

О Т З Ы В

первого официального оппонента доктора физико-математических наук, профессора Керимбекова Акылбека на диссертационную работу Курманалиевой Гульзат Салыевны «Разработка численного решения прямой и обратной задачи распространения потенциала действий по нервному волокну», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

1. **Актуальность темы диссертационного исследования.** Теория прямых и обратных задач является актуальной тематикой современных научных исследований по применению математических методов дифференциальных уравнений к прикладным задачам. В области математической теории управляемых процессов – это задачи идентификации математических моделей: заданы дифференциальные уравнения с начальными и граничными условиями, однако при этом остаются неизвестными ряд функций и параметров модели, характеризующих те или иные свойства и характеристики среды распределения объекта как внутри области, так и на ее границе, а также в определенные моменты времени. В указанных условиях начально-граничные задачи оказываются не полно заданными. Поэтому задаются дополнительные условия – как результат измерения тех или иных функций от решения модели. Эти дополнительные условия делают модель вполне изучаемой для исследования на разрешимость обратной задачи по определению не только функции, описывающей состояние процесса, но и найти неизвестные параметры, о которых шла речь выше.

Следует отметить, что обратные задачи, как правило, являются некорректными, решения их неустойчивы относительно ошибок измерений. Это показывает сложность обратных задач, важность разработки эффективных для приложений вычислительных алгоритмов их решения.

Рецензируемая диссертация посвящена исследованию вопросов разрешимости прямых и обратных задач для уравнения распространения потенциала действий по нервному волокну: одного из важных классов параболических уравнений с частными производными, а также разработки и апробации устойчивых вычислительных алгоритмов.

Таким образом, целью диссертационной работы являются:

1. Исследовать корректность прямых и обратных задач при исследовании



процессов распространения потенциала действий по нервному волокну.

2. Разработать методы численного решения двумерной прямой задачи и численного регуляризованного решения обратной задачи РПДНВ, а также его компьютерная реализация.

Поэтому поставленные в работе прямые и обратные задачи для уравнения РПДНВ актуальны и вне всяких сомнений важны не только для теории, но и для приложений. Перечень работ известных авторов по обратным задачам, представленный диссертанткой, показывает, что она достаточно глубоко владеет и ориентируется в истории вопроса.

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и практических рекомендаций, сформулированных в диссертации. Основные утверждения в диссертации правильны, достоверность которых обоснованы строгими математическими выводами.

3. Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций. В качестве основных новых научных результатов диссертантом выдвигаются следующие положения:

- Предложены математические модели прямой и обратной задач для уравнения распространения потенциала действий по нервному волокну с учетом граничных воздействий, соответствующие мгновенным и шнуровым источникам.

- Обоснована корректность прямой задачи для уравнения распространения потенциала действия по нервному волокну, для которой установлена устойчивость конечно-разностной аппроксимации.

- Разработан метод численного регуляризованного решения одномерной обратной задачи для уравнения распространения потенциала действия по нервному волокну, в которой наряду с решением граничной задачи необходимо было найти одно из следующих характеристик: либо ёмкость на единицу площади мембраны, либо радиус нервного волокна, либо удельное сопротивление нервного волокна или мембраны. Проведены вычислительные эксперименты с применением предлагаемого алгоритма ряда обратных задач для уравнения с числовыми данными, а также их компьютерная реализация с разработкой программных средств.

Достоверность полученных результатов и выводов подтверждается строгими математическими доказательствами полученных теоретических результатов современными методами математического моделирования и тестирования, реализованных в виде комплекса программ на основе разработанных алгоритмов решения, а также актом внедрения, разработанных на основе предложенных в диссертации алгоритмов.

4. Заключение о соответствии диссертации и автореферата

требованиям, установленным «Положением о порядке присуждения ученых степеней». Содержание диссертации, ее актуальность, научная новизна и практическая ценность, выводы и рекомендации, автореферат и приведенные публикации соответствуют П.11 Положения о порядке присуждения ученых степеней НАК ПКР в части, касающейся присвоения ученой степени кандидата физико-математических наук.

