ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ

ИНСТИТУТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ

И МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ГЕОФИЗИКИ

СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

(ИВМиМГ СО РАН)

проспект Академика Лаврентьева, 6, Новосибирск, 630090, Россия

тел. (383) 330-83-53, факс (383) 330-87-83 E-mail: mikh@sscc.ru

ОКПО 03533843, ОГРН 1025403656420, ИНН/ КПП 5408100025/540801001

06.11.2014 № 15301/1-6215.1

На №_____ от_____

УТВЕРЖДАЮ

ВРИО директора ИВМиМГ СО РАН

Чл.-корр. РАН

_____ С.И.Кабанихин

06.11 2014 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертацию Стародубцевой Юлии Владимировны «Моделирование прямых и обратных задач стационарной тепловой конвекции», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

В диссертации Ю.В. Стародубцевой рассматриваются две стационарные модели: реакции-конвекции-диффузии и тепловой конвекции высоковязкой жидкости. Исследуются прямая и обратная граничные задачи для данных моделей. Разрабатываются методы решения неустойчивых обратных граничных задач.

Актуальность тематики диссертации не вызывает сомнений. Большое количество природных и техногенных явлений описываются с помощью моделей тепловой конвекции. Ряд важных прикладных задач связан с использованием и изучением таких моделей. Теоретическое исследование рассматриваемых задач оказывается довольно трудным, несмотря на большой прогресс в современной теории некорректных и обратных задач. Это делает важным численное исследования таких задач и моделей, которое является источником новых фактов и логически дополняет теоретические исследования.

Кратко охарактеризуем содержание диссертации. Работа состоит из списка основных обозначений и соглашений, введения, трех глав, заключения и списка литературы.

Во введении дается общая характеристика работы.

В первой главе формулируются прямая и соответствующая ей обратная граничная задача для модели стационарной реакции-конвекции-диффузии. При ограничениях, накладываемых на параметры краевых задач, классического и обобщенного решения таких задач может не существовать, поэтому в работе вводятся понятия слабого решения прямой и обратной задач. Исследуется разрешимость прямой задачи в слабом смысле, а также обсуждаются вопросы корректности постановок изучаемых прямой и обратной граничных задач. Установлено существование и единственность слабого решения прямой задачи. Показана корректность прямой задачи и некорректность обратной. Для решения обратной граничной задачи разработаны модификации вариационного метода с использованием сопряженной задачи, метода квазиобращения и модификации методов Ньютона – Канторовича, Ландвебера и Левенберга – Марквардта. Представлены общие схемы решения обратной граничной задачи упомянутыми методами и описаны алгоритмы для их реализации. Для частного случая обратной граничной задачи (в прямоугольной области) проведена серия вычислительных экспериментов по восстановлению граничных режимов различной степени гладкости. Приведены результаты численного моделирования.

Во второй главе приводятся формулировки прямой и обратной граничной задач для модели стационарной тепловой конвекции высоковязкой жидкости. Для решения обратной граничной задачи предложены модификации методов Ньютона – Канторовича, Ландвебера и Левенберга – Марквардта. Представлены общие схемы решения обратной граничной задачи этими методами и описаны алгоритмы для их реализации. Для частного случая постановки обратной граничной задачи в прямоугольной области проведена серия вычислительных экспериментов по восстановлению граничных режимов различной степени гладкости. Приведены результаты численного моделирования.

В третьей главе приводится описание программных комплексов, реализующих на ЭВМ предложенные в главах 1 и 2 методы численного решения обратных граничных задач в прямоугольных областях. Описаны структуры входных данных и выходных данных, получаемых в результате работы программных комплексов. Приведены схемы решения прямых задач, необходимых для реализации разработанных методов.

Основными результатами диссертации, обладающими новизной, теоретической и практической значимостью, являются следующие:

1) Исследован вопрос о слабой разрешимости прямой задачи для модели стационарной реакции-конвекции-диффузии. Доказаны корректность прямой и некорректность обратной граничных задач для данной модели.
2) Для решения обратной граничной задачи для рассмотренной модели стационарной реакции-конвекции-диффузии разработаны модификации вариационного метода с использования сопряженной задачи, метода квазиобращения и модификации методов Ньютона – Канторовича, Ландвебера и Левенберга – Марквардта.

