ВІДГУК

офіційного опонента, професора кафедри екології та географії Житомирського державного університету імені Івана Франка Гарбара Олександра Васильовича на дисертаційну роботу Некрасової Оксани Дмитрівни **«Динаміка ареалів та чисельності земноводних та плазунів України за умов кліматичних змін та вираженого антропогенного впливу»,** представлену на здобуття наукового ступеня доктора біологічних наук за спеціальністю 03.00.08 – зоологія

Актуальність теми. Сучасна зоологічна наука перебуває на етапі переосмислення механізмів стабільності біосистем у відповідь на глобальні виклики — зміну клімату та деградацію природних оселищ. Земноводні та плазуни, як ектотермні організми, володіють унікальним набором фізіологічних та екологічних адаптацій, що робить їх ключовими модельними об'єктами для вивчення трансформації біорізноманіття. Актуальність теми дисертації О. Д. Некрасової зумовлена необхідністю створення цілісної картини динаміки герпетофауни України в умовах інтенсивного антропогенного навантаження. Проблема аридизації південних регіонів, зміщення кліматичних зон на північ та високий рівень фрагментації ландшафтів вимагають не лише констатації фауністичних змін, а й розробки предиктивних моделей, здатних прогнозувати ризики вимирання видів або, навпаки, їхню експансію. Робота здобувачки суттєво доповнює уявлення про мінливість та адаптивний потенціал хребетних тварин, поєднуючи класичні польові методи з передовими технологіями геоінформаційного аналізу (ГІС) та моделювання екологічних ніш (SDM), що відповідає світовим стандартам зоологічних досліджень.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційну роботу виконано в рамках планових тем Інституту зоології ім. І. І. Шмальгаузена НАН України за останні 10 років: «Вивчення сучасного стану видів окремих таксономічних груп хребетних тварин у межах модельних територій

природно-заповідного фонду України та ділянок із високим антропогенним навантаженням з метою удосконалення їх охорони та менеджменту» (№0117U004105, 2017-2019), «Вивчення сучасного стану видів окремих таксономічних груп хребетних тварин у межах модельних територій природно-заповідного фонду України та ділянок із високим антропогенним навантаженням з метою удосконалення їх охорони та менеджменту. Другий етап» (№0120U101270, 2020-2022), «Розробка наукових основ охорони й раціонального використання ресурсів тваринного світу, проведення його моніторингу в умовах впливу антропогенних факторів» (№0123U100126, 2023-2025). Значна частина результатів була отримана під час реалізації міжнародних проектів, що свідчить про високу інституційну та державну значущість виконаного циклу праць.

Наукова новизна. Наукова новизна дослідження полягає у розробці концептуально нової інтелектуальної стратегії збереження біорізноманіття герпетофауни, яка базується на поєднанні морфо-екологічного моніторингу та прогнозного моделювання. Вперше для території України та суміжних регіонів Східної Європи розраховано потенційні межі поширення для 45 видів амфібій і рептилій з урахуванням різних кліматичних сценаріїв (RCP). Отримано пріоритетні дані щодо впливу радіаційного та хімічного забруднення на стабільність онтогенезу, що виражається у специфічних формах фенотипової мінливості. Вперше детально описано динаміку поширення патогенного грибка *Batrachochytrium dendrobatidis* у популяціях безхвостих амфібій України. Новизною відзначаються також результати вивчення гібридних систем зелених жаб, де встановлено роль антропогенно змінених водойм як факторів, що сприяють формуванню нових популяційних структур.

Теоретичне та практичне значення. Теоретичне значення праці полягає у поглибленні фундаментальних знань про екологічну нішу виду як динамічну структуру, що трансформується під впливом кліматичних та інших екзогенних чинників. Авторкою доведено, що межі ареалів ектотермних тварин визначаються

не лише температурними показниками, а й складним комплексом ландшафтних та антропогенних бар'єрів. Практичне значення результатів важко переоцінити: розроблено ГІС-карти, що дозволяють оптимізувати мережу ПЗФ; запропоновано методику раннього виявлення деградації популяцій за показниками флуктуючої асиметрії; підготовлено рекомендації щодо реінтродукції вразливих видів. Матеріали дисертації використовуються при складанні планів управління територіями Смарагдової мережі тощо.

