

ОТЗЫВ

члена диссертационного совета на диссертацию Распутиной Валерии Алексеевны на тему: «Оценка характеристик паводков, образующихся при прорывах высокогорных моренных озёр», представленную на соискание ученой степени кандидата географических наук по научной специальности 1.6.16. Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия.

Представленная к защите диссертация посвящена актуальной научно-практической проблеме – оценке характеристик паводков, образующихся при прорывах высокогорных моренных озёр. Соискатель верно отмечает, что в последние десятилетия отмечается рост таких событий, связанных, в том числе, и с глобальными климатическими изменениями. Последние годы активно ведутся исследования по этой тематике с целью прогнозирования катастрофических паводков, часто несущих серьезные последствия человеку и его хозяйственной деятельности. Тема интересна и для оценки характеристик таких событий в прошлом, в частности прорывов и спуска крупных приледниковых бассейнов в зоне развития ледниковых щитов в Северной Америке и в Европе (например, озера Агассис, Балтийское ледниковое озеро и другие). Интересна работа и в части оценки количества подпрудных озер, в частности на Алтае, их площади и объема, что позволяет более обосновано прогнозировать и оценивать климатические изменения. Объектом диссертационного исследования являются моренные и приледниковые озёра высокогорных территорий Алтая. Предметом исследования соискателем определены характеристики прорывных паводков, образующихся при прорывах моренных озёр.

Исследование основано на полевых наблюдениях соискателя в 2019 г. и в 2021-2023 годах на моренных озёрах Центрального и Юго-Восточного Алтая, а также на методах математического моделирования и данных дистанционного зондирования Земли. Основным методом при полевых исследованиях стали гидрологический, включавший наблюдения за уровнем воды, батиметрические съёмки озёр, тахеометрические съёмки котловин озёр, метеорологические наблюдения. Эти работы позволили соискателю описать особенности уровня режима подпрудных озёр, находящихся на разных стадиях развития. В камеральных условиях основным методом исследования являлось математическое моделирование характеристик прорывных паводков на основе разработанной автором в рамках настоящего исследования методики расчёта. Соискатель самостоятельно выполнял сбор и обработку полученных материалов и данных, участвовал в проведении физических экспериментов по разрушению грунтовых плотин и обработке полученных результатов, в дешифрирование спутниковых снимков, а также осуществлял анализ пространственно-временной изменчивости озёр и составлял каталог моренных озёр горного Алтая, участвовал в разработке детальных критериев для классификации моренных водоёмов по стадиям развития и в разработке методики расчёта характеристик прорывных паводков, а также самостоятельно написал компьютерную программу для расчёта в среде MatLab.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, благодарностей и списка литературы (137 наименований, из них 64 – это зарубежные источники). Объем работы составляет 118 страниц текста, включая 54 рисунков и фотографий, 5 таблиц.

В первой главе дается аналитический обзор ранее проведенных исследований прорывов моренных озёр, описываются основные направления, методы и подходы (стр. 11-

23). Проведенный соискателем анализ опубликованных отечественных и зарубежных научных работ приводит его к выводу об отсутствии методик расчета характеристик волны прорывного паводка, образующейся при прорывах озёр, подпруженных моренной плотиной, которые бы включали в себя несколько механизмов прорыва озера и учитывали неоднородный состав моренной перемычки.

Во второй главе описываются методика расчета характеристик прорывного паводка, образующегося при прорыве моренного озера (стр. 24-42). Соискателем в данной главе показаны подходы и принципы разработки методики расчета характеристик прорывного паводка. Авторская методика основана на принципах гидравлики, эрозии и механики грунтов и относится к физически обоснованным моделям формирования прорывного паводка. Главными преимуществами разработанного соискателем алгоритма расчета от других математических моделей являются: (1) учёт неоднородного состава моренной перемычки (подход к учёту неоднородности моренного грунта основан на результатах существующих опубликованных исследований и собственных полевых материалов); (2) учёт двух основных триггерных механизмов прорыва водоёма (перелив воды через гребень плотины и образование фильтрационного канала в её теле); (3) учёт изменения скорости потока в придонной части прорана (расчёт придонной скорости осуществляется по уравнению Караушева); (4) более сложная аппроксимация формы поперечного сечения прорана. При размыве прорана происходит обрушение грунта с его бортов, в результате чего форма прорана в пределах живого сечения потока остаётся трапециевидная, а сверху прямоугольная (предложенная аппроксимация формы прорана по мнению соискателя более точно, чем традиционно используемые (треугольная и трапециевидная), отражает процесс его формирования). Предложенный соискателем алгоритм расчета был положен в основу компьютерной программы, написанной в среде MatLab. Эта программа имеет удобный интерфейс для ввода входных характеристик и параметров. Результатами расчета являются основные характеристики прорывного паводка: гидрограф прорыва, изменение во времени скорости и площади поперечного сечения потока, объёма воды в водоёме и размеров прорана (отметка дна, ширина и площадь прорана). Эта программа безусловно имеет важное практическое значение.

