

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.109.01, СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ «ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ЭКОЛОГИИ И ЭВОЛЮЦИИ им. А.Н. СЕВЕРЦОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ ПШЕГУСОВА РУСТАМА ХАТАЛИЕВИЧА «МОДЕЛИ КОМПОНЕНТОВ ГОРНЫХ ЭКОСИСТЕМ КАВКАЗА: ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ И ТЕОРИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ НИШИ» НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело № _____

Решение диссертационного совета от 19 декабря 2023 г. № 29

О присуждении Пшегусову Рустаму Хаталиевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени доктора биологических наук.

Диссертация «Модели компонентов горных экосистем Кавказа: пространственный анализ и теория экологической ниши» по специальности 1.5.15 – экология (биологические науки) принята к защите 07 сентября 2023 г. (протокол заседания № 18) диссертационным советом 24.1.109.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова Российской академии наук» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 119071, Москва, Ленинский проспект, д. 33, приказ о создании диссертационного совета № 105 н/к от 11.04.2012 г.

Соискатель: Пшегусов Рустам Хаталиевич «30» января 1983 года рождения.

В 2004 г. соискатель окончил Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова с присуждением квалификации «Биолог» по специальности «Биология». В 2019 году окончил Мытищинский филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана (национальный исследовательский университет), с присуждением квалификации – бакалавр по направлению «Лесное дело».

В 2010 г. защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.04 – зоология на тему «Хищные птицы северного макросклона Центрального Кавказа» в диссертационном совете Д 004.005.01 при Учреждении Российской академии наук Институте экологии растений и животных Уралского отделения Российской академии наук.

Работает старшим научным сотрудником и заведующим лабораторией по мониторингу лесных экосистем Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт экологии горных территорий им. А.К. Темботова Российской академии наук.

Диссертация выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институт экологии горных территорий им. А.К. Темботова Российской академии наук.

Научный консультант: доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент Российской академии наук, заслуженный эколог РФ Темботова Фатимат Асланбиевна директор Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт экологии горных территорий им. А.К. Темботова Российской академии наук.

Официальные оппоненты:

Хорошев Александр Владимирович, доктор географических наук, профессор кафедры физической географии и ландшафтоведения Географического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,

Черненко Татьяна Владимировна, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории биогеографии Федерального государственного

бюджетного учреждения науки Институт географии Российской академии наук,

Петросян Варос Гарегинович, доктор биологических наук, главный научный сотрудник, заведующий кабинетом биоинформатики и моделирования биологических процессов Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова Российской академии наук представили положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов Российской академии наук в своем положительном отзыве, утверждённом заместителем директора ФГБУН ЦЭПЛ РАН, кандидатом биологических наук Горновым Алексеем Владимировичем, составленном и подписанном Смирновой Ольгой Всеволодовной, доктором биологических наук, профессором, главным научным сотрудником ФГБУН ЦЭПЛ РАН, обсужденном, рассмотренном и одобренном на расширенном заседании лаборатории структурно-функциональной организации и устойчивости лесных экосистем ФГБУН ЦЭПЛ РАН (протокол № 5 от 8 ноября 2023 г.). указала что: «Диссертационная работа «Модели компонентов горных экосистем Кавказа: пространственный анализ и теория экологической ниши» отвечает требованиям пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней» № 842, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. (с внесенными изменениями постановлением Правительства РФ от 21.04.2016 г. № 335 «О внесении изменений в Положение о присуждении ученых степеней»), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора биологических наук. Автор диссертации, Пшегусов Рустам Хаталиевич, заслуживает присвоения степени доктора биологических наук по специальности 1.5.15 — экология (биологические науки).

Соискатель имеет 112 опубликованных по теме диссертации работ, в том числе 12 – в журналах, включенных в перечень периодических научных изданий ВАК Министерства науки и высшего образования РФ, 14 статей – в научных изданиях, входящих в международные реферативные базы данных и системы цитирования, пять монографий (в соавторстве) и разделы в двух коллективных монографиях. Достоверность опубликованных результатов подтверждается соблюдением методик проведения исследования, в том числе международных стандартов моделирования пригодности местообитаний и пространственного распределения видов. Используемые в работе методы являются актуальными и широко используются учеными по всему миру. Недостоверные сведения об опубликованных работах в диссертации отсутствуют.

Основные результаты диссертационного исследования опубликованы в следующих работах:

