



ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ  
«ԱՎԱՂԵՄԻՎՈՍ Ի.Վ. ԵՂԻԱԶԱՐՈՎԻ ԱՆՎԱՆ ԶՐԱՅԻՆ ՀԻՄՆԱԶԱՐՑԵՐԻ ԵՎ  
ՀԻՐՈՏԵԽՆԻԿԱԿԱՅԻ ԻՆՍՏԻՏՈՒՏ» ՓԲԸ

“INSTITUTE OF WATER PROBLEMS AND HYDRAULIC ENGINEERING AFTER ACADEMIC  
I.V.EGHIAZAROV” CJSC

ЗАО “ИНСТИТУТ ВОДНЫХ ПРОБЛЕМ И ГИДРОТЕХНИКИ ИМЕНИ АКАДЕМИКА  
И.В.ЕГХИАЗАРОВА”

Հայաստանի Հանրապետություն, ք.Երևան, 0047, Արմենակյան 125  
Republic of Armenia, Yerevan, 0047, Armenakyan str.125  
Республика Армения, г.Ереван, 0047, ул.Арменакян 125

☎ + (374) 10 65 - 47- 31  
e-mail: jhhi@jhhi.am

N 1110 «25» 09 2013 թ.

## ՕՏՅԻՎ

на автореферат диссертации

**Гармаковой Маргариты Егоровны**

**«Численное моделирование гидрофизических процессов  
при обтекании подводных трубопроводов»,**

представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности  
«2.1.6 - Гидротехническое строительство, гидравлика и инженерная гидрология»

Основная цель исследования заключается в разработке методики численного моделирования процесса переформирования дна в зоне расположения подводного трубопровода с учетом гранулярности, моделей турбулентности и многофазности.

Для моделирования турбулентного потока в работе используются осредненные по Рейнольдсу уравнения Навье-Стокса, которые замыкаются с помощью двухпараметрических моделей турбулентности. Приводятся математические модели гидромеханики, описываются различные современные методы численного моделирования, оцениваются преимущества и недостатки каждого из методов. Выполнен краткий обзор подходов для описания многофазных течений.

Одним из основных результатов исследования являются разработанные рекомендации для описания процессов взаимодействия водного потока и дна русла в зоне расположения подводных трубопроводов. Автором работы установлено, что при наличии на поверхности дна русла двух цилиндров, расположенных параллельно друг другу, процесс переформирования и образования ямы размыва происходит интенсивней. Установлено также, что интенсивность переформирования подвижного дна зависит как от заглубления цилиндра, так и от наличия количества цилиндров на поверхности дна русла, а размыв имеет несимметричный характер.

Особую ценность работе придает наличие экспериментальных исследований, проведенных автором в лаборатории кафедры гидротехнического строительства, безопасности и экологии НГАСУ.

Материалы диссертации изложены в 13 научных публикациях. Результаты исследования были представлены в научных докладах и выступлениях на многих научно-практических конференциях и семинарах. Автору настоящего отзыва приходилось участвовать в некоторых из них. В процессе дискуссий выявились характерные качества соискателя как уже зрелого ученого

с ярко выраженными способностями. Она владеет также необходимым математическим аппаратом для проведения исследований в области технической гидромеханики.

По автореферату диссертации имеются следующие замечания:

1. Желательно было бы проанализировать программный комплекс ANSYS Fluent, представить качественный анализ принятых допущений и возможные границы его применения.
2. Необходимо подготовить инженерам рекомендации для практической реализации разработанных методов расчета при проектировании объектов подводных трубопроводов.

### **Заключение.**

Тема диссертации М.Е. Гармаковой «Численное моделирование гидрофизических процессов при обтекании подводных трубопроводов» соответствует специальности «2.1.6 – «Гидротехническое строительство, гидравлика и инженерная гидрология». Полученные результаты бесспорно представляют научный и практический интерес. Исследование является законченной квалификационной работой, а ее автор, Гармакова Маргарита Егоровна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Главный научный сотрудник Института водных проблем и гидротехники им. академика И.В. Егиазарова, председатель технической комиссии по эксплуатации и охране водных систем Республики Армения доктор технических наук, профессор



**Оганес В. Токмаджян**

25 апреля 2023 г.

