

УТВЕРЖДАЮ

Директор Федерального
государственного бюджетного

учреждения науки Институт водных

и экологических проблем

Сибирского отделения

Российской академии наук



А.Т. Зиновьев

11 августа 2025 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертацию Фахретдинова Артура Венеровича

«ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЙ МЕРЗЛОТНЫХ
ЛАНДШАФТОВ ЮЖНОЙ КРИОЛИТОЗОНЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ»,

представленную на соискание ученой степени кандидата географических
наук по специальности 1.6.21 – Геоэкология.

Актуальность исследования. Диссертация А.В. Фахретдинова исследует актуальную проблему – динамику мерзлотных ландшафтов Западной Сибири в условиях глобальных климатических изменений и усиливающегося антропогенного воздействия. Известно, что в условиях высоких широт климатические изменения последних десятилетий проявляются сильнее, чем в среднем по планете, что находит отражение в динамике многих природных процессов и ландшафтов в целом. С другой стороны, изменение флористического состава и структуры сообществ, рост фитомассы изменяют геоэкологические условия и устойчивость многолетнемерзлых пород, так как существует взаимосвязь растительности с температурой грунтов и глубиной сезонного протаивания. Автор справедливо отмечает, и с этим, несомненно, можно согласиться, что особенно актуальна задача определения современных трендов изменения растительности и

геокриологических условий в южной криолитозоне (зона островного и прерывистого распространения многолетнемёрзлых пород). Усугубляет природные риски техногенная деятельность, которая усиливает процессы таяния многолетнемёрзлых пород, что добавляет актуальности исследованию. Обеспечение безопасности народно-хозяйственных объектов и населения при активизации природных процессах является одной из первоочередных задач.

Научная новизна исследования заключается в том, что соискателем впервые для субарктической зоны Западной Сибири изучена взаимосвязь изменений фитомассы растительности мёрзлых торфяников и температурного режима их поверхности по данным спутниковых тепловых каналов; определены отличительные спектральные характеристики мёрзлых торфяников, проведено их картографирование и оценено пространственное распределение в различных частях южной криолитозоны; определены климатические маркеры геокриологических границ; проведено сравнение скорости восстановления растительного покрова мёрзлых торфяников под влиянием различных типов антропогенных нарушений; составлен прогноз изменения многолетнемёрзлых пород под торфяниками на ближайшие 30 лет.

Теоретическая и практическая значимость исследования.

Теоретико-методологическую основу исследования составляют положения, разработанные в рамках ряда дисциплин: ландшафтоведения, мерзлотоведения, геоэкологии. Теоретическая значимость состоит в том, что полученные результаты расширяют возможности анализа взаимосвязи наземных покровов с геокриологическими условиями и могут способствовать более полному пониманию роли глобального потепления в трансформации природных комплексов южной криолитозоны. Практическая значимость заключается в том, что выявленные закономерности динамики ландшафтов могут быть учтены при реализации различных народнохозяйственных проектов, традиционном природопользовании и мониторинге природной среды.

Достоверность результатов диссертационной работы подтверждается большим массивом анализируемых данных, включая данные дистанционного зондирования и полевые измерения, использованием статистических методов,

сопоставлением с результатами других исследований по сходной тематике. В диссертационной работе соискатель опирается на положения ландшафтоведения, мерзлотоведения и геоэкологии, в отдельных случаях логично развивает их на материале по модельной территории, исходя из чего можно говорить об обоснованности сделанных соискателем выводов и рекомендаций. Материалы диссертационной работы прошли апробацию на ряде научных конференций, опубликованы в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки России.

Структура и содержание диссертации.

Работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы и приложений. Основное содержание работы (без приложений) изложено на 155 страницах машинописного текста, включает таблицы и рисунки. Библиографический список содержит 233 литературных источника, из них чуть менее половины на английском языке. Приложения имеют самостоятельную ценность.

Во *Введении* стандартно обосновывается актуальность, цель и задачи диссертационного исследования, называются объект и предмет, научная новизна, практическая и теоретическая значимость работы, методы изучения, сформулированы основные защищаемые положения.

В *первой* главе рассмотрено современное состояние многолетнемёрзлых пород Севера Западной Сибири и причины их деградации, растительный покров как критический компонент криогенных ландшафтов. Отдельное внимание уделено методам дистанционного зондирования Земли в исследованиях полярных и приполярных геосистем. Проведенный анализ представляется достаточно глубоким. В частности, справедливо отмечается, что оценка снежного покрова методами ДЗЗ осложняется низким пространственным и временным разрешением космоснимков наиболее доступных спутниковых систем, а также техническими различиями в предоставляемых данных разных сенсоров.