1. Темботова, Ф.А. Состояние лесных экосистем горных территорий Кабардино-Балкарии по данным дистанционного зондирования / Ф.А. Темботова, Р.Х. Пшегусов, Ю.М. Глупова, Р.Х. Темботов, А.З. Ахомготов // Известия Российской академии наук. Серия географическая. – 2012. – № 6. – С. 89-97.
2. Pshegusov, R.H. Spatial modeling of the range and long-term climatogenic dynamics of *Ambrosia L.* species in the Caucasus / R.H. Pshegusov, V.A. Chadaeva, A.L. Komzha // Russian Journal of Biological Invasions. – 2020. – Т. 11, № 1. – С. 74-84.
3. Rozhnov, V.V. Maxent modeling for predicting suitable habitats in the North Caucasus (Russian part) for Persian leopard (*p. p. ciscaucasica*) based on GPS data from collared and released animals / V.V. Rozhnov, J.A. Hernandez-Blanco, M.D. Chistopolova, S.V. Naidenko, A.A. Yachmennikova, R.H. Pshegusov, A.B. Pkhitikov, S.A. Trepet, N.A. Dronova // Izvestiya. Atmospheric and Oceanic Physics. – 2020. – V. 56, № 9. – P. 1090- 1106.
4. Pshegusov, R.H. Proliferation of Alien Plant Species in Forest Communities of the Khosta Yew-Boxwood Grove of the Caucasus Nature Reserve after the Destruction of *Buxus colchica* Pojark. / R.H. Pshegusov, V.A. Chadaeva // Russian Journal of Biological Invasions. – 2021. – Vol. 12, №. 1. – P. 124-140. 8. Чадаева, В.А. Закономерности адвентивизации придорожных сообществ юга Российского Причерноморья / В.А. Чадаева, Р.Х. Пшегусов // Ученые записки Казанского ГУ. – 2021. – Т. 163, Кн. 1. – С. 115-136.

5. Chadaeva, V. Stages of grassland degradation in subalpine ecosystems of the Central Caucasus, Russia / V. Chadaeva, O. Gorobtsova, R. Pshegusov, N. Tsepko, R. Tembotov, Z. Khanov, F. Gedgafova, A. Zhashuev, T. Uligova, E. Khakunova // Chilean Journal of Agricultural Research. – 2021. – Vol. 81, Iss. 04. – P. 630-642.
6. Pshegusov, R.H. Ecological niche modeling of Galinsoga Ruiz et Pav. species in the native and Caucasian part of the invasive ranges / R.H. Pshegusov, V.A. Chadaeva // Russian Journal of Biological Invasions. – 2022. – № 2. – P. 107-122.
7. Pshegusov, R. Ecological niche modeling of the main forest-forming species in the Caucasus / R. Pshegusov, F. Tembotova, V. Chadaeva, Y. Sablirova, M. Mollaeva, A. Akhomgotov // Forest ecosystems. – 2022. – Issue 9. – 100019.
8. Chadaeva, V. Identification of degradation factors in mountain semiarid rangelands using remote sensing data integrated into spatial distribution modelling and ecological niche theory / V. Chadaeva, R. Pshegusov // Geocarto International. – Vol. 37. – Iss. 27. – P. 15235- 15251.
9. Gorobtsova, O. The current state of forest ecosystems in the Khosta Yew-Boxwood Grove / O. Gorobtsova, V. Chadaeva, R. Pshegusov, F. Gedgafova, T. Uligova, R. Tembotov // Environmental Monitoring and Assessment. – 2023. – Vol. 195, Iss. 1. – Article number: 183.
10. Pshegusov, R. Modelling the nesting-habitat of threatened vulture species in the Caucasus: an ecosystem approach to formalising environmental factors in species distribution models / R. Pshegusov, V. Chadaeva // Avian Research. – 2023. – Vol. 14. – 100131

На диссертацию и автореферат поступило 15 положительных отзывов, 7 без замечаний, 8 содержат замечания и вопросы.

Отзывы без замечаний прислали:

Ильях Михаил Павлович, доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры зоологии и паразитологии Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования Северо-Кавказский Федеральный Университет;

Тайсумов Муса Анасович, доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник Отдела биологии и экологии Государственного казенного научного учреждения Академия наук Чеченской Республики;

Алиев Игорь Нажафович, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий отделом технологий горного и предгорного садоводства Федерального государственного бюджетного научного учреждения Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного садоводства;

Розенберг Геннадий Самуилович, доктор биологических наук, профессор, чл.-корр. Российской академии наук, главный научный сотрудник лаборатории моделирования и управления экосистемами Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт экологии Волжского бассейна Российской Академии Наук - филиал Самарского федерального исследовательского центра Российской академии науки и **Шитиков**

Владимир Кириллович, доктор биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории экологии малых рек Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт экологии Волжского бассейна Российской Академии Наук - филиал Самарского федерального исследовательского центра Российской академии наук,

Ишбирдин Айрат Римович, доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Уфимский университет науки и технологий и **Ишмуратова Майя Мунировна**, доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Уфимский университет науки и технологий,

Абрамова Лариса Михайловна, доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории флоры и растительности Южно-Уральского Ботанического сада-института – Обособленного структурного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук.

Кулагин Алексей Юрьевич, доктор биологических наук, профессор, заведующий лабораторией лесоведения, главный научный сотрудник лаборатории лесоведения Уфимского Института биологии – обособленного структурного подразделения Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимский федеральный исследовательский центр Российской академии наук и **Тагирова Олеся Васильевна** кандидат биологических наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории лесоведения Уфимского Института биологии – обособленного структурного подразделения Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимский федеральный исследовательский центр Российской академии наук.

