

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационное исследование Курбониёна Хусрава Курбонджона на тему *«Динамика баланса массы ледников в современных природно-климатических условиях на примере бассейна озера Ховаркуль (Каракуль) Восточного Памира»*, представленное на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.1. Геология, геодезия, гидрология, строительство, архитектура (2.1.37. Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия)

1. Соответствие темы диссертации паспорту научной специальности.

Диссертационная работа Курбониёна Хусрава Курбонджона направлена на исследование закономерностей изменения оледенения, баланса массы и динамики ледников в бассейне озера Ховаркуль Восточного Памира. Исследование выполнено на основе сочетания наземных гляциологических наблюдений, дистанционного зондирования Земли, ГИС-технологий и математического моделирования.

Представленная диссертационная работа Курбониёна Хусрава Курбонджона по специальности 2.1. Геология, геодезия, гидрология, строительство, архитектура (2.1.37. Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия) соответствует следующим пунктам области исследований паспорта специальности:

3. Проблемы региональной гидрологии подобия и различия водосборных территорий по условиям формирования речного стока, генезиса составляющих стока, физической и стохастической природы колебаний водности рек, пространственно-временной изменчивости региональных и местных водных ресурсов;

4. Особенности гидрологических, гидрохимических и гидробиологических процессов в озерах и водохранилищах, динамические явления в озерах, водохранилищах и прудах, генезис и трансформация состояния водных масс, проблемы лимнологического моделирования внутриводоемных явлений, гидроэкологической оптимизации режима водоемов суши;

12. Разработка методов математического моделирования гидрологических и гидрохимических процессов.

2. Актуальность темы исследования.

Актуальность диссертационной работы обусловлена необходимостью получения современных количественных характеристик состояния ледников Восточного Памира в условиях происходящих климатических изменений.

Для Таджикистана, где значительная часть поверхностного стока формируется в высокогорных районах, состояние ледников имеет непосредственное отношение к оценке водных ресурсов. Вместе с тем Восточный Памир относится к территориям, где современные систематические наземные гляциологические наблюдения представлены недостаточно.

Особую актуальность представляет исследование баланса массы ледников, поскольку изменение их площади само по себе не даёт полной характеристики происходящих процессов. Баланс массы позволяет оценивать соотношение накопления и абляции и тем самым более непосредственно характеризовать состояние ледника в определённый период.

В работе впервые для исследуемого участка Восточного Памира получены данные прямых измерений баланса массы ледника №139. Кроме того, автором выполнена многолетняя оценка изменения площади ледников бассейна реки Сарыгун на основе материалов дистанционного зондирования.

Сочетание многолетнего анализа дистанционных данных с результатами полевых наблюдений и моделирования делает выбранную тему своевременной и научно востребованной.

3. Степень научной новизны результатов диссертации и положения, выносимые на защиту.

Научная новизна диссертации определяется получением новых фактических и расчётных данных о состоянии ледников бассейна озера Ховаркуль.

К основным результатам, представляющим научную новизну, можно отнести:

- проведение современной оценки состояния оледенения исследуемого бассейна;
- создание и уточнение картографических материалов по ледникам территории;
- установление количественной динамики площади ледников за 1977–2018 гг.;
- проведение прямых гляциологических измерений баланса массы ледника №139;
- применение модели SMB для оценки поверхностного баланса массы;
- определение пространственной неоднородности баланса массы ледников;
- разработку комплексного подхода к мониторингу ледников с использованием ДЗЗ, наземных наблюдений и математического моделирования.

Особенно важным результатом является определение среднего баланса массы ледника №139 прямым методом. По результатам расчёта получено значение $-0,26$ м водного эквивалента, свидетельствующее о преобладании процессов потери массы над её накоплением за рассматриваемый период.

Существенным результатом является также установленное сокращение общей площади оледенения бассейна примерно на 9 %. При этом для ледника №139 за 1977–2018 гг. зафиксировано отступление конца ледника примерно на 200 м, причём в период 2008–2018 гг. отступление составило 80 м.

Положения, выносимые автором на защиту, соответствуют поставленным цели и задачам и отражают основные результаты исследования: применение дистанционных методов, оценку современного состояния ледников и определение баланса массы, а также результаты математического моделирования.

4. Степень изученности научной темы.

В первой главе диссертации проведён анализ существующих исследований по вопросам состояния и динамики криосферы, методов мониторинга ледников и определения их баланса массы.

Автором рассмотрены как традиционные гляциологические методы, основанные на полевых наблюдениях, так и современные методы дистанционного зондирования и цифрового анализа. Отдельное внимание уделено исследованиям ледников Таджикистана и Памира.

Проведённый анализ позволил установить, что, несмотря на значительное количество исследований ледников Памира, для отдельных районов Восточного Памира отсутствуют достаточно продолжительные ряды современных прямых наблюдений за балансом массы. Именно этот пробел обосновывает необходимость проведения исследования в бассейне озера Ховаркуль.

