



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
ДАГЕСТАНСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

367000, г. Махачкала ул. М. Гаджиева 45. Тел.: (8722) 67-06-20, 67-49-65  
факс: (8722) 67-49-65, e-mail: dncran@mail.ru, http://www.dncran.ru

№ 17 200-413

«21» 03 2023 г.

«УТВЕРЖДАЮ»  
Директор ДФИЦ РАН  
член-корреспондент РАН,  
доктор физико-математических наук  
А.К. Муртазаев

«21» марта 2023 г.

### ОТЗЫВ

ведущей организации Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
Дагестанского федерального исследовательского центра Российской академии наук  
о теоретической и практической значимости диссертационной работы

Огурцова Сергея Сергеевича

«Моделирование пригодности местообитаний бурого медведя *Ursus arctos* (Linnaeus, 1758)  
на основе функции выбора ресурсов в мозаичных ландшафтах южной тайги»,  
представленной к защите на соискание ученой степени кандидата биологических наук  
по специальности 1.5.15 – экология

На различных этапах развития экологии животных сменялись приоритеты и методология исследований. В настоящее время акценты в экологических исследованиях сместились в сторону построения филогеографических реконструкций и математического моделирования различных аспектов экологии видов. Такая логика современных экологических исследований полностью оправдана, так как позволяет вскрыть сложные взаимосвязи видов со средой за счет новых инструментальных возможностей и получить с

очень высокой точностью целостную картину экологии вида. Одним из важнейших показателей экологии вида, который очень сложно изучить, используя только классические зоологические методы является оценка специфики используемого видом пространства, которая, как правило, отличается мозаичностью. В этом случае очень уместно использование методов моделирования, которые значительно расширяют возможности объективной оценки данного показателя. На сегодняшний день моделирование пространственного распространения видов является одним из наиболее прогрессивных и динамично-развивающихся направлений современной экологической науки. Построение моделей подобного рода позволяет решать целый комплекс разнообразных задач, как фундаментальных, например, исторической экологии и хорологии или моделирования экологических ниш, так и прикладных, как распространение инвазионных видов или прогнозное моделирование ареалов в условиях глобальных климатических изменений. Данное направление исследований приобретает особую важность, поскольку открывает широкие возможности для выполнения различных научно-обоснованных охранных мероприятий: проектирование особо охраняемых природных территорий, выявление ключевых местообитаний, построение миграционных коридоров, оценки лимитирующих факторов и степеней риска для выживания видов и др. В этом контексте считаем очень своевременной и актуальной диссертационную работу Огурцова Сергея Сергеевича, которая посвящена построению моделей пригодности местообитаний крупных млекопитающих на примере бурого медведя (*Ursus arctos*, L. 1758).

Крупные млекопитающие повсеместно являются одними из самых уязвимых видов животных, многие из которых уже находятся под угрозой исчезновения или стремительно приближаются к этому статусу. Бурый медведь представляет особый случай. С одной стороны, его мировой ареал значительно сократился за последние 500 лет, во многих регионах он бесследно исчез, в других стал крайне редким. С другой стороны, на большей части настоящего ареала (Россия, Канада и отдельные штаты США) этот вид продолжает оставаться охотничьим и сохраняет высокую численность. Как вид, бурый медведь обладает широким диапазоном толерантности ко многим экологическим факторам, что позволяет ему существовать в широком диапазоне условий окружающей среды. Такая экологическая пластичность, а также высокоразвитая высшая нервная деятельность наряду с выраженной способностью к запоминанию, обучению и адаптации позволяют медведю приспосабливаться к изменяющимся природным и антропогенным факторам. Тем не менее, механизмы этих изменений еще до сих пор остаются не до конца изученными, потому что они обладают выраженной экорегиональной специфичностью и могут сильно различаться в

разных участках мирового ареала. Именно поэтому так важно научиться выявлять эти механизмы через моделирование использования медведем своих основных ресурсов.

