

ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию на соискание ученой степени
кандидата географических наук Юдиной Викторией Антоновны на тему:
«Оценка характеристик селевых потоков и прорывных паводков
на основе комплекса математических моделей»
по специальности 1.6.16 – «гидрология суши, водные ресурсы,
гидрохимия»

Климатические изменения, происходящие в последние десятилетия, стимулировали резкое усиление таяния ледников, что привело к значительным изменениям гидрологического режима малых водотоков высокогорной зоны. Формирование новых и активный рост ранее существовавших приледниковых озёр также является следствием глобального потепления. Наиболее значимыми последствиями вышеуказанных изменений стало увеличение повторяемости катастрофических паводков, преимущественно, приводящих к формированию мощных селей, прохождение которых приводит к переформированию рельефа речных долин и выносу огромных масс рыхлообломочного материала в принимающие сток речные долины более крупных порядков. Часто днища этих речных долин освоены и заселены, и поэтому селевые паводки наносят значительный экономический урон, а часто приводят и к человеческим жертвам. В этой связи тематика выполненных В.А. Юдиной исследований является весьма актуальной, так как моделирование селевых потоков и прорывных паводков нуждается в совершенствовании из-за комплексности процессов их формирования и протекания.

Диссертация В.А. Юдиной состоит из Введения, 7 глав и Заключения. Общий объём диссертации, включая список литературы из 177 наименований, составляет 130 страниц. Во Введении дано обоснование актуальности исследования, поставлены цели и задачи исследования, кратко

приведены сведения об источниках используемых данных и методах исследования, личном вкладе автора и исследования, сформулированы защищаемые положения, отражена практической значимости и новизна работы.

Первая глава состоит из двух разделов. В первом разделе кратко рассмотрены основные определения селевых потоков, приведены различные классификации, а также охарактеризованы две из трёх литодинамических зон, характерных для селевого водосбора, а именно зона зарождения селя и зона транзита. Зона аккумуляции или отложения селевой массы просто упомянута, без каких либо дополнительных пояснений. Вторая часть первой главы посвящена анализу существующих подходов к изучению процессов формирования селей и прорывных паводков. Особое внимание уделено рассмотрению математических моделей, используемых в расчётах прорывных паводков и селей. Показано, что существующие модели удовлетворительно описывают разные этапы формирования и прохождения паводков, но ни одна из них не может быть использована для расчёта всех стадий, связанных с формированием, прохождением и разгрузкой селевого потока, что является их существенным ограничением. Глава выглядит незавершённой. Было бы более наглядно не просто перечислить существующие модели, но и подготовить сводную таблицу или блок-диаграмму, отразив достоинства и недостатки используемых моделей, а также области их применения. Собственно подобное обобщение позволило бы автору сформулировать в конце данной главы основную проблему, которой посвящена диссертационная работа.

Вторая глава «Материалы и методы исследования» посвящена описанию использованных в работе картографических материалов, включая построенных на основе выполненных с использованием БПЛА съёмок и применяемых расчётных математических моделей. Приведены достаточно подробные характеристики модели прорыва озера и транспортно-сдвиговой модели, разработанных Виноградовым, а также гидродинамической модели

FLO-2D, разработанной группой авторов из университета Колорадо. Гораздо меньшее внимание (всего 0,5 страницы текста) уделено разработанной В.А. Юдиной компьютерной программе FLOVI. Это достаточно странно, учитывая, что разработка данной программы является первым защищаемым положением. Также в данной главе приведены сведения об использованных в работе данных дистанционного зондирования, топографических картах, предельно кратко сказано о полевых работах. Глава завершается разделом «Применение данных БПЛА». В данной главе многократно упоминаются различные объекты исследования, но сами объекты исследования представлены только в третьей главе диссертации. Представляется, что более логичным было бы изменить структуру диссертации. Следовало разместить главу «Объекты исследования» перед главой «Материалы и методы исследования».

Третья глава, названная «Объекты исследования», посвящена физико-географической характеристике объектов исследования – водосборов малых рек Западного Памира (Бодомдара и Барсемдара) и Северного Кавказа (Герхожан-Су). Не вполне понятно, почему соответствующие разделы главы названы «Долина реки...», хотя в самих разделах никакой информации о морфологических особенностях долин данных рек не приведено. Основная информация касается бассейнов рек, а также значительное место уделено селевым событиям, происходившим в данных бассейнах, если таковые фиксировались. Кроме того, в главе приведены данные о бассейне р. Гунт, притоками разных порядков которой являются реки Бодомдара и Барсемдара, и бассейне р. Баксан, притоком которой является р. Герхожан-Су.

