

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор – проректор по науке
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический
университет», доктор технических наук, профессор

И.Г. Дроздов

08 2022 г.

Отзыв ведущей организации

по диссертационной работе Лута Александра Валерьевича
«Численно-аналитические методы и алгоритмы восстановления параметра внешнего воздействия для одного класса математических моделей упругости, акустики и гидродинамики», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальностям: 1.2.2 — Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, 2.3.1 — Системный анализ, управление и обработка информации, статистика

Актуальность темы исследования

В настоящее время является актуальным исследование процессов упругости, акустики и гидродинамики, описываемых уравнениями соболевского типа высоких порядков. Основной задачей таких исследований становится прогнозирование природных явлений на основе математического моделирования и системного анализа с целью экономии ресурсов или в связи с небезопасностью или неэффективностью проведения натурных экспериментов. Диссертационная работа А.В. Лута посвящена восстановлению параметра внешнего воздействия для математических моделей Буссинеска – Лява, продольных колебаний в конструкции из стержней и ионно-звуковых волн в плазме. В работе проведено аналитическое исследование, обработка информации по восстановлению параметра внешнего воздействия, разработаны численные методы и комплексы программ, верифицированы полученные результаты. Полученные результаты были верифицированы и позволяют решать важные прикладные задачи упругости, акустики и гидродинамики, таких как обнаружение объектов, находящихся в околоземной космической плазме, предотвращение влияния абразии на прибрежные мелководные районы.

В диссертационной работе изучаются математические модели, которые возможно отнести к одному классу обратных задач для уравнений соболевского типа высокого порядка. Исследование таких уравнений проводилось неоднократно, но при этом обратные задачи являются менее исследованными, так как помимо нахождения процесса, требуется восстановление одного или нескольких параметров исследуемой системы. Основополагающими исследованиями для данной диссертационной работы являются работы Г.А. Свиридюка и его учеников, которые проводили исследования уравнений соболевского типа и математических моделей высокого порядка, а полученные А.В. Лутом результаты дополняют их. Кроме этого, необходимо отметить и других исследователей, например, С.Н. Шергин рассмат-

ривал обратные задачи для математических моделей первого и второго порядка, в частности, математическую модель Буссинеска – Лява, но без учета вырожденности оператора, стоящего при старшей производной. А.В. Уразаева и Н.Д. Иванова изучали обратную задачу по восстановлению коэффициента внешнего воздействия лишь для уравнения соболевского типа первого порядка, причем применение используемого ими подхода не приведет к желаемому результату.

Общая характеристика работы

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы и четырех приложений. Общий объем диссертационной работы составляет 172 страницы.

Во введении диссертационной работы представлены актуальность и степень разработанности темы исследования, постановки изучаемых обратных задач, цель и задачи исследования. Приведены научная новизна, теоретическая и практическая значимость, методология и методы исследования. Указаны положения, выносимые на защиту, степень достоверности и апробация результатов.

В первой главе применен метод информационно-логического моделирования в рамках исследования обратных задач для уравнений соболевского типа высокого порядка, приведены вспомогательные результаты, полученные другими исследователями, получен вывод трех математических моделей из физических законов с представлением их разрешимости.

Во второй главе представлено шесть параграфов, изложены результаты исследования обратной задачи для математической модели Буссинеска – Лява. Получены условия однозначной разрешимости, разработан алгоритм численного метода нахождения решения для этой математической модели. Приведено описание разработанного в Maple программного комплекса, представлены схема разработанного алгоритма и результаты обработки информации по восстановлению параметра внешнего воздействия для математической модели, описывающей продольные колебания в стержне. Приведена верификация полученных результатов.

В третьей главе представлено шесть параграфов, изложены результаты исследования обратной задачи для математической модели продольных колебаний в конструкции из стержней. Получены условия однозначной разрешимости, разработан алгоритм численного метода нахождения решения, приведено описание разработанного в Maple программного комплекса, представлены схема разработанного алгоритма, результаты обработки информации по восстановлению параметра внешнего воздействия и приведена верификация (с алгоритмом верификации) полученных результатов для этой математической модели.

