



УТВЕРЖДАЮ

Ректор ФГАОУ ВО «ЮрГУ (НИУ)»,

доктор технических наук, профессор

А.Л. Шестаков

2019 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного автономного
образовательного учреждения высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»

Диссертация Конкиной Александры Сергеевны «Аналитическое и численное исследование гидродинамических моделей с многоточечным начально-конечным условием» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук выполнена на кафедре математического и компьютерного моделирования федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)».

В период подготовки диссертации соискатель Конкина Александра Сергеевна работала в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» на кафедре математического и компьютерного моделирования в должности ассистента с 2016 по 2019 годы, с сентября 2019 года по настоящее время работает старшим преподавателем той же кафедры. Соискатель поступила в 2015 году и в 2019 году окончила очную аспирантуру при кафедре математического и компьютерного моделирования федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего

образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)».

В 2015 году окончила с отличием магистратуру по направлению подготовки 010100 «Математика» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южно-Уральский государственный университет» (национальный исследовательский университет).

Справка о сдаче кандидатских экзаменов выдана в 2019 г. федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)».

Тема диссертации утверждена на заседании Совета Института естественных и точных наук (протокол № 01 от 23.09.2019 г.).

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой математического и компьютерного моделирования, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)».

По результатам рассмотрения диссертации «Аналитическое и численное исследование гидродинамических моделей с многоточечным начально-конечным условием» принято следующее заключение.

Актуальность темы и направленность исследования

Диссертационная работа посвящена исследованию вырожденных гидродинамических моделей с многоточечным начально-конечным условием, а также разработке методов численного решения различных краевых задач, соответствующих таким моделям, и комплексам программ, реализующих алгоритмы этих методов. В диссертации рассматриваются две гидродинамические модели – модель Навье – Стокса и модель Осколкова.

Модель Навье – Стокса описывает движение вязкой ньютоновской несжимаемой жидкости. В настоящее время доказательство существования

глобального гладкого решения задачи Коши для трёхмерных уравнений Навье – Стокса включено в список мировых открытых математических проблем. В данной диссертации предлагается условие Коши заменить более общим – многоточечным начально-конечным условием, что позволит доказать однозначную разрешимость линейной модели Навье – Стокса.

Модель Осколкова, рассмотренную на графе, впервые предложено использовать для описания изменения скорости транспортного потока. В настоящее время существует несколько подходов для исследования транспортного потока, в том числе и тот, когда он уподобляется жидкости. В данном исследовании учитывается эффект ретардации, свойственный вязкоупругим несжимаемым жидкостям, что более соответствует реальной ситуации.

Особенностью данной работы является то, что исследуемые модели относятся к вырожденным, и в их основе лежат уравнения соболевского типа. Поскольку уравнения соболевского типа в большинстве случаев не решаются аналитически, то для решения практических задач требуется разработка алгоритмов численных методов решения соответствующих задач с последующей реализацией в виде программ. В настоящее время аналитические и численные исследования, в том числе и данное, уравнений соболевского типа, проводятся в научной школе профессора Г.А. Свиридюка. Однако, использование в обоих случаях многоточечных начально-конечных условий для исследования приведенных выше математических гидродинамических моделей позволяет осуществлять многочисленные наблюдения описанных процессов с различных точек и в различные моменты времени.

В связи с этим, считаем, что исследования, представленные в данной диссертации, являются актуальными.

Научная новизна

В области математического моделирования. В диссертационной работе впервые: разработан новый метод моделирования транспортного потока в системе перекрестков с учетом эффекта ретардации, свойственный

вязкоупругим несжимаемым жидкостям. Для этого были доказаны однозначные разрешимости для модели Осколкова на восьмирёберном геометрическом графе и линейной модели Навье - Стокса с многоточечным начально-конечным условием в области.

В области численных методов разработаны алгоритмы численных методов, позволяющие находить приближенные решения многоточечных начально-конечных задач для изучаемых вырожденных гидродинамических моделей.

В области комплексов программ разработаны программные комплексы нахождения приближенного решения вырожденных моделей с многоточечными начально-конечными условиями, позволяющие проводить вычислительные эксперименты для модельных задач.

