

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу

Штабровской Ирины Михайловны

на тему: «**Температурный режим и население беспозвоночных горных почв Хибин**», представленную на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.15 Экология

Актуальность темы. Сообщества почвенных беспозвоночных являются универсальными индикаторами состояния как природных, так и антропогенно-трансформированных экосистем. Отдельное внимание почвенно-зоологические исследования заслуживают при изучении уязвимых горных экосистем. В суровых климатических условиях Заполярья ведущую роль в формировании структуры населения почвенных беспозвоночных играет гидротермический режим почв. Температура при этом является лимитирующим фактором, определяющим границы распространения видов на пределе их экологических возможностей. Несмотря на интенсивные исследования почвенной фауны Хибин на протяжении последних десятилетий, оценка влияния температурных параметров на разнообразие и распределение почвенных беспозвоночных в горах оставалась неизученной. Помимо климатических изменений, состояние горных экосистем существенно трансформируется под воздействием рубок леса и пожаров. При этом влияние данных процессов на почвенную фауну заполярных территорий остаётся также практически не исследованным. В связи с этим, работа Штабровской Ирины Михайловны, направленная на изучение трендов динамики температуры и распространения почвенных беспозвоночных в естественных и нарушенных экосистемах, характеризуется **научной новизной и практической значимостью**.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации. В основе диссертационной работы лежат многолетние данные, полученные лично автором, либо при его активном участии. Представлены результаты исследований 35 биогеоценозов Хибин за десятилетний период (с 2013 по 2023 гг.), достоверность которых подтверждается значительной выборкой и статистической обработкой, регистрацией баз данных в Федеральной службе по интеллектуальной собственности «Роспатент» и публикацией полученных результатов в рецензируемых научных изданиях.

Автором выполнена значительная по объёму **апробация** представленной работы. Результаты проведенного исследования были доложены и обсуждены на различных международных и всероссийских научных конференциях. Соискатель является соавтором четырех статей в журналах, рекомендованных ВАК РФ, три из которых индексируются в международных базах WoS и Scopus, а также двух зарегистрированных патентов. Диссертационная работа выполнена в рамках госбюджетных тем, Важнейшего инновационного проекта государственного значения «Разработка системы наземного и дистанционного мониторинга пулов углерода и потоков парниковых газов на территории РФ, обеспечение создания системы учета данных о потоках климатически активных веществ и бюджете углерода в лесах и других наземных экологических системах», а также поддержана грантами Российских научных фондов (РНФ, РФФИ).

Значимость для науки и практики полученных результатов. Полученные результаты значительно дополнили фаунистический список региона (выявлен 131 новый вид почвенных беспозвоночных). Один вид впервые включен в Красную

книгу Мурманской области. Охарактеризованы закономерности формирования сообществ почвенных беспозвоночных на рассмотренных высотных поясах и при различных типах нарушений. Исследование впервые систематизировало данные о температурной динамике заполярных горных почв, а также выявило долгосрочные последствия трансформаций для экосистем Хибин. Итоговые данные дают возможность оценить современное состояние экосистем и создают основу для моделирования их динамики.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы. Полученные результаты позволяют планировать природоохранные мероприятия и ограничивать хозяйственную деятельность и туризм на территории национально парка «Хибин» и других региональных ООПТ, а также вести поиск новых мест обитаний редких и охраняемых видов горной фауны. Списки видов беспозвоночных, выявленные на мониторинговых площадках (горно-таежный лес и три варианта его трансформации) могут быть использованы в качестве чек-листов при экологическом мониторинге заполярных нарушенных экосистем. Для проведения научной аналитической работы в области экологического и климатического мониторинга, а также реализации природоохранных мероприятий и принятия управленческих решений могут быть использованы разработанные базы данных («Температурная база данных горных почв Кольской Субарктики» и «Локальная фауна муравьев (Hymenoptera, Formicidae) Хибинского горного массива»).