Автор использовал материалы Landsat, Sentinel-2A, ALOS PALSAR и SRTM, что позволило провести сопоставление состояния ледников в различные временные периоды. Такой подход обеспечил возможность проследить долговременные изменения площади оледенения и дополнить дистанционные оценки наземными наблюдениями.

Следует отметить, что исследование не ограничивается констатацией сокращения площади ледников. В работе предпринята попытка связать изменение геометрических характеристик ледников с изменением их баланса массы, что расширяет представление о происходящих в исследуемом бассейне гляциологических процессах.

5. Объём и структура диссертации.

Диссертационная работа изложена на 148 страницах, основной текст составляет 120 страниц. В диссертации содержатся 48 рисунков и 15 таблиц, библиографический список включает 182 источника, из которых 108 опубликованы на иностранных языках. Работа состоит из введения, четырёх глав, заключения и других структурных элементов.

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи исследования, определены объект и предмет исследования, изложены используемые методы, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, положения, выносимые на защиту, сведения о личном вкладе автора, апробации и публикациях.

В первой главе представлен анализ современного состояния исследований криосферы и ледников, рассмотрены основные методы их изучения. На основе анализа научной литературы показана необходимость

расширения наблюдений за ледниками Восточного Памира, прежде всего в части прямого определения баланса массы.

Во второй главе рассмотрены методические подходы к исследованию ледников с использованием дистанционного зондирования, ГИС и наземных гляциологических методов. Автором использованы космические данные Landsat и Sentinel-2A, цифровые модели рельефа, а также материалы полевых наблюдений.

Для ледника №139 в 2018 г. были установлены семь абляционных реек длиной 4 и 6 м. Проведены повторные измерения и работы по их восстановлению в 2019 г. В зоне аккумуляции выполнены снегомерные наблюдения. На основе полученных данных баланс массы рассчитан профильным методом и методом изолиний.

Также рассмотрена методика моделирования баланса массы с использованием модели SMB. В качестве исходной информации использованы метеорологические данные, результаты полевых наблюдений и пространственные характеристики ледника.

В третьей главе приведены результаты исследования динамики оледенения бассейна реки Сарыгун, являющейся правым притоком реки Акджилга, впадающей в озеро Ховаркуль. На основании спутниковых снимков проведена оцифровка ледников и определена динамика их площади в 1977, 1994, 1998, 2008 и 2018 гг.

Полученные данные показывают уменьшение общей площади ледников с 14,65 до 13,34 км². Наибольшее сокращение в рассматриваемых временных интервалах отмечено в период 1998–2008 гг. и составило 0,67 км².

Для ледника №139 установлено последовательное уменьшение площади: с 3,85 км² в 1977 г. до 3,66 км² в 2018 г. За этот же период конец ледника отступил примерно на 200 м.

На основе полевых наблюдений впервые получена оценка среднего баланса массы ледника №139, составившая -0,26 м в.э. Далее проведено моделирование поверхностного баланса массы за период с 16 июля 2018 г. по 15 июля 2019 г. Результаты моделирования отражают выраженную сезонную изменчивость процессов абляции и аккумуляции.

В четвертой главе исследованы особенности деградации ледников различных морфологических типов. Установлено, что степень сокращения площади неодинакова для разных типов. Наиболее заметное уменьшение выявлено для асимметрично-долинных ледников – 18 %, склоновых – 14 % и карово-долинных – 13 %. Для долинных ледников сокращение составило около 7 %, для висячих – 4 %.

Дополнительно выполнено моделирование баланса массы ледников бассейна реки Сарыгун. Полученное среднее значение составило -0,282 м в.э., а индивидуальные значения изменялись от -2,0 до +1,0 м в.э. Среднеквадратическая ошибка моделирования составила 0,107 м в.э. Полученные результаты указывают на пространственную неоднородность процессов аккумуляции и абляции.

Заключение состоит из пунктов, в которых сформулированы основные результаты проведённого исследования. Автор обобщены результаты применения дистанционного зондирования, ГИС-технологий, цифрового моделирования и наземных наблюдений, дана оценка многолетней динамики оледенения и баланса массы, а также сформулированы направления практического использования результатов.

В целом структура диссертации соответствует логике поставленного исследования: от анализа научной проблемы и методов её изучения автор переходит к получению фактических данных, оценке многолетней динамики, определению баланса массы и математическому моделированию.

6. Научная, практическая, экономическая и социальная значимость диссертации.

Научная значимость исследования заключается в расширении данных о современном состоянии ледников Восточного Памира и формировании фактической базы для последующего мониторинга их динамики. Особенно важным является получение прямых данных баланса массы ледника №139, которые могут использоваться для последующих сравнительных исследований.

Практическая значимость заключается в возможности использования полученных картографических материалов, данных об изменении площадей и результатов моделирования при организации дальнейшего мониторинга ледников. Результаты могут быть использованы при разработке и совершенствовании региональных оценок состояния криосферы.

