

ОТЗЫВ

члена диссертационного совета В.В.Ивановой на диссертацию Антона Викторовича Терехова 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.

Представленная к защите диссертационная работа Антона Викторовича Терехова посвящена актуальной научной тематике – мониторингу баланса массы наземного оледенения. Эти исследования необходимы для оценки состояния и прогноза изменений природной среды в районах распространения ледников. Для получения целостной картины состояния современного горного оледенения крайне актуальны исследования, которые, как и представленное к защите, направлены на совершенствование методики, актуализацию уже сформированных, и создание новых региональных массивов данных.

Диссертация включает 121 страницу текста, 29 рисунков и 14 таблиц и состоит из Введения, 4х глав, заключения и списка литературы (165 наименований, 141 – на английском языке), сопровождается списками иллюстраций и таблиц, сокращений и условных обозначений, а также словарем терминов.

Во Введении обосновывается актуальность исследования, формулируются цель и задачи диссертации. **Цель 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. Описывается научная новизна: проведенный впервые в отечественной практике реанализ многолетних рядов баланса массы ледников на основе наиболее релевантных данных, а также комплексная оценка точности. Определена практическая ценность исследования: восполнение нехватки масс-балансовых данных в рассматриваемом районе архипелага Шпицберген, получение однородных рядов долговременного мониторинга. Формулируются три защищаемых положения: 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 первой главе показана роль ледников в структуре, динамике и функционировании ландшафтов высоких широт, обоснована актуальность мониторинга баланса массы ледников и приведен литературный обзор истории развития методов и принципов организации мониторинга. Замечаний к главе нет. Есть вопрос: почему в литературный обзор не были включены работы Марка Дюргерова, посвященные исследованию баланса массы ледников?

В Главе 2 представлена сводка о современном состоянии оледенения архипелага Шпицберген, а также физико-географическая характеристика изучаемого района и, в частности, рассматриваемых ледников в районе посёлка Баренцбург. К главе имеются замечания. Здесь неплохо было бы привести обобщение и анализ сведений о ледниках Шпицбергена, особенностях их существования, строения и режима на основе анализа данных, полученных в разное время, различными методами и разными авторами. Известно, что баланс массы ледников тесно связан с климатом и прежде всего с изменениями атмосферной циркуляции, аномалиями осадков и температуры воздуха. Климатическое описание выглядит неполно. Нужно было бы провести анализ изменения циркуляции в зависимости от изменчивости индексов Арктического [<http://www.cpc.ncep.noaa.gov>], Северо-Атлантического [<https://climatedataguide.ucar.edu>] и Атлантического мультидекадного [<https://www.psl.noaa.gov/data/timeseries/AMO/>] колебаний (АО, NAO, АМО). Следовало бы охарактеризовать многолетнюю изменчивость солнечной радиации, учесть работы В.М. Федорова с соавторами, где для ледников Шпицбергена получены уравнения линейной регрессии между суммарным балансом массы и накопленной солнечной радиацией, что является доказательством усиления естественного парникового эффекта в атмосфере.

Нельзя согласиться с выводом, что известные масс-балансовые данные в этом районе относятся в основном к значительным по продолжительности интервалам лет, масштаба десятилетий, поскольку рассчитаны по результатам повторных геофизических съёмок либо геодезическим методом на основе архивных данных дистанционного зондирования и топографических карт, что не позволяет делать выводы о кратковременной, межгодовой изменчивости масс-балансовых характеристик ледников в рассматриваемой области. В

работе Р.А.Чернова с соавторами (2019) оценена поверхностная абляция и баланс массы ледника Восточный Гренфьорд (Западный Шпицберген) гляциологическим методом с 2004 по 2017 гг. Полученные результаты дают возможность оценить летнее таяние и баланс массы других ледников Земли Норденшельда.

В Главе 3 подробно описаны имеющиеся в распоряжении автора: исходные данные мониторинга, раскрывается сущность используемых в работе методов, излагается методика количественной оценки случайных и систематических ошибок полученных результатов. Замечаний к главе в принципе нет, автор полностью повторяет методические приемы, изложенные в работе Zemp и соавторов (2013). Есть некоторые пожелания: следовало бы более подробно описать методы статистической обработки данных. В какой программе обрабатывались данные по методу бутстреп?

Глава 4 является основной главой диссертационного исследования. Она содержит результаты применения автором методики реанализа к рядам данных двух ледников района Баренцбурга, включая анализ пространственной, межгодовой и долгопериодической изменчивости баланса массы, а также их обсуждение и доказательство репрезентативности полученных результатов.

