

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации

Кудаевой Фатимат Хусейновны «Математическое моделирование фазовых переходов при низкотемпературных воздействиях на биоткани», представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Актуальность темы диссертационной работы. Низкотемпературные технологии - основа многих инновационных медицинских направлений, включая криохирургию, криотерапию, криоконсервацию тканей и органов. Их эффективность напрямую зависит от понимания термодинамических механизмов и точного предсказания поведения тканей при замораживании и оттаивании. В этих условиях математическое моделирование становится ключевым инструментом для оптимизации параметров охлаждения, повышения безопасности процедур и минимизации риска повреждения здоровых тканей.

Разрабатываемые модели позволяют объединить биофизические, инженерные и вычислительные аспекты криомедицинских технологий и интегрируются в приоритетные направления стратегического научно-технологического развития России - «Цифровые и биоинженерные технологии», «Персонализированная медицина» и «Развитие высокотехнологичной медицинской техники».

Результаты диссертационного исследования вносят значимый вклад в физико-математические науки, расширяя теоретические представления о фазовых переходах в биотканях при низкотемпературных воздействиях. Проведенный математический анализ и разработка новых моделей позволяют глубже понять термодинамические механизмы и повысить точность численного прогнозирования тепловых полей и границ криовоздействий. Это создает научную основу для оптимизации параметров криотерапии, криохирургии и криоконсервации, что способствует развитию инновационных методов в медицине и биомедицинской инженерии.

Таким образом, тема диссертации отличается высокой актуальностью, междисциплинарной значимостью и практической направленностью, а результаты исследования представляют интерес для специалистов в области прикладной математики, биофизики, медицинской инженерии и криомедицины, открывая перспективы для дальнейших исследований и внедрения в клиническую и инженерную практику.

Научная новизна работы. Научная новизна диссертационного исследования Кудаевой Фатимат Хусейновны «Математическое моделирование фазовых переходов при низкотемпературных воздействиях на биоткани» заключается в развитии теоретических и прикладных основ моделирования тепловых и фазовых процессов, протекающих в биотканях под действием низких температур. Автором предложены новые одномерные и двумерные модели, учитывающие индивидуальные термофизические и структурные особенности тканей, а также

геометрию инструментов криовоздействия, что обеспечивает возможность персонализированного подхода к расчетам температурных полей.

Оригинальность предложенных моделей состоит в использовании новых математических структур - матрицы коэффициентов теплопроводности на основе одномерной цепи Маркова и методов с комплексными статусными функциями, что позволило описать фазовые переходы в биотканях с учетом индивидуальных свойств и стохастических факторов, повышая точность и устойчивость моделирования.

Особое значение имеют тщательно выполненные математические выкладки, которые обеспечивают строгую теоретическую базу работы, включая доказательства существования, единственности и устойчивости решений задач с фазовыми переходами. Эти математические обоснования существенно усиливают научную новизну и практическую ценность исследования. Теоретические результаты, изложенные в виде теорем, непосредственным образом подкрепляют предложенные методики и обеспечивают их обоснованность для практического применения.

Практическая реализация полученных результатов обеспечена адаптированными численными методами и разработкой авторских программных комплексов, подтвержденных свидетельствами Роспатента, что позволило автоматизировать процесс вычислительных экспериментов и визуализации зон криовоздействия.

Результаты исследования соответствуют целям и задачам специальности 1.2.2, а по своему содержанию и уровню научной проработки демонстрируют высокий потенциал практического внедрения в криомедицине, криохирургии и смежных направлениях современной медико-биофизической науки.

Теоретическая и практическая значимость результатов исследования Кудасевой Фатимат Хусейновны состоит в значительном развитии современного математического аппарата для описания тепловых процессов и фазовых переходов в биотканях при низкотемпературных воздействиях. Полученные модели уточняют условия существования, устойчивости и сходимости решений задач со свободными границами, вносят вклад в развитие методов прикладной математики и биофизики, что отражено в пунктах 1, 3, 5 и 8 паспорта специальности 1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Практический вклад состоит в возможности применения разработанных моделей и программных комплексов для прогнозирования температурных полей, расчета зон замораживания и оптимизации режимов криовоздействия в медицинской практике. Особую ценность представляют программные продукты, подтвержденные патентами и свидетельствами Роспатента, что расширяет их потенциал для проектирования криохирургического оборудования и подготовки специалистов в биомедицинской инженерии и прикладном математическом моделировании.

Содержание основных положений работы полностью соответствует результатам проведенного исследования и может быть рекомендовано к защите как полно отражающее достигнутые научные и практические достижения автора.

Содержание автореферата свидетельствует о том, что диссертационное исследование «Математическое моделирование фазовых переходов при низкотемпературных воздействиях на биоткани» является самостоятельным, научно-квалификационным завершённым исследованием, выполненным на высоком профессиональном уровне. Работа соответствует требованиям Высшей аттестационной комиссии, предъявляемым к докторским диссертациям. Автор, Кудиева Фатимат Хусейновна, заслуживает присуждения учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 1.2.2 - Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Доктор физико-математических наук,
профессор, кафедра алгебры и анализа,
профессор

 / Койбаев Владимир Амурханович

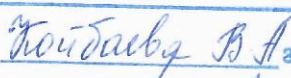
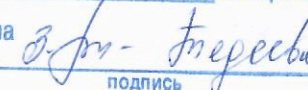
ФГБОУ ВО «Северо-Осетинский государственный
университет имени К. Л. Хетагурова»

Почтовый адрес: 362025, Республика Северная Осетия - Алания,

г. Владикавказ, ул. Ватутина, 44-46

Тел: +7 (8672) 33-33-73

Эл.почта: nosu@nosu.ru

Подпись		заверяю
Работник отдела кадров СОГУ		
		подпись
« 31 »	10	2025

