

## ОТЗЫВ

члена диссертационного совета на диссертацию

Терехова Антона Викторовича

на тему: «Изменчивость баланса массы ледников района Баренцбурга (Архипелаг Шпицберген) в начале 21-го века», представленную на соискание ученой степени кандидата географических наук по научной специальности 1.6.12. Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов.

Диссертационное исследование Терехова Антона Викторовича посвящено изучению изменчивости баланса массы ледников района Баренцбурга (Архипелаг Шпицберген) в течение последних десятилетий, на фоне «арктического усиления» потепления климата. Установлено, что наземное оледенение является одним из главных компонентов арктических природных систем, оказывающим влияние на все основные ландшафтообразующие факторы. В связи с этим, изучение структуры, динамики и функционирования ледников высокоширотной Арктики является актуальной научной задачей. Соискатель поставил целью исследования выявление основных пространственных и временных закономерностей в изменчивости масс-балансовых характеристик ледников в районе посёлка Баренцбург (Шпицберген) в 21-м веке в связи с климатическими изменениями. Для достижения заявленной цели потребовалось решить ряд задач, в том числе выполнение необходимых комплексных полевых и камеральных работ по расчету геодезического баланса массы ледников в районе Баренцбурга; проведение совместных реанализов рядов, полученных гляциологическим и геодезическим методами измерения баланса массы, для выявления и оценки систематической ошибки мониторинга; анализ межгодовой изменчивости масс-балансовых характеристик ледников и ее связь с флуктуациями климатических величин, измеренных в районе исследования; установить репрезентативность полученных масс-балансовых данных для всего оледенения архипелага Шпицберген в целом и обосновать значение и преимущества параллельного применения гляциологического и геодезического методов для долговременного масс-балансового мониторинга ледников.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в том, что впервые в отечественной практике многолетние ряды баланса массы ледников подвергнуты ретроспективному анализу на основе наиболее релевантных данных и комплексной оценке точности, в результате чего были получены достоверные новые данные о балансе массы ледников в центральной части острова Западный Шпицберген.

**Структура диссертации.** Диссертационная работа состоит из Введения, четырех Глав, Заключения, Списка сокращений и условных обозначений, Словаря терминов и Списка литературы (165 наименований, из которых 24 – на русском языке) и Списка иллюстративного материала. Текст изложен на 12-й странице, содержит 29 рисунков и 14 таблиц.

Соискатель **защищает 3 положения**, которые реализуются в соответствующих главах диссертации. Это:

1. Межгодовая изменчивость годового баланса массы ледников в изучаемом районе

имеет высокую корреляцию с температурой воздуха, измеренной на метеостанции в Баренцбурге, а зимнего баланса — с количеством твёрдых осадков. Проведение ретроспективной гомогенизации рядов баланса массы упрощает получение этих взаимосвязей.

2. Изменчивость масс-балансовых характеристик ледников в районе Баренцбурга на интервалах времени порядка 5–10 лет совпадает с общей по архипелагу изменчивостью и определяется фактором регионального масштаба — сменой режимов атмосферной циркуляции. Следовательно, рассматриваемые в работе ледники являются репрезентативными для острова Западный Шпицберген в целом.

3. Взаимное сравнение результатов гляциологического и геодезического методов определения баланса массы ледников позволяет количественно оценить систематическую ошибку в рядах или показать её отсутствие, а при наличии перерывов в наблюдениях — проконтролировать точность реконструкции значений. Поэтому долговременный мониторинг баланса массы целесообразно организовывать двумя этими методами параллельно.

Во **Введении** (стр. 3–11) соискатель излагает общие данные о криосфере, архипелаге Шпицберген, объекте и предмете исследования, степень проработки темы исследования, актуальность диссертационного исследования, цель и задачи работы, научную новизну и практическую значимость диссертации, личный вклад автора, достоверность результатов диссертационного исследования и их апробацию, излагает общую структуру диссертации, а также защищаемые положения.

**Глава 1** (стр. 11–24) посвящена мониторингу баланса массы ледников и роли ледников в структуре, динамике и функционировании ландшафтов. В данной главе обоснована актуальность мониторинга баланса массы ледников, материал содержит литературный обзор истории развития методов и принципов организации мониторинга ледников.

Во **второй главе** (стр. 11–34) подробно рассмотрено состояние ледников района Баренцбурга как объект мониторинга и оценено современное состояние и мониторинг оледенения архипелага Шпицберген, а также физико-географическая характеристика изучаемого района, что является важным и определяющим при рассмотрении конкретных ледников в районе посёлка Баренцбург.

В **третьей главе** (стр. 33–63) представлен Гляциологический реанализ, подробно описаны имеющиеся в распоряжении диссертанта исходные данные мониторинга, раскрывается сущность используемых в работе методов, излагается методика количественной оценки случайных и систематических ошибок полученных результатов.

В **четвертой главе** (стр. 64–100) рассмотрена изменчивость баланса массы ледников в районе Баренцбурга, приводится общая характеристика баланса массы ледников, обсуждены результаты авторского применения методики реанализа к рядам данных двух ледников района Баренцбурга, включая анализ пространственной, межгодовой и долгопериодической изменчивости баланса массы. В главе проведено обсуждение и доказательство репрезентативности полученных результатов.

