

Отзыв

официального оппонента на диссертацию

Шергина Сергея Николаевича

«Аналитическое и численное исследование одного класса математических моделей фильтрации и гидродинамики на основе теории обратных задач»,
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Диссертационная работа С.Н. Шергина посвящена аналитическому и численному исследованиям математических моделей фильтрации и гидродинамики на основе теории обратных задач, в работе рассматриваются математические модели Баренблатта – Желтова – Кочиной, Буссинеска – Лява и модели нестационарных внутренних волн (распространения электромагнитных волн в анизотропных средах). Задачи такого типа имеют многочисленные приложения. Приближенные аналитические решения таких задач требуют разработки и реализации новых численных методов и алгоритмов. В диссертации, на основе теоретических результатов, строятся численные алгоритмы решения поставленных задач, которые реализуются в виде комплекса компьютерных программ.

1. Актуальность диссертационного исследования

Целью диссертационной работы является аналитическое и численное исследование математических моделей фильтрации и гидродинамики на основе теории обратных задач с последующей разработкой, обоснованием и программной реализацией эффективных численных методов их решения. Рассмотренные в работе задачи представляют научный теоретический и прикладной интерес. Тема исследования, несомненно, является **актуальной**.

2. Научная новизна исследований и основных результатов

К новым научным результатам, являющимся заслугой автора диссертации, можно отнести:

– впервые исследованы вопросы корректности для многомерных достаточно общих классов обратных задач для математических моделей фильтрации и гидродинамики; в

отличие от предыдущих работ в диссертации рассмотрены как линейные задачи об определении правой части, так и нелинейные коэффициентные задачи в случае зависимости всех коэффициентов от времени; получены новые результаты о глобальной по времени корректности обратных задач с условиями переопределения общего вида для математических моделей квазистационарных электромагнитных волн в анизотропных средах и нестационарных внутренних волн в несжимаемой стратифицированной вращающейся жидкости.

– построены и реализованы новые прямые итерационные численные методы для нахождения неизвестных коэффициентов и функции источника в задачах фильтрации и задачах определения параметров среды в математических моделях квазистационарных электромагнитных волн и нестационарных внутренних волн в несжимаемой стратифицированной вращающейся жидкости.

– разработаны программные комплексы численного определения коэффициента средних гидравлических характеристик и функции источника в обратных задачах фильтрации и численного определения параметров среды в математических моделях квазистационарных электромагнитных волн.

3. Степень обоснованности и достоверности основных положений и выводов

Степень обоснованности изложенных в работе результатов обеспечивается строгими математическими обоснованиями всех утверждений, приведенных в диссертации.

Достоверность научных положений подтверждается строгой постановкой задач, корректными математическими обоснованиями формулируемых утверждений, результатами проведенных вычислительных экспериментов. Методы исследования основаны на современных методах математического моделирования, теории дифференциальных уравнений, а численные алгоритмы решения задач на методах конечных элементов и конечных разностей.

4. Значимость для науки и практики выводов и рекомендаций диссертанта

В результате исследований получены существенные продвижения в теории обратных задач для математических моделей соболевского типа. Результаты, полученные при исследовании данных математических моделей, могут быть полезны в теории фильтрации и гидродинамике, физике. На основе построенных численных алгоритмов разработаны комплексы программ и проведены вычислительные эксперименты. Представленные результаты вычислительных экспериментов свидетельствуют об адекватности проведенного математического моделирования и эффективности выбранного численного метода

решения обратных задач, что создает основу для дальнейшего развития численных исследований моделей соболевского типа.

Результаты работы могут найти применение в теоретических и практических изысканиях университетов и научно-исследовательских организаций, таких как: Югорский ГУ, Челябинский ГУ, Южно-Уральский ГУ, Сургутский ГУ, Новосибирский ГУ, Башкирский ГУ, Институте математики им. С.Л. Соболева СО РАН, Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева Со РАН, Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН, Институт математики и механики УрО РАН и других учреждениях.

5. Содержание диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения и списка литературы. Объем диссертационной работы составляет 168 страниц. Библиография содержит 185 наименований работ отечественных и зарубежных авторов.

Во Введении приводится историография вопроса, методология исследований. Делается постановка задачи. Обосновываются актуальность, научная новизна и практическая значимость работы. Формулируется цель, ставятся задачи исследования и представлена апробация результатов.