На большей части территории России бурый медведь все еще остается многочисленным видом. В то же время, поскольку он способен быстро реагировать на изменения окружающей среды, что отражается на его экологической нише (форме, структуре, параметрах), он может рассматриваться как чувствительный индикаторный вид, по состоянию которого возможно оценивать общий статус нарушенности экосистем. В этом отношении исследования адаптационных механизмов его взаимодействий с местообитаниями, трансформации экологической ниши и ведущих факторов, определяющих такие процессы, становятся еще более актуальными и приобретают большую значимость.

В связи со всем вышеизложенным, диссертационное исследование Огурцова Сергея Сергеевича представляет несомненный интерес как с точки зрения поставленной проблематики, так и с точки зрения выбора объекта исследования.

Целью диссертационной работы Огурцова С.С. является разработка общей и сезонных моделей пригодности местообитаний бурого медведя на основе вероятностной функции выбора пищевых ресурсов в условиях как малонарушенных, так и антропогенно-трансформированных ландшафтов южной тайги на примере Центрально-Лесного заповедника и его охранной зоны. В отличие от большинства других опубликованных по данной тематике работ, автор выбрал совершенно другой и менее тривиальный путь. Само по себе моделирование пространственного распределения (SDM) представлено в диссертации лишь отчасти, применительно к пищевым объектам бурого медведя. Само же моделирование пригодности его местообитаний (HSM) выполнено намного глубже, с использованием функций выбора ресурсов (RSF).

Материалы диссертации были представлены на 20 международных и российских конференциях, среди которых крупнейшая конференция специалистов по всем видам медведей – 26th International conference on Bear Research and Management, проходившая в Словении. По теме диссертации опубликовано 27 печатных работ, включая 9 статей в ведущих российских и международных рецензируемых журналах. Апробация результатов диссертационной работы не вызывает сомнений.

Диссертация изложена на 350 страницах машинописного текста, включает введение (глава 1), описание территории исследований (глава 2), материалы и методы (глава 3), основные полученные результаты и их обсуждения (главы 4–7), заключение, выводы, а также приложение. Работа содержит 41 таблицу и 106 рисунков. Отдельно стоит отметить внушительный список литературы – 600 источников, из которых 508 представлены на

иностранных языках. Все это уже свидетельствует о глубине проработки материала и основательности подхода автора к исследуемой проблеме.

Важно отметить, что наибольшего внимания заслуживает сама логическая структура диссертации, которая часто является слабым местом многих работ. Автор (видимо намеренно) решил отойти от устоявшихся правил и представил взгляд на экологию медведя совершенно с другой стороны, еще малораспространенной в российской науке. Он не описывает как таковую экологию этого крупного хищника в различных ее аспектах, а воссоздает ее, используя формализованное представление – модели, с которыми можно взаимодействовать. На основе внушительного объема фактического материала вместо традиционных описаний строятся математические модели и проводятся расчеты, в результате чего иногда делаются неочевидные выводы. Автор справедливо отмечает, что подобные выводы не могли бы быть получены простыми описательными схемами, но смогли быть выявлены при использовании адекватного математического аппарата. Именно в этом и кроется сама суть моделирования и его неоспоримое преимущество перед субъективным описанием действительности: результаты определяются самими исходными данными, а задача исследователя сводится к корректной интерпретации полученных результатов.

Возвращаясь к структуре работы, стоит отметить ее продуманность и логичность. Для начала автор четко разделил понятия SDM, HSM и RSF, которые встречаются в работе. Именно поэтому такое большое внимание было уделено обзорной части – **Главе 1**. Начиная с самых основ и общих концепций пространственного моделирования, изложенных в разделах 1.1–1.4, соискатель постепенно переходит к различным его аспектам и функциональным значимостям для изучаемого вида, которым посвящены разделы 1.6–1.8. В заключительном разделе 1.10 он проводит четкое разделение между моделированием пространственного распределения, пригодности местообитаний и функцией выбора ресурсов. Здесь стоит отметить большую путаницу в данных терминах среди исследователей не только в отечественной, но и мировой науки. Насколько известно, функции выбора ресурсов еще не обсуждались в российской научной литературе и слабо знакомы большинству исследователей. С этих позиций особенно уместным выглядит раздел 1.5, посвященный общим положениям таких функций, и раздел 1.8, где изложены представления о новом (со слов автора) расширении этих функций. Объем только первой главы составляет 74 страницы, что говорит о тщательной теоретической проработке проблематики исследования и глубоком анализе литературы.