В 3-ей главе (стр. 43-57) выполнена апробация методики расчета на результатах численных и физических экспериментов. Сравнение результатов математического моделирования, выполненного на основе разработанного соискателем алгоритма расчета, с результатами физического моделирования показало в целом их удовлетворительную сходимость по времени достижения максимального расхода воды, его величине и времени прохождения прорывного паводка. Однако были выявлены исключения, в случаях, когда наблюдалось спонтанное обрушение грунта с бортов прорана. Этот фактор не учитывается в расчетах. Апробация разработанной соискателем методики расчета на данных реальных прорывов моренных озёр по литературным источникам показала удовлетворительный результат. Качество моделирования оценивалось путём сравнения расчётных размеров прорана (ширина и глубина) с опубликованными измеренными значениями, а также сравнивались модельные объёмы прорывного паводка с объёмами, рассчитанным по разнице объёмов озёр до прорывов и после. Проведенные численные эксперименты показали, что авторская математическая модель наиболее восприимчива к следующим параметрам: (1) удельный вес материала, из которого сложена плотина и (2) процентное содержание в нём глины. Эти два параметра влияют на величину коэффициента эрозии,

определяющего скорость размыва плотины. Результаты численных экспериментов и апробация методики как на результатах экспериментов, так и на опубликованных данных прорывов подпруженных озёр, показали хорошую адекватность и работоспособность предложенного соискателем алгоритма расчёта. Эту авторскую методику расчета можно применять для оценки характеристик прорывных паводков при прогнозируемых прорывах приледниковых и моренных озёр.

Четвёртая глава (стр. 58-92) посвящена выявлению особенностей уровня режима моренных и приледниковых озёр Алтая, находящихся на разных стадиях развития. В основу этой главы положены данные полевых многолетних наблюдений, полученных в ходе комплексных экспедиций Института наук о Земле СПбГУ. В главе приводится анализ изученности региона (как с точки зрения предмета исследования, так и объекта исследования) и дается физико-географическое описание района исследования. Отдельные разделы посвящены подпрудным (приледниковым и моренным) озерам, особенностям их распространения (по высотам и по отдельным хребтам и горным массивам) и их характеристикам. Отдельные разделы посвящены трем озерам – Маашей, Нурган и «Барсово», воды которых катастрофически прорвали плотины. Эти события были задокументированы, а соискателем проанализированы (как в полевых условиях, так и на основе опубликованных данных). Глава хорошо иллюстрирована картами, схемами, графиками и фотографиями. Соискателем делается вывод о том, что в условиях фиксируемого потепления климата в районе исследования (Алтай) произошло увеличение подпрудных озёр, их объемов и площади зеркала. Выявлены локальные условия в изменении этих параметров. Соискателем постулируется, что фиксируемая тесная связь между сокращением площади оледенения и изменениями, происходящими с моренными и приледниковыми водоёмами, свидетельствует о том, что озёра являются хорошими индикаторами процесса деградации горного оледенения. Соискателем вводится понятие квазистабильного состояния озёр, наряду с ранее существовавшими трансгрессивной и регрессивной стадий. Также предлагаются морфологические и гидролого-морфометрические характеристики каждой из трех стадий развития озёр. Описаны особенности уровня режима каждой стадии (трансгрессивной, квазистабильной и регрессивной). Исследования трех озёр (Маашей, Нурган и «Барсово») показало, что трансгрессивная стадия их развития, характеризующаяся активным увеличением объёма и площади водоёма и нестабильным уровнем режимом, является наиболее потенциально опасной. Озёра, которые находятся в трансгрессивной стадии своего развития, должны быть объектами пристального мониторинга в районах освоения горных территорий.

Глава 5 (стр. 93-99) посвящена анализу результатов моделирования характеристик прорывных паводков. В этой главе, на основе предложенной соискателем методики расчёта характеристик прорывного паводка были смоделированы реальные прорывы озёр: прорыв моренного озера Нурган (горный массив Цамбагарав) и прорыв завального озера Маашей (Северо-Чуйский хребет). Были реализованы при моделировании два сценария. Один, связан был с гипотезой, что прорыв озера Маашей мог произойти в результате размыва фильтрационного канала в теле плотины и последующего обрушения грунта над каналом. Расчёт прорывного паводка по предложенной методике выполнялся для этого сценария. Второй сценарий для озера Нурган связан с гипотезой, что имел место перелив воды через гребень плотины. Качество моделирования оценивалось по результатам сравнения расчётных значений прорана с его измеренными значениями. Размеры прорана являются в

данном случае единственной проверочной информацией. Расхождение при сравнении расчётных площадей проранов с измеренными значениями не превысило 15%.

В заключение (стр.100-102) сформулированы основные выводы диссертации и отмечены важные научно-практические результаты.

Научные результаты исследования прошли хорошую апробацию на конференциях разного уровня и полно изложены в публикациях соискателя. Работа хорошо оформлена иллюстративным материалом, характеризуется чётким изложением результатов, написана хорошим научным языком.

С учетом всего вышесказанного полагаю:

Содержание диссертации Распутиной Валерии Алексеевны на тему: «Оценка характеристик паводков, образующихся при прорывах высокогорных моренных озёр», соответствует научной специальности 1.6.16. Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия;

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, доцент, декан факультета географии РГПУ им. А. И. Герцена

Субетто Дмитрий Александрович

30.09.2024

РГПУ им. А.И. ГЕРЦЕНА

подпись *Д.А. Субетто*

удостоверяю «30» *09* 2024 г.

Отдел кадров управления по работе с кадрами
и организационно-контрольному обеспечению



Ведущий документовед
отдела кадров

Ю.В. Пасечник