Отзывы с замечаниями прислали:

Акатов Валерий Владимирович, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории экологических исследований, сохранения и использования биоресурсов Кавказа Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Майкопский государственный технологический университет: «Отмечу что для разработки прогноза локализации оптимальных местообитаний *Ambrosia artemisifolia* к 2100 г. соискатель использовал два общих сценария изменения климата – оптимистический SSP126 и наихудший (worst-case) SSP585. Результаты этого исследования были бы более понятны, если бы особенности этих сценариев были бы описаны в автореферате более подробно».

Тамахина Аида Яковлевна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры «Садоводство и лесное дело» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова: «Вместе с тем хотелось бы отметить, что в заключении по автореферату фактические результаты выполненного исследования следовало выделить более четко».

ванова Наталья Сергеевна, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории популяционной биологии древесных растений и динамики леса Федерального государственного бюджетного учреждения науки Ботанический сад Уральского отделения Российской академии наук: «Горные районы характеризуются сложным рельефом и чрезвычайной гетерогенностью условий, которую практически не отражают данные имеющихся метеостанций и соответственно климатические данные, например WorldClim, используемые MaxEnt для моделирования пригодности среды обитания. Как решалась данная проблема в исследованиях? Не понятно почему схема «Концептуальная основа исследования» приведена на английском языке».

Золотова Екатерина Сергеевна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории геохимии и рудообразующих процессов Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт геологии и геохимии им. академика А.Н. Заварицкого Уральского отделения Российской академии наук:

«1. В автореферате применяются обозначения на английском языке, которые не всегда расшифрованы в тексте, и затрудняют понимание. Например, такие интегральные параметры как embergerQ, aridityIndexThornthwaite, TRI, topoWet, PETDriestQuarter, path CAs и др. Также непонятно почему рисунок 5 с концептуальной схемой исследования приведен на английском языке.

2. Для анализа условий местообитаний и экологических ниш хорошие результаты показывают экологические шкалы (индикаторы) Элленберга, Ландольта, Цыганова. Почему в данном исследовании их не применяли?»

Коросов Андрей Викторович, доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры зоологии и экологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Петрозаводский государственный университет": «Есть вопросы к утверждению новизны: «Впервые ... использован метод включения карт распределения вероятностей присутствия одних видов/сообществ в качестве биотических слоев в модели других видов/сообществ.» (с. 5) Нельзя на согласиться с автором, что такая технология «является эффективным методом учета

биотического фактора» (с. 29). Но... Во-первых, включение одних пространственных моделей для построения других пространственных моделей — не новость; например, почвенные данные SoilGrids «получены с использованием более 400 переменных - факторов среды, описывающих растительность, морфологию рельефа, климат» (<https://cartetika.ru/tpost/x6tib437v1-soilgrids-globalnie-pochvennie-karti>).

Во-вторых, несмотря на последовательное искоренение коллинеарности, не воспроизводит ли автор параллельно мнимые повторности, включая в список предикторов серии вероятностных карт, построенные на основе одних и тех же карт факторов среды, например, модели рельефа или климата? Такая технология должна существенно, но неоправданно повысить влияние отдельных переменных среды (использованных в разных картах) на изучаемую биотическую характеристику.

Термин Maxent автор использует в разных контекстах для разных понятий, Maxent — и метод («метод максимальной энтропии Maxent », с. 17), и программа («С помощью программы Maxent », с. 31), и модель («Расчет настроек моделей Maxent », с. 102).

Правильнее было бы для метода использовать «ММЭ», для программы «Maxent», для модели «SDM». Нечеткость в разделении понятий может привести в ошибку или запутать, в частности, фраза «Maxent генерирует распределение вероятностей...» (с. 96) относится только к программе.

Автор использует термин «ядровая» для обозначения метода оценки плотности распределения, хотя из контекста (KDE) следует, что нужно использовать распространенный термин «ядерная». В чем смысл замены?»

Шхагапсоев Сафарби Хасанбиевич, доктор биологических наук, профессор, депутат Парламента Кабардино-Балкарской Республики, заместитель председателя комитета по аграрным вопросам, природопользованию, экологии и охране окружающей среды: «Я не солидарен только с одним моментом. В центральной части Кавказа встречается и лесобразующей породой является *Pinus kochiana*, автохтонный кавказский вид, но не *Pinus sylvestris*, вид с широчайшим ареалом. В русскоязычной ботанической и фитоэкологической литературе я не встречал исследования (основательного) отрицающего самостоятельность таксона *P. kochiana*, только, профессора В.Г. Онипченко и А.С. Зернов (2011) его отмечают её в ранге подвида - «*P. sylvestris* L. subsp. *kochiana* (Steven) Fomin - С. крючковатая или Коха (с. 28)».

Хляп Людмила Айзиковна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории сохранения биоразнообразия и использования биоресурсов Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова Российской академии наук: «1. На рис. 7, 8, 9, 10 имеется цветная шкала от долей единицы до 1, и лишь в подписи к рис. 14. можно узнать, что она обозначает вероятность обнаружения исследуемого явления. На рис. 14 — это явление - сообщества, а на предыдущих рисунках — это тоже вероятность обнаружения? И какого явления?»