В **Заключении** (стр. 101–103) (фактически расширенные выводы) автор приводит основные результаты, полученные в результате проведенных научных исследований.

Рассмотрим **основные положительные результаты** диссертационного исследования, которые определяют его **научную новизну и достоинства**. К таковым относятся:

1) Диссертантом впервые в рассматриваемой области архипелага Шпицберген получен наиболее продолжительный ряд баланса массы, включающий сезонные величины, комплексную оценку случайных погрешностей и доказанное отсутствие систематической ошибки. Показано, что, несмотря на устойчивый тренд потепления приземной температуры воздуха в пределах всего архипелага Шпицберген, не обнаружено статистически значимой закономерности для масс-балансовых рядов рассматриваемых ледников. Выявлено существование чередования периодов относительно высокого и низкого баланса массы ледников в районе Баренцбурга и его корреляция со сменами режимов атмосферной циркуляции над Шпицбергенем.

2) С использованием геодезического метода, на основе результатов наземной топографической съёмки и архивных данных дистанционного зондирования Земли, установлен баланс массы ледника Вёринг в последнее десятилетие, оказавшийся значимо более отрицательным, нежели в 70-е и 80-е гг. 20-го в.

3) На основе метода бутстрэп получены эмпирические кривые для определения относительной погрешности средней высоты снежного покрова на исследуемых ледниках, в зависимости от коэффициента вариации высоты снега и плотности сетки измерений.

4) В актив автора следует отнести четко сформулированные выводы в заключении каждой главы, что позволяет читателю получить полное представление о фактическом материале и его интерпретации, изложенным в конкретной главе диссертационного исследования. Весьма полезен оказался «Словарь терминов», использованный в работе.

Работа опирается на обширный представительный и разноплановый объем эмпирического материала, в сборе и обработке которого (полевой этап, учитывая труднодоступность и суровость климата архипелага Шпицберген, камеральные исследования) соискатель принимал непосредственное участие. Диссертант подготовил (в соавторстве) и опубликовал научные статьи по теме диссертации.

Вместе с тем, в работе, на наш взгляд, имеют место некоторые **недостатки**.

1) Не совсем понятно, почему не проводились натурные измерения плотности льда на рассматриваемых ледниках, хотя бы в рекогносцировочных целях, а использовались данные из других источников? Автор указывает, что плотность льда может заметно отличаться ( $850$  или  $880$  кг/м<sup>3</sup>), что является критически важным фактором при расчете балансовой массы ледников.

2) На основании решенных поставленных задач диссертационного исследования, а также проведенных скрупулезных и тщательных вычислений изменчивости баланса массы ледников района Баренцбурга Архипелага Шпицберген на фоне климатических изменений в начале века, все-таки, хотя бы в предварительном виде, можно было бы представить сценарии изменения баланса массы изученных ледников в ближайшем будущем, на фоне климатических флуктуаций, что особенно актуально для циркумполярных областей.

3) Диссертация прекрасно оформлена, написана безупречным научным языком, качество иллюстративного материала отменно. Работа хорошо вычитана и выверена, выявлены лишь 2 орфографические ошибки (стр. 41, раздел 3.2, 2-й абзац; стр. 99, 1-й абзац, 6-я строка), что исключительно редко бывает в тексте диссертационных работ. Не совсем обосновано введенное диссертантом использование словосочетания «ретроспективный реанализ», тем более что в «Словаре терминов», предложенном автором, дается точное представление о понятии «реанализ».

Выше перечисленные замечания никоим образом не снижают в целом очень высокую оценку представленной к защите работы. Высказанные замечания не отражаются на достоверности научных выводов и общей положительной оценке диссертационного исследования. Личный вклад автора в разработку проблематики подтверждается 8-ю публикациями, индексируемых в базе данных ВАК и Scopus.

С учетом всего вышесказанного полагаю:

Содержание диссертации Терехова Антона Викторовича на тему: «Изменчивость баланса массы ледников района Баренцбурга (Архипелаг Шпицберген) в начале 21-го века», представленную на соискание ученой степени кандидата географических наук 1.6.12. Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов соответствует специальности (11.6.12. Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов).

Диссертация является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи, имеющей значение для развития соответствующей отрасли знаний, либо изложены новые научно обоснованные технические, технологические или иные решения и разработки, имеющие существенное значение для развития страны.

Нарушений пунктов 9, 11 Порядка присуждения Санкт-Петербургским государственным университетом ученой степени кандидата наук, ученой степени доктора наук соискателем ученой степени мною не установлено.

Диссертация соответствует критериям, которым должны отвечать диссертации на соискание ученой степени кандидата наук, установленным приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете» и рекомендована к защите в СПбГУ.

Член диссертационного совета  
доктор географических наук, профессор с  
возложенными обязанностями заведующего  
кафедрой почвоведения и экологии почв  
СПбГУ  
12.10.2024



Русаков Алексей  
Валентинович