країнах світу, включно з Україною, Хорватією, Францією, Німеччиною та Японією. Доповіді прозвучали на провідних заходах із герпетології, екологічного моделювання, ландшафтної екології та регіональних біологічних досліджень, що свідчить про широку зацікавленість наукової спільноти у результатах дослідження. У публікаційному аспекті О.Д. Некрасова має переконливий науковий доробок, що включає 34 праці. Серед них 22 статті у фахових міжнародних журналах різних кuartилів (Q1–Q4), дві статті у виданнях, включених до Переліку наукових фахових видань України, дев'ять матеріалів конференцій, а також три розділи у колективних монографіях. Наукометричні показники О.Д. Некрасової засвідчують значний науковий вплив: індекс Гірша становить 10 у Scopus (312 цитувань) та 18 у Google Scholar (1230 цитувань). Така публікаційна активність і рівень цитованості є підтвердженням вагомості виконаної роботи та її актуальності на міжнародному рівні.

Структура та зміст дисертаційної роботи. Дисертаційна робота О.Д. Некрасової складається зі вступу, п'яти розділів, заключення, висновків, а також супроводжується додатками, що містять перелік опублікованих робіт за темою дисертації та результати апробації отриманих результатів. Загальний обсяг роботи становить 384 сторінки, із них 328 сторінок основного тексту.

У **вступі** авторка окреслює актуальність теми через поєднаний вплив кліматичних змін, антропогенного навантаження, інвазійних видів і патогенів на земноводних та плазунів України; формулює об'єкт і предмет дослідження, вказує мету роботи і визначає завдання, необхідні для її досягнення. Також у вступі до дисертаційної роботи наведено інформацію про використані методи дослідження, сформульовано наукову новизну і практичне значення результатів, представлено відомості про особистий внесок здобувача, апробацію результатів і публікації.

Розділ 1 дисертації присвячено висвітленню впливу змін клімату та вираженого антропогенного пресу на батрахогерпетофауну. У ньому авторка демонструє, що льодовиково-міжльодовикові цикли сформували мережу історичних рефугіумів (Причорномор'я, Крим, пониззя Дунаю, Дністра, Дніпра), а долини великих річок виконували функцію міграційних екокоридорів. Сучасно видове багатство земноводних є найвищим у вологих лісових біотопах західної частини України, тоді як плазунів – у теплих і сухих степових та приморських регіонах. Отримані моделі вказують на північно-східний зсув ареалів і суттєве скорочення придатних оселищ для вузькоареальних і лісових таксонів до середини/кінця XXI ст.

У **розділі 2** авторка аналізує механізми появи та поширення чужорідних видів, фіксує вже натуралізовані види плазунів (*Darevskia dahli*, *D. armeniaca*, *Podarcis muralis*, *Tenuidactylus bogdanovi*) і окреслює групу ймовірних інтродуцентів (зокрема *Xenopus laevis*, *Lithobates catesbeianus*, *Testudo graeca*, *T. hermanni*); моделі показують високе просторове перекриття оптимальних оселищ *Trachemys scripta* та аборигенного виду черепахи болотяної *Emys orbicularis* і прогностичне зростання цього перекриття до 2050 р., що підвищує ризики конкуренції й витіснення, особливо в урбанізованих водоймах півдня України; продемонстровано трофічний тиск інвазивних риб (*Perccottus glenii*, *Lepomis gibbosus*) на ранні стадії розвитку земноводних.

У **розділі 3** авторка досліджує гомеостаз розвитку, фенодевіації та аномалії як індикатори стресу, документує зростання частоти зовнішніх аномалій у зелених жаб Києва та підвищення частоти порушень фолідозу у *Lacerta viridis*, показує зв'язок проявів із індексом «Людський слід» та появу/поширення пігментних морф у низки плазунів як імовірну термо-/екологічну адаптацію.

Розділ 4 відводиться оцінці стану популяцій тварин і появи гельмінтів та хвороб в умовах змін клімату та антропопресії. У ньому авторка встановлює та верифікує для України наявність збудника хітридіомікозу *Batrachochytrium dendrobatidis*, описує структуру гельмінтофауну земноводних як індикатор стану середовищ, аналізує екологічні наслідки катастроф (зокрема руйнування Каховської ГЕС) для переналаштування трофічних мереж, а також формування нових паразитарних комплексів і ризиків для популяцій земноводних.

У **розділі 5** авторка обґрунтовує заходи охорони та «смарт-стратегії» збереження, що спираються на SDM/ESDM/SSDM-моделювання, зокрема ідентифікує 63 пріоритетні території (насамперед річкові долини Дніпра, Дністра, Південного Бугу, Десни, Сіверського Дінця, а також

Карпати й Полісся), наголошує на ролі екотонів і кліматичних рефугіумів, пропонує протоколи моніторингу інвазій/патогенів і програми *ex situ* (герпетокультура, реінтродукція *Emys orbicularis*, *Salamandra salamandra*, *Bombina variegata*, *Epidalea calamita*). Частина результатів було використано для ініціювання створення нових об'єктів Смарагдової мережі у 2016–2021 рр.