Экономическое значение результатов связано с их потенциальным использованием при оценке водных ресурсов. Изменение ледникового покрова и баланса массы необходимо учитывать при прогнозировании поступления ледниковых вод в речные системы, имеющие значение для водоснабжения, сельского хозяйства и энергетики.

Социальная и природоохранная значимость работы определяется возможностью применения результатов при оценке потенциальных гляциальных рисков. Детальные сведения о состоянии ледников и их топографии могут быть полезны при выявлении территорий, подверженных опасным процессам, включая прорывы ледниковых озёр, ледниковые обвалы и селевые процессы.

7. Публикация результатов исследования по теме диссертации.

Основные результаты диссертации прошли апробацию на научных мероприятиях различного уровня. Автор принимал участие в научных конференциях в Алматы, Душанбе, Фрибурге и Баку в 2019–2024 гг.

По теме диссертации опубликовано 16 научных работ, в том числе 5 статей в научных журналах, рекомендованных ВАК при Президенте Республики Таджикистан.

Содержание опубликованных работ отражает основные направления диссертационного исследования. Среди них имеются публикации, посвящённые современному состоянию малых ледников бассейна озера

Каракуль, моделированию баланса массы ледника №139 с использованием модели SMB, балансу массы Восточного Зулмарта за 2018–2022 гг., а также динамике оледенения бассейна реки Сарыгун.

Следовательно, основные научные результаты диссертационной работы нашли отражение в публикациях автора и были представлены научной общественности.

8. Соответствие диссертации требованиям Комиссии

Диссертационное исследование Курбониёна Хусрава Курбонджона по содержанию, структуре и объёму соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.1.37. Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия.

Автореферат диссертации соответствует требованиям Порядка присуждения учёных степеней, утверждённого постановлением Правительства Республики Таджикистан от 30 июня 2021 года, №267, и отражает основные положения и результаты диссертационного исследования.

Несмотря на полученные результаты, в диссертации имеются отдельные недостатки, спорные положения, статистические, грамматические и орфографические неточности, среди которых можно выделить следующие:

1. При анализе многолетней динамики площади ледников желательно было бы более подробно рассмотреть влияние различий в качестве и пространственном разрешении исходных спутниковых данных на точность определения границ ледников.

2. Результаты прямых измерений баланса массы представлены преимущественно для ледника №139. В дальнейшем целесообразно расширить сеть непосредственных наблюдений на другие ледники бассейна для получения более репрезентативной региональной характеристики.

3. Сравнение степени деградации различных морфологических типов ледников представляет интерес, однако более полная интерпретация полученных различий потребовала бы дополнительного рассмотрения экспозиции, высотного положения, размеров и климатических условий каждого типа.

4. В тексте автореферата имеются отдельные редакционные, грамматические и орфографические неточности, которые следует устранить при подготовке окончательного текста диссертации.

Указанные замечания и недостатки в целом не снижают качество и положительную научную оценку данной диссертации и не оказывают отрицательного влияния на её научный уровень. Большинство из них носит характер рекомендаций по дальнейшему развитию методической и интерпретационной части исследований.

В целом диссертационная работа Курбониёна Хусрава Курбонджона на тему «Динамика баланса массы ледников в современных природно-климатических условиях на примере бассейна озера Ховаркуль (Каракуль) Восточного Памира», представленная на соискание учёной степени

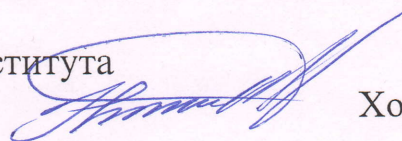
кандидата технических наук по специальности 2.1. Геология, геодезия, гидрология, строительство, архитектура (2.1.37. Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия), выполнена на высоком научно-методическом уровне.

Диссертация содержит новые научные результаты, имеет научную и практическую значимость, соответствует требованиям пунктов 31, 33, 34 и 35 Порядка присуждения учёных степеней, утверждённого постановлением Правительства Республики Таджикистан от 30 июня 2021 года, №267, а её автор Курбониён Хусрав Курбонджон заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.1. Геология, геодезия, гидрология, строительство, архитектура (2.1.37. Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия).

Официальный оппонент:

кандидат технических наук, заведующий
кафедрой экологии, со-заведующий
кафедрой ЮНЕСКО по исследованиям
воды, экологическому образованию,
устойчивому развитию
Горно-металлургического института
Таджикистана

«01» 09 2026 г.



Ходжибаев Д.Д.

Адрес: 735730, Республика Таджикистан,
город Бустон, ул. А. Баротова 6
Телефон: (+992) 92-7782378
E-mail: dalerkhojiboev@gmail.com

Подпись кандидата технических наук,
Ходжибаева Д.Д подтверждаю:
Начальник УК и СР ГМИТ



Муминова Д.М.

Адрес: 735730, Республика Таджикистан,
город Бустон, ул. А. Баротова 6
Телефон: (+9923451 5 0634
E-mail: gmit_tajikistan@mail.ru
«01» 09 2026 г.