

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ФГБНУ «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации»
академик РАН

Щедрин В.Н.

12 2014 г.



ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу Папченко Натальи Геннадиевны на тему: «Моделирование потенциального течения двухмерных бурных стационарных водных потоков» на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18-«Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Актуальность исследования.

Проблема повышения надежности гидротехнических сооружений стоит в настоящее время особенно остро. Среди множества задач по гидравлике плановых потоков наиболее трудными являются задачи с заранее неизвестными границами потока при его растекании в широкое отводящее русло за безнапорными водопропускными трубами. В современных условиях снижение затрат на проектирование и расчет ГТС наиболее актуально. Учитывая то, что сейчас при проведении всего комплекса расчетов конструкции ГТС активно применяются современные комплексы программ, то на первое место выходит создание моделей, в том числе и математических, для описания и расчетов параметров, в частности водных потоков, с целью оптимизации затрат на натурные эксперименты.

Учитывая возрастающие объемы строительства новых и реконструкции старых дорожных водоотводов, мелиоративных каналов и других объектов, представленная работа актуальна и востребована.

Целью диссертационных исследований являлись: разработка новых математических методов моделирования потенциального течения двухмерных плановых бурных свободно растекающихся потоков и алгоритмов проверки адекватности математической модели по определению параметров двухмерных плановых бурных свободно растекающихся потоков с использованием аналитических и численных методов, а также выявление характера изменения модельных параметров потока в зависимости от входных параметров для расчета и дока-

зательства более высокой степени адекватности модельного потока реальному и возможности выбора в следствие этого более надежного крепления сооружений.

Для достижения намеченной цели поставлены следующие задачи: выбор наиболее перспективной модели системы описывающей движение двухмерных в плане водных потоков на основе анализа работ известных авторов; поиск новых аналитических решений этой системы, позволяющих решить граничную задачу свободного растекания двухмерного бурного водного потока при его растекании в широкое гладкое отводящее русло за безнапорными прямоугольными водопропускными трубами; постановка и решение граничной задачи свободного растекания бурного стационарного потока в плоскости годографа скорости и в физической плоскости; переход в физическую плоскость для определения всего комплекса параметров потока аналитическими и численными методами; разработка алгоритмов и пакетов программ для расчета всего спектра параметров бурного потока за безнапорными и полунапорными прямоугольными трубами при его свободном растекании в широкое отводящее русло для дорожных водоотводов и малых мостов; доказательство повышения адекватности полученной модели по сравнению с реальным растеканием потока и с ранее известными моделями и методами, и как следствие улучшение надежности ГТС при его проектировании и строительстве; формулирование выводов и предложений по практическому использованию результатов работы.

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций.

Диссертационная работа изложена на 146 страницах компьютерного текста, содержит 2 таблицы, 46 рисунков, включает введение, обзор литературы, материалы, методику и результаты исследований, выводы и предложения производству, список литературы содержит 80 источников. По объему и оформлению она отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

В первой главе автором выполнен обзор научных работ, посвященных разработке математической модели расчета параметров двухмерного в плане бурного открытого свободно растекающегося потока вообще и за прямоугольными водопропускными трубами в том числе, работающих в безнапорном и полунапорном режимах. В результате анализа подтверждена цель и актуальность исследований, сформулированы задачи исследований.

Во второй главе рассмотрены ограничения на модель движения жидкости и место исследований в общей теории гидродинамики, описаны основные уравнения гидродинамики вязкой несжимаемой жидкости, возможные постановки задач плановой гидравлики, дополнительные ограничения на поток. Приняты следующие основные допущения: вертикальные (или нормальные к выбранной координатной плоскости) составляющие местных осреднен-

ных скоростей и ускорений малы; векторы скоростей жидких частиц, расположенных на одной вертикали, лежат в одной плоскости; распределение скоростей на любой вертикали практически равномерное.

В третьей главе рассмотрены уравнения двумерного водного потока с упрощениями, уравнения потенциального двумерного в плане бурного потока в физической плоскости течения потока, соотношения между параметрами потока из метода характеристик; изучена система уравнений движения двумерных в плане потенциальных потоков и ее решение; проведена проверка правильности вывода системы уравнений планового потенциального потока в плоскости годографа скорости; сведена система уравнений плановых потоков воды к решению уравнения второго порядка в частных производных; доказано формальное совпадение уравнений движения двумерных в плане открытых водных потоков и уравнений движения идеального газа; найдено решение основной системы двумерных потенциальных потоков в плоскости годографа скорости. Автором получено аналитическое решение граничных задач по течению двумерных в плане открытых водных потоков, используя метод получения решений уравнения для идеального газа, примененный Чаплыгиным С.А. Новое решение найдено автором в виде:

$$\psi = C \frac{(1-\tau)^2}{\tau^{1/2}} \sin(\theta - \theta_{\max}),$$

позволят далее корректно поставить граничную задачу свободно растекающегося потока в плоскости годографа скорости, моделировать решение задач и сформулировать общую технологию решения практических задач гидравлики двумерных в плане стационарных бурных водных потоков.

В четвертой главе рассмотрено моделирование задач по течению двумерных в плане потенциальных бурных потоков; решение ряда известных задач по гидравлике плановых бурных потоков. Поставлена и решена задача о свободном растекании бурного двумерного в плане открытого стационарного водного потока. Решение ряда известных задач по гидравлике плановых бурных потоков было произведено для проверки и обоснования метода с использованием промежуточной плоскости годографа скорости (задача определения параметров потока радиально растекающегося источника; задача определения параметров бурного потока при обтекании выпуклого угла). Сформулирована общая технология решения практических задач гидравлики двумерных в плане стационарных бурных водных потоков.

