

Отзыв
официального оппонента на диссертацию Сафонова Егора Ивановича
«Некоторые классы обратных задач для математических моделей
теплопереноса», представленной на соискание ученой степени кандидата
физико-математических наук по специальности
05.13.18 - математическое моделирование, численные методы и комплексы
программ

Диссертационная работа Е.И. Сафонова посвящена исследованию обратных задач для математических моделей физических процессов, описываемых начально-краевыми задачами для уравнений параболического типа (теплопереноса). В ней, на основе теоретических результатов исследования, строятся численные алгоритмы решения. Алгоритмы реализуются в виде комплекса компьютерных программ.

1. Актуальность темы исследования

Разработка эффективных численных методов решения обратных задач обусловлена необходимостью решения сложных задач практики (механики, геофизики, экологии и т.п.), требованиями достоверной обработки результатов научных исследований и корректной интерпретации реальных данных.

Целью диссертационной работы является исследование математических моделей теплопереноса, разработка и обоснование эффективных численных методов решения обратных задач математической физики для дифференциальных уравнений параболического типа с интегральными условиями переопределения.

Рассмотренные в работе обратные задачи представляют научный 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 исследованные вопросы корректности многомерных обратных задач теплопереноса с интегральными условиями переопределения;

- доказательство сходимости процесса приближений решений задач с точечными условиями переопределения решениями задач с интегральными условиями переопределения;
- алгоритмы построения неизвестных коэффициентных функций, в общем случае нелинейного уравнения задачи, в виде конечных сумм разложения по заданному базису;
- новый построенный и численно реализованный итерационный способ нахождения изменяемой во времени плотности функции источника поля или коэффициентов уравнения, характеризующих физических параметры среды;
- оригинальный комплекс программ автора для решения обратных задач тепломассопереноса.

3. Степень обоснованности и достоверности основных положений и выводов

Степень обоснованности изложенных в работе результатов обеспечивается строгими математическими доказательствами всех утверждений, приведенных в диссертации. Доказательства всех утверждений изложены четко и ясно.

Достоверность научных положений подтверждается строгой постановкой начально-граничных задач, строгими математическими доказательствами формулируемых утверждений, результатами проведенных вычислительных экспериментов.

4. Значимость для науки и практики выводов и рекомендаций диссертанта

Научная значимость рассматриваемой диссертации заключается в доказательстве автором теорем существования и единственности решения задачи с интегральным условием переопределения при выполнении необходимых условий согласования и гладкости данных, обосновании сходимости и устойчивости.

Разработанные автором итерационный численный алгоритм решения обратной задачи и, на его основе, программный комплекс с клиент-серверной архитектурой, сориентированы на решение трехмерных практических задач тепломассопереноса.

Результаты работы могут найти применение в практических и лабораторных

изысканиях университетов, научно исследовательских и проектных организациях, таких как: Московский ГУ им. М.В. Ломоносова, Белгородский ГУ, Башкирский ГУ, Южно-Уральский ГУ, Югорский ГУ, Институт геофизики УрО РАН, Институт механики УНЦ УрО РАН, Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН, Объединённый институт высоких температур РАН, ОАО «Корпорация „Московский институт теплотехники“» и многих других.

5. Достоинства и недостатки по содержанию и оформлению диссертации

Представленная к защите диссертационная работа Е.И. Сафонова по теоретическому уровню, глубине научной разработки, а также по практическим результатам может оцениваться как новый вклад в развитии методов решения обратных задач тепломассопереноса с интегральными условиями переопределения.

Диссертация Е.И. Сафонова является законченной научно-исследовательской работой, выполненной на актуальную тему и имеющей важное государственное значение.

Автореферат полностью отражает содержание работы, оформление которой соответствует требованиям ВАК России, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Основные результаты выполненной работы нашли отражение в 8 публикациях автора в открытой печати, из которых: 4 – статьи в журналах, рекомендованных ВАК, 3 – свидетельства государственной регистрации программ и баз данных.

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка рисунков, списка таблиц, списка литературы и двух приложений. Объем диссертационной работы составляет 126 страниц. Библиография содержит 97 наименований.

Во введении приводится достаточно широкий список моделей и постановок задач, близких тематике работы. Рассматриваются как теоретические результаты исследования подобных классов задач, так основанные на них алгоритмы решения таких задач. Обосновываются актуальность, научная новизна и практическая значимость работы. Формулируется цель, ставятся задачи исследования.

