

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА

Д 212.298.14 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения Высшего профессионального образования «Южно-Уральский государственный университет» (национальный исследовательский университет) Министерства образования и науки Российской Федерации

### ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 30 сентября 2014 г. № 32

О присуждении Бокову Александру Викторовичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Численные методы исследования математических моделей геофизики и тепловой диагностики на основе теории обратных задач» по специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ принята к защите 30 июня 2014 года, протокол № 32/п диссертационным советом Д 212.298.14 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южно-Уральский государственный университет» (национальный исследовательский университет) Министерства образования и науки Российской Федерации, почтовый адрес: Россия, 454080, г. Челябинск, просп. В.И. Ленина, д. 76, приказ Минобрнауки России 105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель Боков Александр Викторович 1959 года рождения, работает старшим преподавателем в филиале Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова» Министерства образования и науки Российской Федерации, г. Пятигорск Ставропольского края, кафедра естественнонаучных и гуманитарных дисциплин. В 1981 г.

соискатель окончил Челябинский политехнический институт им. Ленинского комсомола по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство» (в настоящее время Южно-Уральский государственный университет). В 1990 г. он окончил математико-механический факультет Уральского государственного университета им. А.М. Горького по специальности «Математика» (в настоящее время Уральский Федеральный университет им. Первого Президента Российской Федерации Б.Н. Ельцина). В 1997 г. Боков А.В. окончил аспирантуру очной формы обучения Челябинского государственного университета.

Диссертация выполнена в ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (НИУ) Министерства образования и науки Российской Федерации на кафедре вычислительной математики.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор Танана Виталий Павлович, ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (НИУ), кафедра вычислительной математики, заведующий кафедрой.

Официальные оппоненты:

Акимова Елена Николаевна, доктор физико-математических наук, доцент, ФГБУН Институт математики и механики им. Н.Н. Красовского Уральского отделения Российской академии наук (ИММ УрО РАН), ведущий научный сотрудник,

Кипнис Михаил Мордкович, доктор физико-математических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Челябинский государственный педагогический университет», кафедра математики и методики обучения математике, профессор дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Волгоградский государственный университет», г. Волгоград, в своем положительном заключении, подписанном Хоперсковым Александром

Валентиновичем, доктором физико-математических наук, профессором, кафедры информационных систем и компьютерного моделирования, заведующим кафедрой, указала, что диссертационная работа Бокова А.В. является законченным научным исследованием, содержит решение актуальной и практически значимой задачи разработки и исследования математических моделей геофизики и тепловой диагностики на основе теории обратных задач с созданием соответствующих эффективных численных методов и комплексов программ, удовлетворяет требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК Министерства образования и науки РФ, а ее автор Боков А.В. заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Соискатель имеет 13 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 13 работ общим объёмом 5,45 печатных листа, из них 3 работы опубликованы в рецензируемых научных изданиях и журналах, рекомендуемых ВАК, 2 свидетельства о регистрации программ. Авторский вклад состоит в проведении исследования единственности решения обратной задачи гидродинамического исследования, в оценке погрешности приближённого решения в задаче тепловой диагностики, в создании комплекса программ для проведения численных экспериментов.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Боков, А.В. Об оценке точности приближённого решения одной обратной задачи тепловой диагностики с подвижной границей / А.В. Боков, В.П. Танана // Сибирский журнал индустриальной математики. – 2010. – Т.13, № 1 (41). – С.133-139.
2. Боков, А.В. Особенности математического моделирования процесса гидродинамического исследования нефтяных пластов / А.В. Боков, В.П. Танана // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Математическое моделирование и программирование». – 2013. – Т. 6, № 3. – С. 95-103.

3. Bokov, A.V. On Estimating the Precision of Approximate Solutions to an Inverse Problem of Thermal Diagnostics with Moving Boundary / A.V. Bokov, V.P. Tanana // Journal of Applied and Industrial Mathematics, 2011. – Vol. 5, № 1. – P. 104-109.

4. Боков, А.В. О единственности решения обратной задачи нестационарной фильтрации / А.В. Боков // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Вычислительная математика и информатика». – 2012. – № 47 (306), вып. 2. – С. 12-21.

5. Боков, А.В. Свидетельство Роспатента о государственной регистрации программы для ЭВМ «Численное решение обратной задачи гравиметрии на основе метода регуляризации А.Н. Тихонова» № 2013661344 от 05.12.2013 г.

6. Боков, А.В. Свидетельство Роспатента о государственной регистрации программы для ЭВМ «Численное исследование фильтрационной модели нефтяного пласта для определения коэффициента гидропроводности» № 2014610695 от 16.01.2014 г.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

Соловьёва Александра Артёмовича, доктора физико-математических наук, профессора, заведующего кафедрой компьютерной безопасности и прикладной алгебры ФГБОУ ВПО «Челябинский государственный университет». Отзыв положительный.

Катаргина Николая Викторовича, кандидата физико-математических наук, доцента, доцента кафедры «Логистика и управление транспортными системами» ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет путей сообщения (МИИТ)». Отзыв положительный. Замечание: не указаны среда, язык программирования, использованные пакеты и вклад автора в разработку программ.

Сурова Виктора Сергеевича, доктора физико-математических наук, профессора кафедры вычислительной механики сплошных сред ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (НИУ). Отзыв положительный.