Три последующие главы посвящены результатам моделирования на трёх объектах исследования. Они построены по одному образцу, когда сначала представлены различные сценарии расчётов, и это позволяет выбрать наиболее оптимальный из них. Затем следуют разделы о построение гидродинамической модели, и приводятся результаты её использования. В

главе 4 «Моделирование селевых потоков снегового генезиса» выполнены расчёты для селя, сошедшего летом 2015 в бассейне р. Барсемдара, и приведшего к подпруживанию р. Гунт с образованием озера Барсемкуль. Для моделирования процесса формирования селя использовались, в том числе, и видеоматериалы, зафиксировавшие момент прохождения селя в приустьевой части р. Барсемдара. В пятой главе, названной «Моделирование ледниковых селевых потоков», математические модели апробированы на результатах прохождения селевого потока в долине р. Герхожан-Су в 2000 г., а также создана модель, характеризующая влияние подвижек крупного оползня Бузулган на формирование селевых потоков в вышеупомянутой долине. В главе 6 выполнено прогнозное моделирование прорывных паводков на примере исследований, выполненных на водосборе р. Бодомдара, где в настоящее время вследствие активного таяния ледников постоянно увеличиваются в размерах два приледниковых озера. Существует высокая вероятность прорыва либо только нижнего из них, либо двух озёр одновременно. Результаты моделирования свидетельствуют, что последствия возможных прорывов озёр даже при наиболее негативном сценарии затронут только постройки, расположенные непосредственно в пойме р. Шахдара. Также может быть подтоплен кишлак, расположенный сразу выше по течению от впадения р. Бодомдара в р. Шахдара в случае образования озера в связи с подпором р. Шахдара сформированным при формировании селя конусом выноса.

Завершающая седьмая глава диссертации В.А. Юдиной является обобщением опыта применения математических моделей на различных объектах, где происходило или может произойти формирование селевых потоков различного происхождения. Автором выделяются важнейшие параметры, входящие в модели, которые во многом определяют достоверность расчётов и влияют на их точность.

В Заключении приводятся основные, на взгляд, В.А. Юдиной выводы, полученные на основе выполненного исследования. Всего выводов 9, тогда как защищаемых положений 4. Причём первое защищаемое положение не находит своего полного подтверждения в выводах, так как в выводах нет упоминаний о цифровых моделях рельефа. Некоторые выводы представляются не вполне обоснованными. В частности непонятно, что подразумевается под утверждением *«предложенный комплекс моделей позволяет улучшить оценку характеристик селевых потоков и прорывных паводков»?* Достаточно очевидным и не требующим проведения каких-либо исследований представляется и вывод 8 о важности видеоматериалов.

В диссертации, подготовленной В.А. Юдиной, апробированы различные математические гидродинамические модели, используемые для расчёта последствий селевых потоков и прорывных паводков, часть из которых в разной степени усовершенствованы автором. Выделены определяющие параметры различных моделей, точность определения которых в наибольшей мере влияет на достоверность расчётов. Также впервые проведены расчёты по моделям для определённых ситуаций, а именно по транспортно-сдвиговой модели для выявления очагов селей в речных долинах, где они ещё не перешли в стадию активного развития, а для модели прорыва приледникового озера – для сценариев прорыва озера по подледниковым каналам стока. Полученные В.А. Юдиной результаты вносят заметный вклад в совершенствования прогнозных моделей селеобразования и моделирование последствий прохождения селей. Полученные результаты важны как с точки зрения расширения знаний о механизмах формирования и протекания селей и прорывных паводков, так и решения прикладных задач в горных регионах с высокой селевой опасностью.

Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации, подготовленной В.А. Юдиной. Материалы диссертации изложены в 4 работах, опубликованных автором в источниках, рекомендованных для

защиты в диссертационном совете МГУ по специальности 1.6.16 – «гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия». Среди них 2 публикации, в которых В.А. Юдина является первым автором.

При прочтении работы возник ряд вопросов и замечаний, а именно:

1. На стр. 23 диссертации сказано: «На всех объектах была выполнена съемка с использованием БПЛА, в результате чего были получены цифровые модели с более высоким разрешением, чем полученные по спутниковым снимкам». При этом фактические данные по пространственному разрешению моделей приведены только на странице 34 в Таблице 2.2. Однако в тексте диссертации не дано детальное описание каким образом было достигнуто столь высокое пространственное разрешение (6–13 см/пиксель) и ничего не сказано какая точность созданных на основе съёмок с помощью БПЛА ЦММ по высоте. Рисунок 2.2, на котором показаны изогипсы, построенные по спутниковому снимку и ЦММ, очень низкого качества и на ЦММ изогипсы читаются только фрагментарно.

2. На стр. 23 сказано: «В случае несоответствия изолиний рельефу они редактировались, например, на участках, где изолинии отображают рельеф некорректно. Также проводилась корректировка значений высот в руслах рек». Но в тексте диссертации нет пояснения, на основании каких данных проводилась эта коррекция? Если эта коррекция проводилась по ЦММ, то следовало гораздо более подробно описать как методику построения ЦММ, так как принципы выделения участков, для которых была необходима корректировка.

