

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научной работе  
и цифровому развитию ФГБОУ ВО  
«СГУ имени Н.Г. Чернышевского»,  
доктор физ.-мат. наук, профессор  
Александр Александрович Короновский



25 сентября 2023 г.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»

по диссертации Гамаюновой Екатерины Алексеевны

«Исследование температурных зависимостей оптических характеристик биологических объектов» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.6 Оптика, выполненной на кафедре оптики и биофотоники Института физики ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского».

Тема диссертационной работы утверждена приказом ректора ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского» от 30.12.2019 г. № 237-Д.

В 2019 г. Гамаюнова Екатерина Алексеевна окончила ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского» по направлению подготовки 03.04.02 «Физика» с присвоением квалификации «Магистр».

В период подготовки диссертации с 01.10.2019 (приказ о зачислении №800-П от 18.09.2019 г.) по настоящее время соискатель обучается в аспирантуре ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского» по группе научных специальностей 1.3 Физические науки.

Справка о сданных кандидатских экзаменах №91.1-2023 выдана 22.09.2023 г. федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского».

Научный руководитель — Кочубей Вячеслав Иванович, доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры оптики и биофотоники Института физики ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского», утвержденный приказом ректора ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского» №237-Д от 30.12.2019 г., представил положительный отзыв о диссертации и соискателе.

Научную экспертизу диссертация проходила на расширенном заседании оптики и биофотоники ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского» с приглашением специалистов по профилю диссертации.

На заседании присутствовали:

1. Рябухо Владимир Петрович, доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры оптики и биофотоники института физики ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»;
2. Кочубей Вячеслав Иванович, доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры оптики и биофотоники института физики ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»;
3. Симоненко Георгий Валентинович, доктор физико-математических наук, доцент, профессор кафедры оптики и биофотоники института физики ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»;
4. Березин Кирилл Валентинович, доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры оптики и биофотоники института физики ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»;
5. Генина Элина Алексеевна, доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры оптики и биофотоники института физики ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»;
6. Синичкин Юрий Петрович, доктор физико-математических наук, доцент, профессор кафедры оптики и биофотоники института физики ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»;
7. Акчурин Георгий Гарифович, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры оптики и биофотоники института физики ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»;
8. Правдин Александр Борисович, кандидат химических наук доцент кафедры оптики и биофотоники института физики ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»;
9. Федосов Иван Владенович, кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры оптики и биофотоники института физики ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»;

10. Янина Ирина Юрьевна, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры оптики и биофотоники института физики ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»;
11. Дьяченко Полина Александровна, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры оптики и биофотоники института физики ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»;
12. Скапцов Александр Александрович, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры оптики и биофотоники института физики ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского».

### **Рецензенты диссертации**

Генина Элина Алексеевна, доктор физико-математических наук, профессор кафедры оптики и биофотоники ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского», представила положительный отзыв.

Березин Кирилл Валентинович, доктор физико-математических наук, профессор кафедры оптики и биофотоники ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского», представил положительный отзыв.

### **По итогам обсуждения диссертации принято следующее заключение:**

В диссертации Гамаюновой Е.А. достигнута актуальная цель по выявлению изменений оптических свойств различных биологических тканей в зависимости от их температуры и решены все задачи работы, а именно успешно проведены экспериментальные исследования различия и изменения оптических характеристик биологических объектов при комнатной и физиологической температурах, а также при сильном нагреве. Исследования проводились спектральными методами с помощью интегрирующей сферы, и при регистрации в режиме коллимированного пропускания света. Разработана методика синтеза наночастиц  $\text{CuInS}_2/\text{ZnS}$  и их использования при определении температурных зависимостей их спектров люминесценции.