Объем и структура диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, шести глав, заключения, рекомендаций, перспектив дальнейших работ, списка литературы, включающего 282 источника (42 на иностранном языке и 240 на русском). Работа изложена на 217 страницах, включает 76 рисунков, 23 таблицы и 8 приложений.

Анализ диссертации по главам. Первая глава посвящена детальному описанию рельефа и географических особенностей Хибинского горного массива, дается описание температурного режима, микроклимата, почв и растительности. Приводятся сведения о степени изученности фауны беспозвоночных Хибин, представлена общая характеристика населения почвенных беспозвоночных.

Во второй главе описываются объекты и применяемые методы исследования. Даны подробные описания почвенно-растительных характеристик всех высотных поясов изученных гор, зонального сообщества на прихибинской равнине, а также нарушенных в результате промышленной рубки и пожара участков. В подглаве «Полевые методы» детально описаны способы оценки температурного режима, описание использованного оборудования, методов почвенно-зоологических исследований с указанием сроков сбора материала и работы термохрон. Изложены способы математической обработки материала и гис-картографирования данных. Стоит отметить, что используемые в работе методы исследований сопровождаются большим количеством иллюстративного материала.

В третьей главе анализируются результаты полученных температурных показателей и населения беспозвоночных в основных горно-растительных поясах Хибин в зависимости от экспозиции склона (юго-западная, западная и южная), месторасположения гор в разных частях горного массива (высокогорная центральная и низкогорные окраины – западная и восточная), высоты над уровнем моря (с шагом 50 м). В ходе исследования установлено, что максимальные

температуры наблюдаются на участках березового криволесья и горной тундры. Для населения беспозвоночных отмечено, что в высотном градиенте при переходе от лесных и тундровых поясов к гольцовым пустыням сокращается их разнообразие и плотность, а наиболее богатые по таксономическому составу и численности сообщества беспозвоночных формируются на высотах 350–500 м н.у.м. преимущественно – на склонах западной экспозиции. Сниженная теплообеспеченность участков у основания склонов (слабый прогрев в летний период и интенсивное промерзание зимой) обуславливает меньшее разнообразие почвенной фауны.

Впервые для Хибин указаны семь видов муравьев рода *Formica*, 4 из которых имеют охранный статус, а *F. suesica* впервые включен в новое издание Красной книги Мурманской области (2024) в категории «уязвимый». В поясе гольцовых пустынь впервые отмечено восемь видов жужелиц, три из которых ранее не указывались для Хибин.

Четвертая глава посвящена характеристике населения беспозвоночных на вырубках и гарях в межгорной долине г. Кунийок на севере Хибин в многолетней динамике с оценкой температурных параметров и физико-химических показателей почв. Показано, что тип нарушения (вырубка или пожар) существенно влияет на тепловой режим почв и их химический состав. При этом лесная подстилка выполняет важную теплорегулирующую функцию, её сохранность является критически важным условием для поддержания теплового баланса почвы. Возникновение новых экологических ниш в процессе восстановительной сукцессии обуславливает появление видов беспозвоночных, впервые отмеченных для локальной фауны Хибин. В ходе проведенных исследований отмечено, что для мониторинга нарушенных экосистем потенциально возможно использовать в качестве биоиндикаторов не только видовые списки беспозвоночных, но и надвидовые таксоны (роды, семейства).

В **пятой главе** проведён сравнительный анализ температурных параметров северотаежного лесного подзола на основе современных (2016–2023 гг.) и архивных (1971–1982 гг.) данных, а также выполнено сопоставление этих параметров с горными почвами Хибин, расположенных в одной подзоне. Показано, что на динамику температурного режима почв в северотаёжных лесах (как зональных, так и горных) в годовых циклах, прежде всего, влияет региональный климатический фактор. Температурный режим почв зонального лесного подзола на прихибинской равнине по ряду показателей наиболее близок к условиям подзолов берёзовых криволесий, расположенных в средних частях горных склонов, где наблюдается более интенсивный прогрев.