5. Личный вклад соискателя в разработку научной проблемы, репрезентативность материала, полученных в результате проведенных экспериментальных и теоретических исследований. В диссертационной работе автором сформулированы и обоснованы цели и задачи, проведен анализ и обобщены полученные результаты. Автор принимал непосредственное участие в проведении экспериментальных исследований, обработке полученных результатов, разработке алгоритма и комплекса программ. Диссертация является самостоятельным квалификационным трудом автора. Автору принадлежат математические выкладки, обоснование численных решений и компьютерная реализация прямых и обратных задач для уравнения распространения потенциала действия по нервному волокну, опубликованных в соавторстве и использованных в диссертации научных работ.

6. Оценка содержания диссертации, ее завершенность, подтверждение публикации автора. Диссертация Курманалиевой Г.С. состоит из введения, пяти глав, заключения, практических рекомендаций и списка использованной литературы. В приложениях работы имеются графики результатов вычислительных экспериментов по решению ряда обратных задач, а также листинг программы и копии подтверждающих документов о практическом использовании результатов диссертационной работы.

Первая глава посвящена обзору литератур различных авторов для уравнения распространения потенциала действий по нервному волокну.

Вторая глава содержит методологию и методы исследования, здесь охарактеризованы объект и предмет диссертационного исследования.

Основные научные результаты диссертантки Курманалиевой Г.С. содержатся в главах 3–5.

В третьей главе построена и исследована корректность двумерной прямой задачи распространения потенциала действий по нервному волокну, доказаны теоремы существования и единственности. Установлена устойчивость решения задачи РПДНВ.

В четвертой главе предлагается конечно-разностное регуляризованное решение одномерной обратной задачи для уравнения РПДНВ, в котором

определена удельное сопротивление нервного волокна. Здесь же доказана теорема о сходимости приближенного решения к точному решению обратной задачи.

В пятой главе построено приближенное численное решение одномерной прямой и обратной задачи РПДНВ с мгновенными и шнуровыми источниками с применением методов выделения особенностей и выпрямления характеристики. Построен алгоритм, определяющий последовательность шагов по решению одномерной прямой и обратной задачи. Проведены вычислительные эксперименты по решению обратных задач, результаты которой иллюстрируются в виде графиков для точных и приближенных решений обратной задачи, последние сравнивались между собой. В результате, установлены и проанализированы их относительные погрешности.

В целом, диссертация Курманалиевой Г.С. является законченным научным исследованием, в которой представлены решения ряда актуальных задач, объединенных единым подходом, обеспечивающим возможность применения разработанного автором алгоритма и комплекса программ для решения прямых и обратных задач для уравнений гиперболического и параболического типов.

Основные результаты по теме диссертации опубликованы в 11 научных работах, из них 6 в журналах, рекомендованных НАК ПКР; 1 – в материалах международной научной конференции; 1 – в зарубежном периодическом издании; 1 – в журнале, зарегистрированном в системе Scopus; в 2 – авторских свидетельствах Кыргызпатента на созданные программы ЭВМ.

Результаты диссертационного исследования доложены и апробированы на международных конференциях.

Автореферат и опубликованные работы достаточно полно отражают содержание диссертации, характеризуют результаты проведенных исследований.

7. Замечания и рекомендации:

В качестве замечаний, выявленных при изучении диссертации, можно отметить следующие:

1. В оформлении диссертации имеется ряд опечаток и стилистических неточностей, например, в формуле (4.1.13), и т.д.
2. Четко изложить: Что подразумевается под понятием “разработка математической модели, описывающей РПДНВ”

Указанные замечания не снижают ценности и значимости работы.

8. Заключение.

Диссертационная работа Курманалиевой Гульзат Салыевны на тему