Г. Ереван, Республика Армения

Подпись главного научного сотрудника Института водных проблем и гидротехники им. академика И.В. Егиазарова, председателя технической комиссии по эксплуатации и охране водных систем Республики Армения доктора технических наук, профессора Токмаджяна Оганеса Вачеевича заверяю:

Директор ИВПиГ им. академика И.В. Егиазарова  
кандидат технических наук, доцент



**Армен Р. Бабаян**

Институт водных проблем и гидротехники им. академика И.В. Егиазарова  
Адрес: 125 ул. Арменакяна, 00111 Ереван, Республика Армения  
www.jhhi.am, e-mail: jhhi@jhhi.am

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Гармаковой Маргариты Егоровны на тему: «Численное моделирование гидрофизических процессов при обтекании подводных трубопроводов», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.6 – Гидротехническое строительство, гидравлика и инженерная гидрология

**Актуальность темы** обусловлена использованием подводных переходов трубопроводов, которые относятся к сложным инженерным объектам с повышенным уровнем ответственности, занимающие особое место в транспортной системе России.

Так, на территории нашей страны трассы магистральных трубопроводов пересекают более 1000 водных преград, в том числе «Турецкий поток» – экспортный газопровод из России в Турцию через Черное море, а также «Сила Сибири» – магистральный газопровод, по которому транспортируется газ из Иркутского и Якутского центров газодобычи.

**Целью** настоящего исследования является разработка методики численного моделирования процесса переформирования дна в зоне расположения подводного трубопровода с учетом гранулярности, моделей турбулентности и многофазности.

**Научная новизна** исследований состоит в следующем:

1. Впервые проведен физический эксперимент при расположении двух цилиндров, имитирующих нитки подводных трубопроводов. Выявлено, что при наличии двух цилиндров процесс переформирования дна происходит быстрее.

2. С использованием комплекса ANSYS Fluent разработан набор пользовательских функций, позволяющих учитывать гранулярность, многофазность, трехмерность и нестационарность процесса с учетом их турбулентного характера в сложной геометрической области, при решении задач по прогнозированию русловых переформирований в зоне расположения подводных переходов.

**Практическая и теоретическая значимость работы** заключается в том, что разработанная автором численная методика может быть использована в проектной и эксплуатационной деятельности для прогнозирования и развития воронок размыва на участках расположения подводных переходов. Результаты исследования имеют особое значение для описания процессов взаимодействия водного потока и донного грунта в зоне расположения подводных трубопроводов.

Основное содержание диссертации изложено в 13 научных публикациях, из которых 3 статьи опубликованы в журналах, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертации. Также опубликовано 10 статей в журналах, индексируемых в базе Scopus Web of Science и других.

## Пожелания и замечания на автореферат диссертации:

1. Интенсивность деформации русла с течением времени зависит не только от свойств грунтов, но и от скоростей течения. В связи с этим необходимо указать гидравлические характеристики потока (в каком диапазоне они измеряются?).

2. Проведенные эксперименты показали, что эрозионно-аккумулятивный процесс имеет трехмерный характер, который требуется уточнить.

Отмеченные замечания не снижают значимости полученных результатов исследования и общей положительной оценки работы.

Считаю, что диссертация Гармаковой Маргариты Егоровны на тему: «Численное моделирование гидрофизических процессов при обтекании подводных трубопроводов» является завершенной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему и обладающей научной новизной.

Диссертационная работа отвечает требованиям пп. 9–14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842, а ее автор Гармакова Маргарита Егоровна заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.6 – Гидротехническое строительство, гидравлика и инженерная гидрология.

Главный научный сотрудник  
Гидротехнического отдела ФГБНУ «РосНИИПМ»,  
доктор технических наук, профессор,  
(05.23.07 – Гидротехническое строительство),  
Заслуженный деятель науки и техники РФ

Косиченко Ю. М.