В четвертой главе представлено пять параграфов, изложены результаты исследования обратной задачи для математической модели ионно-звуковых волн в плазме во внешнем магнитном поле. Получены условия однозначной разрешимости, разработан алгоритм численного метода нахождения решения, приведено описание разработанного в Maple программного комплекса, представлены схема

разработанного алгоритма, результаты обработки информации по восстановлению параметра внешнего воздействия для этой математической модели.

В заключении представлены итоги выполненного исследования, даны рекомендации, намечены перспективы и указано соответствие полученных результатов специальностям: 1.2.2 — Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, 2.3.1 — Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Научная новизна

В области математического моделирования. Получены новые аналитические методы исследования обратной задачи для математических моделей Буссинеска – Лява, продольных колебаний в конструкции из стержней при наличии ионно-звуковых волн в плазме во внешнем магнитном поле.

В области численных методов. Разработаны новые алгоритмы численных методов нахождения приближенного решения обратных задач для математических моделей Буссинеска – Лява, продольных колебаний в конструкции из стержней при наличии ионно-звуковых волн в плазме во внешнем магнитном поле.

В области комплексов программ. Разработаны комплексы программ по нахождению приближенного решения, включающего восстановление параметра внешнего воздействия, для математических моделей Буссинеска – Лява в стержне, продольных колебаний в конструкции из стержней, по нахождению потенциала электрического поля и восстановления потенциала магнитного поля в математической модели ионно-звуковых волн в плазме.

В области системного анализа. Построена информационно-логическая модель исследования обратных задач для математических моделей высокого порядка с целью планирования исследования, а также формализации задач и представления о проблематике исследования; проведена обработка информации по восстановлению параметров внешнего воздействия на основе вычислительных экспериментов по восстановлению параметра уравнения для трех исследуемых математических моделей.

Степень обоснованности и достоверности основных положений и выводов диссертации

Обоснованность научных положений и выводов, представленных в диссертации, обеспечивается корректным применением теорий уравнений соболевского типа высокого порядка, полиномиальной ограниченности пучков операторов и обратных задач, а также методов математического моделирования, системного анализа, последовательных приближений и Галеркина.

Все полученные результаты опубликованы и апробированы на различных конференциях. Диссертация Лута А.В. структурирована последовательно и имеет логически окончательный вид. По теме исследования опубликовано 19 научных работ. Среди которых 6 статей в ведущих рецензируемых научных журналах, ре-

комендованных ВАК РФ, 3 статьи индексируемых базой WoS, 5 статей индексируемых базой Scopus, получено 2 свидетельства о регистрации программ для ЭВМ и 2 свидетельства о регистрации программных комплексов.

Значимость для науки и практики выводов и рекомендаций диссертации

Полученные результаты развивают теории обратных задач, уравнений соболевского типа высокого порядка, функционального и системного анализа. Итоги данного исследования позволяют сделать вывод о возможности применения предлагаемых методов при решении актуальных задач в области упругости, акустики и гидродинамики, при необходимости восстановления параметров внешнего воздействия. Так, предложенные в работе новые аналитические, численные методы и алгоритмы исследования обратных задач для математической модели Буссинеска – Лява, продольных колебаний в конструкции из стержней и ионно-звуковых волн в плазме, позволяют определить не только состояние системы, но и параметр внешнего воздействия для предотвращения процессов абразии на прибрежные мелководные районы, для генерации и улучшения сигналов в акустических преобразователях, а также для укрепления опорных конструкций сооружений.