**Глава 2** посвящена описанию территории исследования. Она представлена последовательно и достаточно подробно. В этой главе автор приводит разнообразные сведения как о самом заповеднике, так и о его охранный зоне, делая акцент на истории



природопользования территории в разделе 2.6. На первый взгляд это выглядит не совсем уместным, однако в общем контексте работы и полученных результатов о важности антропогенно-нарушенных ландшафтов для бурого медведя наличие этого раздела оправдано.

**Глава 3** посвящена материалам и методам исследований. Важно отметить, что автор правомерно использует сразу несколько методов экологического моделирования, которые еще не получили широкого распространения в российской науке. Несмотря на то, что по своей сути работа посвящена различным моделям, а процесс их создания вынесен как в название самой диссертации, так и в ее цель, работа выполнена без ущерба своей экологической составляющей. Более того, поражает значительный объем собранного материала – на протяжении 13 лет Огурцовым С.С. пройдено более 6500 км в рамках 476 учетных маршрутов. Им проанализировано 758 экскрементов бурого медведя и зафиксировано 3604 точки его присутствия. Это говорит о том, что была проделана колоссальная полевая работа. Стоит отдельно отметить насколько ответственно и скрупулезно автор подошел к самому процессу моделирования, описанию которого уделена большая часть **Главы 3**. Очевидно, что изучив внушительный объем литературы, автор старается охватить все основные рекомендации других исследователей, боясь где-то ошибиться и что-то упустить из виду. Доказательством этому служат частые упоминания, что те или иные процедуры основаны на рекомендациях определенных авторов с приведением соответствующих ссылок или цитат. Видно, что автору известно большинство ошибок, которые допускаются в подобном моделировании, и он тщательно пытается их обойти и объяснить это в диссертации.

В последующих главах (4–6), где представлены основные результаты исследования и их обсуждение, очевиден последовательный индукционный подход.

В **Главе 4** представлены результаты анализа пищевого рациона бурого медведя, включая: общую характеристику, сезонную динамику и различие пищевого рациона бурого медведя в заповеднике и его охранный зоне. Важно, что соискатель достаточно удачно провел сравнительный анализ пищевого рациона бурого медведя с аналогичными данными для европейских популяций из литературных источников. Эта глава имеет самостоятельное значение, так как содержит новые количественные данные, расширяющие знания о трофической экологии вида. Основным выводом, который не вызывает сомнения, сводится к утверждению о близости рациона питания медведя на исследуемой территории к рационам популяций, обитающих в восточной и южной Европе.

В **Главе 5** представлены модели пространственного распределения кормовых ресурсов с применением метода максимальной энтропии (MaxEnt). Проведённые оценки

качества построенных моделей (TSS, AUC) показали, что пространственное распределение воспроизводится удовлетворительно только для 10 из 14 видов пищевых ресурсов. Проведенный анализ позволил построить карты пространственного распределения пищевых ресурсов для моделей, которые характеризовались приемлемыми значениями оценок качества. На основании созданных карт пространственного распределения пищевых ресурсов формулируется положение о том, что антропогенно-трансформированная территория охранной зоны предоставляет более широкий спектр кормов для бурого медведя, чем малонарушенная территория заповедника.

В **Главе 6** представлены результаты заключительного этапа – построения реальных функций вероятности выбора ресурсов (RSPF). В этой главе последовательно излагаются все важнейшие процедуры построения адекватных общей и сезонных RSPF моделей выбора ресурсов. Приемлемая точность построенных моделей обеспечивается рядом важных процедур, включающих: оптимизацию моделей, т.е. выбор набора наиболее значимых предикторных переменных по критерию AIC; диагностику моделей, т.е. оценку влияния пространственной автокорреляции в остатках моделей; и, наконец, комплексную оценку качества моделей с применением широкого набора рекомендованных метрик (таблица 6.3.3).

