

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научной работе  
НовГУ, д.т.н., профессор  
Бондаренко Е.А.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования "Новгородский Государственный университет имени  
Ярослава Мудрого"

Диссертация "Математические модели движения несжимаемых вязкоупругих жидкостей в магнитном поле Земли" выполнена на кафедре алгебры и геометрии.

В период подготовки диссертации соискатель Кондюков Алексей Олегович работал в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования "Новгородский Государственный университет имени Ярослава Мудрого", в должностях: лаборанта научно-исследовательского центра научной группы 456/ АиГ-С с февраля 2013 г. по декабрь 2013 г., инженера научно-исследовательского центра научной группы 580/ АиГ-С с января 2014 г. по декабрь 2016 г., являлся аспирантом кафедры алгебры и геометрии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Новгородский Государственный университет имени Ярослава

Мудрого" с июля 2013 г. по июнь 2016 г. С 1 марта 2017 по настоящее время является младшим научным сотрудником научно-исследовательского центра научной группы 900/ АиГ-С.

В 2013 году окончил государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого" и получил квалификацию учитель математики по специальности "Математика".

Справка о сдаче кандидатских экзаменов выдана в 2017 г. в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования "Новгородский Государственный университет имени Ярослава Мудрого".

Научный руководитель - Сукачева Тамара Геннадьевна, доктор физико-математических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Новгородский Государственный университет имени Ярослава Мудрого", зав. кафедрой алгебры и геометрии.

Тема диссертации утверждена Ученым советом Института электронных и информационных систем 28 ноября 2013 г., протокол № 3.

По результатам рассмотрения диссертации "Математические модели движения несжимаемых вязкоупругих жидкостей в магнитном поле Земли" принято следующее заключение:

*Актуальность темы и направленность исследования*

Диссертация Кондюкова А.О. является законченным научным исследованием. Диссертационная работа посвящена исследованию математических моделей несжимаемых вязкоупругих жидкостей Кельвина-Фойгта различных порядков в магнитном поле Земли. Актуальность изучения такого рода моделей обусловлена необходимостью решения важных прикладных задач в магнитогидродинамике и геофизике. Большой класс моделей математической физики основывается на неклассических уравнениях в частных уравнениях, не разрешенных относительно

производной по времени. Нелинейная структура и вырожденность таких моделей вызывает определенные трудности при их изучении и решении соответствующих задач. Поэтому интерес к подобного рода моделям постоянно возрастает. В связи с этим, считаем, что исследования, представленные в данной диссертации, являются актуальными.

#### *Личное участие автора в полученных научных результатах*

В ходе диссертационного исследования А.О. Кондюковым были получены следующие основные результаты:

В рамках развития качественных и приближенных аналитических методов исследования математических моделей изучены:

1. Обобщенная модель динамики несжимаемой вязкоупругой жидкости Кельвина-Фойгта в магнитном поле Земли, получено описание фазового пространства.

2. Модель динамики несжимаемой вязкоупругой жидкости Кельвина-Фойгта ненулевого порядка в магнитном поле Земли, получено описание фазового пространства;

3. Модель динамики несжимаемой вязкоупругой жидкости Кельвина-Фойгта нулевого порядка в магнитном поле Земли, получено описание фазового пространства.

4. Для всех указанных моделей доказаны теоремы, дающие достаточные условия существования единственного решения соответствующих начально-краевых задач, являющегося квазистационарной полутраекторией;

В рамках разработки, обоснования и тестирования эффективных вычислительных методов с применением современных компьютерных технологий получен:

5. Алгоритм численного решения начально-краевой задачи для системы, моделирующей динамику несжимаемой вязкоупругой жидкости Кельвина-Фойгта нулевого порядка в магнитном поле Земли.

В рамках реализации эффективных численных методов и алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения



вычислительного эксперимента получена:

6. Программа для персональных компьютеров нахождения численного решения начально-краевой задачи для системы, моделирующей динамику несжимаемой вязкоупругой жидкости Кельвина-Фойгтанулевого порядка в магнитном поле Земли.

Все исследования, связанные с пунктами 1-6, были выполнены А.О. Кондюковым лично.

#### *Степень достоверности результатов проведенных исследований*

Все результаты, приведенные в диссертационной работе, сформулированы в виде теорем, снабженными доказательствами. Достоверность полученных результатов проиллюстрирована вычислительным экспериментом.

#### *Научная новизна результатов*

В области математического моделирования:

На основе теории полулинейных уравнений соболевского типа исследованы математические модели, возникающие в геофизике и магнитогидродинамике. Создана теоретическая основа для численного исследования изучаемых моделей: доказаны теоремы существования и единственности решений задач Коши-Дирихле.

В области численных методов:

Разработаны алгоритмы численных методов, позволяющие находить приближенные решения начально-краевых задач для изучаемых полулинейных моделей математической физики.