Ершова Александра Анатольевича, кандидата физико-математических наук, ассистента кафедры вычислительной математики ФГБОУ ВПО «Челябинский государственный университет». Отзыв положительный.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что Акимова Е.Н. занимается разработкой алгоритмов решения обратных геофизических задач на многопроцессорных вычислительных системах, и Кипнис М.М. является специалистом в области численных методов и компьютерного моделирования, а представители ведущей организации являются специалистами в области математического моделирования физических процессов, исследования динамических моделей физики и методов решения систем дифференциальных уравнений.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

предложен, разработан и обоснован численный метод решения обратной задачи фильтрации в неоднородном пласте к одиночной скважине, задачи восстановления границы раздела сред по гравитационной аномалии, обратной граничной задачи теплопроводности с подвижной границей, в основе которого лежат методы  $L$ -регуляризации приближённых решений и конечномерной аппроксимации регуляризованных решений; доказана эффективность предложенного метода для поиска решений указанных задач в пространстве  $L_2$ ; введены новые понятия слабой полужамкнутости и  $L$ -полужамкнутости снизу, которые легли в основу доказательства сходимости используемого метода  $L$ -регуляризации; осуществлена реализация предложенного метода в комплексе программ для численного исследования математических моделей рассматриваемых задач.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана для задачи гидродинамического исследования нефтяных пластов теорема единственности решения соответствующей обратной коэффициентной задачи фильтрации в неоднородном пласте к одиночной скважине;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использован новый подход к разработке качественных методов исследования математических моделей и вычислительных методов для решения ряда обратных задач математической физики с теоретическим обоснованием применимости метода обобщённой  $L$ -регуляризации для нахождения приближённого решения в обратной задаче гравиметрии и в обратной коэффициентной задаче фильтрации в пространстве  $L_2$ , с доказательством применимости метода конечномерной аппроксимации для нахождения регуляризованных решений к исследованию обратных задач для уравнений фильтрации и теплопроводности, с исследованием структуры оператора в обратной задаче потенциала;

изложены алгоритмы решения рассмотренных обратных задач, включающие:

1) для исследуемых математических моделей переход от прямых задач к обратным, состоящим в определении либо неизвестного коэффициента гидропроводности (обратная задача фильтрации), либо неизвестной функции теплового потока (обратная граничная задача теплопроводности), либо формы границы раздела сред (обратная задача гравиметрии); 2) разработку эффективных численных методов и алгоритмов поиска приближённых решений с помощью методов теории некорректно поставленных задач; 3) получение оценок погрешности решений, которые позволили бы судить о степени надёжности полученных результатов;

раскрыты особенности применения метода  $L$ -регуляризации в случае поиска приближенных решений в пространстве  $L_2$  в обратной задаче гравиметрии;

изучен порядок применения для поиска минимума функционала градиентных, квазиньютоновских методов и метода сопряжённых градиентов;

проведена модернизация численных методов решения рассматриваемых задач геофизики.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработан программный комплекс, реализующий предложенные вычислительные алгоритмы, для проведения численного исследования математических моделей рассматриваемых задач;

определена область применения предложенных численных методов и вычислительных алгоритмов – поиск приближённых решений нелинейных обратных задач для широкого класса функций в пространствах  $L_2$ ;

представлены результаты вычислительных экспериментов на модельных примерах и проанализированы полученные результаты.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

теория строится на доказательстве сходимости обобщённого метода  $L$ -регуляризации, являющегося модификацией метода А.Н. Тихонова, в пространстве  $L_2$ , подтверждается тестовыми расчётами, согласуется с результатами других авторов;

идея базируется на положениях теории нелинейных обратных задач;

использованы сравнения результатов вычислительных экспериментов, полученных соискателем и данных, полученных ранее по рассматриваемой тематике другими авторами;

установлено качественное совпадение авторских результатов с результатами вычислительных экспериментов, приведенных в работах Е.Н. Акимовой и Г.Г. Скорика;

использованы современные средства разработки компьютерных программ.

Личный вклад соискателя состоит в:

разработке нового качественного метода исследования математических моделей фильтрации в неоднородном пласте к одиночной скважине, тепловой диагностики технических объектов в обратной граничной задаче теплопроводности с подвижной границей, процесса восстановления границы раздела сред по гравитационной аномалии, основанного на методе обобщённой  $L$ -регуляризации с обоснованием его применимости для нахождения приближённых решений; получении условий выполнения теоремы

единственности решения обратной коэффициентной задачи фильтрации в неоднородном пласте к одиночной скважине и оценки точности приближённого решения обратной граничной задачи теплопроводности с подвижной границей с граничными условиями второго рода; разработке новых численных методов решения указанных задач, в основе которых лежат методы  $L$ -регуляризации приближённых решений и конечномерной аппроксимации регуляризованных решений; доказательстве применимости метода конечномерной аппроксимации для нахождения регуляризованных решений в рассматриваемых обратных задачах; реализации численных методов, основанных на методе обобщенной  $L$ -регуляризации, в виде программного комплекса для проведения вычислительных экспериментов.

Все результаты, выносимые на защиту, являются новыми и получены автором лично.

На заседании 30 сентября 2014 г. диссертационный совет принял решение присудить Бокову Александру Викторовичу ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 8 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 25 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за – 17, против нет, недействительных бюллетеней нет.

Председатель  
диссертационного совета  
Ученый секретарь  
диссертационного совета



А.Л. Шестаков

А.В. Келлер