

## ОТЗЫВ

**председателя 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**

**Актуальность темы.** Диссертация посвящена решению важной научной проблемы – исследованию формирования прорывных паводков при прорывах высокогорных моренных озёр. Выбор научной проблемы и темы диссертационной работы обусловлен увеличивающимся влиянием изменений климата на динамику озёрно-ледниковых комплексов: сокращение площадей горных оледенений приводит к росту размеров существующих моренных и приледниковых озёр, формированию новых водоёмов на территориях, высвобождающихся ото льда. Озёра, подпруженные моренами, в геологическом масштабе времени нестабильны и недолговечны. Увеличение объёма воды в них может привести к ослаблению подпруживающей перемычки и последующему её прорыву, в результате чего формируются катастрофические прорывные паводки и сопряжённые с ними селевые потоки. В связи с этим, в целях снижения риска и ущерба от прорывных паводков необходимо оценивать их характеристики (гидрограф прорыва, максимальный расход воды, объём прорывного паводка, скорости потока и др.). Разработанная автором в рамках диссертации методика расчёта характеристик прорывных паводков учитывает неоднородный состав моренной плотины, два триггерных механизма прорыва, распределение скорости потока по глубине. Важным вопросом, рассмотренным автором в диссертации, помимо расчётов характеристик прорывных паводков, является выявление потенциально прорывоопасных озёр. Дополненная автором классификация стадий развития моренных и приледниковых озёр (в классификацию введено понятие квазистабильной стадии развития; предложены морфологические и гидролого-морфометрические характеристики каждой стадии развития, описаны особенности уровня режима водоёмов, находящихся на разных стадиях развития) даёт возможность определить, на какой стадии находится тот или иной водоём, оценить его дальнейшее развитие. Авторский подход позволяет выявлять потенциально прорывоопасные водоёмы в условиях слабой гидрологической изученности территории и способствует снижению степени информационной неопределённости при выявлении опасных гидрологических явлений и принятии управленческих решений на региональном уровне.

**Оценка структуры и содержания работы.** Текст диссертации состоит из введения, пяти глав, заключения и трёх приложений.

*В первой главе* проведён аналитический обзор исследований прорывов моренных озёр, в котором рассмотрены основные направления исследований приледниковых и моренных озёр, методы и подходы, применяемые для их изучения, а также обобщение всех представленных материалов.

Глава написана хорошим научным языком, проведен анализ более 130 отечественных и зарубежных научных работ, отмечены достоинства и ограничения имеющихся методов расчета и моделирования прорывных паводков. В обобщающем выводе подтверждается актуальность и новизна диссертационного исследования.

*Во второй главе* описаны процессы формирования прорывного паводка при прорывах моренных озёр и представлена разработанная автором методика расчёта характеристик прорывного паводка, образующегося при прорыве моренного озера. Главными преимуществами разработанного алгоритма расчёта в отличие от подобных существующих

РК № 33-06-834 от 30.09.2024

математических моделей являются учёт: неоднородного состава моренной плотины, двух основных механизмов прорыва озера (размыв фильтрационного канала и перелив воды через гребень плотины), изменение скорости потока в придонной части прорана, а также в методике автором предложена более сложная аппроксимация формы поперечного сечения

Текст главы хорошо структурирован, методика изложена чётко и последовательно. Глава соответствует первому положению, выносимому на защиту, и показывает высокий уровень подготовки диссертационной работы.

*В третьей главе* выполнена апробация разработанной методики расчёта на результатах численных и физических экспериментов, а также с использованием данных о реальных прорывах моренных озёр.

Результаты численных экспериментов и апробация методики на данных физических экспериментов и на опубликованных данных реальных прорывов показали адекватность и работоспособность предложенной методики расчёта, а также возможность его применения для оценки характеристик прорывных паводков возможных прорывов озёр. По результатам численных экспериментов установлено, что предложенная методика расчёта наиболее чувствительна к таким характеристикам грунта, удельный вес материала плотины и процентное содержание в нём глины. Изложение главы чётко и последовательно.

*В четвёртой главе* приведено физико-географическое описание выбранного района исследования (высокогорные территории Алтая), выявлены различия в тенденциях изменения пространственного и временного распределения моренных и приледниковых озёр на территории Центрального и Юго-Восточного Алтая. Дополнена имеющаяся классификация стадий развития озёр (Зимницкий, 2005) на основе анализа спутниковых снимков и полученных при участии автора полевых данных: введено понятие квазистабильной стадии развития, предложены морфологические и гидролого-морфометрические характеристики каждой стадии развития, описаны особенности уровня режима каждой стадии. В главе приведены подробные описания реально прорвавшихся на Алтае озёр Маашей и Нурган.

