

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 посвящена исследованию современного состояния и динамики оледенения, оценке баланса массы ледников и совершенствованию методов их мониторинга в высокогорном бассейне озера Ховаркуль Восточного Памира. Объектом исследования являются ледники и ледниковые системы бассейна озера Ховаркуль Мургабского района Горно-Бадахшанской автономной области, а предметом – методы и технологии измерения баланса массы, моделирования и дистанционного исследования ледников.

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 диссертационного исследования определяется современными изменениями природно-климатических условий высокогорных районов Центральной Азии и необходимостью получения объективных количественных данных о состоянии ледников Восточного Памира. Ледники являются важным компонентом водных ресурсов Таджикистана и оказывают влияние на формирование стока рек, особенно в условиях высокогорных бассейнов. Изменение их площади, объема и баланса массы непосредственно связано с изменением климатических условий и перспективами формирования водных ресурсов.

Особую актуальность работа приобретает в связи с недостатком современных наземных гляциологических наблюдений на ледниках Восточного Памира. В автореферате отмечается, что ранее исследования данной территории преимущественно основывались на данных дистанционного зондирования, тогда как систематические измерения баланса массы ледников гляциологическими методами практически не проводились.

В этой связи проведение комплексных исследований с объединением дистанционного зондирования, ГИС-технологий, наземных измерений и математического моделирования представляет несомненную научную и практическую ценность.

Актуальность также обусловлена необходимостью совершенствования мониторинга ледников в условиях климатических изменений. Получение современных карт, количественных характеристик изменения площадей и первых данных баланса массы для исследуемого района позволяет сформировать основу для дальнейшего долговременного мониторинга.

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

Научная новизна работы заключается прежде всего в получении новых количественных характеристик состояния ледников бассейна озера Ховаркуль и применении комплексного подхода к их исследованию.

К числу наиболее существенных новых результатов следует отнести:

- изучение современного состояния оледенения бассейна озера Ховаркуль;
- составление современных карт ледников исследуемой территории;
- получение первых данных баланса массы ледника №139 в бассейне озера Ховаркуль;
- совершенствование подходов к мониторингу состояния ледников с использованием дистанционного зондирования;
- моделирование баланса массы ледников;
- разработку рекомендаций по совместному применению ДЗЗ, моделирования и прямых гляциологических наблюдений.

Особого внимания заслуживает получение прямым гляциологическим методом среднего значения баланса массы ледника №139, составившего $-0,26$ м водного эквивалента. Для проведения наблюдений в 2018 г. автором были установлены семь абляционных реек длиной 4 и 6 м, а в зоне аккумуляции выполнены измерения снежного накопления. Расчёт годового баланса осуществлялся профильным методом и методом изолиний.

Положения, выносимые на защиту, логично отражают содержание выполненной работы и связаны с тремя основными направлениями: измерением таяния ледников с применением ДЗЗ, оценкой современного состояния и баланса массы ледника №139, а также результатами моделирования его баланса массы.

Научную новизну также представляет установление количественной динамики оледенения бассейна реки Сарыгун. За 1977–2018 гг. площадь

исследованных ледников сократилась примерно на 9 %, при этом наиболее значительное сокращение на 0,67 км² отмечено в третьем рассматриваемом периоде.

4. Степень изученности научной темы.

В первой главе автором рассмотрено состояние изученности криосферы и методов исследования ледников, представлены результаты отечественных и зарубежных исследований. Рассматриваются работы, посвящённые динамике ледников, дистанционному зондированию, измерению и моделированию баланса массы.

Анализ литературы показывает, что к настоящему времени разработан значительный комплекс методов дистанционного исследования ледников, однако для Восточного Памира сохраняется недостаток современных наземных наблюдений. В автореферате подчёркивается отсутствие за длительный период фундаментальных исследований, включая прямые измерения баланса массы ледников.

На этом фоне выбор бассейна озера Ховаркуль в качестве объекта исследования является обоснованным. По представленным данным, бассейн включает более 400 ледников площадью свыше 0,1 км², а их суммарная площадь превышает 560 км². Это свидетельствует о значительном масштабе исследуемой ледниковой системы и её важности для изучения криосферных процессов Восточного Памира.

Автором использованы данные Landsat, Sentinel-2A, SRTM и ALOS PALSAR, что позволило провести сопоставление состояния ледников за несколько временных срезов и оценить их многолетнюю динамику.