Я, Косиченко Юрий Михайлович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

15.05.2023 г.

Косиченко Ю. М.

346421, Ростовская область, г. Новочеркасск,  
Баклановский проспект, 190, федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации» (ФГБНУ «РосНИИПМ»); Тел.: +7(8635)26-65-00; E-mail: kosichenko-11@mail.ru

Подпись Косиченко Ю. М. завершено  
Ведущий специалист по кадрам



Малюгина И. А.

## Отзыв

На автореферат диссертации Гармаковой М.Е. «Численное моделирование гидрологических процессов при обтекании подводных трубопроводов», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.6-Гидротехническое строительство, гидравлика и инженерная гидрология

Актуальность диссертационного исследования не вызывает сомнения: трубопроводы через реки являются одним из самых уязвимых гидротехнических объектов по отношению к русловым деформациям и, в то же время, существенно влияют на динамику потока, изменяя ее и в обратной связи воздействуя на надежность самих трубопроводов. Предлагаемый подход диссертантом к решению проблем уже сам по себе заслуживает внимания - совмещение и сопоставление экспериментальных (на основе физического моделирования) и численного моделирования процессов в речном русле при обтекании потоком подводных трубопроводов и обоснование на их результатах методики численного моделирования происходящих процессов. Полученные автором результаты заслуживают одобрения; помимо основных итогов исследования, связанных с разработкой методики численного моделирования, в работе, судя по автореферату получен ряд важных закономерностей динамики потока при разных сценариях расположения подводных трубопроводов.

Сказанное позволяет утверждать, что представляемая к защите диссертация (судя по автореферату) соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, представляет собой завершенное научное исследование, в котором получены важные в научном и прикладном отношении результаты, которые должны найти применение при обосновании проектов и строительстве трубопроводов.

Однако ознакомление с авторефератом и изложенными в нем результатами позволяет считать неудачным название самой работы - в нем все сводится к разработке численного моделирования процессов, тогда как значительная часть ее содержания посвящена результатам физического моделирования. Только проведя его, автор смогла сопоставить физическое моделирование с численными и сделать соответствующие выводы. Характерно, что выводы по экспериментальным исследованиям сформулированы в основных задачах диссертации, в положениях (первый абзац), вынесенных на защиту, и в заключении (п.2).

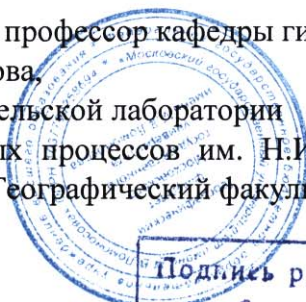
Вряд ли к итогам проделанной работы следует относить п.1 заключения- включение обзора литературы. Это делается в любой научной работе.


Тем не менее сделанные замечания не умаляют основного достоинства диссертационного исследования, и представленная к защите работа говорит о высокой научной квалификации ее автора - Гармаковой Маргариты Егоровны, которая заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 2,1,6- Гидротехническое строительство, гидравлика и инженерная гидрология.

Профессор  
доктор географических наук

 Р.С. Чалов

Чалов Роман Сергеевич, профессор кафедры гидрологии суши  
МГУ им. М.В. Ломоносова,  
г.н.с научно исследовательской лаборатории  
эрозии почв и русловых процессов им. Н.И. Маккавеева 119991, г. Москва, ГСП-1,  
Ленинские горы, МГУ, Географический факультет, rschalov@mail.ru



Подпись руки   
Заверяю зав. канцелярией  


29.05.2023г.

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Гармаковой Маргариты Егоровны «Численное моделирование гидрофизических процессов при обтекании подводных трубопроводов», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.6. Гидротехническое строительство, гидравлика и инженерная гидрология

Представленная работа посвящена решению практически важной задачи о перестроении дна в зоне расположения подводных трубопроводов, являющихся сложными и капиталоемкими инженерными объектами с повышенным уровнем ответственности. Их бесперебойное функционирование необходимо, в том числе, для обеспечения промышленной безопасности, и потому актуальность работы не вызывает сомнений.