2. Автор разделяет исследованные виды на высокоподвижные и малоподвижные (стр. 11). Мобильность касается как растений, так животных. Из таблиц (2, 5-15 без 10, 12, 14) можно понять, что она характеризуется подвижностью, измеряемую в км. Однако в автореферате не объясняется: что означает это величина, и как она была получена.

Например, для млекопитающих, как правило, подвижность соотносится со временем, за которое перемещение на то или иное расстояние произошло. Что значит подвижность в км? Что служило критерием для определения подвижности растений?»

3. В автореферате имеются неудачные выражения, например, нельзя говорить о «масштабах территории» (стр. 6, И, 35), т.к. сама по себе территория не имеет масштаба, но масштаб проявляется и важен в процессе исследований, как справедливо сказано, например, на стр. 43 - «пространственный масштаб исследований...».

4. На рис. 2 приведены границы системы высотно-поясной структуры Кавказа А.К. Темботова, а на рис. моделей ареалов (7-10) даны границы государств. На наш взгляд,

значимость и понимание карт распространения видов были бы выше, если использовать границы структуры природы Кавказа».

Цепордей Иван Степанович, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории популяционной биологии древесных растений и динамики леса Федерального государственного бюджетного учреждения науки Ботанический сад Уральского отделения Российской академии наук: «1. Как подвержены климатогенной динамике ареалы основных лесобразующих видов? 2. Как проявляется адаптивный характер у основных лесобразующих видов региона на фоне современных климатических изменений?»

Диссертационный совет отмечает, что в диссертации впервые реализована методология, учитывающая биотические факторы в SDM/ENM моделях на основе включения карт распределения вероятностей присутствия одних видов/сообществ в качестве биотических слоёв в модели других видов/сообществ. Такой экосистемный подход к SDM/ENM моделированию биологических объектов позволяет учитывать трофические, топические и конкурентные взаимоотношения. Новым для науки является формализация фактора доступности среды через функцию расстояния до оптимальных местообитаний. Для анализа влияния антропогенного фактора в условиях горных территорий предложено учитывать расстояние до объектов инфраструктуры и фактор перепада высот. Комплексные исследования по SDM/ENM моделированию экологических ниш и пространственной локализации горных лугов, копытных млекопитающих, хищных птиц, лишайников, редких видов сосудистых растений являются пионерными и на данный момент практически единственными для Кавказского экорегиона.

Показана эффективность применения метода анализа ядровой плотности KDE в решении теоретических задач: анализ перекрытия ниш совместно произрастающих или обитающих видов, изучение дифференциации ниш при изменении масштабов района исследований и освоении видами новой географической среды, оценка временного консерватизма ниши на фоне климатических изменений.

Практически значимыми являются результаты прогнозирования локализации оптимальных территорий для сохранения и восстановления редких и уязвимых природных объектов, а также определение приоритетных районов для реинтродукции на Кавказе переднеазиатского леопарда и выявление экологических коридоров для передвижения хищника с учётом биотических, антропогенных факторов и доступности территорий. Показана возможность эффективного использования пространственного анализа при выявлении факторов деградации горных лугов и пастбищ, а также при определении территорий и сообществ уязвимых к биологическим инвазиям.

Достоверность полученных результатов подтверждается соблюдением современных стандартов моделирования на всех его этапах, включая: сбор данных о встречаемости с проверкой на наличие дубликатов; коррекция смещения выборки точек присутствия и др.

Оценка достоверности результатов исследования подтверждаются 1) обработкой большого массива данных о встречаемости объектов исследования, накопленных в ходе полевых экспедиций на Центральном, Западном и Восточном Кавказе, в Центральном и Западном Закавказье; 2) использованием современных методов экологического моделирования и геоинформационных технологий; 3) статистической оценкой пригодности моделей пространственного распространения и экологических ниш; 4) критической оценкой конечных результатов. Полученные картографические модели соответствуют современному и/или историческому ареалу исследованных видов и сообществ на Кавказе, а в ряде случаев подтверждены проведённой полевой верификацией.

Выбор оппонентов и ведущей организации определился их высокой научной квалификацией, и наличием достаточного количества публикаций по тематике, сходной с тематикой проведенных соискателем исследований в течение пяти последних лет.

Диссертация соответствует требованиям, выдвигаемым для диссертаций на соискание ученой степени доктора наук Положением о присуждении ученых степеней, утвержденном постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания и заданы вопросы:

Александр Валентинович Ольчев, д.б.н. профессор кафедры метеорологии и климатологии Географического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, член совета:

1. У вас очень много было посвящено моделированию, но про сами модели в общем вы сказали достаточно мало. И фактически основные положения у вас опираются именно на результаты моделирования. И как бы, можете вы сказать пару слов? Скорее всего это статистические модели, базовая основа этих моделей все-таки статистика на основанная на каких-то вот закономерностях и если, может быть я ошибаюсь, тогда поправьте, и вот насколько вот данные модели, которые вот вы применили возможно применять для других территорий, экстраполировать на другие регионы или этот чисто локальные закономерности, которые описывают только факт данной ситуации, которая наблюдается в настоящее время и больше ни к чему не применена.