В пятой главе на основании теории главы 4 был разработан алгоритм, который успешно реализован на базе математического пакета *MathCad* версии 11.0a и *Maple 9.5*. Данный алгоритм позволяет производить расчет не только крайней, но и произвольной линии тока, а так-

же произвольной эквипотенциали. Разработаны программы, которые позволяют определить в точках пересечения линий тока и эквипотенциалей скорости потока в этих точках, значения глубин и параметры τ и θ . Эта информация может быть использована проектировщиками гидротехнических и дорожных водопропускных сооружений.

Научная новизна исследований.

Научную новизну исследований работы составляет следующее: разработаны новые математические методы моделирования двумерных плановых потоков; определен спектр ранее не известных аналитических решений системы двумерных плановых потоков в плоскости годографа скорости; найдены решения граничной задачи свободно растекающегося бурного стационарного потока, как в плоскости годографа скорости, так и в физической плоскости течения потока, аналитическими и численными методами; повышена адекватность модели по сравнению с ранее известными методами; сформулирована общая технология решения граничных задач на примере свободно растекающегося бурного стационарного потока в плоскости годографа скорости и физической плоскости растекания потока; разработаны алгоритмы и компьютерные программы для вычисления всего спектра параметров бурного потока, необходимых для проектирования ГТС.

Степень достоверности результатов проведенных исследований.

Репрезентативность и достоверность полученных результатов не вызывает сомнений. Результаты, полученные при выполнении исследований, вывод основной системы двумерных плановых потоков в плоскости годографа скорости и в физической плоскости, правильность постановки и решения граничных задач подтверждаются проверкой адекватности модели по параметрам потока и натурными исследованиями, а также сопоставлением с результатами исследований других авторов.

Представленные в диссертации результаты исследований в полной мере отражены в автореферате и 11 опубликованных печатных работах, в т. ч. 4 — в изданиях, определенных ВАК Минобразования и науки РФ, а так же в 1 монографии, получено 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Основные положения работы докладывались и получили положительную оценку на: Международной научно-практической конференции "Роль мелиорации, лесного и водного хозяйства в развитии аграрного сектора", г. Новочеркасск, октябрь 2012 г.; Международной научно-практической конференции "Инновационные пути развития АПК: проблемы и перспективы" ДонГАУ, п. Персиановский, февраль 2013 г. и др.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации.

Полученные автором математические модели потенциального течения двумерных плановых бурных свободно растекающихся потоков и разработанные комплексы программ для ЭВМ могут быть использованы в дальнейшем для теоретических исследований течения двумерных бурных стационарных водных потоков, проектными организациями для расчетов крепления водопропускных сооружений как в дорожном строительстве, так в мелиорации и в водном хозяйстве, а также при изучении дисциплины «Гидравлика» в высших учебных заведениях.

Соответствие диссертационной работы специальности.

Указанная область исследований соответствует специальности 05.13.18 - "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ" (физико-математические науки), а именно область исследования соответствует п.1 "Разработка новых методов моделирования объектов и явлений"; п.2 "Развитие качественных и приближенных аналитических методов исследования математических моделей"; п.5 "Комплексные исследования научных и технических проблем с применением современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента"; п.7 "Разработка новых математических методов и алгоритмов интерпретации натурного эксперимента на основе его математической модели".

Основные результаты научной работы опубликованы полностью в соответствии с требованиями, автореферат диссертации Папченко Натальи Геннадиевны в полной мере отражает содержание диссертации и не имеет расхождений в табличных данных. По содержанию и оформлению диссертация и автореферат соответствуют Положению ВАК Минобразования и науки РФ.

Оценивая работу в целом положительно необходимо сделать следующие замечания:

1. В разделе научной новизны надобно указать отличительные особенности для каждого пункта.
2. Имеются опечатки редакционного характера.
3. Используются сканированные рисунки, выполненные вручную (рис. 1.5, 1.6, 1.7). Необходимо использовать компьютерную графику.
4. Используется устаревшая терминология, в частности, употребляется термин «количество движения», вместо современного «импульс».
5. Опечатка во втором уравнении системы (3.1): в первом слагаемом должно быть

$$u_x \frac{\partial u_y}{\partial x} \text{ вместо } u_y \frac{\partial u_y}{\partial x}.$$

Заключение.

Диссертация Папченко Натальи Геннадиевны на тему: «Моделирование потенциального течения двумерных бурных стационарных водных потоков» на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18-«Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» представляет собой самостоятельно выполненную автором, законченную научно-квалификационную работу, результаты которой обеспечивают решение важных производственных задач. Она полностью соответствует критериям п.8 «Положения ВАК Министерства образования и науки РФ о порядке присуждения ученых степеней», а ее автор, Папченко Наталья Геннадиевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18-«Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Отзыв на диссертацию и автореферат Папченко Н.Г. обсужден на заседании отдела « Гидротехнических сооружений и гидравлики» ФГБНУ «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации»

Протокол № 11 от 05.12.2014 г.

Начальник отдела

« Гидротехнических сооружений и гидравлики»,
заместитель директора ФГБНУ «Российский
научно-исследовательский институт
проблем мелиорации» по науке,
доктор технических наук, профессор

Ю.М.Косиченко

Подпись Ю.М. Косиченко заверяю

**ВЕДУЩИЙ СПЕЦИАЛИСТ
ПО КАДРАМ
ДОЛИНА Е.В.**