Теоретическая и практическая значимость результатов

Значимость результатов обусловлена решением актуальных задач теории ньютоновских и неньютоновских жидкостей с применением современного математического аппарата. Теоретические положения, достигнутые и проверенные в процессе работы над исследованием, служат дополнением теоретической базы в рамках раздела, посвященного общей теории линейных моделей (соболевский тип). По итогу исследования обрела доказательство однозначная разрешимость многоточечных начально-конечных задач для математических моделей Навье – Стокса и движения транспортного потока. В использовании и приложении достигнутых в исследовании результатов к различным научным и предметным областям, где необходимо как можно точнее моделировать движение гидродинамического потока. Таким образом, результаты диссертационного исследования являются полезными для развития общей теории уравнений соболевского типа, теории многоточечных начально-конечных задач.

Практическая значимость работы заключается в применимости алгоритмов численных методов и комплексов программ для решения прикладных задач в динамической метеорологии для описания движения воздушных масс атмосферы, в частности, при формировании прогноза погоды. Модель движения транспортного потока может быть использована для

разработки навигационных программ. Разработанные алгоритмы численных решений рассматриваемых задач и реализованные в виде программных комплексов в вычислительной среде Maple, могут быть использованы в дальнейшем для исследования других вырожденных математических моделей.

Степень достоверности результатов проведенных соискателем исследований

Все аналитические результаты, приведенные в диссертационной работе, сформулированы в виде теорем, снабженных доказательствами, соответствующими современному уровню математической строгости; результаты численного исследования проиллюстрированы проведенными вычислительными экспериментами. Достоверность научных результатов и выводов обеспечена также объемом апробации и представления этапов работы на научных конференциях и семинарах.

Ценность научных работ соискателя ученой степени

Материалы диссертации полно представлены в работах, опубликованных соискателем.

Статьи, опубликованные в рецензируемых научных журналах и изданиях, определенных ВАК Минобрнауки РФ и статьи, опубликованные в научных журналах и изданиях, индексируемых Scopus и Web of Science:

1. Zagrebina, S.A. The multipoint initial-final value condition for the Navier-Stokes linear model / S.A. Zagrebina, A.S. **Konkina** // Bulletin of the South Ural State University, Series: Mathematical Modelling, Programming and Computer Software. – 2015. – V. 8, issue 1. – P. 132-136. (ВАК, Scopus, WoS)
2. Свиридюк, Г.А. Уравнения Осколкова на геометрических графах как математическая модель дорожного движения/Г.А. Свиридюк, С.А. Загребина, А.С. **Конкина** // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Математическое моделирование и программирование. – 2015. – Т. 8, № 3. – С. 148-154. (ВАК, Scopus, WoS)
3. Zagrebina S.A. Traffic management model / S.A. Zagrebina, A.S. **Konkina** // 2nd International Conference on Industrial Engineering, Applications and

Manufacturing, ICIEAM 2016 – Proceedings, article № 7911712, DOI: 10.1109/ICIEAM.2016.7911712. (Scopus, WoS)

4. Konkina A.S. Numerical solution of a linear system of Navier – Stokes equations in an axisymmetric domain / **A.S. Konkina** // Journal of Computational and Engineering Mathematics. – 2019. – V. 6, issue 3. – P. 69-75. (ВАК, MathSciNet, zbMATH).
5. Konkina A.S. Numerical Research of the Mathematical Model for TrafficFlow // Bulletin of the South Ural State University, Series: Mathematical Modelling, Programming and Computer Software. –2019. – V. 12, issue 4. – P. 128–134. (ВАК, Scopus, WoS)

Свидетельства о регистрации программ для ЭВМ

6. Конкина А.С. Программный комплекс моделирования динамики вязкой несжимаемой жидкости: свид. о гос. рег. № 20196618468 / А.С. Конкина (RU); правообладатель Конкина А.С. – Заявка № 2019660610; заявл. 29.08.2019; зарегистр. 10.09.2019, реестр программ для ЭВМ.
7. Конкина А.С. Программный комплекс моделирования дорожного движения на перекрестке: свид. о гос. рег № 2019660195 / А.С. Конкина (RU); правообладатель Конкина А.С. – Заявка № 2019619142; заявл. 25.07.2019; зарегистр.02.08.2019, реестр программ для ЭВМ.