Висновки демонструють внутрішню узгодженість і повноту. Вони прямо відсилають до поставленої у вступі мети й охоплюють увесь спектр завдань (від історичної реконструкції й сучасної картографії ареалів до прогнозів, аномалій, патогенів і практичних рішень). Практична значущість висновків підтверджується застосуванням результатів у формуванні природно-заповідного фонду та Смарагдової мережі й готовністю рекомендацій до імплементації всередині державних і міжнародних програм моніторингу та менеджменту біорізноманіття .

У процесі ознайомлення з роботою виникли деякі **зауваження**, наведені нижче.

1. Масштабність дисертаційного дослідження є однією з його сильних сторін, однак надзвичайно широка сукупність охоплених питань (динаміка ареалів, чисельність, інвазії, паразити, морфологічні аномалії, наслідки війни) дещо ускладнює виокремлення одного концептуального ядра, що дозволило б чіткіше структурувати виклад отриманих результатів.

2. У підрозділі 1.1 авторка широко застосовує палеокліматичні моделі та результати ГІС-реконструкцій, проте обмеженість та/або неврахування фактичних палеонтологічних і археозоологічних даних по території України може знижувати точність оцінок історичних рефугіумів і міграційних коридорів. Це потребує чіткішого зазначення рівня невизначеності.

3. Використання широкого спектра сучасних алгоритмів SDM є безперечною перевагою дисертаційної роботи. Водночас не зазначено, наскільки отримані результати чутливі до нерівномірності вхідних даних або до вибору алгоритму моделювання. Також бракує інформації щодо методів валідації моделей на незалежних наборах даних, а це є критично важливим для оцінки надійності реконструкцій та прогнозів. Для більшої наочності результатів доцільним було б докладніше зупинитися на критеріях вибору оптимальних моделей для конкретних завдань. Надмірна залежність від ГІС- та нішевого моделювання знижують точність моделей і можуть спричинити помилкову інтерпретацію просторових тенденцій.

4. Прогнозування майбутніх змін ареалів окремих видів земноводних і плазунів виконано з використанням сучасних кліматичних сценаріїв. Разом із тим, питання невизначеності довгострокових прогнозів могли б бути коротко окреслені з позицій критичної оцінки моделей. У тексті роботи недостатньо чітко розмежовано вплив кліматичних та антропогенних факторів, через що складно оцінити реальний внесок кожного з них у динаміку ареалів і чисельності видів.

5. У деяких випадках інтерпретація результатів ґрунтується на кореляційних залежностях, що є цілком обґрунтованим у межах макроекологічних досліджень, однак потребує традиційно

обережних і зважених формулювань причинно-наслідкових зв'язків. Оцінка інвазійних загроз побудована переважно на моделях, без достатніх емпіричних досліджень взаємодій між інвазивними та аборигенними видами і без деталізованого аналізу механізмів проникнення. Крім того, у Розділі 2 не проаналізовано важливий аспект: чужорідні види можуть бути носіями екзотичних патогенів, які впливають на аборигенну фауну. З огляду на дані Розділу 4, інтеграція інформації про патогени могла би суттєво поглибити висновки щодо інвазійних загроз.

Разом з тим варто зазначити, що висловлені зауваження і побажання мають переважно рекомендаційний і дискусійний характер, зумовлені масштабністю та міждисциплінарністю проведеного дослідження і не знижують його високої наукової цінності та практичної значущості.

Висновок офіційного опонента. Дисертаційна робота Некрасової Оксани Дмитрівни «Динаміка ареалів та чисельності земноводних та плазунів України за умов кліматичних змін та вираженого антропогенного впливу» є завершеним самостійним науковим дослідженням. Робота вирізняється масштабністю, міждисциплінарним підходом і широким залученням сучасних методів аналізу (зокрема геоінформаційних технологій та методів просторового моделювання). Авторкою опрацьовано значний обсяг власного та літературного матеріалу, отримано нові наукові результати, які розширюють уявлення про закономірності формування ареалів, динаміку чисельності, роль природних та антропогенних чинників у трансформації угруповань земноводних і плазунів. Представлені висновки є обґрунтованими, логічно випливають із поставлених завдань і мають як теоретичне, так і прикладне значення. За актуальністю, науковою новизною, обсягом проведених досліджень, теоретичним і практичним значенням отриманих результатів, обсягом та оформленням дисертація відповідає вимогам, передбаченим «Порядком присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук», затвердженим постановою Кабінету Міністрів України від 17 листопада 2021 р. № 1197, а її авторка Оксана Дмитрівна Некрасова заслуговує на присудження наукового ступеня доктора біологічних наук за спеціальністю 03.00.08 – зоологія.

Офіційний опонент

доктор біологічних наук, старший дослідник,
провідний науковий співробітник
відділу палеонтології Національного
науково-природничого музею НАН України

Підпис *з.б.н., ст. доц. Олександра Ковальчука*
засвідчує
Учений секретар Національного науково-природничого музею НАН України

Ковальчук Олександр



Олександр КОВАЛЬЧУК