

Отзыв научного руководителя

о диссертационной работе **Шелыгиной Светланы Николаевны**

«Спектрально-селективная инактивация бактерий инфракрасным излучением фемтосекундного лазера», представленной к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.19 – Лазерная физика

Шелыгина Светлана Николаевна занимается научной работой в Отделении квантовой радиофизики Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физический институт им. П. Н. Лебедева Российской академии наук (ОКРФ ФИАН) в лаборатории лазерной нанофизики и биомедицины с 2020 года. В 2016 году окончила бакалавриат Университета ИТМО по направлению подготовки 13.03.01 «Техническая физика», в 2018 году – магистратуру Университета ИТМО по направлению 12.04.05 «Лазерные микро- и нанотехнологии». В 2020 году поступила в аспирантуру по направлению «03.06.01 Физика и астрономия» в Физический институт им. П. Н. Лебедева РАН, которую окончила в 2024 году. С 2020 года работает в Физическом институте им. П. Н. Лебедева РАН. Текущая должность – высококвалифицированный младший научный сотрудник.

Диссертационная работа С. Н. Шелыгиной представляет собой законченное экспериментальное исследование процесса некумулятивной инактивации патогенных бактерий при резонансном воздействии на их ключевые функциональные макромолекулы (белки, ДНК, РНК) ультракоротких лазерных импульсов среднего ИК-диапазона. В ходе работы исследованы нелинейно-оптические процессы ИК-лазерного колебательного возбуждения амидных групп макромолекул бактерий и условия их инактивации в результате этого процесса как ключевого результата работы. Результаты могут быть использованы для разработки новых бесконтактных методов инактивации, стерилизации и обеззараживания оборудования медицинских учреждений и пищевых производств.

В рамках диссертационного исследования впервые с использованием различных взаимодополняющих спектральных и структурных методов – стационарной ИК Фурье-спектроскопии, просвечивающей электронной микроскопии, динамической спектроскопии пропускания ИК-лазерных импульсов

накачки – было проведено изучение процесса многофотонного колебательного возбуждения, ИК-спектральная и электронно-микроскопическая визуализация структурных трансформаций макромолекул, микробиологическая оценка выживаемости патогенных бактерий при различных условиях фемтосекундной ИК-лазерной инактивации (длина волны, интенсивность, экспозиция). Для разных условий лазерного воздействия впервые установлены пороговые условия инактивации, определяемые коэффициентом поглощения бактерий на соответствующих длинах волн, впервые идентифицирован некумулятивный (ненакопительный) эффект лазерного облучения, допускающий инактивацию единичным лазерным импульсом. В ходе исследований с использованием метода динамической спектроскопии пропускания ИК-лазерных импульсов накачки впервые на бактериальном уровне установлены механизмы и параметры явлений нетермического разрыва водородных связей, определяющих вторичную, третичную и четвертичную структуру функциональных бактериальных макромолекул (денатурация), и их последующего многофотонного колебательного возбуждения с локальным нагреванием, обеспечивающим необратимость денатурации. Как практически полезный пример, выполнена ИК-лазерная инактивация патогенных бактерий сквозь полиэтиленовую пленку, что актуально для подавления опасных бактерий и обработки упакованной пищевой продукции.

Высокое качество полученных результатов в исследованиях С. Н. Шельгиной говорит о ее хороших экспериментальных навыках, хорошей теоретической и методической подготовке, а также умении работать с информацией из научных источников.

Научная достоверность данных, представленных в диссертации С. Н. Шельгиной, не вызывает сомнений. Результаты диссертационной работы обсуждались на научных семинарах ФИАН, а именно на семинарах Центра лазерных и нелинейно-оптических технологий и семинарах Отделения квантовой радиофизики им. Н. Г. Басова, а также на российских и международных научных конференциях. По материалам диссертации было опубликовано 6 работ в рецензируемых научных журналах. Соискатель является соавтором более 28 статей, индексируемых в Web of Science. С. Н. Шельгина удостоена премии имени Н. Г. Басова (2023 г.) ОКРФ ФИАН, а также стипендии Правительства по приоритетным

направлениям в 2023/2024 учебном году. Диссертационная работа С. Н. Шельгиной удовлетворяет требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24 сентября 2013 г., а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.19 – Лазерная физика.

Научный руководитель,

И.о. Заведующего лабораторией лазерной нанофизики и биомедицины

Ведущий научный сотрудник

Федерального государственного бюджетного учреждения науки

Физического института им. П. Н. Лебедева

Российской академии наук (ФИАН),

д.ф.-м.н., доцент

Кудряшов Сергей Иванович

« 21 » 01 _____ 2026 г.

ФИАН, 119991 Москва, Ленинский пр-кт, д.53

Тел. +7 (499) 132-62-30

E-mail: kudryashovsi@lebedev.ru

Подпись Кудряшова Сергея Ивановича заверяю:

Ученый секретарь ФИАН,

к.ф.-м.н.

Колобов Андрей Владимирович