

УТВЕРЖДАЮ
Проректор ФГБОУ ВО
«Национальный исследовательский
Московский государственный
строительный университет», доктор
технических наук, доцент



А.Р. Туснин

2021 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет" на диссертацию Васильевой Екатерины Сергеевны по теме: "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

Актуальность темы исследования. Диссертация Васильевой Екатерины Сергеевны посвящена разработке и совершенствованию физически обоснованного универсального метода расчета развития проранов в плотинах из грунтовых материалов, что является востребованной наукой и практикой задачей. Автором предпринята попытка выполнить численное моделирование физических процессов, составляющих изучаемое явление, а именно гидрологических, гидродинамических и транспорта наносов. Преимуществом такого подхода является то, что он позволяет более обоснованно описать процесс формирования прорана и получить гидрограф излива воды через проран. Таким образом, диссертационная работа Васильевой Екатерины Сергеевны, несомненно, является актуальной.

Основной целью диссертационного исследования является разработка универсального расчетного метода и вычислительной технологии формирования гидрографа излива, определения характеристик развития проранов в грунтовых плотинах и движения волны техногенного паводка в нижнем бьефе в сложных гидрологических и ситуационных условиях.

Численное моделирование выполняется с применением новейшего отечественного программного комплекса STREAM 2DCUDA. В задачи автора диссертации входила адаптация модели STREAM 2DCUDA для расчета развития прорана в плотинах, которая заключалась в определении числовых значений основных параметров модели на данных лабораторных экспериментов по размыву плотин из материала с различным фракционным составом, валидации модели на натурных данных крупномасштабного эксперимента и реальном объекте, на котором произошло разрушение плотины (ретроспективное моделирование), демонстрации практического применения модели на примере развития двух последовательных проранов (упреждающее моделирование). В ходе работы над диссертацией автор разработал технологию построения модели для расчетов формирования техногенного паводка, вызванного образованием прорана в теле грунтовой плотины.

Научная новизна работы. Предлагаемая модель развития прорана, в основу которой заложена физико-математическая модель водного потока над деформируемым дном в трехслойной по вертикали схематизации движения наносов, впервые обоснованно учитывает процессы гравитационных деформаций подводных и надводных откосов, что позволяет с большей точностью получить гидрограф излива через проран. В работе рассмотрены и смоделированы сценарии развития проранов в грунтовых плотинах, которые не могли быть описаны существующими расчетными методами или требовали разработки специальных частных моделей с узкой сферой применимости. Путем численных экспериментов исследовано влияние

размеров и формы начального прорана на динамику развития и гидрологические характеристики волны прорыва.

Разработанная модель использована для ретроспективного и упреждающего моделирования развития техногенных паводков в нижнем бьефе гидроузлов в результате образования проранов в плотинах из грунтовых материалов реальных объектов (плотина на р. Дюрсо и плотина в составе Краснодарского гидроузла).

Теоретическая и практическая значимость работы. Предлагаемая физико-математическая модель учитывает основные процессы, происходящие при развитии прорана в теле плотины из грунтовых материалов: продольный (вдоль течения) вынос грунта водным потоком, перенос частиц грунта во взвешенном состоянии, поперечное оползание (обрушение) откосов прорана с учетом фракционного состава. Выполнено обоснование числовых значений параметров разработанной физико-математической модели. Технология численного моделирования применена для расчета прорыва грунтовых плотин в различных сложных гидрологических и ситуационных условиях на реальных гидротехнических объектах.

Обоснованность и достоверность результатов исследований. В исследовании использовались фундаментальные законы физики и гидродинамики, экспериментальные и натурные данные о развитии проранов в плотинах из грунтовых материалов, в том числе сложенных неоднородными грунтами. Автором использовалась апробированная научная база, изложенная в трудах отечественных и зарубежных исследователей в области численного гидравлического и гидродинамического моделирования. Разработанная методика тестировалась на данных физических экспериментов и реальных объектах, получена хорошая сходимость конечных результатов.

Публикации и апробация результатов диссертации. По теме диссертационной работы опубликовано 11 печатных работ, из них 5 в научных изданиях, входящих в перечень рецензируемых ВАК научных

изданий, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук. Основные положения диссертации доложены и обсуждены на шести научно-практических конференциях и семинарах, в том числе и с международным участием.