3. Формула 2(1). В расшифровке обозначений в формуле сказано: «Рекомендуется использовать $t = 1000$ с, так как значения времени перелива в 1000–2000 с были получены для прорывов озер в Альпах [Haeberli, 1983]». Почему именно эти данные следует использовать? Непонятно.

4. Таблица 2.2. Реологические параметры модели FLO-2D [O'Brien, Julien, 1988]. В данной Таблице приведены параметры модели для образцов селевой массы, имеющей определённое название, которое никак не характеризует фактический состав селевой массы. Непонятно, как ей можно пользоваться? Кроме того, таблица дополнена данными из ряда других публикаций и там, в колонке, имеющей название *Образец селевых отложений*, приведены просто публикации, а вовсе не образцы. Параметры а и b)–d) отличаются на несколько порядков. Непонятно как можно пользоваться данными из этой таблицы для конкретных расчётов?

5. В описании результатов моделирования в приустьевой части реки Барсемдара сказано: «Одной из причин несоответствия площадей зон затопления является отсутствие возможности учета эрозионных процессов в модели FLO-2D, они определяются исключительно морфометрией русла. Также в качестве исходных данных для рельефа использовался спутниковый снимок, который представлял собой ЦМР разрешением 12.5 м. Таким образом, расположения зданий на данной ЦМР не учитывалось» – Непонятно, если модель не учитывает размывы в русле, то как она может быть использована для расчёта селевого потока? Также непонятно как здания на берегу (вернее недоучёт их влияния) могли сказаться на расчётах, если фактически поток не покидал русло, а только приводил к его врезанию. Опять же факт мощного врезания потока в русло указывает на то, что его транспортирующая способность не была полностью реализована, то есть поток не был насыщен наносами на приустьевом участке.

6. Далее в этой же главе сказано, что наиболее оптимальные результаты моделирования селевого потока для р. Барсемдара были получены при использовании дополнительных расчетов с применением снимков с БПЛА, полученных в 2019 году, разрешение полученной ЦММ составило около 1 м. Но фактически русло 2019 г. было сформировано при прохождении селя 2015 года. Означает ли это, что первые волны паводка

(ещё не селевые) привели к активному врезанию русла на участке моделирования, а уже затем селевой поток проходил по только что углублённому руслу? И именно поэтому расчёты по комплексу моделей показали удовлетворительный результат.

7. На мой взгляд, для прогнозирования формирования селей снегового генезиса, каковым был селя в бассейне р. Барсемдара, чрезвычайно важно понимать условия формирования подобных селей, а именно каким образом формировались расходы воды, которые привели к формированию такого мощного селя. То есть, как происходило таяние снега на водосборе, которое способствовало залповому выбросу больших объёмов воды. К сожалению, этот вопрос в диссертации не обсуждается.

8. В тексте диссертации часто встречаются различного рода опечатки, неудачные фразы и другие ошибки, в том числе на рисунках, которые можно и нужно было избежать при редактировании. Например, «Рельеф долины отличается глубоко расчлененным рельефом». Или приводится описание бассейна р. Гунт. Сказано, что озеро Яшилькуль находится в 75 км от истока реки по её длине, но на схеме рис. 3.1 никакое озеро не показано. На одной и той же странице (стр. 24) в формулах 2.1 и 2.2 в одном случае объём воды обозначен W , а в другом случае – V .

Вместе с тем, указанные замечания не умаляют значимости выполненного диссертационного исследования. Диссертация В.А. Юдиной отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 1.6.16 – «гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия» (по географическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова, и оформлена согласно приложениям № 5, 6

Положения о диссертационном совете Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Таким образом, соискатель Юдина Виктория Антоновна заслуживает присуждения ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.16 – «гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия».

Официальный оппонент:

доктор географических наук,
ведущий научный сотрудник
НИЛ эрозии почв и русловых процессов
имени Н.И. Маккавеева Географического факультета
ФГБОУ ВО «Московский государственный
университет имени М.В. Ломоносова»

Голосов Валентин Николаевич



«01» ноября 2022 г.

Контактные данные:

Тел.: +7 (495) 939-50-44, e-mail: gollossov@gmail.com

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена диссертация:
25.00.25 – «Геоморфология и эволюционная география»

Адрес места работы:

119991, Москва, ГСП-1, Ленинские горы, д. 1,

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»,
Географический факультет, научно-исследовательская лаборатория эрозии почв и
русловых процессов имени Н.И. Маккавеева

Тел.: +7 (495) 939-50-44, e-mail: gollossov@gmail.com

Подпись сотрудника научно-исследовательской лаборатории эрозии почв и русловых процессов имени Н.И. Маккавеева Географического факультета ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» В.Н. Голосова удостоверяю:

Декан Географического факультета
ФГБОУ ВО «Московский государственный
университет имени М.В. Ломоносова»,
профессор, академик РАН

«06».11.2022 г.



С.А. Добролюбов