Шестая глава посвящена обобщению огромного массива температурных данных за период 2012-2023 гг. для горных и зональных экосистем Мурманской области, который систематизирован в уникальную для региона базу данных. В информационную систему интегрированы результаты комплексных исследований горных почв, охватывающие зоологические, микробиологические и химические данные, представляя собой важный ресурс для научного анализа.

Автореферат полностью соответствует диссертации.

К работе **имеется ряд замечаний.**

1. Во второй главе (стр. 46) указано, что объектом исследования являются почвенная и герпетобионтная макрофауна и микроартроподы, однако в результатах обсуждаются данные по нематодам (относящихся к микрофауне), энхитреидам

(относящихся к мезофауне), насекомым-аэробиям. Так к какой размерной группе соискатель относит этих беспозвоночных? И в соответствии с какой классификацией?

2. Также на стр. 46 автор указывает, что «для учета беспозвоночных разных размерных и экологических групп (почвенной и герпетобионтной макрофауны и микроартропод) использовали стандартные методы отлова: отбор образцов подстилки (25×25 см²) и установку почвенных ловушек (Количественные методы ..., 1987; Barber, 1931)». Стоит отметить, что для почвенных микроартропод, а также нематод и энхитреид отбор образцов подстилки размером 25х25 см с ручным разбором и последующей выгонкой на эклекторах не является стандартным методом и не применяется в современных исследованиях. Кроме того, для выше указанных групп существуют и разные методы экстракции: метод Бермана (для нематод), метод Грефе (для энхитреид), воронки Тульгрена (для микроартропод) и т.д. Метод почвенных ловушек также не применяется для учета нематод и энхитреид. Автору стоило рассмотреть более современные работы с описанием применяемых в настоящее время методов почвенно-зоологических исследований (например, Potapov et al., 2022). Считаю, что включение, по крайней мере, нематод и энхитреид в обсуждение полученных результатов является некорректным и не соответствует действительности.

3. В главе 2 отсутствует информация об общем количестве собранного зоологического материала и количестве обследованных биотопов, что затрудняет оценить проведенный объем работ. В разделе «Научная новизна» отмечено, что результаты работы представлены «... на примере 35 биогеоценозов...», далее по тексту работы автор говорит о 32 биогеоценозах, в таблицах 2.1., 2.2., 2.3. приводятся характеристики для 25-26 участков. На стр. 46-47 соискатель указывает, что пробы были отобраны в 7-10 кратной повторности, ловушки установлены в 15 кратной повторности. Однако в соответствии с табл. 2.3, например, для горы Айкуайвенчорр ловушки установлены в 5 кратной повторности; на горе Юкспорр были установлены только почвенные ловушки, тем не менее, в главе 3 приводятся данные по почвенным пробам.

4. Можно ли считать правомерным сравнение показателей обилия микроартропод, нематод и энхитреид одновременно с представителями макрофауны и наземных беспозвоночных при использовании ловушечных данных?

5. Как автор выделял трофические группы макрофауны? В главе 3 жуужелицы и стафилиниды относятся к хищникам, однако соискатель сам в главе 4 указывает, что среди этих семейств встречаются и другие трофические группы. Например, на стр. 137 отмечено, что «... для некоторых родов жуужелиц характерна миксофитофагия»; стр. 138 «... стафилинид разной трофической специализации (хищников, сапро-мицетофагов или сочетающих хищничество и мицетофагию) известно также в родах ...». Этот же вопрос касается и отряда двукрылых. По литературным данным известно, что среди семейств двукрылых есть не только сапрофаги, но и хищники, и представители с комбинированным типом питания (например, Kozlov et al., 2022).

