

ОТЗЫВ

председателя 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

Диссертационная работа Терехова Антона Викторовича «Изменчивость баланса массы ледников района Баренцбурга (архипелаг Шпицберген) в начале 21-го века» посвящена актуальной проблеме, связанной с изучением влияния изменений климата в последние десятилетия на масс-балансовые характеристики ледников Альдегонда, Западный Грэнфьорд, Восточный Дальфонна, Вёринг. В этих целях автор использует гляциологический и геодезический методы измерения баланса массы ледников, ретроспективный пересчёт масс-балансовых характеристик (иначе, гомогенизацию рядов), применяет современные методы статистического анализа данных с учетом возможных систематических и случайных погрешностей.

Диссертация состоит из четырех глав, введения, заключения, словаря терминов, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы, насчитывающего 165 источников, 141 из которых – на английском языке, перечня иллюстративного материала. Все публикации из этого литературы упомянуты в тексте по существу и в соответствии с обсуждаемыми вопросами. Работа изложена на 121 страницах, содержит 29 рисунков и 14 таблиц.

Во *Введении* изложены все важнейшие положения исследования, характеризующие диссертационную работу. Актуальность темы объясняется необходимостью изучения структуры, динамики и функционирования ледников высокоширотной Арктики как одного из главных компонентов арктических природных систем, оказывающим влияние на основные ландшафтообразующие процессы. Ясны и понятны цели работы, достижение которых обеспечивается последовательным решением поставленных задач. Научная новизна работы заключается в том, что впервые в отечественной практике данные по многолетним рядам баланса массы изученных ледников подвергнуты ретроспективному реанализу с учетом комплексной оценки точности полученных результатов. Теоретическая и связанная с ней практическая значимость работы объясняются предложенными автором подходами для улучшения организации и ведения гляциологического мониторинга на горных ледниках (особенно в условиях глобальных климатических изменений), с одной стороны, и в существенном расширении масс-балансовых данных для ледников архипелага Шпицберген в районе проведенных исследований, с другой стороны.

Соискатель выносит на защиту 3 положения, которые обосновываются в соответствующих главах диссертации:

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.

В Главе 1 рассматривается роль наземного оледенения в структуре, динамике и функционировании ландшафтов полярных и высокогорных территорий, являясь важной частью гидрологического цикла арктических ландшафтов и приводя к внутригодовому перераспределению стока, образованию приледниковых озёр, распреснению морской воды и выносе биогенных веществ с суши, формированию рельефа территории арктических архипелагов. Здесь же пошагово изложена история и развитие разных подходов к мониторингу баланса массы ледников, начиная с начала XX века и до настоящего времени, раскрыты основы и примеры применения гидрологических, геодезических, гляциологических методов измерения баланса массы ледников.

Глава 2 даёт представления о современном состоянии оледенения архипелага Шпицберген, приводится также физико-географическая характеристика изучаемого района, включая ледники, расположенные в районе посёлка Баренцбург, рассматриваются имеющиеся к настоящему времени результаты применения мониторинговых программ этой части архипелага.

Глава 3 даёт возможность ознакомиться с имеющимися в распоряжении автора исходными данными мониторинга, в ней раскрывается сущность используемых в работе методов и расчетов масс-балансовых показателей ледников Альдегонда и Западный Грёнфьорд, описан процесс гомогенизации балансовых рядов с учетом наиболее релевантных вспомогательных данных, требуемых для гляциологических вычислений. С использованием цифровых моделей рельефа рассчитаны высотные распределения ледников, более близкие к годам мониторинга, нежели использовавшиеся ранее. По результатам геодезических работ соискателя выполнена взаимная привязки моделей рельефа, обоснована актуальность поиска в рядах масс-балансовых показателей систематических ошибок. Оценке случайной погрешности при расчете рядов годовых показателей баланса массы, ранее не выполнявшейся в подобных исследованиях ледников района Баренцбурга, посвящён отдельный раздел главы.