Данные об изменении размеров ледника Альдегонда имеются в работах Б. Р Мавлюдова, И. И. Лаврентьева с соавторами. То, что проведённые автором работы по определению баланса массы ледников геодезическим методом дают гораздо более детальную пространственную картину таяния, нежели используемые для ежегодного мониторинга абляционные рейки, неоспоримо и абсолютно естественно, т. к. анализ поверхностей гораздо более представителен, чем анализ дискретных данных.

Сравнение динамики баланса массы ледников западной части Шпицбергена с многолетней изменчивостью солнечной радиации проводилось В. М. Федоровым с соавторами (2014). Показано, что вековая тенденция изменения ледников связана почти линейно с накопленной приходящей солнечной радиацией. Это является доказательством усиления естественного парникового эффекта в атмосфере за счет накопления тепла солнечной радиации. Зависимость суммарного баланса массы от величины накопленной приходящей радиации объясняется тем, что естественное усиление парникового эффекта является следствием усиления межширотного теплообмена и образования обратных связей в области стока тепла в пределах всей планеты (за счет повышения испарения и конденсации). Поэтому разработанная автором регрессионная модель, связывающая масс-балансовые характеристики рассматриваемых ледников с измеренными на метеостанции Баренцбурга метеопараметрами, не учитывающая радиационный фактор, кажется упрощенной.

В противоречие защищаемому Положению 2, в котором говорится о репрезентативности изучаемых ледников для западного Шпицбергена, в главе обоснован тезис о том, что по морфологическим характеристикам рассматриваемых ледников сделать выводы об их репрезентативности для архипелага Шпицберген невозможно. Однако ряды мониторинга баланса массы ледников Альдегонда и Западный Грэнфьорд на межгодовом интервале времени, а также на более продолжительных промежутках в 5–10 лет, отражают региональные тенденции в абляции и аккумуляции на ледниках Шпицбергена, и являются репрезентативными с точки зрения связи с климатом архипелага. Этот вывод представляется несколько тривиальным. Защищаемое положение № 3 также не очень удачно сформулировано, поскольку калибровка данных, полученных гляциологическим методом, с помощью геодезического метода проводится уже несколько десятилетий (Cox and March, 2004).

В работе Ли и соавторов (2021), посвященной анализу трёх методов мониторинга горных ледников на примере Восточного Тянь-Шаня: кинематической глобальной навигационной спутниковой системы в реальном времени (RTK-GNSS) в 2012 г., наземного лазерного сканера (TLS) в 2015 г. и беспилотного летательного аппарата (БПЛА) в 2018 г. показано хорошее соответствие между гляциологическим и геодезическим удельным балансом массы, а также, что комбинация трёх методов подходит для мониторинга изменения баланса массы ледников, позволяя избежать присущих каждой методике ограничений и предоставить надёжные данные для мониторинга изменения массы горных ледников.

Однако несмотря на высказанные замечания, работа интересна, целостна и современна. Автор показал умение работать с научной литературой, самостоятельно получил большое количество новых данных, обработал их в соответствии с поставленными задачами. Полученные результаты были представлены на российских и международных профильных конференциях, опубликованы в рецензируемых журналах. В списке работ 8 публикаций, индексируемых в Web of Science и Scopus, 4 из них - за первым авторством диссертанта, поэтому сомнений в его научной квалификации у рецензента нет.

С учетом всего вышесказанного полагаю:

Содержание диссертации Антона Викторовича Терехова 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.

Диссертация является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение важной научной задачи - оценки состояния и прогноза изменений природной среды в

районах распространения ледников -, имеющей значение для развития гляциологии. Полученные выводы имеют практическое значение для организации масс-балансового мониторинга.

Нарушений пунктов 9, 11 Порядка присуждения Санкт-Петербургским государственным университетом ученой степени кандидата 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», а соискатель Антон Викторович Терехов заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.12 – Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов.

Член диссертационного совета  Иванова Варвара Викторовна

Доктор географических наук
Ведущий научный сотрудник, зав. Лабораторией мониторинга недр,
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт геологии и минеральных ресурсов Мирового Океана имени академика И. С. Грамберга»
190121, Санкт-Петербург, Английский проспект, д. 1
Интернет-сайт: www.vniio.ru
E-mail: v.v.ivanova@vniio.ru
Раб. тел.+7(812) 570-11-47

Я, Иванова Варвара Викторовна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

09.10.2024 г.

Подпись 

