

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научной работе ФГАОУ ВО  
«Южно-Уральский государственный  
университет (НИУ)»,

доктор технических наук, профессор



А.А. Дьяконов

2017 г.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного автономного образовательного учреждения  
высшего образования

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

Диссертация «Аналитическое и численное исследование математических моделей эволюционных процессов термо- и гидродинамики» выполнена на кафедре прикладной математики и программирования.

В период подготовки диссертации соискатель Аль Исави Джавад Кадим Тахир с сентября 2013 года по настоящее время является аспирантом очной формы обучения Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)».

В 2007 г. окончил магистратуру Университета Багдада, республика Ирак, Педагогического института по направлению «Математика». Федеральной службой по надзору в сфере образования и науки Министерства образования и науки Российской Федерации в 2016 году выдано свидетельство № 050 0029085

о том, что полученный Аль Исави Джавад Кадим Тахир диплом магистра Университета Багдада эквивалентен диплому магистра по направлению «Математика».

Справка о сдаче кандидатских экзаменов выдана в 2017 г. Федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» г. Челябинск.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой прикладной математики и программирования Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)», Замышляева Алена Александровна.

Тема диссертации утверждена Ученым советом Института естественных и точных наук Южно-Уральского государственного университета 24 октября 2016 г., протокол № 2.

По результатам рассмотрения диссертации «Аналитическое и численное исследование математических моделей эволюционных процессов термо- и гидродинамики» принято следующее заключение:

**Актуальность темы и направленность исследования.** Диссертация Аль Исави Д.К.Т. является законченным самостоятельно выполненным научным исследованием. Работа посвящена аналитическому и численному исследованию класса эволюционных математических моделей, основанных на линейных уравнениях соболевского типа в квазисоболевых пространствах, включая математическую модель Дзекцера, описывающую эволюцию свободной поверхности фильтрующейся жидкости, математическую модель Кана – Хилларда, описывающую процесс разделения фаз, математическую модели диффузии 4-го порядка, обобщенную линеаризованную модель Фишера – Колмогорова. Актуальность изучения такого рода математических моделей

обусловлена необходимостью решения важных прикладных задач в области термо- и гидродинамики. Именно с прикладной точки зрения стало актуальным изучение указанных математических моделей в квазибанаховых пространствах последовательностей. При этом кроме аналитического исследования возникает необходимость в разработке численных методов нахождения приближенных решений начальных задач для таких моделей и разработка комплексов программ для них. Особенностью диссертационной работы является построение общего метода исследования изучаемых математических моделей с начальным условием в рамках задачи Коши для линейных уравнений соболевского типа. Ввиду отсутствия численных методов для изучаемых математических моделей в квазисоболевых пространствах на первый план выходят вопросы построения новых численных методов для таких моделей, доказательства их сходимости и проверка адекватности получаемых результатов. Данные вопросы также решаются в диссертационной работе. В связи с этим, считаем, что исследования, представленные в данной диссертации, являются актуальными.

**Личное участие соискателя в получении результатов, изложенных в диссертации.** В ходе диссертационного исследования Аль Исави Д.К.Т. были получены следующие основные результаты:

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

1. Достаточные условия существования решений аналога моделей Дзекцера, Фишера – Колмогорова, диффузии 4-го порядка и Кана – Хилларда в квазисоболевых пространствах с начальным условием Шоуолтера – Сидорова или Коши.

2. Достаточные условия существования решений класса эволюционных математических моделей с начальным условием Шоуолтера – Сидорова или Коши в квазисоболевых пространствах.

3. Достаточные условия существования инвариантных пространств решений и их дихотомий для аналогов моделей Дзекцера, Фишера –

Колмогорова, диффузии 4-го порядка и Кана – Хилларда в квазисоболевых пространствах.

4. Достаточные условия существования инвариантных пространств решений и их дихотомий для класса эволюционных математических моделей в квазисоболевых пространствах.