Повнота викладення у наукових працях. Основний зміст роботи відображено у 34 наукових працях, серед яких 22 статті, опубліковані у провідних фахових журналах, що індексуються у базах Scopus та Web of Science. Високий індекс Гірша здобувачки підтверджує, що результати її досліджень активно цитуються світовою науковою спільнотою та є репрезентативними. Основні результати дисертації були представлені на 8 міжнародних конференціях.

Структура та зміст дисертаційної роботи. Дисертаційна робота Оксани Дмитрівни представлена як цикл наукових праць, що послідовно висвітлюють результати досліджень — від методології до практичних заходів. Усі публікації логічно поєднані в цілісну систему, яка охоплює як історичний аналіз, так і стратегії охорони біорізноманіття. Вона складається з переліку умовних позначень, вступу, п'яти розділів, заключень, загальних висновків, додатків, що містять перелік опублікованих робіт та результати апробацій. Загальний обсяг роботи становить 380 сторінок, з яких 327 сторінок складає основний текст.

Вступ. У вступній частині обґрунтовано актуальність роботи, що зумовлена значною екологічною роллю герпетофауни та необхідністю уточнення її сучасного стану в умовах антропоцену. Автор чітко визначає мету, завдання та об'єкт дослідження, акцентуючи на науковій новизні та прикладній цінності отриманих результатів. Окремої уваги заслуговує значний особистий внесок здобувачки, яка самостійно реалізувала всі етапи роботи.

Розділ 1. Вплив змін клімату та вираженого антропогенного пресу на біоту земноводних та плазунів. Цей розділ є фундаментальним за обсягом та аналітичним наповненням. О. Д. Некрасова проводить ревізію ареалів видів у контексті голоценових змін клімату та сучасного глобального потепління. За допомогою геоінформаційного моделювання виявлено, що для багатьох видів характерне зміщення північної межі поширення. Авторка детально аналізує роль річкових долин як рефугіумів, де зберігається високе генетичне та видове різноманіття навіть за несприятливих кліматичних умов. Проаналізовано вплив фрагментації оселищ на генетичну ізоляцію популяцій, що є критичним для видів із низькою дисперсійною здатністю.

Розділ 2. Вплив клімату та антропогенного пресу на появу та поширення чужорідних видів. Розділ присвячений одній із найменш вивчених тем — герпетологічним інвазіям. Здобувачка описує процеси експансії адвентивних видів, які проникають на територію України внаслідок ненавмисної інтродукції та кліматичної оптимізації середовища. Доведено, що залізничні насипи та урбанізовані ландшафти діють як «теплові коридори», що полегшують розселення південних видів. Це становить науковий інтерес у контексті міжвидової конкуренції з аборигенною фауною.

Розділ 3. Вплив клімату та антропогенного пресу на морфологічну структуру популяцій земноводних та плазунів. У цьому розділі авторка на значному обсязі матеріалу аналізує частоту прояву морфологічних аномалій. Нею встановлено статистично значущу кореляцію між рівнем антропогенного навантаження та частотою виникнення морфологічних відхилень. Отже, частота морфологічних аномалій і фенодевіацій у популяціях амфібій і рептилій є чутливим індикатором гомеостазу розвитку та відображає інтенсивність впливу кліматичних і антропогенних чинників.

Розділ 4. Стан популяцій тварин і поява гельмінтів та хвороб в умовах змін клімату та антропогенного пресу. Даний розділ розширює межі

зоологічного дослідження до еколого-паразитологічного рівня. О. Д. Некрасова вперше проводить системний моніторинг поширення хітридіомікозу в Україні. Авторка також простежує, як зміни температурного режиму водойм впливають на цикли розвитку паразитичних червів, змінюючи структуру паразитоценозів амфібій. Це має пряме відношення до оцінки життєздатності популяцій та ризиків раптового масового вимирання земноводних.

Розділ 5. Заходи охорони та рекомендації. Розділ містить практичне втілення наукових результатів. На основі комплексного просторового моделювання (ENM, SDM) із застосуванням алгоритмів машинного навчання та ГІС-технологій здобувачкою вперше розроблено й апробовано методологію ідентифікації пріоритетних природоохоронних територій для збереження батрахо- та герпетофауни України. Детально проаналізовано вплив кліматичних і гідрологічних чинників на стан вразливих видів. Запропонований підхід забезпечує об'єктивну пріоритезацію природоохоронних заходів та формування реалістичних прогнозів динаміки ареалів, що є стратегічно важливим для державної екологічної політики та міжнародних моніторингових програм.