5. Объём и структура диссертации

Диссертация состоит из 148 страниц, из которых 120 страниц приходится на основной текст. Работа включает введение, четыре главы, заключение и приложения. В диссертации представлены 48 рисунков и 15 таблиц, список использованной литературы включает 182 источника, в том числе 108 на иностранных языках.

Во введении на основании актуальности выбранной темы определены цель, задачи, объект и предмет исследования, методы работы, научная новизна, теоретическая и практическая значимость полученных результатов, степень их достоверности, положения, выносимые на защиту, личный вклад автора, апробация результатов, а также структура и объём диссертации.

В первой главе рассмотрены современные направления фундаментальных и прикладных исследований криосферы, методы изучения ледников и состояние их изученности в Таджикистане и на Восточном Памире. На основании анализа литературы обоснована необходимость проведения современных исследований баланса массы ледников исследуемой территории.

Во второй главе представлены методические основы исследования и результаты применения современных технологий мониторинга. Автор использовал спутниковые снимки Landsat различных поколений, Sentinel-2A, цифровые модели рельефа SRTM и ALOS PALSAR. Для ледника №139

проведены полевые наблюдения: установлены семь абляционных рек, выполнены измерения в зоне аккумуляции, а полученные данные использованы для расчёта баланса массы. Применены профильный метод и метод изолиний.

В этой же главе рассмотрено применение модели SMB. В качестве исходных данных использованы результаты измерений таяния и накопления снега, а также метеорологические данные. Модель была настроена с учётом пространственной системы координат UTM 43N и соответствующих параметров исследуемого ледника.

В третьей главе представлены результаты оценки динамики оледенения бассейна реки Сарыгун – правого притока реки Акджилга, впадающей в озеро Ховаркуль. На основе спутниковых данных проведена оцифровка ледников и выполнена оценка изменения их площадей за 1977–2018 гг.

Установлено уменьшение общей площади оледенения с 14,65 до 13,34 км², или примерно на 9 %. Для ледника №139 площадь сократилась с 3,85 до 3,66 км². Отступление его конца за весь рассматриваемый период составило около 200 м, в том числе 80 м в 2008–2018 гг.

В этой главе также впервые для рассматриваемой территории представлен расчёт баланса массы ледника №139. Полученное среднее значение составило –0,26 м в.э., что свидетельствует о преобладании потери массы над её накоплением за рассматриваемый период.

Моделирование поверхностного баланса массы выполнено за период 16.07.2018–15.07.2019. Результаты показывают выраженную сезонность процессов абляции и аккумуляции: отрицательные значения баланса наблюдались в период летне-осеннего таяния, тогда как в холодный период происходило восстановление массы за счёт накопления снега.

В четвёртой главе проведён анализ особенностей деградации ледников в зависимости от их морфологического типа. Установлено, что сокращение площади для различных типов ледников неодинаково: для долинных ледников оно составляет около 7 %, для карово-долинных – 13 %, склоновых – 14 %, а асимметрично-долинных – до 18 %.

Для бассейна реки Сарыгун выполнено моделирование баланса массы на различных высотах. Получен общий отрицательный баланс –0,282 м в.э., при диапазоне индивидуальных значений от –2,0 до +1,0 м в.э. Среднеквадратическая ошибка моделирования составила 0,107 м в.э., что автор рассматривает как показатель приемлемой точности полученной оценки.

В заключении обобщены основные результаты исследования. В частности, сформулированы выводы о результативности комплексного использования ДЗЗ, ГИС, цифрового моделирования и наземных наблюдений, эффективности дистанционного мониторинга, значении прямого измерения баланса массы, динамике оледенения бассейна Ховаркуль и полученном отрицательном балансе массы –0,282 м в.э.

В целом структура диссертации соответствует поставленной цели и задачам исследования, а последовательность изложения материала позволяет перейти от анализа состояния изученности проблемы и методических подходов к получению конкретных результатов и их обобщению.

6. Научная, практическая, экономическая и социальная значимость диссертации

Научная значимость работы состоит в расширении фактической базы гляциологических исследований Восточного Памира. Получены новые данные о площади и динамике ледников, выполнены первые для рассматриваемой территории прямые измерения баланса массы и проведено моделирование его пространственно-временной изменчивости.