Глава 4 содержит результаты применения автором методики гляциологического реанализа к рядам долговременного мониторинга двух ледников района Баренцбурга, включая анализ пространственной, межгодовой и долгопериодической изменчивости баланса массы, а также их обсуждение и доказательство репрезентативности полученных

результатов. Показано, что общая потеря массы для ледника Альдегонда составила 37% за 18 балансовых лет (2002–2020 гг.), для ледника Западный Грэнфьорд — 8% за семь балансовых лет (2013–2020 гг.). На примере ледников Вёринг и Альдегонда показано, что главным фактором, осложняющим высотную зависимость годового показателя V_a , является инсоляция ледников. По результатам выполненного исследования автор заключает, что ледники района Баренцбурга не являются исключением из наблюдаемой периодизации масс-балансовых характеристик, как показано на примере ледников Восточный Дальфонна и Восточный Грэнфьорд. В целом же, полученные в работе ряды масс-балансовых показателей для ледников Альдегонда, Западный Грэнфьорд, Восточный Дальфонна, Вёринг могут считаться, по заключению автора, репрезентативными для всего архипелага Шпицберген.

В разделе *Заключение* на основе всех полученных в работе результатов даны конкретные выводы, которые соответствуют поставленным задачам и, в целом, заявленным защищаемым положениям.

Имеется ряд замечаний:

1) практическая и теоретическая значимость работы, указанные автором во Введении, обе можно отнести к практическому значению выполненного исследования. Представляется, что именно в сформулированных автором путях улучшения организации долгосрочного гляциологического мониторинга заключается именно практическая значимость мониторинга, поскольку эти выводы имеют применимость в практике Росгидромета. К теоретической же значимости имеет прямое отношение важный вывод о репрезентативности исследуемых автором ледников для всего архипелага Шпицберген, поскольку это позволяет экстраполировать полученные знания на всё его оледенение;

2) на рисунках 4.1 и 4.2, где показана зависимость измерений баланса массы по отдельным абляционным рейкам от высоты над уровнем моря, видно, что в некоторые годы эта зависимость несколько отлична от линейной. Представляется, что более точным методом было бы использование для аппроксимации других зависимостей, к примеру, полиномиальной;

3) автор уделяет большое внимание вопросам оценки погрешности измерений. Для поиска случайных и систематических ошибок годового баланса массы, то есть измеренного по абляционным рейкам, автор пользуется общепринятыми методиками и статистическим аппаратом. Для зимнего баланса массы автор предлагает нестандартный подход – эмпирические формулы, полученные им на основе метода бутстреп. Неясно, насколько эти формулы могут быть применимы для других ледников на архипелаге или за его пределами, либо являются «откалиброванными» под конкретные ледники.

Выполненный соискателем объем исследований и большой массив полученных данных в полной мере достаточен для обоснования выводов и достоверности результатов работы. Диссертация написана хорошим языком, видна логика изложения материала, снабжена необходимыми иллюстрациями. Основные результаты исследования опубликованы в отечественной и зарубежной печати (всего – 8 публикаций в журналах, индексируемых наукометрическими системами Scopus и/или Web of Science, в том числе входящих в первый квартиль, а также РИНЦ), доложены на нескольких международных и отечественных конференциях.

Стоит отметить личный вклад автора в ходе диссертационной работы, включая его непосредственное участие в полевых исследованиях, выполнение расчётов «геодезического» баланса массы ледников и реанализа всех имеющихся (включая архивные) рядов масс-балансовых данных, анализа связи масс-балансовых величин с климатическими и морфометрическими факторами, в обобщении полученных данных.

Содержание диссертации Терехова Антона Викторовича на тему: «Изменчивость баланса массы ледников района Баренцбурга (архипелаг Шпицберген) в начале 21-го века» соответствует специальности 1.6.12. Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов.

По объему представленного материала и всей совокупности новых научных результатов диссертация Терехова А.В. является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи, имеющей значение для развития соответствующей отрасли знаний, 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 Терехова Антона Вадимовича 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.

Председатель диссертационного совета
доктор геолого-минералогических наук,
профессор кафедры геоморфологии,
и.о. зав. кафедрой геоморфологии
Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего
образования «Санкт-Петербургский
государственный университет»

Кузнецов Владислав Юрьевич

14.10.2024