

## **ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА**

Тананы Виталия Павловича

на диссертацию Алии Фиргатовны Скурыдиной

«Регуляризующие алгоритмы на основе методов ньютоновского типа и нелинейных аналогов альфа-процессов», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.01.07 —

Вычислительная математика

Диссертационная работа А. Ф. Скурыдиной посвящена разработке и исследованию итерационных алгоритмов решения обратных некорректных задач и их параллельной реализации на многоядерных и графических процессорах.

Основная направленность работы заключается в исследовании сходимости методов ньютоновского типа и нелинейных аналогов альфа-процессов для решения нелинейных уравнений с монотонным оператором, а также в разработке экономичных покомпонентных методов для решения обратных задач гравиметрии. На основе разработанных алгоритмов создан комплекс параллельных программ решения обратных задач гравиметрии и магнитометрии для сеток большой размерности.

Построение устойчивых алгоритмов решения некорректных задач является одной из важных проблем современной вычислительной математики. Многие прикладные задачи сводятся к линейным и нелинейным системам большой размерности и требуют значительного объема вычислений, поэтому тема диссертационной работы является актуальной и востребованной.

Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения и списка литературы из 133 наименований. Она содержит 121 страницу, включая 23 иллюстрации и 10 таблиц.

Во введении обосновывается актуальность темы, ее научная новизна и практическая значимость результатов, дается обзор публикаций, близких к теме диссертации, формулируется цель работы.

В первой главе приводится постановка задачи в виде уравнения с монотонным оператором, действующим в гильбертовом пространстве, и для ее решения используется двухэтапный подход, где на первом этапе проводится регуляризация по Лаврентьеву, далее применяются либо метод Ньютона (РМН), либо нелинейные аналоги  $\alpha$ -процессов: метод минимальной ошибки (ММО), метод наискорейшего спуска (МНС) и метод минимальных невязок (ММН). Проведены строгие математические доказательства с оценкой погрешности приближенного регуляризованного решения.

Во второй главе для оператора, действующего в евклидовых пространствах, требование монотонности оператора задачи ослабляется и заменяется условием неотрицательности спектра матрицы производной оператора, состоящего из различных собственных значений и доказывается сходимость итераций РМН, ММО, МНС и ММН к регуляризованному решению. Приводится оценка невязки приближенного регуляризованного решения. Применимость рассмотренных во второй главе методов демонстрируется на примере решения модельных обратных задач гравиметрии и магнитометрии.

В третьей главе предлагаются покомпонентные методы типа Ньютона и Левенберга-Марквардта решения обратной структурной задачи гравиметрии и вычислительная оптимизация метода Ньютона при решении обратных структурных задач гравиметрии и магнитометрии. Проведены численные эксперименты на модельных и квазиреальных данных с использованием комплекса параллельных программ для многоядерных и графических процессоров.

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

1. В случае уравнения с монотонным оператором в рамках двухэтапного регуляризующего алгоритма доказана сходимость и сильная фейеровость метода Ньютона и нелинейных аналогов альфа-процессов при аппроксимации регуляризованного решения. Получена оценка погрешности двухэтапного метода. Для уравнений с немонотонным оператором, производная которого имеет неотрицательный спектр, в конечномерном случае также доказаны сильная фейеровость и сходимость итераций РМН, ММО, МНС и ММН к решению регуляризованного уравнения, получена оценка невязки регуляризованного решения.

2. Для решения задач гравиметрии восстановления поверхностей раздела предложены экономичные покомпонентные методы типа Ньютона и Левенберга – Марквардта. Предложена и реализована вычислительная оптимизация метода Ньютона для обратных задач гравиметрии и магнитометрии, где матрица производной имеет диагональное преобладание.

3. Разработан программный комплекс, реализующий предложенные в диссертации методы на многоядерных и графических процессорах. На базе этого комплекса проведены вычислительные эксперименты для решения модельных задач гравиметрии и магнитометрии.

Представляет интерес исследованный в работе новый класс итерационных методов – нелинейные аналоги  $\alpha$ -процессов, и предложенные экономичные по времени и памяти покомпонентные методы типа Ньютона и Левенберга–Марквардта решения задач гравиметрии о восстановлении поверхностей раздела.

Кроме того, для теории некорректных задач представляют интерес результаты по оценке погрешности решения и невязки двухэтапного регуляризующего алгоритма на основе метода Ньютона и нелинейных аналогов  $\alpha$ -процессов, которые достигаются при явном выборе числа итераций.

Достоверность полученных в работе результатов подтверждается доказанными теоремами и проведенными вычислительными экспериментами.

Можно высказать следующие замечания и рекомендации по диссертационной работе:

1. В разделе 1.1 главы 1 не поясняется, почему в методах (1.6)–(1.8) используются разные параметры регуляризации  $\alpha$  и  $\bar{\alpha}$ ?
2. В работе имеются опечатки. На стр. 23 в строке 1 пропущена запятая перед союзом «и». На стр. 80 в строке 5 после слова «раздела» пропущено слово «сред». На стр. 97 опечатка в строке 7 в слове «сравнения» (пропущена буква). В таблице 3.1 дробную и целую части следовало бы отделить единообразно – либо точкой, либо запятой.

Высказанные замечания не снижают ценности работы и общей положительной оценки.

Диссертация представляет собой завершенную научно-исследовательскую работу. Тема и содержание диссертации соответствует паспорту специальности специальности 01.01.07 — «Вычислительная математика». Автореферат правильно и полно отражает содержание работы. Основные результаты опубликованы в 5 журналах из перечня ВАК и в 3 работах, проиндексированных в международной базе Scopus.

Считаю, что диссертация удовлетворяет п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Скурыдина Алия Фиргатовна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.01.07 — Вычислительная математика.

Официальный оппонент:

Главный научный сотрудник кафедры системного  
программирования,  
доктор физико-математических наук,

профессор

*Танана*

Виталий Павлович Танана

Адрес организации: 454080, г. Челябинск, проспект Ленина, 76, ФГАОУ ВО  
«Южно-Уральский государственный университет (национальный  
исследовательский университет)».

Тел. +7(982) 323-01-10

e-mail: [tananavp@susu.ru](mailto:tananavp@susu.ru)

« \_\_\_\_ » 2018 г.

Подпись В.П. Тананы заверяю:

Начальник управления  
по работе с кадрами

*Милосердова*



Т.В. Милосердова

Согласен на включение своих персональных данных в документы, связанные с  
работой диссертационного совета Д 004.006.04.