Другие публикации

8. Konkina, A.S. Multipoint initial-final value problem for the model of Devis with additive white noise/ A.S. Konkina // Bulletin of the South Ural State University, Series: Mathematical Modelling, Programming and Computer Software. – 2017. – V. 10, issue 2. – P. 144-149. (ВАК, Scopus, WoS)
9. Загребина, С.А. Об одной новой задаче для уравнений Баренблатта – Желтова – Кочиной / С.А. Загребина, **А.С. Конкина** // Вестн. МаГУ. Сер. Математика. – Магнитогорск, 2012. – Вып. 14. – С. 67 – 77.
10. Загребина С.А. Математическая модель управления транспортным потоком / С.А. Загребина, АС. Конкина // XIII Всероссийское совещание по

проблемам управления ВСПУ-2019: труды [Электронный ресурс] 17-20 июня 2019 г., Москва / Под общ. ред. Д.А. Новикова. – Электрон. Текстовые дан. – М.: ИПУ РАН, 2019. –С. 1379-1382.

11. Конкина, А.С. Математическая модель управления транспортными потоками в населенном пункте/ А.С. Конкина // Управление большими системами: Материалы XIII Всероссийской школы-конференции молодых ученых. Под общей редакцией Д.А. Новикова, А.А. Воронина. – 2016. – С.623-630.
12. Свиридюк Г.А. Уравнения Осколкова как модель дорожного движения / Г.А. Свиридюк, С.А. Загребина, А.С. Конкина // Мат. методы в технике и технологиях, ММТТ – 2016. – 2016. – № 2 (84). – С. 7-8.
13. Конкина, А.С. Многоточечная начально-конечная задача для линейной модели Навье – Стокса / А.С. Конкина // Управление большими системами: материалы XII Всероссийской школы-конференции молодых ученых. Под общей редакцией Д.А. Новикова, А.А. Воронина. – 2015. – С. 98-106.
14. Загребина, С.А. Модель Девиса с условием Коши и аддитивным белым шумом. / С.А. Загребина, А.С. Конкина // Материалы международной конференции «Воронежская зимняя математическая школа С.Г. Крейна – 2014»: тез. докл. – Воронеж, 2014. – С.209 – 211.
15. Загребина, С.А. Многоточечная начально-конечная задача для системы Навье - Стокса / С.А. Загребина, А.С. Конкина // Алгоритмический анализ неустойчивых задач = Algorithmic Analysis of UnatableProblems: тез. докл. Всерос. конф. С междунар. участием, посвящ. памяти В.К. Иванова, Челябинск, 10 - 14 нояб. 2014 г. - Челябинск, 2014. - С.193.
16. Загребина, С.А. Об одной стохастической эволюционной модели / С.А. Загребина, А.С. Конкина // Материалы международной конференции по дифференциальным уравнениям и динамическим системам, Суздаль, 04-09 июля 2014 г.: тез. докл. – Суздаль, 2014. – С.63–64.

17. Загребина, С.А. Об одной новой стохастической модели / С.А. Загребина, А.С. Конкина// Обозрение приклад. и пром. математики. –М., 2014. – Т.21, вып. 4. – С.365–366.

18. Загребина, С.А. Многоточечная начальная-конечная задача для уравнений Баренблатта – Желтова – Кочиной на графе / С.А. Загребина, А.С. Конкина// СамДиф – 2013: Дифференциальные уравнения и их приложения, Всерос. науч. конф., Самара, 01 – 03 июля 2013 г.: тез. докл. – Самара, 2013. - С.32–33.

В диссертацию включены только те результаты, которые были получены лично А.С. Конкиной, и не затрагивают интересов других соавторов в представленных публикациях. Научному руководителю принадлежит общая постановка задач исследования.

Личное участие соискателя ученой степени в получении результатов, изложенных в диссертации

Диссертант лично и самостоятельно разрабатывал теоретические положения и алгоритмы, выносимые на защиту. А.С. Конкиной проведен анализ степени разработанности проблемы, написан программный комплекс, проведены вычислительные эксперименты, разработаны рекомендации, апробированы научные результаты, подготовлены публикации по теме исследования, оформлен текст диссертации. Результаты, полученные ей лично и выносимые на защиту, приведены в следующем разделе.