Заключительная **Глава 7** предоставляет общий взгляд на функциональную структуру местообитаний в большей степени уже с точки зрения традиционной описательной экологии. В этой главе Огурцов С.С. анализирует полученные результаты в разных аспектах для лучшего понимания общей и сезонных моделей использования бурым медведем территории заповедника и его охранной зоны. Именно благодаря ей многочисленные модели приобретают биологический смысл и объяснение. Выводы, полученные на основе моделирования, подкрепляются наглядными натуралистическими наблюдениями, а использование медведем местообитаний объясняется вполне логичными причинами.

Среди основных выводов наиболее интересным выглядит заключение, что антропогенно-трансформированные ландшафты в большей степени предпочитают бурым медведем, чем строго охраняемая территория заповедника. На первый взгляд это может показаться сомнительным, но автор вполне обосновано аргументирует это и подтверждает результатами построенных моделей. Основной экологический смысл работы, таким образом, заключается в том, что после ухода человека с хорошо освоенных земель, такие ландшафты через какое-то время приобретают высокую пищевую ценность для бурого медведя (и надо полагать, что и для других видов млекопитающих, например, кабана и енотовидной собаки). Именно этим автор объясняет такую высокую плотность населения бурого медведя на территории исследований, подчеркивая важность ее мозаичного характера.

Несмотря на общую проработанность исследования и логичность умозаключений соискателя, имеются некоторые замечания к данной работе.

1. Период сбора данных выглядит чересчур растянутым для такой достаточно маленькой территории с мозаичными ландшафтами. Как следует из описания территории исследований, она подвержена различным трансформациям как естественного (ветровалы), так и антропогенного (вырубки) характеров. Очевидно, что за 14 лет общий облик территории менялся, что осталось не отраженным в работе автора. В диссертации отражено некое среднее статичное состояние экосистем без динамических смен.

2. Основной вывод работы, который уже был озвучен, выглядит весьма интересным, однако автор не выводит из него каких-то практических рекомендаций для дальнейшего применения подобных моделей. Большинство рекомендаций касаются непосредственно методов и подходов моделирования. Но как могут разработанные модели использоваться для менеджмента и охраны популяций бурого медведя, на котором автор делал акцент в актуальности своей работы? На наш взгляд, по этому вопросу осталась недосказанность, хотя было бы уместно привести еще один небольшой раздел, касательно практических рекомендаций по применению основных выводов работы.

3. Не совсем понятным остается связь между пищевой привлекательностью местообитаний и плотностью населения медведей, которую пытается построить автор. С одной стороны, полученные результаты и модели наглядно показывают пригодность местообитаний вида и даже объясняют причины такой пригодности. Но при этом данные по численности взяты лишь с части территории, при том с той, где привлекательность местообитаний не такая высокая. Было бы намного интереснее связать плотность населения с кормовой ёмкостью более детально и подробно, сделав акцент не на общие оценки, а на пространственное отражение этих показателей и их сопряженность. Действительно ли в наиболее пригодных местообитаниях наблюдается максимальная плотность населения вида? Возможно ли вывести пересчетный коэффициент, который позволит предсказывать плотность населения через кормовую емкость? Эти насущные вопросы имели бы намного большую практическую ценность и существенно повысили значимость работы.

4. Наиболее существенным недостатком работы (если это можно так назвать) является некоторая однобокость оценки привлекательности местообитаний медведя. Без сомнения, энергетическая ценность и доступность кормового ресурса часто является основой благополучия вида, но не является целиком определяющей. Несмотря на то, что автор заведомо ограничил область своих моделей исключительно пищевой привлекательностью, оговорив при этом важность защитной и репродуктивной компонент, хотелось бы увидеть в подобной работе хотя бы самые общие предикторы защитной значимости (например,

захлавленность леса или хотя бы его проективное покрытие). Очевидно, что это еще больше бы перегрузило работу, но, вероятно, могло бы быть добавлено за счет сокращения излишне подробных теоретических выкладок по самому моделированию.