6. В соответствии с полученными результатами (главы 3,4; табл. 3.1;3.2;4.5), микроартроподы были отмечены только на г. Куэльпорр (гл. 3.2.2, табл. 3.2). Как автор может объяснить отсутствие коллембол и клещей на других горах и нарушенных территориях (особенно в почвенных образцах). Почему (и для чего) соискатель акцентирует внимание именно на семействе Sminthuridae среди

ногохвосток? Было ли проведено экспертное подтверждение правильности таксономической идентификации этого семейства, учитывая трудности определения коллембол?

7. В работе присутствуют результаты по биомассе некоторых групп беспозвоночных. Как соискатель определял их биомассу и почему для расчёта биомассы были выбраны лишь крупные таксоны? Как оценивалась биомасса энхитреид (рис. 3.32)? Для чего приведены эти результаты (и только для отдельных участков), если они практически не анализируются, не сравниваются с литературными данными?

8. Автор неоднократно упоминает о важности сохранения лесной подстилки и ее теплорегулирующей функции. Однако в рамках проведённой работы не получили должной оценки такие значимые факторы для почвенных беспозвоночных, как тип напочвенного покрова, параметры подстилки (толщина и мощность), а также характеристики самого биотопа. Какой фактор (температурный режим или особенности растительного покрова) автор считает более приоритетным для почвенных беспозвоночных (макрофауны и микроартропод)?

9. Для всех ли значений численности и динамической плотности почвенных беспозвоночных рассчитаны параметры достоверности? В тексте работы степень достоверности указана только в табл. 4.5, при этом непонятно что означают надстрочные буквы в заголовке столбцов (C^a , B^b , $ГC^c$, $ГB^d$)? В заголовке таблицы обозначено, что показатели представлены по результатам почвенных раскопок в 10-кратной повторности, а в примечании $n = 18$. Какой в итоге был объем выборки?

10. Что автор понимает под «уникальными» видами? Соответствует ли это определение существующей биологической терминологии?

11. Корректно ли говорить о специфическом комплексе насекомых-аэробиев (вывод 4) используя только почвенно-зоологические методы исследования (почвенные ловушки)?

12. В тексте очень часто одновременно употребляется русское и латинское название одного и того же таксона, что сильно перегружает текст. Как правило, латинские названия должны указываться в скобках и употребление русского и латинского названия допустимо один раз. Нет единообразия стиля оформления таблиц с таксономическим составом. Для пояса гольцовых пустынь (гл. 3.3.2) подобная таблица отсутствует, хотя эти данные имеют ценное значение. В работе имеется большое количество опечаток, несоответствий табличных значений и значений, приведенных в тексте, несоответствие русских названий некоторых семейств латинским и наоборот и т.д.

Заключение. Несмотря на ряд критических замечаний, автор смог качественно провести анализ полученных данных, что имеет большое практическое значение. Полученные результаты стимулируют новые идеи и открывают перспективы для дальнейшего развития исследований в регионе, подчёркивая необходимость сбалансированного подхода к управлению горными экосистемами, сочетающего охрану ключевых элементов (лесной подстилки) с учётом новых экологических реалий, вызванных климатическими и антропогенными изменениями. Представленное исследование носит комплексный фундаментальный характер.

В целом, диссертационная работа Штабровской Ирины Михайловны на тему: «Температурный режим и население беспозвоночных горных почв Хибин»

представляет собой законченную научно-квалификационную работу. По новизне исследований, теоретической и практической значимости, объему выполненного экспериментального материала она соответствует требованиям пп. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.15 Экология.

Официальный оппонент,
Кандидат биологических наук,
научный сотрудник отдела экологии животных
Института биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук – обособленного структурного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук» (ИБ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН)

Татьяна Николаевна Конакова

25.12.2025

Контактные данные:

Тел.: +7(909)123–39–00, e-mail: konakova@ib.komisc.ru

Специальность, по которым официальным оппонентом защищена диссертация:

03.02.08 – «Экология» (биологические науки).

Адрес места работы:

167982, Республика Коми, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая д. 28,
ИБ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, Отдел экологии животных.