3) Для решения обратной граничной задачи для модели стационарной тепловой конвекции высоковязкой жидкости предложены модификации численных алгоритмов методов Ньютона – Канторовича, Ландвебера и Левенберга – Марквардта.
4) Созданы программные комплексы для практической реализации на ЭВМ, описанных в диссертации методов решения обратных задач в прямоугольной области. На базе этого комплекса выполнен ряд вычислительных экспериментов. Получены свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ в Роспатенте.

Можно высказать следующие замечания и пожелания к работе.

1. Теоретическое доказательство сходимости предложенных методов представляет собой сложную задачу, поэтому автор ограничивается вычислительными экспериментами. Тем не менее, интересно было бы в дальнейшем увидеть теоретические обоснования (исследование) сходимости. Особенно это касается правил выбора параметров регуляризации \alpha и параметров оптимизационных алгоритмов \beta.
2. Отсутствуют эксперименты по исследованию устойчивости алгоритмов по отношению к шуму в данных. Оценить этот шум на практике действительно довольно сложно, однако это не уменьшает важности подобных экспериментов.
3. Следовало бы указать критерии монотонности используемых численных схем с центрально-разностными аппроксимациями операторов конвекции, особенно при знакопеременных компонентах вектора скорости и коэффициентах реакции.
4. Стр.101. Непонятно, почему для ускорения счета был зафиксирован параметр регуляризации \alpha. Как это повлияло на качество решения?
5. В главе 1 при описании метода квазиобращения в таблицах 1.6.1, 1.6.2 , 1.6.3 приведены результаты восстановления граничных режимов на трех сетках. При описании других методов в главах 1 и 2 результаты численного моделирования приведены только для сетки 20x20. Проводились ли эксперименты на других сетках?

Высказанные замечания не снижают ценности работы. Их следует рассматривать как пожелания для дальнейших исследований.

Анализируя диссертационную работу в целом, считаем, что она представляет собой законченный этап научного исследования, посвященного решению актуальных задач в применении к практически важным моделям тепловой конвекции. Работа ориентирована на применение современных вычислительных технологий для решения обратных задач. Результаты работы могут оказаться полезными при исследовании ряда прикладных задач.

Автореферат правильно отражает содержание работы и полностью соответствует своему назначению.

Результаты диссертации с достаточной полнотой опубликованы в 20 печатных работах, 5 из них опубликованы в российских научных журналах, рекомендованных ВАК. Также имеется 2 свидетельства государственной

регистрации программ для ЭВМ в Роспатенте. Результаты докладывались на 6 международных и всероссийских конференциях.

Полученные автором результаты можно рекомендовать для использования в научной работе, проводимой в Московском, Новосибирском, Южно-Уральском, Нижегородском государственных университетах; Дальневосточном, Уральском федеральных университетах; Математическом институте им. В.А. Стеклова РАН, Институте прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, Институте математики и механики им. Н.Н. Красовского УрО РАН, Институте физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, Институте теории прогноза землетрясений и математической геофизики РАН, Институте вычислительной математики и математической геофизики СО РАН, Институте теоретической и прикладной механики СО РАН им С.А. Христиановича, Институте прикладной математики ДВО РАН и в других организациях.

Учитывая научную и практическую значимость полученных автором результатов, считаем, что диссертационная работа Ю.В. Стародубцевой «Моделирование прямых и обратных задач стационарной тепловой конвекции» удовлетворяет всем критериям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Отзыв обсужден и одобрен на заседании лаборатории математического моделирования гидродинамических процессов в природной среде Института вычислительной математики и математической геофизики СО РАН «_16__»__октября__2014 года, протокол №_8_.

Заведующий лабораторией
математического моделирования
гидродинамических процессов
в природной среде,
доктор физико-математических наук,
профессор Пененко Владимир Викторович

«_31__»_ октября__ 2014 г.

Адрес организации: 630090, Россия, г. Новосибирск, проспект Академика Лаврентьева, 6. Тел. (383) 330-83-53, факс (383) 330-87-83, E-mail: mikh@sscc.ru