Сложность и многофакторность поставленной задачи предполагают использование нескольких разных методов и подходов для получения достоверных результатов. Автору, безусловно, удалось на основе численного моделирования, физического эксперимента и анализа данных, опубликованных другими авторами, не только получить согласованные результаты, но и продемонстрировать умение пользоваться различными инструментами научного исследования. При этом были получены новые, оригинальные результаты: установлено влияние на изменение поверхности дна схемы расположения трубопроводов, получены поля скорости и напряжений, распределения концентраций воды и песка, найдены динамические давления в окрестности трубы, установлены механизмы начала размыва песка под трубопроводом.

Достоверность полученных результатов обусловлена верификацией численных моделей данными физического эксперимента, данными других исследователей и обстоятельностью подходов при использовании различных методов решения поставленной задачи.

Текст автореферата написан доступным техническим языком и отражает большой и разнообразный объем выполненной соискателем работы. Однако по автореферату имеются некоторые вопросы и замечания:

1. Из текста автореферата не следует, какие критерии подобия использовались при создании модели для физического эксперимента.

2. Не указано, сколько раз проводились опыты по наблюдению перестроения дна при одних и тех же условиях (одних и тех же схемах расположения цилиндров) для фиксации моментов времени с характерными изменениями на дне.

3. На с. 16 важный, на мой взгляд, тезис о росте касательных напряжений по длине расчетной области не подкреплен иллюстративно, что снижает доверие к заявленному коэффициенту 1,87.

4. В подписях к рисункам 10 и 11 (с.14, 15) компоненты скорости названы «средними» компонентами, хотя на с. 13 они определены как «мгновенные значения» компонент; также в подписи к рисунку 11 вертикальная компонента ошибочно названа продольной.

Отмеченные замечания не снижают общей положительной оценки работы и ее прикладного значения. Диссертация является завершенной научно-квалификационной работой, соответствует паспорту научной специальности и удовлетворяет требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук. В силу выше сказанного, автор представленной работы, Гармакова Маргарита Егоровна, заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.6. Гидротехническое строительство, гидравлика и инженерная гидрология.

«15» мая 2023 г.



Локтионова Е.А.

Контактные данные:

ФИО: Локтионова Елена Анатольевна

Ученая степень: кандидат технических наук

Должность: доцент Высшей школы гидротехнического и энергетического строительства Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого

Полное название организации: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» (ФГАОУ ВО СПбПУ)

Почтовый адрес организации: 195251, г. С.-Петербург, ул. Политехническая, д.29

Контактный телефон: +79214239302

email: loktionova\_ea@spbstu.ru



## **ОТЗЫВ**

**на автореферат диссертации Гармаковой Маргариты Егоровны**  
«Численное моделирование гидрофизических процессов при обтекании подводных трубопроводов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.6 - Гидротехническое строительство, гидравлика и инженерная гидрология.

С точки зрения взаимодействия с окружающей средой, переходы трубопроводов через водные преграды являются наиболее уязвимыми и подверженными отрицательному воздействию со стороны природных факторов, участками. На каждом из этих участков при их строительстве всегда нарушается естественный природный процесс, а трубопроводы, в свою очередь, подвержены определённым специфическим воздействиям, зачастую трудно прогнозируемым.

Неисправности, в виде оголений и провисов трубопроводов в русловой части, возникающие вследствие нарушения действующих норм при строительстве и эксплуатации, приводят в результате, к материальным затратам по ремонтам и реконструкции переходов.

При эксплуатации подводных переходов магистральных трубопроводов основной причиной аварии является разрыв трубы в результате вибрации, кручения, происходящих после ее оголения и провиса. В значительной степени, указанные негативные явления можно предотвратить или ослабить при использовании комплексных геодезических, гидрографических и гидродинамических исследований.

Диссертационная работа Гармаковой Маргариты Егоровны осуществляет подход к одному из решений указанной проблемы.