В первой главе приводятся вспомогательные утверждения, на которые автор

опирается в дальнейших доказательствах.

В второй главе рассматривается линейная обратная начально-краевая задача параболического типа с интегральным переопределением, в которой ищется как само физическое поле, так и правая часть уравнения, отражающая интенсивность действия в среде источников физического поля. Доказывается теорема существования и единственности решения задачи. Доказывается сходимость приближений решений обратных задач с интегральным переопределением к решениям задач с точечным переопределением при указанном выборе функций-плотностей на носителе, стягивающемся к точкам, заданных в условиях точечного переопределения.

В третьей главе рассматриваются коэффициентные обратные задачи с интегральным переопределением в более общем виде, где неизвестные функции входят как в правую, так и в левую части уравнения. В этом случае уравнение системы является нелинейным. Доказывается теорема существования и единственности решения в некоторой окрестности нуля по времени. Доказывается сходимость приближений решений таких обратных задач с интегральным переопределением к решениям задач с точечным переопределением.

Четвертая глава посвящена построению численного итерационного алгоритма на основе методов конечных элементов и конечных разностей решения обратных задач об определении функции источника для случая двух пространственных переменных.

В пятой главе обсуждаются результаты вычислительных экспериментов

В заключении приводятся выводы, обсуждаются направления дальнейшего развития программного комплекса для решения пространственных трехмерных задач практики.

Автореферат полно и правильно отражает содержание диссертации.

Замечания.

1. В постановке задачи, в формулах (1.1), (1.2), (1.4) диссертации, не уточняется как связаны значения переменной m_j с порядком уравнения $2m$.
2. На стр. 48 отмечается, что вся пространственная область G_0 решения задачи покрывается подобластями интегрального переопределения:

$G_0 = \bigcup_{j=1}^s G_j$. Необходимость в таком условии в дальнейших доказательствах отсутствует.

3. Конечно-разностное уравнение (4.15) построено на основе разностной аппроксимации первой производной по времени с помощью явной одношаговой схемы первого порядка. Для сохранения вычислительной устойчивости задачи явные схемы требуют согласования шагов сетки по времени и пространству. Не ясно соблюдено ли данное условие при расчетах? Следовало бы рассмотреть и сопоставить случаи аппроксимации данной производной явными схемами более высокого (например, второго) порядка или неявными одношаговыми схемами (неявный случай упоминается в блок-схеме алгоритма, см. рис.4.4. на стр.92, но в тексте работы не обсуждается).
4. В работе содержится ряд неточностей и опечаток, например:
 - 1) на стр.17, вместо знака « $\leftarrow$ » в формуле должен быть знак « $\Rightarrow$ »;
 - 2) на стр.20 предложение «Полный объем диссертации составляет 126 » следовало бы продолжить словом «страниц»;
 - 3) критерии отбора, перечисляемые на стр.85 следует перенумеровать в соответствии с их использованием в таблице 4.1;
 - 4) на стр. 102 делается ссылка на рис.5.3, хотя должна бы быть ссылка на рис.5.8;
 - 5) в подписях рис. 5.9 и 5.10 следует указать «вторую группу данных», а не «первую» и т.д.

Вместе с тем, указанные замечания не снижают научной и практической значимости исследований.

6. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения научных степеней

Диссертация Сафонова Е.И. является законченной научно-квалификационной работой, соответствует следующим пунктам паспорта специальности 05.13.18 - математическое моделирование, численные методы и комплексы программ: разработка новых математических методов моделирования объектов и явлений; развитие качественных и приближенных аналитических методов исследования

математических моделей; реализация эффективных численных методов и алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительных экспериментов.

Учитывая вышеизложенное, считаю, что рецензируемая работа «Некоторые классы обратных задач для математических моделей тепломассопереноса» удовлетворяет всем требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 - математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, а ее автор – Сафонов Егор Иванович - заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук.

**Доктор физико-математических наук, профессор
кафедры «Математическое моделирование»,
заместитель директора по научной работе и
инновациям Стерлитамакского филиала
Башкирского государственного университета
Министерства образования и науки России**

В.Н. Кризский

02.06.2015

Кризский Владимир Николаевич
453103, г. Стерлитамак, пр. Ленина, д. 49,
тел.: (3473) 43-25-80,
e-mail: Krizsky@rambler.ru

Подпись заверяю:
заместитель начальника отдела
правового и кадрового обеспечения



А.З. Пауляйт