

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по научной работе
и цифровому развитию
ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский
государственный университет имени Н. Г. Чернышевского»
Доктор физ.-мат. Наук, профессор
Алексей Александрович Короновский

«18» _____ 2026 года

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского» по диссертации Серебряковой Изабеллы Анатольевны «Развитие нового подхода к диагностике и мониторингу новообразований кожи на основе оптического просветления» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.5.2. «Биофизика», 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 28 октября 2022 года № 154-Д

В 2022 году Серебрякова Изабелла Анатольевна с отличием окончила федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского» по направлению подготовки 03.04.02 «Физика» с присуждением квалификации «Магистр».

Справка о сданных кандидатских экзаменах №24-2026 выдана 27.05.2026 года Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского».

В период подготовки диссертации с 2022 года по настоящее время соискатель обучается в аспирантуре ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского» по группе научных специальностей 1.3. Физические науки, специальность «Биофизика».

Научный руководитель – Генина Элина Алексеевна, доктор физико-математических наук, профессор кафедры оптики и биофотоники института физики ФГБОУ ВО «СГУ

имени Н.Г. Чернышевского», утвержденная приказом ректора СГУ №154-Д от 28.10.2022 г., представила положительный отзыв о диссертации и соискателе.

Научную экспертизу диссертации проходила на расширенном заседании кафедры оптики и биофотоники института физики и Научного медицинского центра ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского» с приглашением специалистов по профилю диссертации из других структурных подразделений СГУ и других научных учреждений.

На заседании присутствовали:

1. Тучин В.В., член-корреспондент РАН, заслуженный деятель науки, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой оптики и биофотоники, руководитель научного медицинского центра, СГУ имени Н.Г. Чернышевского,
2. Березин К.В., доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры оптики и биофотоники, СГУ имени Н.Г. Чернышевского,
3. Синичкин Ю.П., доктор физико-математических наук, профессор кафедры оптики и биофотоники, СГУ имени Н.Г. Чернышевского,
4. Скрипаль Ан.В., доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой медицинской физики, СГУ имени Н.Г. Чернышевского,
5. Дербов В.Л., доктор физико-математических наук, профессор кафедры оптики и биофотоники, СГУ имени Н.Г. Чернышевского,
6. Гусякова О.И., кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник лаборатории биомедицинской фотоакустики Научного медицинского центра СГУ имени Н.Г. Чернышевского,
7. Симоненко Г.В., доктор физико-математических наук, профессор кафедры оптики и биофотоники, СГУ имени Н.Г. Чернышевского,
8. Рытик А.П., кандидат физико-математических наук, доцент кафедры медицинской физики, СГУ имени Н.Г. Чернышевского,
9. Демина П.А., кандидат химических наук, старший научный сотрудник лаборатории «Дистанционно управляемые системы для тераностики» Научного медицинского центра СГУ имени Н.Г. Чернышевского,
10. Генина Э.А., доктор физико-математических наук, профессор кафедры оптики и биофотоники, СГУ имени Н.Г. Чернышевского,
11. Браченко И.В., доктор физико-математических наук, Научно-образовательный центр «Фундаментальная и прикладная фотоника. Нанофотоника», Балтийский федеральный университет им. Иммануила Канта,

12. Акчурин Г.Г., кандидат физико-математических наук, доцент кафедры оптики и биофотоники, СГУ имени Н.Г. Чернышевского,
13. Лазарева Е.Н., кандидат физико-математических наук, доцент кафедры оптики и биофотоники, СГУ имени Н.Г. Чернышевского.