В области комплексов программ:

Разработан комплекс программ нахождения приближенного решения задачи Коши-Дирихле для полулинейной математической модели, позволяющий проводить вычислительные эксперименты для модельных и реальных задач.

*Практическая значимость полученных результатов, ценность научных работ соискателя*

Практическая значимость работы заключается в том, что результаты исследования математических моделей движения несжимаемых вязкоупругих жидкостей Кельвина-Фойгта различных порядков в магнитном поле Земли применимы в магнитогидродинамике и геофизике.

Разработанные алгоритмы численных методов реализованы в виде комплекса программ (Maple), с помощью которых были проведены вычислительные эксперименты. В основной программе предусмотрены блоки ввода исходных данных, расчета необходимых параметров процесса и вывода результатов расчета, как в виде таблиц, так и в виде графических отображений.

Материалы диссертации полно представлены в работах, опубликованных соискателем. Все основные положения диссертационного исследования опубликованы в 16 научных работах, из них 6 статей.

*Статьи, опубликованные в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях, рекомендованных ВАК*

1. Kondyukov, A.O. On a Class of Sobolev Type Equations/ T.G.Sukacheva, A.O.Kondyukov // Вестник ЮУрГУ. Серия: Математическое моделирование и программирование. - 2014. - Т. 7, № 4. - С. 5–21.

2. Кондюков, А.О. Фазовое пространство одной задачи магнито-гидродинамики / Т.Г. Сукачева, А.О. Кондюков // Дифференциальные уравнения. - 2015. - Т. 51, № 4. - С. 495-501.

3. Кондюков, А.О. Фазовое пространство начально-краевой задачи для системы Осколкова ненулевого порядка / А.О. Кондюков, Т.Г. Сукачева // Журнал Вычислительной Математики и Математической Физики, - 2015, - Т. 55, № 5, - С. 823-829.

4. Kondyukov, A.O. Computational Experiment for a Class of Mathematical Models of Magnetohydrodynamics / A.O. Kondyukov, T.G. Sukacheva, S.I. Kadchenko, L.S. Ryazanova // Вестник ЮУрГУ. Серия: Математическое моделирование и программирование. - 2017. - Т. 10, № 1. - С. 149-155.

*Свидетельство о регистрации программы*

5. Численное моделирование течения вязкоупругой электропроводной жидкости в магнитном поле: Свидетельство № 2016619268 / Кондюков А.О., Кадченко С.И., Какушкин С.Н. (RU); правообладатель: ФГБОУ ВО «Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого». - 2016613974, заявл. 21.04.2016, зарегистр. 17.08.2016, реестр программ для ЭВМ.

*Другие научные публикации*

6. Kondyukov, A.O. Numerical Study of a Flow of Viscoelastic Fluid of Kelvin-Voigt Having Zero Order in a Magnetic Field / S. I. Kadchenko, A. O. Kondyukov // Journal of Computational and Engineering Mathematics. - 2016, V. 3, № 2. - P. 40-47.

7. Кондюков, А. О. Обобщенная модель несжимаемой вязкоупругой жидкости в магнитном поле Земли / А.О. Кондюков // Вестник Южно-Уральского университета серия: Математика. Механика. Физика. - 2016. - Т. 8, № 3. - С. 13-21.

8. Кондюков, А.О. Об одной модели магнитогидродинамики / Т.Г. Сукачева, А.О. Кондюков // Международная конференция «Математика и информационные технологии в нефтегазовом комплексе», посвященная дню рождения великого русского математика академика П.Л. Чебышева. Сургут (14-18 мая 2014 г.): тезисы докладов – Сургут, 2014, - С. 69-70.

9. Кондюков, А.О. Фазовое пространство одной модели магнитогидродинамики / Т.Г. Сукачева, А.О. Кондюков // IV Международная школа-семинар «Нелинейный анализ и экстремальные задачи». Иркутск, 22 – 28 июня 2014 г. - С. 30.

10. Кондюков, А.О. Квазистационарные полутраектории в одной модели магнитогидродинамики / Т.Г. Сукачева, А.О. Кондюков // Международная конференция по дифференциальным уравнениям и динамическим системам. Суздаль. 4-9 июля 2014 г. - С. 91-92.

11. Кондюков, А.О. Об одной модели несжимаемой вязкоупругой жидкости в магнитном поле Земли / Т.Г. Сукачева, А.О. Кондюков // XV Всероссийский симпозиум по прикладной и промышленной математике.



Сочи. Дагомыс. 28 сентября- 5 октября 2014 г. - С. 395-397.

12. Кондюков, А.О. О фазовом пространстве модели магнитогидродинамики ненулевого порядка / Т.Г. Сукачева, А.О. Кондюков // Теория управления и математическое моделирование: Тезисы докладов Всероссийской конференции с международным участием, посвященной памяти профессора Н. В. Азбелева и профессора Е. Л. Тонкова (Ижевск, Россия, 9-11 июня 2015 г.). - Ижевск: Изд-во "Удмуртский университет", 2015, - С. 305-307.