2. В принципе модель является таким универсальным инструментом, который как бы вот по своему назначению предназначен для экстраполяции, для интерполяции, для прогнозных оценок, для экологической экспертизы и так далее. В данном случае, получается, что вы ограничиваетесь некоторыми закономерностями для конкретной территории, фактически выхода за пределы вот этого ареала у вас не получается. Получается так. А тогда зачем такая модель нужна?

Алексей Алексеевич Полилов, член-корреспондент Российской академии наук, доктор биологических наук, заведующий кафедрой энтомологии Биологического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, член совета:

1. Если я правильно понял, то эта модель имеет большую прогностическую функцию. И для некоторых видов вы показали, какие перспективы их ждут. Вот, собственно, вопрос тогда, например, вид, про который вроде не говорили, про будущее, про леопарда. Что его ждет? Что с ним будет через 50 лет на этой территории?

2. И второй вопрос, если может эта модель предсказать, что с ним будет, то пробовали ли вы сделать как бы эту модель в обратную сторону? Взять данные, например, 50-летней давности, использовать только их в модели и посмотреть, совпадет ли то, что вам предскажет модель с тем, что мы имеем сейчас.

Дмитрий Геннадьевич Замолодчиков, доктор биологических наук, главный научный сотрудник лаборатории структурно-функциональной организации и устойчивости лесных экосистем Федерального государственного бюджетного учреждения науки Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов Российской академии наук, член совета:

1. Возможно, я просто не уловил из доклада. Вы описывали экологические ниши различных природных объектов, как я понимаю, в том числе различных вариантов лесов. Это раз. С другой стороны, вы рассматривали те или иные сценарии изменения климата. Вопрос, в ваших прогнозах были ли ситуации, когда соответственно прогноз по сценарию климатического изменения указывал, что в данном месте вполне вероятно естественное обезлесивание, то есть соответственно переход лесного сообщества в ту или иную форму лугового или другого травяного.

2. Аналогичные результаты имеются для других как горных, так и равнинных систем. Однако, я хочу спросить, дело в том, что лес – это в принципе самоподдерживающаяся система, которая способна сохранять те условия, в которых она

функционирует. На этом основывается типичное аридное лесоразведение. Если ты сумел посадить лесополосу и провести ее через первые, ну, примерно, 10 лет жизни, когда они закрепились, укрепились, то она дальше сама существует несмотря на то, что она живет в условиях, в которых, в принципе, такие лесные насаждения жить не могут. То есть, если условия меняются, и в принципе, должно произойти обезлесивание, оно не пройдет немедленно. То есть, по крайней мере, должно пройти несколько десятков или сотен лет пока все деревья уже совсем не смогут существовать. Вопрос, вот этот вот как бы сопротивляемость лесу условиям, учитывается в вашем прогнозе насчет буковых лесов или нет?

Николай Александрович Щипанов, доктор биологических наук, главный научный сотрудник лаборатории популяционной экологии Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова Российской академии наук, член совета:

1. Очень хочется разобраться с вашей моделью построения экологических ниш. Вот там, где у вас три круга. Вы брали в модель абиотическую нишу, фундаментальную. У Вас круг А – это фундаментальные абиотические условия, а круг В, судя по автореферату, если я правильно понял, что вы сказали, это реализованные абиотические условия. А вот скажите пожалуйста..., если реализованные [условия] на пересечении, что тогда В?

2. У вас три области. Первая это фундаментальные абиотические условия, в которых вид может жить. Вы их в модель берете как? По совокупности вообще известных пределов существования вида?

3. Там, где вообще фактически был обнаружен?

4. Если я правильно понимаю у Вас в автореферате - круг В – это реализованные абиотические условия?

Фёдор Алексеевич Осипов, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник кабинета биоинформатики и моделирования биологических процессов Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова Российской академии наук:

1. Модели пространственного распространения, они базируются на векторных данных точек находок обнаружений. Можно поподробнее о валидации этих точек. Вы сказали, что использовались обширно литературные данные. Как вы их оценивали? Потому что во многих литературных данных координаты иногда путаются, не совсем верные, о важности этой работы.

2. Второй вопрос по поводу растровых слоев биоклиматических. Вы их использовали разного разрешения для каждого видов отдельности, или вы какому-то одному разрешению приводили?

Константин Брониславович Гонгальский, доктор биологических наук, профессор РАН, ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией изучения экологических функций почв ФГБУН «Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова Российской академии наук», член совета:

1. Модель, которой вы пользовались, она существовала, это не ваша авторская модель или методика?

2. Модель, которой можно воспользоваться, доступна, вы внесли в нее некоторое количество своих факторов, некоторые факторы другими людьми не использовались, это ваше новшество. Вы сделали это для одного вида, для другого, для третьего и так далее. Это выглядит, с моей точки зрения, как некоторое количество повторяющихся работ, кандидатского уровня. Скажите, а вот в чем состоит ваше теоретическое обобщение, которое на всем этом вы строите? Что получит теоретическая экология от вашей работы?

Марина Геннадьевна Кривошеина, доктор биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории почвенной зоологии и общей энтомологии Федерального

государственного бюджетного учреждения науки Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова Российской академии наук, член совета:

1. Скажите, пожалуйста, при моделировании, учитывали ли вы такой фактор, как мобильность объекта? И были ли какие-то отличия в моделях, в связи с этим? То есть растения закрепленные, копытные, перемещающиеся по земле, летающие птицы, с точки зрения доступности для них, вот этих потенциальных ниш, которые у вас потом возникали?