Структура и объем диссертации. Работа состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы, насчитывающего 137 наименований, из которых 55 на иностранных языках. Объем работы составляет 147 страниц машинописного текста, включая 93 рисунка и 7 таблиц.

Содержание отдельных разделов диссертации. Во введении обоснована актуальность и степень разработанности темы исследования, сформулированы цели и задачи, представлены методы и методология исследования, показаны научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, определены положения, выносимые на защиту, показана степень достоверности и апробации результатов работы, даны сведения о личном вкладе автора, о структуре и объеме диссертации.

В первой главе диссертации изложена физическая сущность процесса развития проранов в плотинах из грунтовых материалов, выявлены причины, приводящие к образованию проранов в таких плотинах, рассмотрены существующие подходы к построению моделей развития проранов, проведен достаточно подробный анализ некоторых существующих методик расчета проранов, описаны их достоинства и недостатки, приведены сведения о составе исходных данных и результатов, получаемых в этих методиках.

Во второй 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 и обоснование основных ее параметров к расчетам формирования проранов в грунтовых плотинах, выполненное на основе лабораторных экспериментов ОАО "НИИЭС" по размыву плотин из

песчаных и крупнообломочных грунтов; описывается технология построения 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 его развития и гидрологические параметры техногенного паводка в нижнем бьефе.

В третьей главе приводятся результаты валидации физико-математической модели развития прорана на основе данных натурного эксперимента YahekouTEST, ретроспективное моделирование аварии плотины из неоднородного связного грунта на р. Дюрсо и результаты сравнительного анализа метода А.М. Прудовского, одной из его модификаций, реализованной в блоке PRORAN программного комплекса STREAM 2D, и новой физико-математической модели развития прорана в грунтовой плотине.

В четвертой главе приводится пример развития сложной каскадной аварии на плотине Краснодарского гидроузла по гипотетическому сценарию. Образование и развитие первичного прорана в теле плотины привело к второму прорану на ж/д насыпи, перегораживающей пойму в нижнем бьефе. Фактически гидрограф излива через проран в плотине гидроузла (который получается расчетом на модели), является входным граничным условием экстремального техногенного паводка, приводящего к размыву и разрушению дорожной насыпи.

В заключении сформулированы основные выводы диссертационного исследования, содержащие информацию:

о примерах реальных случаев разрушения грунтовых плотин, лабораторных и натурных экспериментов, на основе которых изучен и описан процесс разрушения грунтовых плотин, обозначены причины образования проранов;

о гидродинамическом обосновании эффективного численного алгоритма решения уравнений мелкой воды в программном комплексе STREAM 2D CUDA на различных тестовых примерах;

о результатах валидации разработанной модели на натурных данных крупномасштабного эксперимента;

о степени влияния размеров начального прорана, задаваемого в качестве начального условия (допущения) в физико-математической модели развития прорана в грунтовой плотине, на динамику формирования прорана и прорывного паводка в начальные моменты аварии;

о возможности практического использования разработанной модели на базе программы STREAM 2D CUDA для ретроспективного и упреждающего моделирования аварий, связанных с образованием и развитием проранов в грунтовых плотинах.

Значимость полученных результатов для развития соответствующей отрасли науки. Рекомендации по использованию результатов и выводов

1. В диссертации предложены, разработаны и обоснованы численные гидродинамические модели реальных гидротехнических объектов исследования; выполнены вариантные расчеты с использованием программного комплекса STREAM 2D CUDA. Рассмотрены и смоделированы сценарии развития проранов в некоторых типах плотин из грунтовых материалов, которые не могли быть описаны ранее существовавшими методами или требовали разработки специальных частных моделей с узкой сферой применимости. Кроме того, автором разработаны практические рекомендации по совершенствованию указанного программного комплекса, позволяющие применять его в исследовательской и проектной практике на реальных гидротехнических объектах. В диссертации также разработана технология и практические приемы моделирования техногенных паводков, которые могут использоваться при обосновании соответствующих проектных решений.

Полученные в диссертационной работе научные результаты рекомендуются для использования научно-исследовательскими и проектно-изыскательскими организациями в решении задач прогнозирования аварийных ситуаций на водоподпорных гидротехнических сооружениях, оценки надежности и безопасности плотин из грунтовых материалов, а также инженерной защиты территорий от затопления и подтопления. Выводы и рекомендации диссертации могут использоваться в учебной и нормативно-методической литературе.