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

5. Алгоритм численного метода исследования класса эволюционных математических моделей в квазисоболевых пространствах.

6. Сходимость численного метода приближенного решения математических моделей как задач Коши или Шоултера – Сидорова для одного класса эволюционных математических моделей в квазисоболевых пространствах.

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

7. Программа, реализующая алгоритм численного метода исследования класса эволюционных математических моделей в квазисоболевых пространствах.

Научные результаты, выносимые на защиту и составляющие основное содержание диссертационной работы, получены автором самостоятельно. Из совместных работ в диссертацию включены результаты, принадлежащие лично автору.

**Степень достоверности результатов проведенных исследований.** Все аналитические результаты, приведенные в диссертационной работе, сформулированы в виде теорем, снабженных подробными доказательствами. Достоверность полученных результатов проиллюстрирована большим количеством вычислительных экспериментов.

**Научная новизна. В области математического моделирования:**

В диссертационной работе впервые проведены аналитическое и численное исследования класса эволюционных математических моделей в квазисоболевых пространствах, описывающих процессы в области термо- и гидродинамики. Создана теоретическая основа для качественного и численного исследования изучаемых моделей: доказана однозначная разрешимость задачи Коши и задачи Шоултера – Сидорова для эволюционных операторно-дифференциальных уравнений, а также получены условия существования экспоненциальных дихотомий решений.

**В области численных методов:**

Разработаны новые алгоритмы численных методов, использующие идеи проекционных методов, позволяющие находить приближенные решения изучаемых математических моделей в квазисоболевых пространствах. Установлена сходимость приближенных решений к точному.

**В области комплексов программ:**

Разработан комплекс программ нахождения приближенного решения задачи Коши для класса эволюционных математических моделей в квазисоболевых пространствах. Разработанный комплекс программ позволяет проводить вычислительные эксперименты для изучаемых моделей как в квазисоболевых пространствах, так и в стандартных пространствах.

**Теоретическая и практическая значимость полученных результатов исследования и рекомендации по дальнейшему их использованию.** Теоретические результаты диссертационной работы, полученные при исследовании математических моделей указанного класса, вносят вклад в теорию линейных эволюционных операторно-дифференциальных уравнений в квазисоболевых пространствах. Результаты исследования математической модели Дзекцера, описывающей эволюцию свободной поверхности фильтрующейся жидкости, применимы в гидродинамике и теории фильтрации, математической модели Кана – Хилларда, описывающей процесс разделения

фаз, математической модели диффузии 4-го порядка, обобщенной линеаризованной модели Фишера – Колмогорова – в термо- и гидродинамике, например, при изучении процессов плавления, кристаллизации, а также различных диффузионных процессов. Разработаны и реализованы алгоритмы численного решения рассматриваемых задач в виде программ, написанных в вычислительной среде Maple, что позволяет в дальнейшем использовать их для решения других неклассических моделей математической физики в рамках изучаемого класса и открывает возможность более эффективного решения ряда технических задач. Именно применимость полученных теоретических результатов к различным областям научных исследований свидетельствует о практической значимости исследования. Кроме того, результаты работы могут быть включены в программы подготовки магистров по направлениям «Математика», «Прикладная математика и информатика», «Прикладная математика».

**Соответствие содержания диссертации специальности, по которой она рекомендуется к защите.**

В представленной Аль Исави Джавад Кадим Тахир диссертации исследованы математические модели Дзекцера, Фишера–Колмогорова, диффузии 4-го порядка и Кана–Хилларда в квазисоболевых пространствах, разработан алгоритм и доказана сходимости численного метода исследования класса эволюционных математических моделей в квазисоболевых пространствах, реализованный в виде программ для проведения вычислительных экспериментов. Таким образом, получены оригинальные результаты, как в области математического моделирования, так и в области численных методов и комплексов программ. Исследованы математические модели процессов в различных предметных областях, а сами результаты соответствуют следующим пунктам паспорта специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ: п. 2 – развитие качественных и приближенных аналитических методов исследования математических моделей, п. 3 – разработка, обоснование и