Во *второй* главе приведено описание природных условий участков исследования. Описание приводится по единой схеме, что делает более удобным сравнительный анализ. Кроме этого, в главе представлена методологическая основа работы и материалы, положенные в ее основу: данные полевых геоэкологических и геоботанических наземных описаний,

задействованные материалы спутниковых съёмок, способы вычисления спектральных индексов и проведения управляемой классификаций космоснимков, методы расчёта индикаторных климатических параметров.

В *третьей* главе дана характеристика температурного режима грунтов мёрзлых торфяников, немерзлых лесов и болот во взаимосвязи с динамикой основных метеорологических показателей, определено площадное распространение указанных природных комплексов и их отличительные спектральные параметры. Отмечается, что наибольшее влияние среди метеопараметров на температуру многолетнемерзлых пород оказывает максимальная мощность снежного покрова за прошедший зимний период. На основе геоинформационного анализа показаны пространственно-временные различия температурного режима грунтов центральной части севера Западной Сибири за последнее десятилетие и установлены климатические маркеры южной границы криолитозоны в регионе.

В *четвертой* главе нашли отражение особенности современной динамики растительного покрова мёрзлых торфяников под влиянием климатических изменений и техногенного воздействия, определена взаимосвязь растительности с температурным режимом грунтов и глубиной сезонного протаивания.

В *пятой* главе показаны результаты прогноза изменения геокриологических параметров мёрзлых торфяников на основе мультирегрессионного анализа и моделирования будущих изменений растительного покрова данных геокомплексов с учетом факторов влияния.

В *заключении* подводятся итоги исследования и приводятся основные выводы по работе в целом.

Автореферат достаточно полно отражает основное содержание диссертации.

Замечания к диссертационному исследованию:

Проведенное автором исследование вносит существенный вклад в изучение ландшафтов высокоширотных сред и полярной геоэкологии. Автором решены поставленные в диссертационной работе задачи и получены соответствующие выводы. Однако при общей положительной оценке диссертационной работы, при ее рассмотрении возникли некоторые замечания.

1. На С. 7 диссертации (срока 14 сверху) в разделе «Научная новизна» приведена фраза, смысл которой не очевиден: «Проведено сравнение скорости восстановления растительного покрова мёрзлых торфяников под влиянием различных типов антропогенных нарушений». Восстановление растительного покрова происходит в результате влияния нарушений? Или после нарушений? Или одновременно с продолжающимися нарушениями?

2. На С. 14 впервые и затем неоднократно в работе (например, С. 57 рисунок 4) употребляются понятия «высота снежного покрова» и «мощность снежного покрова». При этом Гляциологическим словарем рекомендовано использование для соответствующей характеристики понятия «толщина снежного покрова».

3. Во второй главе на С. 34–35 сказано, что «Наличие мёрзлых торфяников было определено либо по данным наземных исследований, либо по характерным дешифровочным признакам на космоснимках». Возникает резонный вопрос: почему не было единого подхода при выборе участков? И каково соотношение участков, выбранных различными методами?

4. В работе соискатель неоднократно (в частности, на С. 38). использует средние климатические данные с сайта Погода и Климат, который не является достоверным. Вместо него необходимо было использовать сайт Гидромета АИСОРИ, где размещены данные по многим используемым автором метеостанциям (например, по Надыму). Это приводит к ошибкам средних данных. Например, автор указывает по Надыму среднюю продолжительность залегания устойчивого снежного покрова в 220 дней (неизвестно за какой период), в то время как в 1961–1990 гг. он составлял 216 дней, а в 1991–2020 гг. 212 дней.

5. На С. 71 автор утверждает, что «Сопоставление глубины протаивания с температурными индексами выявило наличие статистически достоверной корреляционной зависимости...». Однако вряд ли коэффициент корреляции равный 0,40 может подтверждать статистическую достоверность связи при длине ряда в 24 значения. На рисунке 22 и вовсе отражена связь статистически недостоверная, как и на рисунке 26.

6. В нескольких местах в тексте диссертации можно найти утверждения автора о достаточно быстром восстановлении растительности торфяников после пожаров. Так, на С. 117 (строка 6 снизу) говорится: «Результаты демонстрируют, что спустя 10 лет и более на отдельных участках значения

NDVI достигли уровня невыгоревших торфяников, а через 20 лет (2023 г.) практически полностью соответствовали первоначальным величинам». На С. 126 (строка 8 сверху) сказано со ссылкой на научного руководителя, что «на горях, отмеченных на торфяниках в 2001 г., спустя 30 лет (к 2033 г.) растительность должна практически восстановиться и приблизиться к прежнему облику...». На наш взгляд, подобные темпы представляются очень быстрыми для полного восстановления растительных сообществ после пожаров в данных широтах. Возможно, значения NDVI не в полной мере отражают состояние фитоценозов, фиксируя только фитомассу и не учитывая такие показатели как структура, флористический состав и т.д., то есть восстановление фитомассы не означает восстановление растительного сообщества, которое после восстановления фитомассы будет еще длительно перестраивать свою структуру до достижения устойчивого состояния. По нашим данным, на ряде участков в лесотундре Западной Сибири на современных снимках хорошо выражены гари начала 1970-х гг. (Черных и др., 2024).