В первой главе приводятся формулировки определений и теорем, а также сведения, которые используются для получения основных результатов диссертации, вынесенных на защиту. Даны пояснения и корректные ссылки на работы авторов, чьи результаты использованы при их написании.

Во второй главе строятся обобщенные модели для уравнений Баренблатта – Желтова – Кочиной и Буссинеска – Лява. Рассматриваются обратные задачи об определении решения, поиска коэффициентов, входящих в операторы при старшей производной, а также в правую часть уравнений. Показана справедливость теорем о существовании единственного решения исследуемых обратных задач, а также приведены оценки устойчивости полученных решений. Описывается алгоритм численного решения коэффициентных обратных задач и задач об определении функции источника для математических моделей фильтрации, являющийся основой для реализованного комплекса программ. Приводятся результаты численных экспериментов.

В третьей главе строятся обобщенные модели для уравнений, возникающих при описании процессов распространения квазистационарных электромагнитных волн в анизотропных средах и нестационарных внутренних волн в несжимаемой стратифицированной вращающейся жидкости. Описывается алгоритм численного решения задачи, который

основан на методе конечных элементов. Приведено описание программного комплекса, реализующего алгоритмы численного решения исследуемых задач, приведены и описаны основные блок-схемы алгоритма. Приводятся результаты вычислительных экспериментов.

В Заключении приводятся выводы по результатам исследования, а также рекомендации и перспективы дальнейшей разработки темы.

Основные результаты выполненной работы нашли отражение в 17 публикациях автора в открытой печати. Из них 6 статей опубликовано в журналах из Перечня ведущих российских рецензируемых научных журналов и изданий, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, из которых 3 статьи в журналах, индексируемых базами данных WoS и Scopus, получено 2 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Замечания.

1. В второй главе при рассмотрении задач фильтрации часто говорится об определении параметров среды, но в качестве определяемых параметров указывается только пьезопроводность. Желательно указать и другие параметры, если они есть.

2. Не в полной мере описан выбор используемого программного продукта (Матлаб) ведь существуют аналоги, которые позволяют также реализовать описываемый алгоритм.

3. В диссертационной работе имеются некоторое количество опечаток в тексте, есть недостающие запятые (особенно в формулах), грамматические (стр. 17 (вторая строка снизу), 30 (строка 12) и стилистические погрешности.

4. В вынесенной формуле перед формулой (3.7) на стр. 114 надо символ $P_{mij}(\partial_t)$ внести под знак суммы.

5. После формулы (3.84) на стр. 132, определяются функции $p_{m,0}$, однако, фактически, функции $p_{m,0}$ определяются из условий согласования при $t = 0$ и наверно не совсем правильно говорить, что они определяются из (3.84) при $t = 0$.

6. На стр. 137 следует пояснить смысл величины ϵ_u .

6. Заключение

Указанные выше замечания в основном являются редакционными и не снижают научной и практической ценности исследования. Диссертация С.Н. Шергина является законченной научно-квалифицированной работой, соответствует 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 эффек-

тивных 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.

Автореферат полностью отражает содержание работы, оформление которой соответствует требованиям ВАК России, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Учитывая вышеизложенное, считаю, что диссертационная работа «Аналитическое и численное исследование одного класса математических моделей фильтрации и гидродинамики на основе теории обратных задач» удовлетворяет всем требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, а ее автор – Шергин Сергей Николаевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук.

Доктор физико-математических наук, профессор,

Главный научный сотрудник

Научно-образовательного центра

политехнического института

БУ ВО ХМАО-Югры «Сургутский

государственный университет»


23.03.2020

Мартынов С.И.

Адрес места работы: 628403,

Сургут, Ханты-Мансийский

автономный округ, пр. Ленина, 1,

Телефон: +7 9324368279

Адрес эл. почты: martynovsi@mail.ru

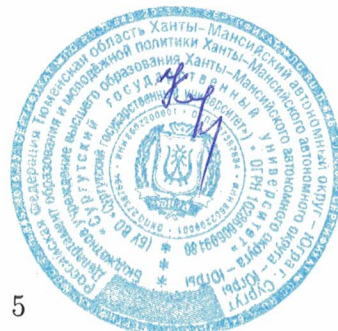
Подпись Мартынова С.И. заверяю:

Ученый секретарь ученого совета

БУ ВО «Сургутский

государственный университет»

доктор медицинских наук, профессор



Кузьмина Н.В.