Новизна работы подтверждается теоретическими и методическими исследованиями автора. Разработанная автором численная методика может быть использована в проектной и эксплуатационной деятельности для прогнозирования участков размыва на подводных переходах трубопроводов, а результаты исследования имеют особое значение для описания процессов взаимодействия водного потока и донного грунта в зоне подводных переходов трубопроводов.

Автореферат раскрывает основную идею, методическое обеспечение и полученные автором результаты. Тематика работы соответствует областям исследования паспорта научной специальности 2.1.6 - Гидротехническое строительство, гидравлика и инженерная гидрология.

По содержанию автореферата хотелось бы высказать следующее пожелание автору: необходимо продолжить работы в направлении



гидродинамики подводных переходов, расширив их экспериментальными исследованиями учитывающими различные диаметры используемых цилиндров, установления закономерностей их взаимного влияния на процесс размыва, в том числе и при изменении расстояний между ними, а также исследованиями на объектах с различным гранулометрическим составом дна.

В целом могу сказать, что диссертационное исследование выполнено на высоком уровне и представляет собой законченный научно-технический труд.

Учитывая вышеизложенное, считаю, что диссертация Гармаковой Маргариты Егоровны «Численное моделирование гидрофизических процессов при обтекании подводных трубопроводов», является самостоятельным и законченным научным трудом, соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям п. 9 «Положение о порядке присуждения ученых степеней» ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации и заслуживает положительной оценки, а ее автор Гармакова Маргарита Егоровна – **присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.6 - Гидротехническое строительство, гидравлика и инженерная гидрология.**

Гринь Григорий Анатольевич,  
заместитель директора ООО ПТФ "Возрождение",  
кандидат технических наук.  
Научная специальность 1.6.22. Геодезия.

  
(подпись)  А. Гринь  
«23» \_\_\_\_\_ 2023 г.

Почтовый адрес:

628403, Тюменская обл., ХМАО - Югра,  
г. Сургут, ул. 30 лет Победы, д. 44/1  
Телефон: (3462) 22-23-95  
e-mail: gga@ptfsurgut.ru

## **О Т З Ы В**

**на автореферат диссертации Маргариты Егоровны Гармаковой "Численное моделирование гидрофизических процессов при обтекании подводных трубопроводов", представленной к защите по научной специальности 2.1.6 – Гидротехническое строительство, гидравлика и инженерная гидрология на соискание ученой степени кандидата технических наук**

Земля России пронизана трубопроводами. Они пересекают водотоки. Любое исследование этих пересечений, в том числе проведенное в данной работе, **актуально.**

Автором разработана методика численного моделирования процесса переформирования дна водотока в зоне перехода его одно- или двухниточным подводным трубопроводом при разном высотном положении труб, с учетом гранулярности грунта дна, турбулентности и многофазности потока (глава 4). Для оценки адекватности численного моделирования выполнены лабораторные эксперименты в лотке шириной 10 см с трубопроводами диаметром 2,5 см на основании из песка с диаметром частиц 0,05 мм (глава 3). Выявлены особенности поведения водного потока и грунта дна вблизи трубопроводов. Получено совпадение результатов численного моделирования и экспериментов. Задача, поставленная в работе, теоретически решена безупречно. В этом **научная новизна работы.**

**Практическая значимость** работы автором усматривается в том, что «разработанная численная методика может быть использована в проектной и эксплуатационной деятельности для прогнозирования развития воронок размыва на участках расположения подводных переходов» (с. 4). Однако эта рекомендация без оценки методики на натурном объекте представляется преждевременной (**замечание!**). И «распространение разработанной методики на реальные объекты подводных трубопроводов» автор правильно относит к «перспективам дальнейшей разработки темы» (с. 21).

**Материал диссертации достаточно опубликован** и доложен на научных семинарах и конференциях.

**Заключение.** Судя по автореферату, диссертация выглядит как законченная научно-исследовательская работа, способствующая решению важной задачи гидротехнического строительства по предотвращению аварий на подводных переходах магистральных трубопроводов. Требования Положения о присуждении ученых степеней от 24.09.2013 г. № 482 и Паспорта специальности 2.1.6 удовлетворены. Считаю, что автор диссертации Маргарита Егоровна Гармакова заслуживает присуждения соискемой ученой степени.