тестирование эффективных вычислительных методов с применением современных компьютерных технологий, п. 4 – реализация эффективных численных методов и алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительных экспериментов

**Полнота опубликования результатов и апробация.** По теме диссертации опубликовано 11 научных работ, в том числе 3 статьи в журналах, входящих в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, 1 свидетельство о регистрации программ для ЭВМ, 7 работ в других журналах и материалах международных и российских конференций. Основные результаты диссертации содержатся в следующих публикациях:

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

*Минобрнауки РФ:*

1. Замышляева, А.А. On some properties of solutions to one class of evolution Sobolev type mathematical models in quasi-Sobolev spaces / А.А. Замышляева, Д.К.Т. Аль Исави // Вестник ЮУрГУ. Серия: Математическое моделирование и программирование. – 2015. – Т. 8, № 4. – С. 113 – 119. (WoS, SCOPUS)

2. Al-Isawi, J.K.T. Computational experiment for one class of evolution mathematical models in quasi-Sobolev spaces / J.K.T. Al-Isawi, A.A. Zamyshlyayeva // Вестник ЮУрГУ. Серия: Математическое моделирование и программирование. – 2016. – Т. 9, № 4. – С. 141 – 147. (WoS, SCOPUS)

3. Al-Isawi, J.K.T. Computational experiments for one class of mathematical models in thermo- and hydrodynamics / J.K.T. Al-Isawi // Journal of Computational and Engineering Mathematics.–2017. – V. 4, № 1. – P. 16 – 26. (MathSciNet, Zentralblatt Math)

*Свидетельство о регистрации программы*

4. Аль Исави Д.К.Т. Численное исследование одного класса эволюционных уравнений в квазисоболевых пространствах. Свидетельство о государственной

регистрации программ для ЭВМ №2017610833, заявл. 24.11.2016; зарегистр. 18.01.2017, реестр программ для ЭВМ

*Статьи в других научных изданиях:*

5. Замышляева, А.А. Голоморфные вырожденные полугруппы операторов и эволюционные уравнения соболевского типа в квазисоболевых пространствах последовательностей / А.А. Замышляева, Д.К.Т. Аль Исави // Вестник ЮУрГУ. Серия: Математика, механика, физика. – 2015. – Т. 7, № 4. – С. 31 – 40. (RSCI, Zentralblatt Math)

6. Al Isawi, D.K. On Some Properties of Solutions to Dzektser Mathematical Model in Quasi-Sobolev Spaces / D.K. Al Isawi // Journal of Computational and Engineering Mathematics – 2015. – V. 2, № 4. – P. 27 – 36. (Zentralblatt Math)

7. Al-Isawi, J.K.T. On kernels and images of resolving analytic degenerate semigroups in quasi-sobolev spaces / J.K.T.Al-Isawi // Journal of Computational and Engineering Mathematics. – 2016. – V. 3, № 1. – P. 10 – 19. (MathSciNet, Zentralblatt Math)

8. Аль Исави, Д.К.Т. Линейные замкнутые операторы в квазибанаховых пространствах / Д.К.Т. Аль Исави // Материалы международной конференции «Воронежская зимняя математическая школа С.Г.Крейна – 2014». – Воронеж, 2014. – С. 18 – 21.

9. Замышляева, А.А. Об одном классе относительно  $p$ -секториальных операторов в квазисоболевых пространствах / Замышляева А.А., Д.К.Т. Аль Исави // Международная конференция «Спектральные задачи, нелинейный и комплексный анализ». УФА, Россия, 1-3 октября 2015 г.: РИЦ БашГУ, 2015. – С. 56 – 58.

10. Аль Исави, Д.К.Т. Линейные замкнутые операторы в квазибанаховых пространствах / Д.К.Т. Аль Исави // Материалы международной конференции «Воронежская зимняя математическая школа С.Г. Крейна – 2016». – Воронеж, 2016. – С. 47 – 50.