Заключення. Підсумовуючи результати, здобувачка доводить ефективність запропонованого нею комплексного підходу. Заключення містить синтез екологічних, морфологічних та прогностичних даних, що формують цілісну картину сучасного стану герпетофауни України.

Висновки. Сформульовані висновки є конкретними, обґрунтованими та повністю випливають із представлених наукових праць. Вони відображають основні закономірності трансформації ареалів та популяційної структури досліджуваних тварин під дією комплексних екологічних чинників, підсумовують основні результати проведених досліджень та підкреслюють їхню наукову новизну.

Додатки. Представлені додатки є цінним довідковим матеріалом, який може бути використаний іншими дослідниками для подальшого моніторингу.

Зауваження і рекомендації:

1. У циклі публікацій авторка часто вживає термін «антропогенний прес», хоча в сучасній вітчизняній зооекологічній термінології він сприймається як дещо надлишковий або публіцистичний. Семантично точнішим є використання термінів «антропогенна трансформація» (при описі змін структури середовища) або «антропогенний тиск / навантаження» (при характеристиці інтенсивності впливу на популяційні параметри).
2. На сторінках 25, 34 та в публікаціях додатка Б.2 спостерігається тенденція до використання авторкою терміна "біотоп" при описі локальних елементів середовища (насипи, стіни, руїни), які за масштабом та екологічною функцією більше відповідають поняттю мікрооселища. Оскільки поняття «біотоп» має на увазі стабільну екосистемну одиницю, використання його для таких мікро-локацій є дискусійним і може трактуватися як певне термінологічне змішування ієрархічних рівнів середовища.
3. Прогнозування до 2070 року, представлене в роботі, спирається переважно на кліматичні сценарії RCP 4.5 та 8.5. Проте, зважаючи на біологію амфібій як ектотермних організмів, чи враховувався при моделюванні ризик збільшення частоти стохастичних екстремальних явищ (таких як тривалі посухи), що можуть нівелювати прогнозований "кліматичний оптимум"? Також цікаво почути думку авторки: наскільки динамічні зміни у природокористуванні (розорювання земель, зміна гідрологічного режиму річок) можуть скорегувати ваші прогнозні карти, які зараз базуються переважно на біокліматичних показниках?
4. У Розділі 4 здобувачка наводить надзвичайно важливі дані щодо виявлення грибка *Batrachochytrium dendrobatidis* в популяціях амфібій України. Проте відомо, що в країнах Західної Європи цей патоген спричиняє стрімке вимирання цілих популяцій, тоді як в Україні ми бачимо переважно носійство. Чи пов'язано це з особливостями більш континентального клімату

України, який є менш сприятливим для цього патогену, чи, можливо, українські популяції перебувають на ранній стадії епізоотії? Чи відомі здобувачці випадки летального перебігу хвороби в природних умовах України?

Наведені зауваження, побажання та запитання мають здебільшого характер рекомендацій і не знижують високої оцінки всієї роботи.

Висновок офіційного опонента. Дисертація Некрасової Оксани Дмитрівни «Динаміка ареалів та чисельності земноводних та плазунів України за умов кліматичних змін та вираженого антропогенного впливу» є фундаментальним дослідженням, що вносить значний внесок у розвиток сучасної зоології. Робота базується на великому обсязі власних досліджень, опублікованих у високорейтингових виданнях.

За своєю науковою новизною, теоретичним значенням та практичною цінністю дисертація Некрасової Оксани Дмитрівни повністю відповідає вимогам, що висуваються до дисертацій на здобуття ступеня доктора наук згідно з «Порядком присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук» (постанова Кабінету Міністрів України від 17 листопада 2021 р. № 1197). Вважаю, що її авторка заслуговує на присудження наукового ступеня доктора біологічних наук за спеціальністю 03.00.08 - «Зоологія».

Офіційний опонент,
доктор біологічних наук,
професор, завідувач кафедри екології
та географії Житомирського державного
університету імені Івана Франка Олександр ГАРБАР

Власноручний підпис проф. Олександра Гарбара засвідчую
Проректор з наукової та міжнародної роботи,
доктор філологічних наук, професор Вікторія ЖУКОВСЬКА