ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Зотова Арсена Кареновича «Оптические методы мониторинга криодеструкции биологических тканей с использованием сапфировых криоаппликаторов», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – «Физика конденсированного состояния».

Диссертационная работа Зотова А.К. посвящена комплексной задаче разработки оптических методов мониторинга формирования ледяного слоя в биологических тканях в процессе криодеструкции с использованием криоаппликаторов на основе профилированных кристаллов сапфира. Криохирургия относится к числу минимально инвазивных технологий современной медицины, однако её широкое клиническое применение сдерживается низкой предсказуемостью процесса формирования ледяного слоя и несовершенством существующих методов мониторинга. Традиционные металлические криоаппликаторы обладают рядом ограничений, связанных с неоднородностью теплового поля, адгезией биологических тканей и сложностью интеграции оптических методов контроля. Существующие методы контроля и визуализации имеют ряд существенных недостатков. В связи с этим разработка оптических методов мониторинга процесса криодеструкции и создание криоаппликаторов на основе профилированных кристаллов сапфира, сочетающих высокую теплопроводность при криогенных температурах, химическую инертность и оптическую прозрачность, представляет собой важное и актуальное направление современной биофотоники и медицинской физики.

В работе предложена математическая модель, описывающая интенсивность диффузно рассеянного излучения в двухслойной среде на основе диффузионного приближения теории переноса излучения в плоскопараллельном приближении. На основе выращенных кристаллов сапфира разработаны и изготовлены оригинальные конструкции криоаппликаторов с интегрированными оптическими волокнами, реализующие функцию оптического мониторинга. Апробация метода на желатиновых фантомах биологических тканей подтвердила возможность восстановления толщины ледяного слоя вплоть до 8 мм. Особую научную ценность представляет апробация метода на тканях печени лабораторных крыс in vivo с последующим гистологическим анализом контрольных срезов.

Отдельного упоминания заслуживают полученные аналитические выражения для программного изменения весового сигнала на стадии формирования переходной трубчато-монолитной зоны полого кристалла методом некапиллярного формообразования. Эти выражения позволили автоматизировать процесс выращивания, полностью исключив образование газовых включений в объёме кристалла переменного сечения с внешним диаметром до 18 мм. Данный результат имеет самостоятельное научное значение и выходит за рамки задач криохирургии, представляя интерес для выращивания кристаллов переменного профиля в целом.

Работа проведена на высоком научном уровне и представляет собой законченное научное исследование. Достоверность полученных результатов обеспечена корректным использованием общих положений фундаментальных наук и подтверждена сравнением с экспериментальными данными. Автореферат диссертации составлен с соблюдением установленных требований и дает адекватное представление о работе. Основные

результаты и выводы диссертации представляются обоснованными, новыми и достоверными.

Результаты диссертационной работы прошли апробацию на престижных международных и российских конференциях, опубликованы в 9 статьях в ведущих научных журналах, рекомендованных ВАК и индексируемых в базах данных Scopus и Web of Science. Также по результатам работы получен один патент РФ.

Автореферат позволяет заключить, что диссертация по своей актуальности, научной новизне и значимости полученных результатов удовлетворяет всем критериям, предъявляемым к кандидатским диссертациям «Положением о присуждении ученых степеней», утвержденным Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (в редакции от 16.10.2024), а ее автор Зотов Арсен Каренович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – «Физика конденсированного состояния».

Автор отзыва:

Крымов Владимир Михайлович

Кандидат физико-математических наук (ФМ № 010380, по специальности 01.04.07-физика твердого тела)

Ученое звание: старший научный сотрудник (СН №010402, по специальности 01.04.01 «экспериментальная физика»

Должность: старший научный сотрудник, лаб. Физики профилированных кристаллов,

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки « Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской Академии Наук»

Адрес: 194021, Санкт-Петербург, Политехническая ул.,26

v.krymov@mail.ioffe.ru

+7 905 287 37 91

_____/[Крымов Владимир Михайлович]

«17» ноября 2026 г.

Я, нижеподписавшийся, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертационной работы Зотова Арсена Кареновича и их дальнейшую обработку.

Подпись /Ф.И.О./

_____/[Крымов Владимир Михайлович]

«17» ноября 2026 г.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук

Отдел кадров

Подпись Крымова В.М. удостоверяю

зав.отделом кадров ФТИ им.А.Ф.Иоффе

_____, Н.С. Буденко