13. Кондюков, А.О. Об одной модели магнитогидродинамики ненулевого порядка / Т.Г. Сукачева, А.О. Кондюков // XVI Всероссийский Симпозиум по прикладной и промышленной математике, летняя сессия, Челябинск, 21 — 27 июня 2015, - С. 75.

14. Кондюков, А.О. Об одной обобщенной модели магнитогидродинамики / А.О. Кондюков // Математические методы в технике и технологиях – ММТТ-29: сб. трудов XXIX Междунар. науч. конф.: в 12 т., Саратов.гос. техн. ун-т; Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), СПбПУ, СПИИРАН; Самара: Самарск. гос. техн. ун-т, 2016, Т.1. - С. 14-15.

15. Кондюков, А.О. Квазистационарные полутраектории для обобщенной модели магнитогидродинамики / А.О. Кондюков // Международная конференция Математика и информационные технологии в нефтегазовом комплексе., посвящённая дню рождения великого русского математика академика П.Л. Чебышёва : Тезисы. / (Сургут, 16 – 20 мая 2016 г.): Тезисы докладов - Сургут: ИЦ СурГУ, 2016, - С. 47-48.

16. Кондюков, А.О. Об одной вырожденной модели магнитогидродинамики ненулевого порядка / А.О. Кондюков // Южно-Уральская молодежная школа по математическому моделированию: сборник трудов III всероссийской научно-практической конференции. / (Челябинск, 28-29 апреля 2016 г.): Издательский центр ЮУрГУ (Челябинск), 2016, - С. 83-90.

В работах 1 - 3, 8 - 12 Т.Г. Сукачевой принадлежит общая постановка задач, а А.О. Кондюкову – все основные полученные результаты. Из остальных работ, выполненных в соавторстве, в диссертацию включены

только те результаты, которые были получены лично А.О. Кондюковым и не затрагивают интересов других соавторов.

*Специальность, которой соответствует диссертация*

В представленной Кондюковым Алексеем Олеговичем диссертации исследованы математические модели, основанные на полулинейных уравнениях соболевского типа, а также разработаны численные методы нахождения приближенного решения начальных задач для таких моделей, реализованные в виде комплекса программ для проведения вычислительных экспериментов. Это позволяет сделать вывод о том, что работа содержит оригинальные результаты одновременно из трех областей – математического моделирования, численных методов и комплексов программ. Кроме того, предлагаемые методы могут быть использованы в различных предметных областях – геофизике, магнитогидродинамике.

Диссертационное исследование соответствует следующим пунктам паспорта специальности: 2 – развитие качественных и приближенных аналитических методов исследования математических моделей, 3 – разработка, обоснование и тестирование эффективных вычислительных методов с применением современных компьютерных технологий, 4 – реализация эффективных численных методов и алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительных экспериментов. Таким образом, диссертация соответствует паспорту 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Диссертация "Математические модели движения несжимаемых вязкоупругих жидкостей в магнитном поле Земли" Кондюкова Алексея Олеговича является законченным научным исследованием, содержит новые научные результаты и рекомендуется к защите по специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

ПРИСУТСТВОВАЛИ: зав. кафедрой Т.Г. Сукачева, д. ф.-м. н., профессор; Е.Ю. Панов, д. ф.-м. н., профессор; Л.З. Витова, к. ф.-м.



н., доцент; О.П. Матвеева, к. ф.-м. н., доцент; Н. В. Неустроев, к. ф.-м. н., доцент; В.Г. Николаев, к. ф.-м. н.; В.Е. Подран, к. ф.-м. н., доцент.

ПРИГЛАШЕНЫ: С.И. Эминов, д. ф.-м. н., профессор; А.В. Колногоров, д. ф.-м. н., доцент; А.В. Ласунский, д. ф.-м. н., доцент; В.А. Едемский, д. ф.-м. н., доцент.

Заключение принято на заседании кафедры алгебры и геометрии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новгородский Государственный университет имени Ярослава Мудрого».

Результаты голосования: "за" - 11 чел., "против" - 0 чел., "воздержалось" - 0 чел., протокол № 6 от "28" февраля 2017 г.

Заместитель заведующего кафедрой  
алгебры и геометрии  
кандидат физ.- мат. наук, доцент

*Виза*

Н. В. Неустроев



Неустроев Николай Васильевич [Nikolai.Neustroev@novsu.ru](mailto:Nikolai.Neustroev@novsu.ru)

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого», НовГУ

173003, Великий Новгород, ул. Большая Санкт-Петербургская, д. 41,

Сайт организации: <http://www.novsu.ru/>, тел.: +7 8162 62-72-44,  
факс: +7 8162 62-41-10, e-mail: [novsu@novsu.ru](mailto:novsu@novsu.ru)