

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

Зиновьева Александра Тимофеевича на диссертационную работу Васильевой Екатерины Сергеевны "Совершенствование методов расчета техногенных паводков при развитии проранов в грунтовых плотинах", представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.27 – Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия

1. Актуальность темы исследования

Диссертационное исследование Васильевой Екатерины Сергеевны посвящено актуальной теме, связанной с обеспечением безопасности населения и хозяйственной инфраструктуры при техногенных паводках, возникающих при прорыве напорного фронта гидротехнических сооружений. Разрушительные последствия техногенных паводков зачастую могут быть значительно серьёзнее, чем при естественных природных наводнениях, что определяется быстрым и часто непредсказуемым развитием данного гидрологического явления. Моделирование развития проранов в грунтовых плотинах является краеугольным камнем при прогнозировании движения волны прорыва и развития техногенного паводка в нижних бьефах гидроузлов.

2. Научная новизна и практическая значимость результатов работы

Научная новизна диссертационной работы Васильевой Е.С. состоит в том, что:

- выполнена адаптация физико-математической модели водного потока над деформируемым дном в трехслойной по вертикали схематизации движения наносов для расчетов развития проранов в грунтовых плотинах, получены и обоснованы значения основных эмпирических параметров модели;
- приведены примеры моделирования сценариев развития проранов в грунтовых плотинах, которые не могли быть описаны существующими

расчетными методами или требовали разработки специальных частных моделей с узкой сферой применимости;

- исследовано влияние размеров и формы начального прорана на динамику его последующего развития и гидрологические характеристики техногенного паводка.

Теоретическая и практическая значимость диссертационной работы Васильевой Е.С. заключается в следующем:

- разработанная физико-математическая модель учитывает основные процессы, происходящие при развитии прорана. А именно, учитывает вынос грунта водным потоком в продольном направлении, перенос частиц грунта во взвешенном состоянии, поперечное обрушение откосов прорана. Также в модели учитывается фракционный состав грунта (возможно задание несколько фракций) тела плотины;

- предложенная технология численного моделирования применена для расчета волны прорыва грунтовых плотин в различных сложных гидрологических и ситуационных условиях. Она позволяет выполнять моделирование развития техногенных паводков в нижнем бьефе гидроузлов, вызванное образованием проранов для реальных объектов, как уже произошедших, так и для гипотетических сценариев гидродинамических аварий.

3. Состав и содержание работы

Объем диссертационной работы Васильевой Е.С. составляет 147 страниц, 93 рисунка, 7 таблиц, 137 источников. Текст включает введение, четыре главы, заключение и список условных обозначений.

Во **Введении** обоснована актуальность и определена степень разработанности темы исследования, сформулированы цели и задачи работы, представлены методы и методология исследования, показаны научная новизна, теоретическая и практическая значимость диссертационной работы, определены положения, выносимые на защиту, показана степень

достоверности и апробации результатов работы, даны сведения о личном вкладе автора, структуре и объеме диссертации.

В Первой главе, посвященной анализу современного состояния проблемы, рассматриваются причины образованию проранов в грунтовых плотинах, анализируется физическая сущность и механизм их развития, рассматриваются существующие подходы к построению моделей развития проранов и расчету гидрографов излива. Представлен достаточно подробный сравнительный анализ ранее выполненных разработок, как отечественных, так и зарубежных авторов.

Вторая глава является методической. В данной главе приводится краткое описание физико-математической модели водного потока над деформируемым дном в трехслойной по вертикали схематизации движения наносов, реализованной на базе программного комплекса STREAM 2D CUDA; дается гидродинамическое обоснование применимости модели; даются обоснование и рекомендации по числовым значениям эмпирических параметров модели и диапазон их варьирования в зависимости от типа грунта тела плотины; подробно описываются технология подготовки исходных данных, построение численной модели и порядок выполнения расчетов с применением программного комплекса STREAM 2D CUDA. Также представлен анализ влияния размеров и формы начального прорана, задаваемого в качестве допущения в модели, на процесс расчета и его результат.

В Третьей главе приводятся результаты валидации разработанной модели, выполненной на основе данных натурного эксперимента по размыву плотины из песчаного грунта (Yahekou TEST) и гидродинамической аварии, произошедшей на плотине р. Дюрсо в августе 2002 г., когда интенсивный дождевой паводок привел к переполнению водохранилища и прорыву плотины из неоднородного связного грунта. В рамках данной модели были выполнены нескольких стадий численного моделирования, доступного при использовании STREAM 2D CUDA, включающие расчет гидрографа

дождевого паводка, наполнение водохранилища, перелив воды через гребень плотины, ее разрушение и распространение волны прорыва в нижнем бьефе.