Глава является одной из ключевых в диссертационной работе. Установлено, что увеличение количества моренных и приледниковых озёр на территории Алтая при высотном смещении области максимального их распространения на 100-200 м выше и увеличение суммарной площади озёр с 2000 по 2022 гг. является надёжным индикатором сокращения горного оледенения. Дополненная классификация стадий развития моренных и приледниковых озёр даёт возможность определять на какой стадии находится водоём, оценить его дальнейшее развитие, а также выявлять потенциально прорывоопасные водоёмы в условиях слабой гидрологической изученности.

*В пятой главе* представлены результаты математического моделирования характеристик реальных прорывов озёр Алтая (прорыв завального озера Маашей и прорыв моренного озера Нурган) с использованием разработанной в диссертационной работе методики расчёта.

Расчёты прорывных паводков проведены с учётом неоднородного состава моренной плотины в соответствии с триггерными механизмами прорывов. Качество моделирования оценивалось по результатам сравнения расчётных по методике значений прорана с его измеренными значениями. Расхождение при сравнении расчётных площадей проранов с измеренными значениями не превышало 15%, что свидетельствует об удовлетворительном качестве моделирования.

**Степень обоснованности и достоверности положений и выводов**

Диссертация показывает способность автора выполнить значительное и разноплановое научное исследование с применением различных методов исследования. Научные результаты диссертационной работы достаточно четко обоснованы и аргументированы. Обоснованность научных положений, сформулированных в диссертации, доказывается использованием обширного объема полученных материалов. Выводы логически вытекают из материалов исследований и отражают поставленные в работе задачи. Формулировки защищаемых положений в полной мере отражают результаты диссертации, а формулировки основных результатов в заключении диссертационной работы раскрывают и дополняют понимание защищаемых положений.

Основные положения и результаты диссертационной работы оригинальны, четко обоснованы и доказаны. Обоснованность и достоверность подтверждаются глубокой проработкой литературных источников по теме диссертации, выполненной апробацией разработанных научно-методических положений к оценке формирования прорывных паводков на модельной территории, применением современных методов анализа гидрологической информации, публикацией основных положений диссертации. Обоснованность и достоверность разработанной методики достигнуты путём её апробации в многочисленных экспериментах, на основе результатов физического моделирования разрушения грунтовых плотин, на основе сравнения с опубликованными данными реальных прорывов моренных озёр.

Обоснованность и достоверность дополненной классификации стадий развития озёр достигнута путём проведения и анализа многолетних полевых гидрологических наблюдений за гидрологическим режимом моренных и приледниковых озёр Алтая. Наряду с полевыми исследованиями проводился анализ спутниковых снимков, который позволил выявить внутри- и межгодовую временную изменчивость элементов режимов озёр.

### **Научная новизна проведённых исследований и полученных результатов**

Проведённые автором исследования выводы являются новыми. Впервые разработана методика расчёта характеристик прорывного паводка, учитывающая два механизма прорыва и неоднородный состав морены; выявлены особенности уровня режима для моренных озёр, находящихся на разных стадиях развития. В работе впервые выявлены различные тенденции изменения пространственного распределения и временной изменчивости элементов режимов моренных и приледниковых озёр Алтая; показано, что различия в тенденциях обусловлены разными климатическими особенностями Центрального и Юго-Восточного Алтая; выявлено повышение на 100-200 м высотного интервала наибольшего распространения приледниковых и моренных водоёмов и увеличение их суммарной площади за последние 20 лет от 6 до 130%.

Значительный личный вклад автора в исследование, так же как достоверность и новизна научных результатов работы, подтверждаются девятью публикациями в ведущих рецензируемых журналах (индексируемых базами Scopus и Web of Science) и значительным числом выступлений на конференциях (материалы которых также были опубликованы).

В качестве замечаний можно отметить следующее:

- не совсем ясно, как учитывался масштаб объекта при физическом моделировании и могло ли это обстоятельство повлиять на верификацию модели;
- представляется, что физические эксперименты следовало бы провести для более широкого спектра характеристик грунтов;
- предполагается, что первоначальное нарушение в теле плотины уже существует, модель его не рассчитывает. Но, имея ввиду сложность такой задачи, этот тезис можно рассматривать как задачу будущих исследований.

Отмеченный ряд замечаний не снижает впечатление от проведенного обширного и интересного исследования и не уменьшает его научной значимости.

### **Заключение**

С учетом всего вышесказанного полагаю:

Содержание диссертации Распутиной Валерии Алексеевны на тему: «Оценка характеристик паводков, образующихся при прорывах высокогорных моренных озёр» соответствует 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 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.

Председатель диссертационного совета:

доктор географических наук, профессор кафедры океанологии  
Санкт-Петербургского государственного университета

10.09.2024 г.



Белопенко Татьяна Васильевна