Соискатель Р.Х. Пшегусов ответил на заданные ему в ходе заседания вопросы
Ответы на вопросы **А.В. Ольчева**:

1. Отвечая на первую часть вопроса. Метод максимальной энтропии. Он развивается [с 2004 года]. Первая статья датируется 2004 годом. В своей основе он использует байсовскую вероятность расчета и в [20]17 году авторы представили уже конечную концепцию и программу для этого моделирования. Единственное ограничение этого метода заключается в том, что в отличие от классического дискриминантного анализа, он не использует наличие/отсутствия. То есть это одно из самых основных ограничений данного анализа, потому что точки, координаты, встречаемости видов, которые мы вносим в эту модель, это является наличием, а вот отсутствием является случайным образом сгенерированные программой точки. То есть до сих пор идет спор, что это такое. Это отсутствие, это псевдоотсутствие или это фон, так называемый, как называют его в литературных сведениях.

Моделировать можно в принципе любую территорию. Здесь очень интересно в том смысле, что на примере лишайников как раз было показано, что, если мы моделируем локальную территорию маленькой Кабардино-Балкарской республики, закономерности, полученные для нее, невозможно экстраполировать на весь Кавказ. И то же самое полученные для всего Кавказа закономерности, вряд ли возможно будет экстраполировать на территории, допустим, Памира, Алтая или гор Передней Азии. То есть для каждой территории необходим собственное исследование.

По леопарду встречались работы, когда они моделировали ареал леопарда в пределах всего его ареала, то есть переднюю Азию, Кавказ и, в принципе, всю территорию Турции. И, согласно этому моделированию, все закономерности встречаемости в горах размывались за счет этого масштаба.

На мой взгляд, данная модель ограничена в рамках так называемой black box, то есть в рамках территории исследования. Если исходить именно из статистики, возможно выборка и генеральная совокупность здесь несколько неприменимы понятия. Использовать выборку Кавказа для того, чтобы экстраполировать на другие территории нет, к сожалению, нет. Именно в рамках модели Максэнт.

2. Нужна такая модель для того, чтобы в рамках интересующей нас территории получить необходимые нам сведения о прогнозировании, о встречаемости, о потенциальных территориях на которые необходимо обратить внимание, в том числе и при природоохранных мероприятиях.

Ответ на вопрос **А.А. Полилова**:

1. Ни на будущее, ни на прошлое мы не моделировали [леопарда]. Идеи такие были, но даже та модель, которая представлена в диссертации, я осознаю, что она очень сильно неполная, потому что из всего спектра питания леопарда мы использовали всего 4 вида. При этом никаких численных характеристик этих видов мы не представили. Второе ограничение, которое связано с возможным потенциальным моделированием, это то, что вид реинтродуцирован. То есть на текущий момент, более полно коллеги могут, наверное, меня дополнить, пока нет довольно серьезной базы по поведенческим особенностям этих видов, фактически. А насчет того, что моделировать на 50 лет назад, просто нет данных. Максимум, что мы можем, на 30 лет назад отмотать с помощью тех же Sentinel или Landsat и все. А климатические и другие закономерности, картографических [данных] у нас просто нет в качестве предикторов.

Ответы на вопросы **Д.Г. Замолодчикова**:

1. Мы проводили подобные исследования, правда, по 4-м оценочному докладу, точнее по 5-м оценочному докладу, 6-й только недавно вышел, не успели досчитать. И, согласно этим исследованиям, большинство из лесов, в частности буковые леса, которые встречаются на Центральном Кавказе, [модель] показывают, что будет происходить естественное обезлесивание. Но при этом сосновые леса – [модель] показывает, что будут возобновляться. Потенциально могут возобновляться в горных территориях.

2. Сопrotивляемость нет [не учитывали], вы очень правильно сказали, что лес действительно самоподдерживающая структура и в том сценарии долгосрочных климатических изменений согласно этому сценарию эти изменения будут происходить постепенно растянуто в течение там 100 лет и вполне допускаю мысль что лесные экосистемы успеют приспособиться к данным изменениям.

Наши модели, особенно в большинстве исследований по климатогенной динамике, всё-таки это чистая, большей частью математика, когда она [модель] вычленяет некий определенный условный оптимум вот этого события, который мы моделируем, и смотрит, насколько этот оптимум изменится в будущем. Если, допустим, в этом пикселе температура увеличивается, уйдет за пределы оптимума, соответственно вероятность встречаемости вида там будет падать в ноль. Понятно, что здесь необходимо биологически интерпретировать и в любом случае подходить довольно взвешенно к оценке подобных результатов.

Ответы на вопросы **Н.А. Щипанова**:

1. В – это биотические взаимодействия, то есть конкуренция.
2. Нет. В данной ситуации в модель мы берем конечный результат моделирования вида по абиотическому набору, то есть температурно-водный режим.
3. Да.
4. Пересечение областей А и В — это реализованное. Сам круг В показывает все возможные биотические взаимодействия на вид. Конкуренция, симбиотизм.