**Научная новизна** диссертационной работы определяется следующим:

1. Впервые показаны обратимые изменения коэффициентов поглощения и рассеяния, а также фактора анизотропии кожи, жировой и мышечной ткани при изменении их температуры в диапазоне от комнатной до физиологической.
2. Показано, что при нагреве мышечной ткани от комнатной до физиологической температуры изменяется спектральная зависимость фактора анизотропии при практической неизменности коэффициентов поглощения и рассеяния
3. Показано, что при прохождении лазерного излучения с длиной волны 808 нм, используемого для лазерной термотерапии, через такую многослойную среду, как кожа/жировая/мышечная ткань крысы изменение температуры от комнатной до физиологической приводит к уменьшению поглощения в коже и увеличению в мышечной ткани
4. Впервые показано, что при регистрации сквозь кожу крысы люминесценции наночастиц  $\text{CuInS}_2$ , внедренных в подкожный слой, зависимость от температуры отношения интенсивностей люминесценции на двух фиксированных длинах волн, соответствующих полувысоте линии люминесценции свободных наночастиц, позволяет выявить вызванные температурой фазовые изменения липидов кожи.

#### **Научно-практическая значимость работы**

Результаты работы дают основу для дальнейших научных исследований оптических свойств биологических тканей при изменении температуры. Данные исследования могут способствовать созданию малоинвазивного метода диагностики и терапии заболеваний внутренних органов и осуществления мониторинга воспалительных процессов в организме, и развить и оптимизировать методы лазерной терапии и оптической диагностики.

**Личный вклад автора.** В рамках выполнения диссертационного исследования автор принимал непосредственное участие на всех этапах проведенных исследований: от реализации поставленных научным руководителем задач до обсуждения результатов и написания статей. Автор лично принимал участие в проведении экспериментальных исследований, аналитической и статистической обработке полученных данных, анализе и обсуждении полученных результатов, изложении полученных фактических данных в материалах диссертационной работы, статьях, подготовке докладов на научно-практических конференциях.

**Достоверность** описанных в диссертационном исследовании результатов, сделанных выводов, обсуждений и заключения подтверждается

1. Использованием современного научно-исследовательского оборудования и применением апробированных методик измерений.
2. Адекватностью используемых теоретических моделей.
3. Объемом использованного в работе материала и применением традиционных статистических методов обработки результатов.
4. Воспроизводимостью экспериментальных и расчетных данных, а также их согласованностью с результатами независимых исследований других авторов.
5. Опубликованием результатов в рецензируемых российских и международных научных изданиях.

**Апробация работы.** Основные результаты работы были представлены на международных и российских конференциях:

1. Saratov Fall Meeting, SFM'20 – 8th International Symposium “Optics and Biophotonics”, Sep 2020, Saratov, Russia
2. Presenting Academic Achievements to the World - XI-я Научно-практическая конференция, Май 2020, Саратов, Россия
3. Saratov Fall Meeting, SFM'21 – 9th International Symposium “Optics and Biophotonics”, Sep 2021, Saratov, Russia
4. Методы компьютерной диагностики в биологии и медицине – 2021 - Ежегодная Всероссийская научная школа- семинар, Май 2020, Саратов, Россия
5. 19th International Conference on Laser Optics, ICLO 2020 (6th International Symposium on Lasers in Medicine and Biophotonics), Nov 2020, St Petersburg, Russia
6. SPIE BiOS 2021, San Francisco, CA, US
7. Saratov Fall Meeting, SFM'21 – 10th International Symposium “Optics and Biophotonics”, Sep 2021, Saratov, Russia

**Публикации.** По материалам исследований, выполненным в рамках диссертационной работы, 8 научных работ, в том числе 6 работ в изданиях, рекомендованных ВАК, и зарубежных изданиях, индексируемых *Scopus* и *Web of Science*.

**Статьи в журналах и сборниках трудов ВАК, *Scopus* и *Web of Science*:**

1. Гамаюнова (Козлова) Е. А., Доронкина А. А., Лазарева Е. Н., Тучина Д. К., Кочубей В. И., Янина И. Ю., 2022 Различия оптических свойств мышечной ткани крысы при комнатной и физиологической температурах // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Физика. 2022. Т. 22, вып. 4. С. 350–356 (*Scopus*)