Отзыв составил и подписал:

доктор технических наук (05.23.07), профессор, профессор кафедры гидротехнических и транспортных сооружений ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет» Соболев Станислав Владимирович

  
\_\_\_\_\_ С.В. Соболев  
25.05.2023

Почтовый адрес: 603950, г. Нижний Новгород, ул. Ильинская, д.65, ННГАСУ.  
Телефон/факс кафедры: +7(831) 430-42-89, E-mail: [gs@nngasu.ru](mailto:gs@nngasu.ru).

Я, Соболев Станислав Владимирович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета 24.2.339.07 и дальнейшую их обработку.

  
\_\_\_\_\_ С.В. Соболев



Подпись руки Соболев С.В. \_\_\_\_\_ заверяю.

Отдел по работе с персоналом Зам. н.с. по орг. и кад. работе С.В. Рубина

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Гармаковой Маргариты Егоровны «Численное моделирование гидрофизических процессов при обтекании подводных трубопроводов», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.6 - Гидротехническое строительство, гидравлика и инженерная гидрология

Диссертация Гармаковой М.Е. посвящена разработке методики численного моделирования процессов переформирования дна в зоне расположения подводного трубопровода. Представлены также результаты экспериментальных исследований по обтеканию турбулентным потоком цилиндров, которые воспроизводят подводный трубопровод. Эти результаты привлекаются для верификации численных моделей. Тематика работы является актуальной в связи с возможными русловыми изменениями при эксплуатации подводных переходов.

К достоинствам работы можно отнести то, что наряду с экспериментальными исследованиями выполнено численное моделирование с использованием современного программного комплекса ANSYS Fluent, при этом предложен набор пользовательских функций, учитывающих многофазность, гранулярность и нестационарность процессов для решения задач прогнозирования русловых изменений в местах расположения подводных трубопроводов.

Таким образом, актуальность выполненных диссертантом исследований не вызывает сомнений. Обоснованность и достоверность подтверждена сравнением с данными измерений. Результаты диссертации опубликованы в 13 работах, в том числе в 3 статьях, включенных в перечень ВАК, а также прошли апробацию на Всероссийских и Международных конференциях.

В качестве пожелания, считаю целесообразным применение предложенной методики для конкретных подводных переходов трубопроводов.

На основании изложенного считаю, что диссертационная работа Гармаковой М.Е. «Численное моделирование гидрофизических процессов при обтекании подводных трубопроводов» удовлетворяет всем требованиям,

предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а её автор – Гармакова Маргарита Егоровна заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.6 - Гидротехническое строительство, гидравлика и инженерная гидрология.

Старший научный сотрудник  
Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт вычислительной математики и математической геофизики Сибирского отделения Российской академии наук,  
лаборатория математического моделирования процессов в атмосфере и гидросфере,  
кандидат физико-математических наук по специальности 25.00.29 – «Физика атмосферы и гидросферы»  
Адрес: 630090, г. Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева, 6  
Тел: +7(383) 3306450, e-mail: lezhenin@ommfao.sccc.ru

Леженин  
Анатолий Александрович

«\_ 31 \_» \_\_мая\_\_ 2023 г.

Подпись Леженина Анатолия Александровича заверяю

Ученый секретарь Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт вычислительной математики и математической геофизики Сибирского отделения Российской академии наук, к.ф.-м.н.

«\_ 31 \_» \_\_мая\_\_ 2023 г.



 Л.В. Вшивкова

Я, Леженин А.А. даю свое согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Гармаковой Маргариты Егоровны «Численное моделирование гидрофизических процессов при обтекании подводных трубопроводов», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.1.6 - Гидротехническое строительство, гидравлика и инженерная гидрология

Тема исследований Гармаковой М.Е. несомненно актуальна. Подводные переходы трубопроводов работают в условиях комплекса сложного сочетания нагрузок. Достаточно привести условия работы газопровода, уложенного по дну Черного моря.