Ответы на вопросы **Ф.А. Осипова**:

1. Что касается валидации. Вообще, вопросы валидации и верификации в подобного уровня моделировании, это [очень] интересное направление. Я не буду сейчас касаться непосредственно математической валидации, то есть критериев Акаике и Байеса, это все коллеги знают.

Насчет полевой, так называемой field validation, то есть полевой валидации. Очень интересные результаты у нас получились в рамках работы по переднеазиатскому леопарду и по соотношению полученных, вот по лобарии легочной. Я в докладе, к сожалению, не отразил эти моменты, потому что они в принципе опубликованы в работах, но по одной из выпущенных в природу реинтродуцированных особей, самке Волна, мы провели очень интересное моделирование. И вот для людей, которые занимаются подобной тематикой, на мой взгляд, это был очень уникальный опыт. И в пользу этого случая я еще раз хочу поблагодарить коллег из Института Северцева за предоставленную возможность поработать с такими данными. Фактически мы проводили валидацию в режиме реального времени. То есть ошейник с передаваемыми спутниковыми данными висел на самке полгода, мы моделируем по этому набору точек. Полученная модель через полгода валидируется по старым и соответственно получаясь шикарные результаты, которые позволили предсказать, что Волна в течение короткого времени уйдет на Центральный Кавказ и в сторону запада, что в будущем позволило предсказать возможные места, где этот вид будет встречаться. Этот вид там действительно встречался, в частности, в Кабардино-Балкарии в широколиственных лесах.

По поводу литературных сведений, здесь я могу, скажем так, в некоторой степени похвастаться тем набором научных знаний, которые есть у нас в институте по Кавказу. Асланби Казиевич Темботов [и его ученики] около 60 лет занимался сбором сведений, и на мой взгляд, такой коллекции по животным Кавказа не может похвастаться ни один Институт. Также сейчас проводится работа по гербарному материалу. То есть фактически

есть огромный массив данных, которым мы можем использовать в качестве валидирования.

2. За исключением того случая, когда мы оценивали влияние масштаба на изученные виды, все модели были приведены к единому пространственному масштабу для всех видов. То есть это стандартный масштаб 30 угловых секунд, около 1 квадратного километра.

Ответы на вопросы **К.Б. Гонгальского**:

1. Нет, это не авторская методика, она существовала.

2. Я позволю себе [ответ на вопрос] начать немножко издалека. Моделированием Maxent, изучением закономерности и пространственного распределения объектов я занимаюсь уже около 13 лет. И в течение этого периода я переработал огромный массив информации, посвященный подобному и другим типам моделирования. В большинстве случаев, до текущего момента любые модели, касающиеся пространственного распределения очень многих объектов, то есть массив литературы, там исчисляется десятками тысяч статей. Все эти модели они касаются только климатических характеристик. Мы в своем исследовании показали возможность того, что помимо климатических исследований, мы можем добавлять еще и биотические взаимодействия, и плюс оценивать возможность влияния так называемого фактора доступности среды на пространственное распределение. Это довольно четко, поэтому мы показали именно три последовательных моделирования, то есть А, ВА, ВАМ. На мой взгляд, довольно показательно: А-модель [показывает] очень широкое распространение, ВА-модели, они сужаются, ВАМ-модели, зачастую для всех исследованных видов очень четко локализуют, то есть представляют нам более строгие модели.

3. Та попытка формализации фактора доступности среды и movement, реализованная через функцию расстояния до оптимума, это наш теоретический вклад в экологию, потому что, как я говорил [в докладе], только летом этого года m-фактор вообще был выведен из теории в практику авторами этой концепции. И на сегодняшний день пока идёт отработка методов, наработка, возможно, ошибок, в том числе и при моделировании. На мой взгляд, [наш вклад] – вот этот подход по интеграции трех компонентов в экологической нише в единую модель.

Ответы на вопрос **М.Г. Кривошеиной**:

1. Начну с конца вопроса, посвященного птицам. По опыту могу сказать, что мы моделируем [для птиц] именно гнездопригодные территории. И оказалось, что птицы гораздо более жестче привязаны к территориям. Казалось бы, они свободно летающие, могут спокойно перемещаться. Но оказалось, что они гораздо жестче привязаны к территориям, нежели другие довольно высококомобильные объекты.

2. На текущий момент мы не использовали так называемые показатели рассеяния или скорости перемещения видов, потому что фактически таких сведений мы не нашли. Даже элементарно для той же амброзии нами достоверных, нормально собранных данных по скорости распространения не было обнаружено. И к сожалению, не обладая вот этой переменной, мы не можем сказать, насколько скорость распределения и удаленность от оптимумов позволит этому виду, этому фактору m сокращать или увеличивать площадь вот этих моделей. Пока вот эта огромная недоработка моделей, но мы ведем исследования в этой области, наиболее перспективно работать с инвазионными видами, потому что они на слуху, они довольно легко определяемые и по ним, в том числе и по литературным сведениям, возможно восстановить скорость распределения вида и по ним возможно создать теоретическую модель и дальше ее продвигать уже с учетом скорости.