5. Среди выводов диссертации звучит фраза «Построенные RSPF-модели выявили, что большую роль играет не только наличие самого пищевого ресурса, но и его пригодность для потребления (урожайность, подходящие морфологические характеристики и фенофаза)». По всей видимости, это действительно так, и автор даже частично доказывал это утверждение, используя так называемые «кривые отклика». В то же время, нам кажется, что для подобного вывода собранных данных (или их обработки) все еще недостаточно. Так, для определения влияния фенологии и урожайности кормов на пригодность местообитаний вполне логично было бы ожидать самих данных по этой фенологии и урожайности, чего в работе не представлено. При этом у автора есть публикации, где отражены результаты таких исследований. Почему он решил не включать эти данные в работу, что было бы весьма логично, остается неясным.

Несмотря на указанные замечания, в целом можно утверждать, что работа выполнена на очень высоком уровне и вносит существенный вклад в методологию изучения пригодности местообитаний хищных млекопитающих в мозаичных ландшафтах и алгоритмов использования методов моделирования для изучения различных аспектов экологии крупных млекопитающих. Соискателем собран большой фактический материал, проведена скрупулезная работа с литературой, тщательным образом проработаны методические аспекты экологического моделирования, но при этом, что особенно ценно для подобных работ, не потеряна связь с биологической реальностью. Сделанные выводы логичны и правомерны, опираются на полученные результаты построенных моделей, надежность которых проверена на независимых данных. Отдельно отметим в качестве неоспоримой новизны работы, что автор построил оригинальный комплекс взаимосвязанных моделей и на наш взгляд выбрал для этого оптимальный путь, учитывая большое разнообразие известных моделей. Соискателем по теме диссертации опубликовано 27 работ, включая 7 статей в рейтинговых академических и зарубежных журналах, рекомендованных ВАК РФ, а также 2 статьи в журналах, индексируемых в базах Web of Science и Scopus.

Автореферат диссертации в полной мере отражает основные результаты диссертационного исследования, иллюстрирован таблицами и рисунками и полностью отвечает требованиям ВАК.

Считаем, что по объёму и качеству исследований, методическому уровню, новизне полученных результатов, а также обоснованности научных положений и выводов представленная диссертация «Моделирование пригодности местообитаний бурого медведя

*Ursus arctos* (Linnaeus, 1758) на основе функции выбора ресурсов в мозаичных ландшафтах южной тайги» отвечает всем требованиям пп. 9-11, 13, 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 диссертациями на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Огурцов Сергей Сергеевич заслуживает присвоения степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.15 – экология.

Член-корреспондент Российской академии наук, д.б.н., профессор, главный научный сотрудник лаборатории экологии животных Прикаспийского института биологических ресурсов Дагестанского федерального исследовательского центра Российской Академии Наук (ДФИЦ РАН), 367000, Россия, Республика Дагестан, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, 45, тел. 8 (903) 423 46 00, e-mail: mmrd@mail.ru

Магомедов Магомед-Расул Дибирович

Подпись Магомедова Магомед-Расула Дибировича

Заверяю: Главный ученый секретарь ДФИЦ РАН

Зобов Евгений Маратович

Отзыв на диссертацию и автореферат заслушан, обсужден и принят на семинаре лаборатории экологии животных, протокол № 5 от 17 марта 2023 г., результат голосования: за - 18, против - нет, воздержались - нет.

Председатель семинара, заведующий лабораторией экологии животных ПИБР ДФИЦ РАН, доктор биологических наук (1.5.15 – экология)

Омаров Камиль Зубаирович

Подпись Омарова Камилля Зубаировича

Заверяю: Главный ученый секретарь ДФИЦ РАН

Зобов Евгений Маратович