Практическая значимость определяется возможностью использования результатов при мониторинге оледенения, оценке современного состояния ледников и совершенствовании методов расчёта их баланса массы. Полученные материалы могут применяться при изучении гляциологического режима ледниковых бассейнов Таджикистана с использованием современных средств ДЗЗ и моделирования.

Экономическая значимость связана прежде всего с возможностью использования информации о состоянии ледников при оценке и прогнозировании водных ресурсов. Количественные оценки изменения площадей и баланса массы могут использоваться при моделировании поступления талых ледниковых вод в речные системы, что имеет значение для водопользования, сельского хозяйства и энергетики.

Социальная и природоохранная значимость заключается в возможности использования картографических и топографических материалов для оценки опасных гляциальных процессов, определения потенциально уязвимых территорий и разработки адаптационных мероприятий в условиях изменения климата.

7. Публикация результатов исследования по теме диссертации

Основные результаты диссертационного исследования получили апробацию на республиканских и международных научных конференциях в Душанбе, Алматы, Фрибурге и Баку в 2019–2024 гг.

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

Содержание публикаций соответствует основным направлениям диссертации. В частности, опубликованы работы по современному состоянию малых ледников бассейна озера Каракуль, моделированию баланса массы ледника №139 с использованием модели SMB, балансу массы Восточного Зулмарта за 2018–2022 гг. и динамике изменения оледенения бассейна реки Сарыгун.

Таким образом, результаты исследования нашли отражение в научных публикациях и прошли необходимую апробацию.

8. Соответствие диссертации требованиям Комиссии

Диссертационная работа Курбониёна Хусрава Курбонджона по содержанию, объёму, структуре и характеру полученных результатов соответствует заявленной научной специальности и требованиям, предъявляемым к диссертационным исследованиям.

Автореферат диссертации соответствует требованиям Порядка присуждения учёных степеней, утверждённого постановлением Правительства Республики Таджикистан от 30 июня 2021 года, №267, и достаточно полно отражает содержание диссертационной работы, основные научные результаты, положения, выносимые на защиту, выводы и практические рекомендации.

Вместе с тем, несмотря на полученные результаты и несомненную научную ценность выполненного исследования, диссертация не лишена отдельных недостатков, спорных положений, статистических, грамматических и орфографических неточностей. Среди них можно выделить следующие:

1. В работе недостаточно подробно раскрыта связь выявленных изменений баланса массы ледников с конкретными климатическими факторами.

2. При изложении результатов моделирования недостаточно подробно представлены вопросы чувствительности модели SMB к изменению её основных параметров. Желательно было бы показать, насколько изменение отдельных параметров влияет на конечную оценку баланса массы.

3. Некоторые количественные результаты в отдельных разделах требуют более чёткого указания временного периода, к которому они относятся. Особенно это касается результатов прямых измерений и результатов моделирования, поскольку они характеризуют разные временные интервалы.

4. В отдельных местах автореферата встречаются терминологические, грамматические и орфографические неточности, которые желательно устранить при подготовке окончательной версии диссертационной работы и публикации её результатов.

Указанные замечания и недостатки в целом не снижают качества и положительной научной оценки данной диссертации и не оказывают отрицательного влияния на её научный уровень. Они имеют преимущественно дискуссионный и редакционно-методический характер и могут быть учтены автором в дальнейших исследованиях.

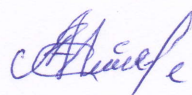
В целом диссертационная работа Курбониёна Хусрава Курбонджона на тему «Динамика баланса массы ледников в современных природно-климатических условиях на примере бассейна озера Ховаркуль (Каракуль) Восточного Памира», представленная на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.1.37. Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия, выполнена на высоком научно-методическом уровне.

Работа содержит научно обоснованные результаты, имеющие 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:

Доктор географических наук,
профессор кафедры «Методика
преподавания географии и туризма»
географического факультета
Таджикского государственного
педагогического университета
имени С. Айни

«02» 09 2026 г.



Мухаббатов Х.

Адрес: Республика Таджикистан,
город Душанбе, проспект Нусратулло
Махсум 89/2 кв. 17
Телефон: (+992) 918-57-97-37
E-mail: region_ek@rambler.ru

/ Подпись Мухаббатова Х. подтверждаю:
Начальник ОК и ОД ТГПУ имени С. Айни



Кодирзода С.

Адрес: Республика Таджикистан,
734003, г. Душанбе, ул. Рудаки 121
тел.: (+992) 23722241383
E-mail: info@tgpu.tj

«02» 09 2026 г.