7. Целесообразным представляется расширение периода исследования, хотя бы до 30 лет, а не ограничиваться 23 годами, поскольку для выявления тенденций динамики метеорологических показателей рекомендуются периоды в 30 лет и более.

8. На С. 126 сказано, что «Симуляция модели на 2033 г. (рисунок 60а) и карта изменений классов (рисунок 60б) демонстрируют, что в следующие 10 лет наибольшая динамика будет наблюдаться для гарей». И далее «... при отсутствии крупных по площади пожаров в ближайшие годы будет происходить зарастание нарушенных участков торфяников». Очевидный, на первый взгляд, вывод не исчерпывает всех возможных ситуаций, в частности таких ситуаций, когда частота пожаров будет возрастать.

9. Неудачны формулировки Заключения в работе. В частности, текст заключения не исчерпывающе отражает результаты исследования, приведенные в соответствующих главах, а выводы в конце Заключения недостаточно насыщены количественными показателями. Так, в работе упоминаются и анализируются различные разнонаправленные тенденции состояний многолетнемерзлых пород и факторы на них влияющие, но, по нашему мнению, не использован весь потенциал сравнения 4-х исследуемых участков и не сделаны все соответствующие выводы и прогнозы. Кроме того,

если анализ еще был проведен в удовлетворительной степени, то синтез значительно слабее. Так, зачастую выводы делаются по одним участкам, а другие игнорируются без достаточного обоснования. Все это не позволяет составить общей картины на основании всех 4-х участков. Не хватает также построения физической модели происходящих процессов, а также развернутых объяснений или хотя бы предположений почему разные типы торфяников по-разному реагируют на климатические изменения.

10. В тексте работы встречаются грамматические, стилистические и речевые ошибки. Так, в первой главе несколько раз вместо глагола «стоит» употребляется глагол «стоять»: С. 12 (строка 13 снизу), С. 15 (строка 7 снизу), С. 17 (строка 17 сверху). На С. 14 употреблен некорректный термин «залеживание снежного покрова». На С. 41 (строка 17 сверху) вместо «ивняковые» сказано «ивяньковые».

Заключение. Несмотря на указанные недостатки, не умаляющие достоинства работы, представленная диссертация выполнена на профессиональном уровне. Особо следует обратить внимание на огромный труд соискателя, связанный со сбором и обработкой значительного массива исходных данных (полевых и данных ДЗЗ), расчетами и картографической визуализацией результатов.

Таким образом, диссертация Фахретдинова Артура Венеровича «Геоинформационный анализ изменений мерзлотных ландшафтов южной криолитозоны Западной Сибири» представляет собой научно-квалификационную работу, которая соответствует требованиям п.п. 9–14 Постановления Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842 (в ред. от 16.10.2024 г.) «О порядке присуждения ученых степеней», а ее автор, Фахретдинов Артур Венерович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.21 – Геоэкология.

Отзыв рассмотрен и утвержден на заседании лаборатории ландшафтно-водноэкологических исследований и природопользования Института водных и экологических проблем Сибирского отделения Российской академии наук (протокол № 4 от 07.08.2025 г.).

Главный научный сотрудник лаборатории ландшафтно-водноэкологических исследований и природопользования, доктор географических наук Черных Дмитрий Владимирович 656038, Алтайский край, г. Барнаул, ул. Молодежная, д. 1. Телефон (3852)666456. E-mail: cher@iwep.ru



Заведующий лабораторией ландшафтно-водноэкологических исследований и природопользования, кандидат географических наук Быков Николай Иванович 656038, Алтайский край, г. Барнаул, ул. Молодежная, д. 1. Телефон (3852)666456. E-mail: nikolai_bykov@mail.ru



Старший научный сотрудник лаборатории ландшафтно-водноэкологических исследований и природопользования, кандидат биологических наук Золотов Дмитрий Владимирович, 656038, Алтайский край, г. Барнаул, ул. Молодежная, д. 1. Телефон (3852)666456. E-mail: zolotov@iwep.ru



Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт водных и экологических проблем Сибирского отделения Российской академии наук.

Адрес: 656038, Алтайский край, г. Барнаул, ул. Молодежная, д. 1.

Телефон: (3852) 66-64-60.

E-mail: iwep@iwep.ru

<http://www.iwep.ru>

11.08.2025 г.

Я, Черных Дмитрий Владимирович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку


11.08.2025 г.

Я, Быков Николай Иванович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку


11.08.2025 г.

Я, Золотов Дмитрий Владимирович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку


11.08.2025 г.

Подписи Д.В. Черных, Н.И. Быкова, Д.В. Золотова заверяю
Ученый секретарь, к.ф.-м.н.

 /Д.Н. Трошкин/