Рецензенты диссертации:

1. Дербов В.Л., доктор физико-математических наук, профессор кафедры оптики и биофотоники, СГУ имени Н.Г. Чернышевского представил положительный отзыв, в котором указал, что диссертационная работа удовлетворяет требованиям пп. 9-11, 13, 14 действующего «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 №842.
2. Гусякова О.И., кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник лаборатории биомедицинской фотоакустики Научного медицинского центра СГУ имени Н.Г. Чернышевского представила положительный отзыв, в котором указал, что диссертационная работа удовлетворяет требованиям пп. 9-11, 13, 14 действующего «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 №842.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Диссертационная работа Серебряковой Изабеллы Анатольевны «Развитие нового подхода к диагностике и мониторингу новообразований кожи на основе оптического просветления» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.5.2. «Биофизика» представляет законченное исследование, посвященное актуальной научно-практической задаче современной биомедицинской оптики и дерматоонкологии — повышению эффективности неинвазивной диагностики новообразований кожи на основе мультимодальной визуализации и методов количественного анализа данных. Исследование ориентировано на развитие объективных и воспроизводимых подходов к раннему выявлению и мониторингу патологических изменений кожи, что имеет существенное значение в условиях роста распространённости онкологических заболеваний кожи и возрастающего интереса к технологиям поддержки клинических решений. Актуальность темы обусловлена необходимостью повышения диагностической точности и информативности неинвазивных методов обследования, а также потребностью в интеграции различных модальностей визуализации в единые алгоритмизируемые диагностические протоколы. Особую значимость представляет

предложенный автором подход к использованию оптического просветления тканей не как вспомогательной процедуры, а как управляемого этапа подготовки ткани, обеспечивающего улучшение глубины зондирования, контрастности и воспроизводимости количественных параметров. Такой подход соответствует современным тенденциям развития персонализированной и цифровой медицины.

Личный вклад соискателя в получение результатов, изложенных в диссертации

Личный вклад Серебряковой Изабеллы Анатольевны состоит в постановке и решении задач диссертационной работы, разработке методического и алгоритмического обеспечения исследований, проведении экспериментальных измерений, интерпретации результатов, а также подготовке публикаций по теме диссертации. Постановка задач и обсуждение результатов выполнялись совместно с научным руководителем.

Научная новизна исследования

1. Показано, что сонофорез без введения просветляющего агента способен увеличивать глубину оптического зондирования кожи *in vivo* примерно в 1.5 раза.
2. Разработан комбинированный протокол оптического просветления кожи II и VI фототипов с использованием микродермабразии, олеиновой кислоты и сонофореза.
3. Показано, что у кожи с повышенной меланиновой пигментацией оптическое просветление сопровождается статистически значимым увеличением сигнала оптической когерентной томографии (центральная длина волны 930 нм) на глубине 400 мкм, однако эффект ограничен более поверхностными слоями по сравнению с кожей II фототипа.
4. Для экспериментальных меланоцитарных новообразований установлена линейная зависимость ($r = 0.997$) между концентрацией меланина и объемом новообразования.
5. Разработан мультимодальный алгоритм дифференциации доброкачественных новообразований кожи и базальноклеточного рака, допускающий неполный набор модальностей и обеспечивающий точность не менее 96 % при внутренней апробации.
6. Разработан мультимодальный контактный гель, совмещающий функции оптического просветляющего агента и контактной акустической среды для оптического и ультразвукового исследования кожи.

Теоретическая значимость работы состоит в развитии биофизических представлений о контролируемом изменении оптических свойств кожи при оптическом просветлении *in vivo*, включая учет фототипа и барьерных свойств кожи, а также в обосновании принципов повышения диагностической информативности за счет интеграции оптического просветления с мультимодальной визуализацией. Полученные результаты расширяют представления о влиянии оптического просветления на глубину зондирования и воспроизводимость количественных параметров, извлекаемых из данных ОКТ, СДО, ВЧУЗИ и ОА визуализации, и формируют основу для построения мультимодальных диагностических критериев, объединяющих структурные, спектральные и морфометрические признаки.

Практическая значимость работы определяется тем, что предложенные протоколы оптического просветления и стандартизированной мультимодальной регистрации данных, а также разработанные методы количественного анализа и алгоритмы машинного обучения могут быть использованы:

- для повышения информативности неинвазивного обследования новообразований кожи и улучшения визуализации диагностически значимых структур;
- для снижения доли необоснованных инвазивных вмешательств за счет более обоснованного отбора случаев для морфологической верификации;
- для динамического наблюдения новообразований и оценки признаков прогрессирования без травматизации ткани;
- при разработке программных модулей поддержки принятия решений и создании мультимодальных диагностических комплексов для клинического скрининга.