В Четвертой главе представлен вариант практического применения разработанной модели. В качестве примера здесь представлен гипотетический сценарий развития гидродинамической аварии на плотине Краснодарского гидроузла. Рассматриваются два последовательно образовавшихся прорана (фактически это каскадная авария). Первый проран возникает в теле плотины, а второй проран – на ж/д насыпи, перегораживающей пойму в нижнем бьефе. Таким образом, гидрограф излива через проран в плотине гидроузла является входным граничным условием при описании экстремального техногенного паводка, приводящего к размыву и разрушению дорожной насыпи.

В Заключении автор приводит основные результаты и выводы по работе.

4. Обоснованность и достоверность результатов диссертационного исследования

Выполненные исследования базируются на фундаментальных законах физики и гидродинамики. Собраны и проанализированы экспериментальные и натурные данные о развитии проранов в грунтовых плотинах, в том числе сложенных неоднородным материалом. В работе использованы современные лицензированные программные продукты. Разработанная методика исследований тестировалась на данных физических экспериментов и реальных объектах, при этом получена хорошая сходимость результатов расчетов и экспериментальных данных.

5. Полнота изложения материалов диссертации в публикациях соискателя

Автором опубликовано 11 печатных работ, из них 5 в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК. Основные положения диссертации доложены на шести научно-практических конференциях. Основные положения диссертации опубликованы.

6. Замечания по работе

1. Во второй главе диссертации, где приводится описание математической основы разработанной модели, наибольшее внимание уделено описанию уравнений деформаций и транспорта наносов. Однако самим уравнениям Сен-Венана, которые описывают процесс прохождения техногенного паводка, уделено всего два абзаца в начале главы, что явно не соответствует роли описываемых процессов в явлении разрушения земляных плотин.
2. Известно, что обрушение бортов прорана происходит дискретным способом (резко неравномерно). Необходимо дать обоснование для применения уравнения диффузии отметок грунта на откосах к такому процессу.
3. В разделе 3.2 диссертации приводится пример моделирования аварии, произошедшей на плотине р.Дюрсо в 2002 г., однако сопоставления с фактическими данными в полной мере не представлено (сопоставление гидрографа или максимальных расходов, глубин, времен добегания и т.п.). Сравнение только итогового размыва по модели и фотографиям не позволяет в полной мере судить о соответствии результатов расчетов и натурных данных и эффективности разработанной модели.

Перечисленные замечания не снижают общего положительного впечатления от диссертационной работы, поскольку не уменьшают, по существу, ценность выполненного исследования.

7. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным п. 9 "Положением о порядке присуждения ученых степеней"

Диссертация Васильевой Екатерины Сергеевны "Совершенствование методов расчета техногенных паводков при развитии проранов в грунтовых плотинах", представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.27 – Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия, является законченной научно-квалификационной

работой, основанной на оригинальном фактическом материале, авторских подходах и наработках, в том числе методических. В работе представлен объемный фактический и экспериментальный материал, собранный автором, проведен подробный анализ существующих методик по теме диссертационного исследования, выполнен расчет нескольких реальных объектов по новой предлагаемой методике, проведена оценка сходимости результатов расчетов с натурными и экспериментальными данными.

Диссертационная работа Васильевой Е.С. выполнена на высоком научном уровне. Полученные автором результаты, обладающие научной новизной, имеют теоретическое значение и могут быть использованы при решении практических задач, связанных с расчетом волн прорыва существующих гидроузлов, необходимых для составления деклараций безопасности ГТС. Работа написана технически квалифицированно, аккуратно оформлена, имеет достаточное количество иллюстраций. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

На основании вышеизложенного считаю, что диссертационное исследование Васильевой Екатерины Сергеевны на тему "Совершенствование методов расчета техногенных паводков при развитии проранов в грунтовых плотинах" полностью соответствует всем требованиям п. 9. «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор достоин присуждения искомой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.27 — Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия.

Официальный оппонент

Зиновьев Александр Тимофеевич,

доктор технических наук, 25.00.27 – "Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия",

старший научный сотрудник,



заведующий лабораторией гидрологии и геоинформатики
ФГБУН Института водных и экологических проблем СО РАН,
Адрес: 656038 г. Барнаул, ул. Молодежная, д. 1, ИВЭП СО РАН
www.iwep.ru
zinoviev@iwep.ru
Тел.: (385) 266-64-74

Я, Зиновьев Александр Тимофеевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

24.05.2021

Зиновьев А.Т.

Подпись д.т.н., зав.лабораторией Зиновьева А.Т. заверяю.

Ученый секретарь ИВЭП СО РАН
к.ф.-м.н.



Д.Н. Трошкин