2. **Е.А. Козлова**, В.И. Кочубей Синтез и характеристика наночастиц  $\text{CuIn}_2\text{S}$  // Оптика и спектроскопия, 2020, том 128, вып. 10. С. 1548-1553 DOI: 10.21883/OS.2020.10.50030.144-20 (Scopus, WoS)
3. A A Skaptsov, S O Ustalkov, A H M Mohammed, O A Savenko, A S Novikova 2 , **E A Kozlova** 1 and V I Kochubey Fabrication and characterization of biological tissue phantoms with embedded nanoparticles // IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 917 (2017) 042003 doi:10.1088/1742-6596/917/4/042003 (Scopus, WoS)
4. I.Yu. Yanina, **Е.А. Козлова**, V.I. Kochubey Changes in the spectral characteristics of biological tissues depending on temperature // Proc. of SPIE Vol. 11641, 116410X (5 March 2021)· doi: 10.1117/12.2588231 (Scopus, WoS)
5. Sergey O. Ustalkov; **Ekaterina A. Kozlova**; Olga A. Savenko; Ammar H. M. Mohammed; Vyacheslav I. Kochubey; Alexander A. Skaptsov Influence of excitation power density on temperature dependencies of  $\text{NaYF}_4 : \text{Yb}, \text{Er}$  nanoparticles luminescence spectra // Proc. SPIE. 10336, Saratov Fall Meeting 2016: Optical Technologies in Biophysics and Medicine XVIII, 1033614. (March 24, 2017) doi: 10.1117/12.2269297 (Scopus, WoS)
6. **Kozlova, E.A.**, Kochubey, V.I. Synthesis and Characterization of  $\text{CuInS}_2$  Nanoparticles // Proceedings - International Conference Laser Optics 2020, ICLO 2020, 2020, 9285790 (Scopus, WoS)

#### **Статьи в сборниках РИНЦ:**

8. Казадаева Н. И., Кочубей В. И., **Гамаюнова Е. А.** Сравнение ослабления люминесценции, проходящей через биологическую ткань при разных режимах регистрации // В сборнике: МЕТОДЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ ДИАГНОСТИКИ В БИОЛОГИИ И МЕДИЦИНЕ - 2021. сборник статей Всероссийской школы-семинара. Саратовский национальный исследовательский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского. Саратов, 2021. С. 121-124
9. Кочубей В. И., **Гамаюнова Е. А.** A SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF  $\text{CUINS}_2$  NANOPARTICLES // ПРЕДСТАВЛЯЕМ НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ МИРУ. ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ В сборнике: Presenting Academic Achievements to the World. Natural Science. Материалы XI научной конференции молодых ученых. Саратов, 2021. С. 79-84

**Общая оценка диссертации.** Диссертационная работа «Исследование температурных зависимостей оптических характеристик биологических объектов» является научно-квалификационной работой, содержащей достижение актуальной цели по

выявлению закономерностей изменения оптических свойств различных биологических тканей в зависимости от температуры и решение задач работы, а именно успешно выявлены различия и изменения оптических характеристик биологических объектов при комнатной и физиологической температурах и при сильном нагреве с помощью интегрирующей сферы, изменений оптической плотности биологических объектов при регистрации в режиме коллимированного пропускания света, проведение синтеза наночастиц  $\text{CuInS}_2/\text{ZnS}$  с определением температурных зависимостей их спектров люминесценции.

Диссертация выполнена на высоком научном уровне с применением современных методов исследований. Основные результаты и положения диссертации опубликованы в научных статьях и материалах конференций.

Диссертация Гамаюновой Екатерины Алексеевны «Исследование температурных зависимостей оптических характеристик биологических объектов» Гамаюновой Е.А. рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.6 – Оптика, как удовлетворяющая критериям, установленным пп. 9-11, 13, 14 действующего «Положения о присуждении ученых степеней», для кандидатских диссертаций.

Заключение принято на расширенном заседании кафедры оптики и биофотоники ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского» с приглашением специалистов по профилю диссертации. На заседании присутствовало 12 человек, из них 6 докторов наук и 6 кандидата наук по профилю диссертации. Результаты голосования: «за» - 12 человек, «против» - нет, «воздержались» - нет (протокол №13/23 от 25 сентября 2023 г.)

### Председатель заседания

доктор физико-математических наук,

профессор кафедрой оптики и биофотоники

ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»

Симоненко Георгий Валентинович