11. Аль Исави, Д.К.Т. Об инвариантных пространствах и экспоненциальных дихотомиях решений уравнения Дзекера в квазисоболевых пространствах // Сборник статей Международной научно-практической конференции «Приоритетные научные исследования и разработки (г. Саратов)». 2016. – Ч. 2. – С. 3 – 4.

Основные результаты диссертации были представлены на Международной конференции «Воронежская зимняя математическая школа» (Воронеж, 2014, 2016), Международной конференции «Дифференциальные уравнения и динамические системы» (Суздаль, 2014), Международной конференции «Спектральные задачи, нелинейный и комплексный анализ» (Уфа, 2015), Шестнадцатом всероссийском симпозиуме по прикладной и промышленной математике (Сочи, 2015), Международной научно-практической конференции «Приоритетные научные исследования и разработки» (Саратов, 2016), научных конференциях аспирантов и докторантов ЮУрГУ (Челябинск, 2014, 2015), семинаре «Уравнения соболевского типа» в Южно-Уральском государственном университете.

Диссертация «Аналитическое и численное исследование математических моделей эволюционных процессов термо- и гидродинамики» Аль Исави Джавад Кадим Тахир является законченным, самостоятельно выполненным научным исследованием, содержит новые научные результаты и 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 расширенном заседании кафедры прикладной математики и программирования и кафедры уравнений математической физики ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)».

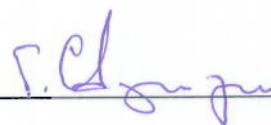
ПРИСУТСТВОВАЛИ: заведующий кафедрой уравнений математической физики Свиридюк Г.А., д.ф.-м.н., профессор; зам. заведующего кафедрой

прикладной математики и программирования Карпета Т.В., к.ф.-м.н.;  
Замышляева А.А., д.ф.-м.н., доцент; Закирова Г.А., к.ф.-м.н., доцент; Шафранов  
Д.Е., к.ф.-м.н., доцент; Москвичева П.О., к.ф.-м.н.; Богатырева Е.А.,  
к.ф.-м.н.; Бычков Е.В., к.ф.-м.н.; Самаров А.Б., к.ф.-м.н., доцент; Загребин М.А.,  
к.ф.-м.н., доцент; Тырсин А.Н., д.ф.-м.н., профессор; Карпета Т.В., к.ф.-м.н.;  
Геренштейн А.В., к.ф.-м.н., доцент.

ПРИГЛАШЕНЫ: Келлер А.В., директор Института естественных и точных  
наук ЮУрГУ, д.ф.-м.н., доцент; Загребина С.А., зав. кафедрой математического  
и компьютерного моделирования ЮУрГУ, д.ф.-м.н., доцент; Сагадеева М.А.,  
доцент кафедры математического и компьютерного моделирования ЮУрГУ,  
к.ф.-м.н., доцент.

На заседании присутствовало 15 чел. Результаты голосования: «за» – 15  
чел., «против» – нет, «воздержались» – нет, протокол № 8 от «4» апреля 2017 г.

Заведующий кафедрой  
уравнений математической физики  
Института естественных и точных наук  
Факультета математики, механики  
и компьютерных технологий  
доктор физико-математических наук,  
профессор,  
Свиридюк Георгий Анатольевич



---

Зам. заведующего кафедрой  
прикладной математики  
и программирования  
Института естественных и точных наук  
Факультета математики, механики  
и компьютерных технологий  
кандидат физико-математических наук  
Карпета Татьяна Васильевна



---

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Южно-Уральский государственный университет»  
(национальный исследовательский университет), Россия, 454080, г. Челябинск,  
пр. им. В.И. Ленина, д. 76, <http://susu.ru/>, телефон: +7 351 267-93-39.



Свиридюк Г.А. удостоверяю  
Милосердова Т.В. удостоверяю  
Милосердова Т.В. удостоверяю