Результаты диссертационной работы внедрены в практику научных исследований реальных гидрологических ситуаций, например, на гидроузле с каменно-земляной плотиной на р. Дюрсо под Новороссийском, разрушенной дождевым паводком, сценарных расчетов для плотины Краснодарского гидроузла на р. Кубань с прилегающей территорией, а также экспериментальных работ в гидравлической лаборатории ОАО "НИИЭС".

По диссертационной работе имеются следующие замечания и пожелания:

1. Название диссертационной работы «Совершенствование методов расчета техногенных паводков при развитии проранов в грунтовых плотинах» претендует на универсальность предлагаемой расчетной методики и технологии моделирования прорыва плотины. Однако, из результатов и выводов по диссертационной работе видно, что разработки автора могут успешно применяться только для определенных типов плотин из грунтовых материалов (СП 39.13330.2012 Плотины из грунтовых материалов), в первую очередь, земляных насыпных и земляных намывных, а для каменно-земляных (с грунтовыми противифльтрационными устройствами) и каменно-набросных (с противифльтрационными устройствами негрунтовыми или комбинированными) – весьма осторожно.
2. В основу многофракционной модели движения грунта в проране плотины положена трехслойная схематизация слоев грунта, предполагающая

наличие неподвижного слоя грунта, лежащего на поверхности неразмываемого дна. Такая схематизация позволяет физически обосновано вести расчеты только для земляных плотин на скальном основании или на водонепроницаемом нескальном основании. А как быть с плотинами из грунтовых материалов на многослойном нескальном основании или с плотинами, построенными в северной строительноклиматической зоне, где необходимо учитывать изменение физикомеханических свойств грунтов при замерзании и оттаивании, а также температурно-влажностные изменения в теле плотины и т.п.

3. Автор в своей работе использует результаты лабораторных и натурных экспериментов, но при этом не описывает в тексте диссертации организацию и планирование этих экспериментов.

Указанные замечания не снижают ценности работы в целом, а являются скорее пожеланиями для направлений дальнейших исследований.

Общее заключение по работе

Диссертация Васильевой Екатерины Сергеевны является законченной научно-квалификационной работой, в которой решены задачи, имеющие значение для отрасли знаний, связанной с разработкой гидродинамических моделей и гидравлических методов расчета техногенных паводков при развитии проранов в плотинах из грунтовых материалов. Актуальность темы исследований не вызывает сомнения, а научная и практическая значимость в значительной степени повышают эффективность и надежность ретроспективного и упреждающего моделирования развития техногенных паводков в нижнем бьефе гидроузлов в результате образования проранов в плотинах из грунтовых материалов.

Диссертация выполнена автором самостоятельно на достаточно высоком научном уровне. Достоверность результатов и заключений обоснована. Диссертация написана грамотно, логически структурирована и аккуратно оформлена. Автореферат объективно отражает основные положения диссертационной работы, материалы диссертации практически

полностью содержатся в публикациях автора.

Диссертационная работа «Совершенствование методов расчета техногенных паводков при развитии проранов в грунтовых плотинах» выполнена на актуальную тему, обладает научной новизной и соответствует критериям Положения о порядке присуждения ученых степеней (постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013) для диссертаций, представленных на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор, Васильева Екатерина Сергеевна, заслуживает присуждения ей степени кандидата технических наук по специальности 25.00.27 - «Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия (технические науки)».

Отзыв на диссертацию Васильевой Е.С. составлен по результатам обсуждения диссертации и автореферата на заседании кафедры Гидравлики и гидротехнического строительства ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ) и принят единогласно 26 апреля 2021 г., протокол №9.

Заведующий кафедрой
гидравлики и
гидротехнического
строительства, доктор
технических наук, профессор



Дмитрий Вячеславович Козлов

Доцент кафедры гидравлики и
гидротехнического
строительства, кандидат
технических наук, доцент



Александра Станиславовна Бестужева

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет",

Адрес: 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26,

Телефон: +7 (495) 781-80-07, www.mgsu.ru, E-mail: kanz@mgsu.ru

*Подписи Козлова Д.В. и Бестужевой А.С.
заверяю, директор ИЭЭУ НИУ МГСУ*

