

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИВМ РАН



Член-корр. РАН Тыртышников Е.Е.

11 июля 2014 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертацию Головиной Светланы Георгиевны «Применение интегральных уравнений в численных методах определения границ неоднородных сред», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 - «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Диссертационная работа Головиной С.Г. посвящена разработке и реализации численных методов определения границ неоднородных сред с применением интегральных уравнений. **Актуальность** работы заключается в том, что в настоящее время задачи определения границ неоднородных сред часто возникают в различных областях науки: в медицинской диагностике, сейсморазведке, акустике океана, инженерной геофизике и других областях. Несмотря на большое количество работ как зарубежных, так и отечественных исследователей в этом направлении, обратные постановки задач для определения границ неоднородных сред остаются малоисследованными.

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения и списка литературы.

Во введении сформулированы цель и задачи работы, дается обоснование актуальности выбранной темы исследования и представлена структура диссертации.

Первая глава посвящена исследованию и численному решению обратной задачи для модели распространения акустических волн в трехмерной однородной среде, содержащей локальную неоднородность. Предложен численный алгоритм решения прямой задачи для уравнения Гельмгольца на основе метода разделения переменных. Получено нелинейное операторное уравнение для решения обратной задачи и разработан численный алгоритм его решения на основе метода Ньютона-Гаусса. Исследованы методы линеаризации обратной задачи: низкочастотная асимптотика для уравнения Гельмгольца и борновское приближение. Приведены результаты численных расчетов, показавших эффективность предложенных алгоритмов.

Вторая глава посвящена разработке численных методов решения обратной задачи определения границы зоны малой проницаемости в нефтяном пласте по измерениям установившегося давления в скважинах. Данная задача сводится к решению обратной задачи для эллиптического уравнения. Сформулированы прямая и обратная задачи в тонком неоднородном слое. Получено важное интегральное уравнение для неизвестного контура. Выведено операторное уравнение для границы неоднородности и предложен численный метод его решения с использованием итерационного процесса и регуляризации по Тихонову. Приведены результаты численного моделирования, демонстрирующие работу алгоритма восстановления контура зоны малой проницаемости.

В третьей главе рассматриваются обратные задачи по определению неизвестных границ для нестационарной модели на основе уравнений параболического типа. В качестве входной информации для восстановления границы используются нестационарные данные о давлении в скважинах. Нестационарная задача сводится к стационарной путем применения преобразования Лапласа. Получено интегральное уравнение для функции, определяющей неизвестный контур неоднородности, и разработан численный метод его решения на основе итерационного процесса. Приведенные

результаты численных экспериментов показывают, что значения неизвестной функции, вычисленные с использованием полученного аналитического решения и с использованием численного алгоритма для интегрального уравнения, совпадают с достаточно высокой точностью.

В заключении сформулированы основные результаты работы.

Все предложенные методы программно реализованы. Проведены вычислительные эксперименты, показавшие достаточно высокую эффективность методов. В качестве тестов предложенных методов рассмотрены неоднородности, имеющие форму сферы и круга, при этом решения прямых задач в данном случае выписаны в диссертации аналитически.

Работа носит теоретический характер, но может найти практическое применение при использовании и обработке реальных данных в геофизике, медицине, сейсморазведке.

Диссертация не свободна от недостатков. В качестве критических **замечаний** отметим следующие:

1. В диссертации ничего не говорится о разрешимости рассматриваемых обратных задач.

2. Нет обоснования сходимости рассматриваемых итерационных процессов для конкретных обратных задач (например, на с.26, на с.58). Не приводится вывод уравнений (3.10), (3.22) на с.73,76.

3. Следовало бы полнее описать личный вклад автора в совместных публикациях.

4. В работе практически отсутствуют описания разработанных комплексов программ.

5. Автору не удалось избежать опечаток и неточностей: на с.18 в формуле (1.15) наряду с модулем r фигурирует норма r ; на с.24 функция U в (1.17) не определена - ранее в (1.14) она обозначалась по-другому; на с.25 в формуле (1.19) пропущен аргумент u оператора S ; на с.37 функция Φ в (1.27) не определена.

Следует отметить, что приведенные замечания не снижают ценности и весомости полученных диссертантом результатов и не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы. Диссертация Головиной С.Г. представляет собой законченную научно-исследовательскую работу, посвященную актуальной теме, выполненную на высоком научном уровне и представляющую несомненную теоретическую и практическую ценность.

Научная новизна настоящей диссертационной работы состоит в том, что здесь предложены новые методы решения обратных задач по определению границ неоднородных сред с применением интегральных уравнений.

Практическая ценность работы заключается в том, что разработанные методы реализованы в виде программного комплекса, который может быть использован для численного решения практически важных обратных задач.

Все положения и выводы диссертации достоверны и научно обоснованы. Полученные в диссертационной работе результаты являются новыми и имеют общенаучный интерес.

Рекомендации по использованию результатов диссертации. Полученные результаты могут быть использованы в МГУ, ИВМ РАН, ВЦ РАН, ИПМ РАН, МФТИ, МГТУ им. Н.Э. Баумана, а также в других учреждениях и организациях.

Диссертация оформлена в соответствии с требованиями ВАК. Выносимые на защиту положения достаточно полно отражены в выпускаемых в Российской Федерации ведущих научных журналах и изданиях, рекомендованных ВАК для публикации основных результатов диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук. Автореферат отражает содержание диссертации.

В связи с вышеизложенным считаем, что диссертация Головиной С.Г. «Применение интегральных уравнений в численных методах определения границ неоднородных сред», представленная на соискание ученой степени кандидата

физико-математических наук по специальности 05.13.18 - "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ", соответствует требованиям ВАК, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук.

Отзыв заслушан и утвержден 10 июля 2014г. на заседании научного семинара "Методы решения задач вариационной ассимиляции данных наблюдений и управление сложными системами" Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института вычислительной математики Российской академии наук (протокол № 1).

Доктор физико-математических наук,
профессор

Подпись В.П.Шутяева заверяю.
Зав. НОО ИВМ РАН



Шутяев В.П.

Лаврова А.К.