

## ОТЗЫВ

официального оппонента, к.ф.-м.н., заместителя директора Инженерно-физического института биомедицины НИЯУ МИФИ Климентова Сергея Михайловича

на диссертационную работу Грачева Павла Вячеславовича  
«Исследование лазерно-индуцированных оптических и тепловых полей  
в биологических тканях, содержащих фотосенсибилизаторы»,

представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук  
по специальности 01.04.21 – Лазерная физика

Диссертационная работа Грачева П.В. исследует распространение и генерацию лазерно-индуцированных оптических и тепловых полей в биологических тканях, содержащих фотосенсибилизаторы. Тема диссертации соответствует приоритетным направлениям развития науки в России и является актуальной как в научном, так и в прикладном аспекте. Актуальность и научная значимость работы обусловлена необходимостью разработки новых методов лазерной диагностики, позволяющих существенно увеличить глубину зондирования биологических тканей, а также новых методов эффективной малоинвазивной терапии онкологических заболеваний.

Целью диссертационной работы является исследование лазерно-индуцированных тепловых и световых полей в биологических тканях, содержащих фотосенсибилизаторы, разработка методов их регистрации и устройств управления ими для решения задач флуоресцентной диагностики, фотодинамической и фототермической терапии. Решение поставленной задачи опирается на использование фотосенсибилизаторов дальнего красного и ближнего ИК диапазонов, позволяющих зондировать области более глубокой локализации опухоли в толще биологической ткани.

Автором проведены исследования оптических параметров биологических тканей, содержащих такие фотосенсибилизаторы, разработана математическая модель, описывающая распространение света в биологических средах, содержащих фотосенсибилизаторы. Разработан способ и проведены экспериментальные исследования особенностей распространения лазерного и флуоресцентного излучения в сильно рассеивающих средах на фантомах биологических тканей. Проведено сопоставление результатов моделирования и экспериментов. Предложен способ измерения интенсивности рассеянного и поглощенного в биотканях лазерного излучения по нарушенному полному внутреннему отражению в оптическом волокне, разработана экспериментальная установка для исследования процессов взаимодействия лазерного излучения с тканями, содержащими фотосенсибилизатор, имитирующая облучение внутрикожных опухолей и новообразований. На основе полученных данных предложен алгоритм регистрации флуоресцентных изображений в ближнем ИК диапазоне и оценки кровотока и лимфотока в тканях с сосудистыми нарушениями. Разработан метод и устройство для подкожного лазерного локального нагрева с автоматической регистрацией температурных полей облучаемой зоны и защитой поверхностных слоев от перегрева с помощью термоэлектрического охладителя.

Работа выполнена на высоком научном уровне и сочетает в себе получение значимых результатов фундаментального и прикладного характера, что подтверждает высокую квалификацию автора. Достоверность и обоснованность результатов обеспечивается

использованием современных экспериментальных методов, учетом большого количества физических факторов, хорошим согласием с результатами численного моделирования. Несомненным достоинством работы является успешная апробация разработанных методов и приборов в медицинских научных центрах. Задачи, поставленные в работе, выполнены полностью, выводы соответствуют полученным результатам. Полученные данные являются основанием для продолжения исследований в данном направлении.

Замечания по диссертационной работе.

1. Описание методов оценки параметров кровотока и лимфотока не является достаточно развернутым, не дается детального сопоставления с другими методами, например с традиционным методом доплерометрии при ультразвуковом обследовании.

2. Скорость счета при моделировании методом Монте Карло не является физическим параметром. Ее рост обусловлен увеличением количества фотонов, достигаемую кратность которого корректнее учитывать по порядку величины. Указываемая кратность роста 103 и 106 представляется необоснованно детальной.

3. Не ясно, как при реконструкции световых и тепловых полей в гл.3 учитываются изменения оптических свойств тканей, вызванные денатурацией белка, обезвоживанием, кипением и карбонизацией.

4. Текст диссертации не свободен от опечаток, стилистических и терминологических погрешностей.

Указанные замечания не снижают, однако, значимости работы, не опровергают ее основных результатов и положений. Автореферат диссертации соответствует содержанию и отражает структуру диссертации. По материалам диссертации опубликовано 13 статей в отечественных и зарубежных журналах, апробация подтверждена опубликованием 23 тезисов докладов на российских и международных конференциях. Таким образом, диссертационная работа Грачева Павла Вячеславовича соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» постановления Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 и требованиям ВАК РФ, предъявляемым к диссертационным работам, а сам соискатель заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.21 – лазерная физика.

Официальный оппонент:

к.ф.-м.н., заместитель директора  
Инженерно-физического института  
биомедицины НИЯУ МИФИ

Климентов  
Сергей Михайлович

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена диссертация:

05.27.03 квагговая электрошника

Адрес места работы:

115409, Москва, Каширское ш., 31

Национальный исследовательский ядерный университет

Тел. +7 (495) 788 56 99, доб. 8636

<https://mephi.ru>

e-mail: smklimentov@mephi.ru



Подпись удостоверяю  
Заместитель начальника отдела  
документационного обеспечения  
НИЯУ МИФИ