При проведении дискуссии были высказаны следующие мнения:

Константин Брониславович Гонгальский, доктор биологических наук, профессор РАН, ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией изучения экологических функций почв Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова Российской академии

наук, член совета: «Я бы хотел обратить внимание слушателей к тому, что тема работы состоит из двух частей. Это пространственный анализ и теория экологической ниши. И в общем, собственно, все, что мы слышали и в рассказах оппонентов, и в докладе, это все касается пространственного анализа. Тут я, безусловно, преклоняюсь перед трудолюбием и способностями диссертанта проанализировать тот огромный массив данных с помощью программы, которая достаточно современна и требует довольно больших умений чтобы с ней работать. Но продолжая мой вопрос, который я задавал, я не услышал ничего о теории экологической ниши. И в чем автор продвинул эту теорию, мне из диссертации было совершенно непонятно. Я попытался проанализировать публикации, которые приведены в автореферате. Все публикации носят точечный локальный характер распространения лабарееи и приводит его к тому, что у него нет и теории, которые он защищает. Более того, я отмечу, не знаю, касается ли это вообще практическая вещь защиты или нет, но в реферате проведены все статьи, которые вышли в переводных журналах два раза. То есть там по крайней мере четыре статьи проведены дважды. Поэтому у меня довольно серьезные сомнения относительно того, есть ли тут предмет защиты, в этой работе».

Вячеслав Владимирович Рожнов, доктор биологических наук, академик РАН, заведующий лабораторией поведения и поведенческой экологии млекопитающих Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова Российской академии наук, председатель совета: «У нас члены учёного Совета помнят, это уже вторая защита по моделированию местообитания и по моделированию пространственной экологии, моделированию жизни животных. И я должен сказать, что потребность в разработке инструмента, который позволял бы моделировать использование пространства, пространственную жизнь, выявлять те факторы, которые определяют пространство распределения и пространственную жизнь компонентов экосистем, они чрезвычайно востребованы, о чем свидетельствует много работ, которые публикуются в последнее время. И в этом плане на мой взгляд работа Рустама Хаталиевича, вполне уместна, и укладывается в те рамки, в которых проводятся такие работы и позволяет действительно разработать новые инструменты для моделирования пространственных использования вот этого инструмента в пространственной экологии животных. Собственно говоря, этот инструмент позволяет и прогнозировать те изменения, которые происходят в пространственной жизни каких-то видов. И на мой взгляд, это всё очень хорошо отражено в этой работе. И на мой взгляд, это достаточный вклад в науку для того, чтобы заявлять работу в качестве докторской диссертации. На мой взгляд, эта работа выполнена достаточно хорошо».

Дмитрий Геннадьевич Замолотчиков, доктор биологических наук, главный научный сотрудник лаборатории структурно-функциональной организации и устойчивости лесных экосистем Федерального государственного бюджетного учреждения науки Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов Российской академии наук, член совета: «Наш уважаемый коллега поднял вопрос: в какой степени есть вклад этой работы в теорию экологической ниши. Но в принципе вклад в теорию, он может быть действительно развитие самой теории, то есть выдать что-то такое, что выдал Хатчинсон с своей многомерной нишей, что потом будет использоваться именно в качестве такого учебного пособия и фундамента для, так сказать, крупного обобщения. Но кроме того, с моей точки зрения развития теории, это может быть применение теории, соответственно, существующей, соответственно к решению тех или иных конкретных научных задач. Вот если в отношении первого, так сказать, вклада теории действительно вопрос совершенно справедлив, но мне кажется, он вполне компенсируется тем, каким образом теория экологических ниш и существующие подходы к моделям экологических ниш были применены к описанию объектов и, скажем так, стандартизованы. То есть, с моей точки зрения, поставленная соискателем задача поиска единого методологического подхода вполне является именно теоретической, а не практической задачей, потому что, создавая конкретную модель конкретного объекта, решая большой комплекс соответственно задач, он создал подход. И это подход теоретический. Этот подход, на самом деле, могу

подтвердить, начинают использовать другие люди при анализе тех или иных пространственных событий. Например, создание моделей биологических инвазий. И ссылок здесь достаточно много. С моей точки зрения препятствий для защиты именно докторской диссертации в общем не должно быть».

На заседании 19 декабря 2023 г. диссертационный совет принял решение за постановку и выполнение научной задачи, имеющей значение для развития научных представлений в биологических науках о методологии моделирования пространственного распределения компонентов горных экосистем и их динамики под действием естественных и антропогенных факторов, присудить Пшегусову Рустаму Хаталиевичу ученую степень доктора биологических наук. При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 21 человека, присутствовавших на заседании, из них 7 докторов наук по специальности 1.5.15 – экология (биологические науки) из 30 человек, входящих в состав совета, дополнительные члены в совет не вводились, проголосовали: «за» 19, «против» 1, недействительных бюллетеней 1.

Председатель
диссертационного совета
академик РАН

Рожнов Вячеслав Владимирович

Ученый секретарь
диссертационного совета
к.б.н.

Кацман Елена Александровна

19 декабря 2023 г.

МП