Цель диссертационного исследования является разработка методики численного моделирования процесса переформирования дна в зоне расположения подводного трубопровода с учетом гранулярности, моделей турбулентности и многофазности.

Для достижения поставленной цели соискателем решены следующие основные задачи:

- проведены экспериментальные исследования переформирования дна в зоне расположения одного и более цилиндров, имитирующих подводный переход, при различных схемах их расположения относительно дна и выполнена оценка их взаимного влияния на процесс переформирования дна;
- разработана и реализована вычислительная методика, основанная на моделях гетерогенных сред с применением моделей многофазности, гранулярности и турбулентности в программном комплексе ANSYS Fluent;
- осуществлена верификация численных моделей при решении задач, имеющих подтверждение экспериментальными данными;
- выполнено численное моделирование переформирования дна для двух случаев: один цилиндр и два цилиндра и оценено, как это влияет на процесс переформирования.

К научной новизне работы следует отнести:

1. Физический эксперимент при расположении двух цилиндров, имитирующих нитки подводных трубопроводов. Выявлено, что при наличии двух цилиндров процесс переформирования дна происходит быстрее.
2. Численное моделирование с использованием комплекса ANSYS Fluent. Разработан набор пользовательских функций, позволяющих учитывать гранулярность, многофазность, трехмерность и нестационарность процесса с учетом их турбулентного характера в сложной геометрической области, при решении задач по прогнозированию русловых переформирований в зоне расположения подводных переходов.

Работа прошла достаточную апробацию на различных Международных и Всероссийских научно-практических конференциях. Соискателем опубликовано 3 статьи по перечню ВАК в журналах за 2019 г., 2020 г. и 2022 г. и три статьи в международных рецензируемых базах за 2018 г., 2019 г., 2023 г.

### Заключения по работе

1. Заключение по работе (стр. 20 и 21 автореферата) следовало бы привести в соответствии с поставленными четырьмя задачами (стр. 4 автореферата). Автором анализировались не только литературные источники (вывод 1, стр.20), но и

результаты натурных, лабораторных и теоретических исследований предшественников.

2. Результаты физического эксперимента (вывод 2, стр. 20, глава три диссертации стр. 8 – 11 автореферата) следовало бы дополнить количественными данными в границах эксперимента.

Вышеперечисленные замечания не снижают общей положительной оценки диссертационной работы Гармаковой Маргариты Егоровны.

### **Выводы по работе**

Анализ содержания автореферата позволяет прийти к заключению, что по актуальности и новизне рассматриваемой проблемы, глубине проработки материалов, методике проведения научных исследований, уровню решения поставленных задач, важности для науки и практики рассматриваемая диссертационная работа «Численное моделирование гидрофизических процессов при обтекании подводных трубопроводов», является законченной научно-исследовательской работой и соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013г. №842 (с изменениями и дополнениями от 11.09.2021г.), а ее автор *Гармакова Маргарита Егоровна заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.6 - Гидротехническое строительство, гидравлика и инженерная гидрология.*

Согласен на автоматизированную обработку моих персональных данных в документах, связанных с работой диссертационного совета

### **Волосухин Виктор Алексеевич**

Доктор технических наук (2.1.6 – Гидротехническое строительство, гидравлика и инженерная гидрология), профессор, Заслуженный деятель науки РФ, эксперт РАН, профессор кафедры гидротехнического строительства Новочеркасского инженерно-мелиоративного института им. А.К. Кортунова ФГБОУ ВО Донской ГАУ



В.А. Волосухин

346428, Ростовская обл., г. Новочеркасск, ул. Пушкинская 111,  
тел.: (8635) 22-21-70, e-mail: [director@ibgts.ru](mailto:director@ibgts.ru)  
«26» мая 2023 г.

Подпись В.А. Волосухина заверяю  
Ученый секретарь Ученого Совета  
Новочеркасского инженерно-мелиоративного института  
им. А.К. Кортунова ФГБОУ ВО  
Донской ГАУ  
«26» мая 2023 г.



Полякова Валентина Николаевна