

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора биологических наук, доцента Виноградова Владислава Владиславовича на диссертацию Якушова Василия Дмитриевича «Динамика популяций мелких млекопитающих средней енисейской тайги в связи с потеплением климата», представленную на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.15. – экология (биологические науки)

В диссертационной работе Якушова В.Д. на основе многолетних данных проанализировано влияние климатических изменений на смену режимов динамики сообщества мелких млекопитающих и ряда входящих в него популяций. Актуальность работы не вызывает сомнений, так как изменение режимов динамики популяций мелких млекопитающих из-за стремительных климатических изменений может отрицательно сказаться на функционировании природных экосистем, важным компонентом которых и являются изучаемые популяции. Данные о динамике популяций мелких млекопитающих могут быть использованы для создания моделей, предсказывающих влияние климатических изменений на экосистемы и их видовой состав. Это имеет практическое значение для планирования природоохранных мероприятий и управления ресурсами.

Степень обоснованности научных положений, выводов.

Выносимые на защиту научные положения и выводы, изложенные в диссертационной работе, являются результатом специальных и структурированных научных исследований, выполненных Якушовым В. Д. для достижения поставленной цели и решения очерченных задач. Достоверность оценки влияния климатических изменений на смену режимов динамики мелких млекопитающих исследуемого сообщества обусловлена значительным объемом проанализированного материала, а также корректно подобранными методами анализа данных.

Представленная диссертационная работа характеризуется надлежащим уровнем оформления и подтверждения результатов, основанных на значительном фактическом материале и большом количестве литературных данных.

Общий объем диссертации – 209 страниц. Она состоит из введения, четырех глав, заключения, выводов, списка используемых терминов, списка используемой литературы (247 источников) и приложений.

Во **введении** автор дает общую характеристику работы: убедительно обосновывает актуальность темы, четко формулирует цель, задачи исследований, положения, выносимые на защиту, научную новизну, теоретическую и практическую значимость диссертации.

Глава 1 **«Материалы и методы исследования»** занимает в диссертации особое место. Во-первых, она самая большая и занимает практически 30 страниц. Подробно изложены особенности места работы, методы сбора и очистки статистических данных. Стоит отметить, что автор, помимо того, что принимал непосредственное участие в отловах мелких млекопитающих в течение семи полевых сезонов, оцифровал также значительный объем данных – около 70% исходных полевых журналов за весь период исследований, что позволило провести более детальные расчеты.

Отдельное место в этой главе занимает раздел, посвященный методам анализа данных. Приводится и теоретическая справка, и конкретный способ применения метода в контексте решаемых задач. Кроме того, в приложениях диссертации размещен исходный код проведенного анализа на языках R и Python, занимающий около 40 страниц. Таким образом, из 209 страниц диссертации около 70 посвящено детальному описанию сбора данных и их анализа. В исходном коде автор использует не только готовые решения, но и самостоятельно разработанные функции, автоматизирующие ряд задач.

В целом, глава 1, посвященная описанию материалов и методов, представляет собой самостоятельный интерес и показывает хорошую профессиональную подготовку автора работы.

Далее в диссертации приведены 3 главы, в каждой из которых приводится решение одной из поставленных задач. Каждая из этих глав включает в себя обзор литературы, краткое описание использованных материалов и методов, полученные результаты и их обсуждение.

Глава 2 **«Климатические изменения района исследований»** посвящена анализу климатических данных за последние десятилетия. В литературном обзоре рассматриваются основные тренды климатических показателей для всего региона. Далее автор подробно анализирует изменения, начиная с 1961 года, непосредственно в районе исследований. Оцениваются тренды среднегодовых, сезонных и месячных температур приземного воздуха, а также их аномалий; сумм осадков; глубины снежного покрова и его качественных характеристик; продолжительность и сдвиг сезонов. Автор анализирует не только данные ближайшей к енисейской экологической станции «Мирное» метеостанции поселка Бахта, но и информацию по долине Енисея от Игарки на севере до Ярцево на юге, то есть на практически тысячекилометровом промежутке. Такой анализ позволяет делать более глобальные выводы о климатических изменениях. Исходя из целей и задач работы, автор анализирует не все метеорологические показатели, а в основном те, которые могли оказать наиболее существенное воздействие на динамику численности мелких млекопитающих. В частности, было рассчитано количество дней с неблагоприятным (для мелких млекопитающих) снежным покровом, а также количество циклов «замерзание-оттаивание», приводящих к ухудшению защитных свойств снежного покрова.

Выводы в данной главе обоснованы, но достаточно общие. Дальнейшее развитие они получают в главе 4, в которой подробно рассматриваются взаимосвязь климатических параметров и режимов динамики исследуемого сообщества мелких млекопитающих.

В главе 3 **«Типы динамики численности мелких млекопитающих исследуемого сообщества»** проведен анализ временных рядов численности большинства видов, входящих в состав исследуемого сообщества, причем для популяций и левого, и правого берегов Енисея. Оценена не только периодичность колебаний, но и их внутривидовая синхронность на разных берегах Енисея. По результатам анализа временных рядов проведена сегментация временных рядов на циклический и нециклические этапы. Показано, что, помимо нарушения циклических колебаний на рубеже веков, в последние годы отмечена тенденция к их восстановлению: факт, отмеченный лишь немногими исследователями по всему миру. Выделение различных режимов динамики также подкреплено дополнительными индикаторами (флуктуирующая асимметрия черепа у обыкновенной бурозубки, изменение размеров слоев надпочечников у красной полевки, изменение веса на разных стадиях динамики у ряда видов), полученными в ходе исследований, в которых автор принимал непосредственное участие. В целом, анализ временных рядов, выполненный в этой главе, представляет собой самостоятельную работу, которая опубликована в журнале первого квартала.