Практическая значимость подтверждается внедрением результатов в научно-исследовательскую деятельность и оформлением результатов интеллектуальной собственности.

Достоверность результатов исследования

Достоверность результатов обеспечивается корректным применением современных методов неинвазивной визуализации и спектроскопии и стандартизированных протоколов регистрации данных; воспроизводимостью измерений и использованием повторных наблюдений; сопоставлением результатов, полученных различными методами (оптическая когерентная томография, спектроскопия диффузного отражения, высокочастотное ультразвуковое исследование, оптоакустическая визуализация), и их согласованностью; применением методов статистической обработки и критериев значимости; корректной

процедурой обучения и валидации моделей машинного обучения с контролем переобучения; а также апробацией основных результатов на научных конференциях и публикацией в рецензируемых изданиях.

Соответствие диссертации научной специальности

Диссертация Серебряковой Изабеллы Анатольевны «Развитие нового подхода к диагностике и мониторингу новообразований кожи на основе оптического просветления» соответствует паспорту научной специальности 1.5.2. «Биофизика».

Результаты диссертации соответствуют следующим направлениям исследований специальности 1.5.2. «Биофизика»: теоретическая и математическая биофизика, вычислительная биофизика; биофизика органов и тканей, гемодинамические процессы; биофотоника и рассеяние света в биологических тканях; биофизические методы исследования.

Апробация работы

Материалы, изложенные в диссертации, докладывались на научных всероссийских и международных конференциях, в том числе:

1. Ежегодная Международная Конференция «Saratov Fall Meeting», Саратов, Россия, 2020-2025;
2. Всероссийская научная школа-семинар «Взаимодействие сверхвысокочастотного, терагерцового и оптического излучения с полупроводниковыми микро- и наноструктурами, метаматериалами и биообъектами», Саратов, Россия, 2020-2025;
3. Международная конференция по лазерной оптике «International Conference Laser Optics» (ICLO), Санкт-Петербург, Россия, 2024;
4. Международной конференции по голографии и прикладным оптическим технологиям «Холоэкспо», Уфа, Россия, 2025;
5. Семинар БРИКС по биофотонике «BRICS Workshop on Biophotonics», Саратов, Россия, 2021;
6. XIX Всероссийский молодежный Самарский конкурс-конференция научных работ по оптике и лазерной физике, Самара, Россия, 2021;
7. Китайско-российский семинар по биофотонике и биомедицинской оптике «Chinese-Russian Workshop on Biophotonics and Biomedical Optics», Саратов, Россия, 2022–2024;

8. Международная конференция «Advanced Laser Technologies» (ALT), Самара, Россия, 2023;
9. Ежегодная Всероссийская научная школа-семинар «Методы компьютерной диагностики и искусственного интеллекта в медицине и биофизике», Саратов, Россия, 2020–2021.

Полнота изложения материалов диссертации в научных работах, опубликованных соискателем

Результаты диссертационного исследования отражены в публикациях в полном объеме. По теме диссертации опубликовано **24 научные работы**, из них **3 статьи** в рецензируемых международных журналах, индексируемых Scopus и Web of Science, **1 патент** и **20 тезисов докладов** на научных всероссийских и международных конференциях, в которых отражены основные результаты диссертационного исследования:

1. E. A. Genina, Y. I. Surkov, **I. A. Serebryakova**, A. N. Bashkatov, V. V. Tuchin, V. P. Zharov / Rapid ultrasound optical clearing of human light and dark skin // IEEE Transactions on Medical Imaging. — 2020. — Vol. 39, No. 10. — P. 3198–3206. — DOI: 10.1109/TMI.2020.2989079.

Личный вклад соискателя состоит в постановке задачи, разработке дизайна исследования, проведении экспериментальных измерений, интерпретации результатов.