Соответствие диссертации паспорту специальности

На защиту выносятся результаты диссертационного исследования, соответствующие следующим пунктам паспорта специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ:

– в рамках разработки новых математических методов моделирования объектов и явлений (п.1) разработан новый метод моделирования транспортного потока с учетом эффекта ретардации, свойственный вязкоупругим несжимаемым жидкостям; предложено новое начальное-конечное условие для исследования разрешимости модели Навье – Стокса;

– в рамках развития качественных и приближенных аналитических методов исследования математических моделей (п.2) качественно

исследованы вырожденные модели гидродинамики с применением многоточечных начально-конечных условий, построены алгоритмы численных решений для приближенного решения указанных задач;

– в рамках реализации эффективных численных методов и алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительных экспериментов (п.4) на основе по разработаны программные комплексы, реализованные в вычислительной среде в вычислительной среде Maple; проведены вычислительные эксперименты.

Таким образом, оригинальные результаты получены в области математического моделирования, численных методов и комплексов программ, а исследуемые модели относятся к различным предметным областям. Это позволяет сделать вывод о соответствии диссертации паспорту специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Диссертационная работа соответствует требованиям, установленным пп. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней. Текст диссертации представляет собой самостоятельную научно-квалификационную работу, не содержит заимствованного материала без ссылки на автора и (или) источник заимствования.

Диссертация «Аналитическое и численное исследование гидродинамических моделей с многоточечным начально-конечным условием» Конкиной Александры Сергеевны рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Заключение принято на заседании кафедры математического и компьютерного моделирования ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)».

ПРИСУТСТВОВАЛИ: доцент Сагадеева М.А., канд. физ.-мат. наук, доц. (председатель); зав. кафедрой Загребина С.А, д-р физ.-мат. наук, доц.,

профессор Панюков А.В., д-р физ.-мат. наук, проф.; доцент Акимова А.А., канд. физ.-мат. наук; доцент Глушков А.И., канд. техн. наук, доцент; доцент Деркунова Е.А., канд. физ.-мат. наук; доцент Дударева В.И., канд. техн. наук, доц.; доцент Елсаков С.М., канд. физ.-мат. наук; доцент Клыгач Д.С., канд. техн. наук; доцент Кунгурцева А.В., канд. физ.-мат. наук, доц.; доцент Логинова Л.А., канд. пед. наук; доцент Макаровских Т.А., канд. физ.-мат. наук, доц.; доцент Назарова Е.И., канд. физ.-мат. наук; доцент Овчинникова Н.Н., канд. пед. наук; доцент Осмоловский В.И., канд. пед. наук, доц.; доцент Парасич И.В., канд. техн. наук; доцент Ушаков А.Л., канд. физ.-мат. наук; ст. преподаватель Богушов А.К.; ст. преподаватель Гаврилова О.В.; ст. преподаватель Солдатова Е.А.; ст. преподаватель Соловьева Н.Н.; ст. преподаватель Фокина М.С.; ассистент Артес Н.О.; ассистент Козина Е.Н.; ассистент Котлованов К.Ю.; соискатель Конкина Александра Сергеевна.

ПРИГЛАШЕНЫ: зав. кафедрой уравнений математической физики Свиридюк Г.А., д-р физ.-мат. наук, проф.

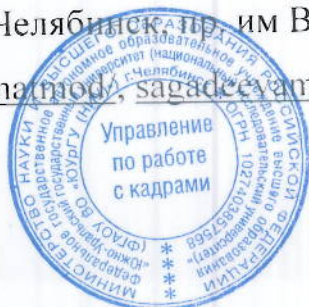
Результаты голосования: «за» – 27 чел., «против» – нет, «воздержались» – нет, протокол № 03 от «5» ноября 2019 г.

Сагадеева Минзиля Алмасовна
председатель заседания кафедры,
кандидат физико-математических наук,
доцент, доцент кафедры математического
и компьютерного моделирования

Федеральное государственной автономное образовательное учреждение
высшего образования «Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)», Министерство науки и
высшего образования Российской Федерации

Россия, 454080, г. Челябинск, пр. им В.И. Ленина, 76,

<https://ietn.susu.ru/math/mod/sagadeeva@susu.ru>, тел.: +7 351 272-32-72



Подпись Сагадеева М.А. удостоверяю
Заместитель начальника УРК
Начальник отдела кадров Минакова Н.С.