В главе 4 **«Связь климатических изменений и типов динамики численности исследуемых популяций»** автор связывает между собой результаты работы, обсуждаемой в главах 2 и 3. В литературном обзоре кратко рассматриваются различные факторы, влияющие на смертность, рождаемость и миграции, то есть определяющих численность популяции в данный момент. Поскольку в задачи данного исследования входило только изучение динамики численности мелких млекопитающих в связи с изменениями климата, то далее автор останавливается более подробно на фактах влияния метеоусловий на типы динамики численности.

В разделе «Результаты» показано, что в случае видов-доминантов значимы три метеопараметра: количество дней с неблагоприятным снежным покровом, продолжительность климатической «весны» и средняя температура апреля, при этом при циклическом типе динамики условия благоприятнее, чем при нециклическом.

Далее автор сосредотачивается на трендах выделенных параметров, аргументированно уделяя основное внимание количеству дней с неблагоприятным снежным покровом. Данный параметр характеризует продолжительность финальных стадий весеннего снеготаяния: чем больше продолжительность, тем тяжелее приходится мелким млекопитающим. Во время циклических колебаний величина этого параметра была небольшой, но постепенно росла, что, в конечном счете, привело к превышению порога упругости биологической системы, и смене режима динамики. При этом в последние годы было отмечено минимальное количество неблагоприятных дней, финальная стадия весеннего снеготаяния в связи с ростом весенних температур была максимально короткой, в результате чего произошел возврат системы к исходному состоянию – циклическому типу динамики.

Завершают основной текст диссертации «**Заключение**» и «**Выводы**». В «**Заключении**» автор приводит краткий обзор проделанной работы на фоне других работ, представленных в мировой литературе, и подводит читателя к, пожалуй, главному положению, выносимому на защиту, которое заключается в том, что влияние потепления на смену режимов динамики нелинейно: ранее считалось, что потепление климата привело к нарушению циклической динамики, однако то, что дальнейший рост температур может привести к улучшению условий, и, как следствие, к восстановлению популяционных циклов, показано впервые.

«**Выводы**» изложены на чуть более чем двух страницах и структурированы по поставленным задачам и, соответственно, главам диссертации. Стоит отметить, что выводы продублированы в конце каждой главы, что несколько облегчает ознакомление с текстом диссертации.

В целом диссертационная работа выполнена на надлежащем теоретическом и практическом уровне, содержит убедительный фактический материал, оставляет хорошее впечатление и заслуживает высокой оценки. Вместе с тем следует выделить некоторые вопросы и замечания, требующие дополнительного объяснения или дискуссии.

1. На 89 странице опечатка в фамилии в цитировании. Указано Chr., на самом деле это Nils Chr. Stenseth.
2. Стоит добавить некоторой однородности в обозначении единиц измерений на осях графиков. Например, на рисунке 5 градусы Цельсия приведены в квадратных скобках, а сантиметры – без.
3. В приложения к главе «Материалы и методы» можно было бы привести фотографии мест отловов, поскольку сами по себе точки, обозначающие расположение ловушек, нанесенные на спутниковый снимок, малоинформативны.
4. В главе 2 стоило также провести анализ температур поверхности почвы.
5. На все графики, иллюстрирующие климатические тренды, нанесены линии регрессии с соответствующими уравнениями. Исключение составляет рисунок 15. Несмотря на то, что автор пишет, что «четких трендов выявлено не было», привести уравнение регрессии все равно стоило бы.
6. В таблице 9, кроме статистически значимых параметров, стоит привести и все остальные с соответствующими коэффициентами.
7. Исходный код проведенного анализа, несомненно, подтверждает проведенные расчеты. Однако для лучшей воспроизводимости в дополнение к приложениям стоит привести ссылку на публичный репозиторий, в котором разместить как исходные данные, так и программный код.

Указанные замечания не носят принципиальный характер и не влияют на общую высокую оценку диссертационной работы.

Заключение о диссертационной работе.

Диссертация является завершенным научным трудом, результаты которого достоянно апробированы на международных и всероссийских научных конференциях и форумах. По материалам диссертации опубликовано 13 научных работ, из которых 6 статей в изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией при Министерстве образования и науки Российской Федерации. При этом 2 статьи опубликовано в изданиях первого квартиля (согласно наукометрической базе данных Scopus), в одной из них Якушов В.Д. является первым автором. Публикации полностью отражают результаты исследований.

По содержанию, объему и оформлению диссертация Якушова В.Д. «Динамика популяций мелких млекопитающих средней енисейской тайги в связи с потеплением климата» полностью соответствует требованиям п. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24.09.2013 (с изменениями, опубликованными в Постановлениях Правительства Российской Федерации от 30.07.2014 № 723, от 21.04.2016 № 335, от 02.08.2016 № 748, от 29.05.2017 № 650, от 28.08.2017 № 1024, от 01.10.2018 № 1168, от 20.03.2021 № 426, от 11.09.2021 № 1539), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата биологических наук, а ее автор, Якушов Василий Дмитриевич, достоин присуждения искомой ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.15. - экология (биологические науки).

Официальный оппонент:

Доктор биологических наук, доцент,
заведующий кафедрой биологии и экологии
федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего
образования «Красноярский государственный
медицинский университет им. проф. В.Ф. Войно-
Ясенецкого» Министерства здравоохранения
Российской Федерации

Виноградов Владислав
Владиславович

Адрес: 660022г. Красноярск ул. Партизана
Железняк д. 1
тел. +7 (391) 220-13-95, <https://krasgmu.ru/>

Подпись Виноградова В.В. заверяю:

(подпись) (расшифровка подписи)
«02» 04 2025 г.