2. Y. I. Surkov, **I. A. Serebryakova**, Y. K. Kuzinova, O. M. Konopatskova, D. V. Safronov, S. V. Kapralov, E. A. Genina, V. V. Tuchin / Multimodal Method for Differentiating Various Clinical Forms of Basal Cell Carcinoma and Benign Neoplasms In vivo // Diagnostics. — 2024. — Vol. 14, No. 2. — Art. 202. — DOI: 10.3390/diagnostics14020202.

Личный вклад соискателя состоит в постановке задачи, разработке дизайна исследования, разработке методического и алгоритмического обеспечения исследования, проведении экспериментальных измерений, интерпретации результатов и написания текста публикации.

3. **I. A. Serebryakova**, Y. I. Surkov, E. A. Genina, Y. K. Kuzinova, O. M. Konopatskova, V. V. Tuchin / Multimodal Ultrasound/Optical Method for Basal Cell Carcinoma Recognition Using Machine Learning // IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics. — 2026. — Vol. 32. — P. 1–9. — DOI: 10.1109/JSTQE.2026.3670391.

Личный вклад соискателя состоит в постановке задачи, разработке дизайна исследования, разработке методического и алгоритмического обеспечения

исследования, проведении экспериментальных измерений, интерпретации результатов и написания текста публикации.

4. Способ дифференциальной диагностики формы базальноклеточного рака кожи, № RU 2 834 804 C1, Опубликовано: 14.02.2025, Бюл. № 5, Заявка: 2024114627, 29.05.2024; Авторы: Кузинова Я. К., Капралов С.В., Конопацкова О.М., Тучин В.В., Генина Э.А., **Серебрякова И.А.**, Сурков Ю.И.

Личный вклад соискателя состоит в постановке задачи, разработке методического и алгоритмического обеспечения исследования, проведении экспериментальных измерений, интерпретации результатов.

Ценность научных работ соискателя

Ценность научных работ Серебряковой Изабеллы Анатольевны заключается в развитии биофизически обоснованных и практически реализуемых протоколов оптического просветления кожи *in vivo* с учетом фототипа и барьерных свойств тканей, выявлении согласованности количественных параметров, получаемых различными методами визуализации, в установлении связи параметров меланина с динамикой роста новообразований, апробации мультимодального протокола мониторинга динамических изменений меланоцитарных новообразований с использованием оптической когерентной томографии, высокочастотного ультразвукового исследования, спектроскопии диффузного отражения и мультиспектральной оптоакустической томографии, в разработке мультимодального алгоритма обработки данных и применения методов машинного обучения для дифференциации доброкачественных и злокачественных новообразований кожи *in vivo*.

Общая оценка диссертации

Диссертационная работа Серебряковой Изабеллы Анатольевны «Развитие нового подхода к диагностике и мониторингу новообразований кожи на основе оптического просветления» является законченной научно-квалификационной работой, в которой решена актуальная задача биофизики, связанная с развитием нового подхода к диагностике и мониторингу новообразований кожи на основе оптического просветления.

Работа выполнена на высоком научном уровне, отличается внутренней логикой построения, включает теоретическое обоснование, разработку протоколов оптического просветления, мультимодальной регистрации и количественной интерпретации данных при создании перспективных диагностических комплексов и программных средств поддержки принятия решений в дерматологии и дерматоонкологии. Основные результаты диссертации

опубликованы в рецензируемых научных изданиях и представлены на профильных научных конференциях.

Диссертация Серебряковой Изабеллы Анатольевны «Развитие нового подхода к диагностике и мониторингу новообразований кожи на основе оптического просветления» рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.5.2. «Биофизика» как удовлетворяющая требованиям пунктов 9–11, 13, 14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Заключение принято на расширенном заседании кафедры оптики и биофотоники института физики и Научного медицинского центра ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского».

На заседании присутствовало 13 человек, из них 8 докторов наук и 4 кандидата наук по профилю диссертации. Результаты голосования: «за» - 13 человек, «против» - нет, «воздержались» - нет, протокол №06/26 от 28 мая 2026г.

Председатель заседания

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