Кроме этого, разработка новых программ и программных комплексов позволяет специалистам в области системного анализа и математического моделирования проводить вычислительные эксперименты с дальнейшим использованием полученных результатов в технологических и учебных процессах. Достоинством диссертации является сочетание хорошего уровня теоретических результатов и возможность применения построенных методов и алгоритмов в решении актуальных прикладных задач.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-31-90137\19 «Исследование обратных задач для уравнений соболевского типа второго порядка».

Теоретические результаты диссертации, предложенные алгоритмы численных методов и разработанные программы представляют значимый интерес для применения в исследованиях научных коллективов российских высших учебных заведений, чьи научные интересы относятся к теории уравнений соболевского типа, теории обратных задач, системному анализу и математическому моделированию, таких как Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова, Институт математики имени С.Л. Соболева СО РАН, Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН, Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, Институт вычислительного моделирования СО РАН, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет), Воронежский государственный технический университет, Санкт-Петербургский горный университет, Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет), Челябинский государственный университет.

Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации. Автореферат и диссертация оформлены в соответствии с установленными требованиями.

Замечания по диссертации

Анализ материалов диссертационной работы позволяет сделать следующие замечания:

1) в диссертационной работе проводится исследование трех математических моделей. Для двух из них, в соответствующих главах, выделены параграфы для представления верификации на основе имитационного моделирования. Для математической модели ионно-звуковых волн в плазме во внешнем магнитном поле такого раздела нет, что порождает вопросы о причинах его отсутствия, и о возможности верификации результатов для этой математической модели;

2) программа для математической модели ионно-звуковых волн в плазме требует задания значений K , M , N — для количества слагаемых галеркинских приближений; было бы полезным пояснить, на основании чего эти значения выбираются;

3) в описании программ не приведены требования к функциональным характеристикам и системному программному обеспечению ЭВМ, на которой можно запустить разработанные программы и программные комплексы;

4) в работе присутствуют опечатки, например, на 17 странице диссертации указано, что: список литературы состоит из 114 наименований, хотя в списке литературы 125 наименований; в работе содержатся три приложения, хотя в диссертации четыре приложения.

Указанные замечания не снижают значимость представленных научных результатов и не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы.

Заключение

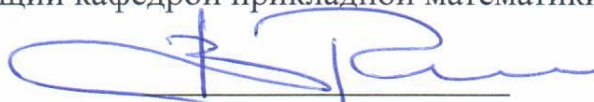
Диссертационная работа А.В. Лута «Численно-аналитические методы и алгоритмы восстановления параметра внешнего воздействия для одного класса математических моделей упругости, акустики и гидродинамики» представляет собой законченную научно квалификационную работу, в которой имеется решение актуальной научной задачи. Полученные результаты соответствуют научным специальностям: 1.2.2 — Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, 2.3.1 — Системный анализ, управление и обработка информации, статистика. Все результаты диссертации являются новыми и получены автором самостоятельно. Автореферат и публикации достаточно полно отражают содержание диссертации.

Диссертационная работа соответствует пп. 9 – 14 Положения о присуждении ученых степеней Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Лут Александр Валерьевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математи-

Диссертация Лута Александра Валерьевича «Численно-аналитические методы и алгоритмы восстановления параметра внешнего воздействия для одного класса математических моделей упругости, акустики и гидродинамики» и данный отзыв обсуждены и одобрены на заседании кафедры прикладной математики и механики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет» (протокол №1 от «24» августа 2022 г.).

Отзыв составлен доктором физико-математических наук, доцентом, профессором кафедры прикладной математики и механики Москалевым Павлом Валентиновичем и доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой прикладной математики и механики Ряжских Виктором Ивановичем.

Доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой прикладной математики и механики



Ряжских Виктор Иванович
«24» 08 2022 г.

Доктор физико-математических наук, доцент,
профессор кафедры прикладной математики и механики



Москалев Павел Валентинович
«24» 08 2022 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный технический университет»

Адрес: 394006 г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84

Телефоны: +7 (473) 254-54-75, +7 (473) 271-53-62

E-mail: kaf.pmath@yandex.ru

