ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

О диссертационной работе Новикова Никиты Сергеевича

«Численные алгоритмы решения уравнения И.М. Гельфанда – Б.М. Левитана – М.Г. Крейна», представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.01.07 – «Вычислительная математика».

Диссертационная работа Н.С. Новикова посвящена разработке численных методов решения коэффициентных обратных задач для гиперболических уравнений. Такие задачи имеют важное прикладное значение, поскольку коэффициенты уравнений зачастую связаны со свойствами среды, подлежащими определению по дополнительной информации, полученной в результате воздействия на среду акустических или сейсмических волн.

Основой предложенных алгоритмов является подход И.М. Гельфанда – Б.М. Левитана – М.Г. Крейна, заключающийся в сведении обратной задачи к однопараметрическому семейству линейных интегральных уравнений Фредгольма. Сформулированные в результате использования этого подхода численные алгоритмы характеризуются тем, что не требуют многократного прямого моделирования рассматриваемых волновых процессов. Это является важным обстоятельством при увеличении размерности задач, поскольку в многомерном случае даже решение одной прямой задачи требует значительных вычислительных ресурсов, что крайне затрудняет использование популярных методов решения обратных задач, основанных на оптимизационном подходе. Кроме того, полученные численные алгоритмы не используют априорную информацию, что также может играть важную роль при решении прикладных задач.

Для построения численных алгоритмов в диссертационной работе были использованы различные модификации оценок метода Монте-Карло, применённые для решения интегральных уравнений и систем, а также детерминированные и стохастические вычислительные методы линейной алгебры, в том числе методы реализации вычислительных процессов с тёплицевыми матрицами. Разнообразие использованных подходов позволяет привлечь различные аспекты получаемых интегральных уравнений для создания эффективных численных алгоритмов решения поставленных задач. В результате проведённой работы были получены следующие результаты:

1. Разработан метод решения одномерной обратной задачи акустики и одномерной обратной задачи для уравнения колебаний на основе сочетания динамического варианта метода Гельфанда-Левитана и метода Монте-Карло
2. Разработан алгоритм численного решения одномерной динамической задачи сейсмики на основе подхода И.М. Гельфанда - Б.М. Левитана - М.Г. Крейна во временной области.
3. Разработан метод численного решения двумерного аналога уравнения И.М. Гельфанда – Б.М. Левитана с помощью стохастического проекционного метода.
4. Разработан метод численного решения двумерной обратной задачи для уравнения акустики на основе комбинации проекционного метода, метода Гельфанда – Левитана – Крейна и метода быстрого обращения тёплицевой матрицы.
5. Разработаны программные комплексы, реализующие предложенные методы.

Верификация разработанных численных алгоритмов производилась на серии тестовых расчётов с известными модельными решениями. Проведённые численные эксперименты подтвердили эффективность предложенных алгоритмов.

Н.С. Новиков подготовил диссертацию в период обучения в аспирантуре Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирского национального исследовательского государственного университета» (НГУ). Диссертация рассмотрена и одобрена на заседании семинара кафедры теории функций НГУ 26 сентября 2017 года. Материалы диссертации докладывались и обсуждались на объединенном семинаре ИВМиМГ СО РАН и кафедры вычислительной математики ММФ НГУ (руководитель – д.ф.-м.н., проф. В.П. Ильин), на семинаре Scientific Computing group Сколковского института науки и технологий, на научно-исследовательском семинаре кафедры математической физики ВМК МГУ (руководитель – д.ф.-м.н., проф. А.М. Денисов), на семинаре по дифракции и распространению волн исследовательской лаборатории имени П.Л. Чебышёва ПОМИ РАН, на семинаре ИВМиМГ СО РАН «Методы Монте-Карло в вычислительной математике и математической физике» (руководитель – чл.-корр. РАН, д.ф.-м.н. Г.А. Михайлов). По результатам исследований опубликовано 10 научных работ, из них 3 – в журналах из списка ВАК РФ.

Считаю, что Н.С. Новиков успешно справился с поставленной научной задачей. При выполнении диссертационной работы он проявил высокий теоретический уровень исследований, трудолюбие, необходимую самостоятельность при разработке и исследовании вычислительных алгоритмов, аккуратно и тщательно провёл все необходимые численные эксперименты. Полученные им результаты вносят существенный

вклад в развитие численных алгоритмов для решения коэффициентных обратных задач для гиперболических уравнений.

Диссертация Н.С. Новикова представляет собой завершённую научно-исследовательскую работу, удовлетворяющую требованиям ВАК РФ. Полученные в ней результаты являются новыми, имеют важное теоретическое и прикладное значение.

Считаю, что Новиков Никита Сергеевич заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.01.07 – «Вычислительная математика».

Научный руководитель,
директор Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института вычислительной математики и математической геофизики Сибирского отделения Российской академии наук,
630090, г. Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева, 6,
рабочий телефон +7-383-330-83-53
электронный адрес kabanikhin@sscc.ru,
https://icmmg.nsc.ru/ru/content/employees/kabanihin-sergey-igorevich

Член-корреспондент РАН, д.ф.-м.н. _____ С.И. Кабанихин

01.01.07 – вычислительная математика

11.12.2018 г.

Собственноручную подпись Кабанихина С.И.
удостоверяю
Зав. канцелярией
ИВМиМГ СО РАН _____