

Отзыв научного руководителя

о диссертационной работе Рупасова Алексея Евгеньевича

«Формирование двулучепреломляющих микротреков и запись оптических элементов в прозрачных твёрдых диэлектриках ультракороткими лазерными импульсами», представленной к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.19 – Лазерная физика

Рупасов Алексей Евгеньевич занимается научной работой в Отделении квантовой радиофизики Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физический институт им. П.Н. Лебедева Российской академии наук (ОКРФ ФИАН) с 2019 по 2020 г. в лаборатории газовых лазеров, а с 2020 г. по настоящее время – в лаборатории лазерной нанофизики и биомедицины. В 2017 году А. Е. Рупасов окончил Иркутский государственный университет по направлению «11.03.04 Электроника и нанoeлектроника» (бакалавриant), в 2019 году – там же магистратуру по тому же направлению. В 2019 году поступил и в 2023 году окончил очную аспирантуру Физического института им. П.Н. Лебедева РАН по направлению «03.06.01 Физика и астрономия». С 2019 года А. Е. Рупасов является сотрудником ФИАН в должности высококвалифицированного младшего научного сотрудника.

Диссертационная работа А. Е. Рупасова представляет собой экспериментальное исследование процесса формирования двулучепреломляющих микротреков в объёме прозрачных твёрдых диэлектриков под воздействием ультракоротких лазерных импульсов, что в настоящее время из-за технической сложности исследований внутри диэлектриков осуществляется лишь в нескольких мировых лабораториях, но в важных и актуальных направлениях с привлечением ведущих технологических гигантов (например, Microsoft) – создание долговременной оптической памяти, фазовых элементов, поляризационных устройств. В ходе исследования изучались физические явления, оказывающие влияние на формирование двулучепреломляющих микротреков в прозрачных твёрдых диэлектриках, для чего разрабатывались новые подходы к визуализации динамических и статических плазменных и структурных явлений, с особым акцентом на анализ изменений оптических свойств материалов после лазерной обработки. Полученные результаты могут быть использованы для разработки новых методов создания фазовых оптических элементов с заданными характеристиками.

В рамках диссертационного исследования А. Е. Рупасовым на базе предшествующей научной подготовки были выбраны и исследованы в отношении формирования объёмных двулучепреломляющих микротреков новые перспективные оптические материалы – флюорит, ниобат лития, нанопористый плавленый кварц, практически для каждого

материалы проведены модельные экспериментальные исследования по фемтосекундному лазерному формированию периодических поверхностных наноструктур, на которых отработаны режимы записи и визуализации высокоразрешающими аналитическими методами сканирующей электронной микроскопии, атомно-силовой микроскопии, фотолюминесцентной микроспектроскопии, далее использованные для исследований внутренней наноструктуры объемных двулучепреломляющих микротреков в этих материалах. А. Е. Рупасовым были реализованы уникальные исследования по подготовке полированных сечений объемных двулучепреломляющих микротреков и визуализации их внутренней наноструктуры методами сканирующей электронной микроскопии (с использованием техники переменного вакуума) и фотолюминесцентной микроспектроскопии. Опыт предшествующих университетских исследований в области материаловедения диэлектриков был применен к сопоставлению, казалось бы, разнородных интегральных и локальных физических параметров – величины фазового сдвига в микротреках, сформированных в плавленом кварце, и их интегральной по спектру и длине трека светимости фотолюминесценции немостиковых кислородных дырочных центров, а также локальной разности показателей преломления для обыкновенного/необыкновенного лучей и локальной интенсивности фотолюминесценции центров. Это позволило не только определить тип структурной модификации, отвечающей за формирование двулучепреломляющих микротреков, но и разработать неразрушающий фотолюминесцентный подход исследования длины, локальной разности показателей преломления для обыкновенного/необыкновенного лучей и полного фазового сдвига, а также провести полномасштабные исследования физических процессов формирования двулучепреломляющих микротреков в зависимости от параметров инициирующего лазерного излучения (длина волны, длительность и энергия импульса, числовая апертура фокусирующей оптики), включая разноплановую характеризацию фазовых и структурных характеристик, а также оптических потерь в микротреках. По собственной инициативе А. Е. Рупасовым исследован кумулятивный эффект лазерного воздействия в области высоких (>1 МГц) частот повторения импульсов и обнаружены как оптимальные (с минимальными оптическими потерями) режимы записи двулучепреломляющих микротреков, так и теплового разрушения плавленого кварца. Для демонстрации успешного завершения диссертационных исследований А. Е. Рупасовым были подготовлены прототипы различных фазовых элементов и представлены в диссертации их характеристики.

Исследования, выполненные А. Е. Рупасовым, и качество полученных данных говорят о его высоких экспериментальных способностях, а также о хорошей теоретической и практической подготовке и умении работать с информацией из научных публикаций.

Научная достоверность данных, представленных в диссертации А. Е. Рупасовым, не вызывает сомнений. Результаты, представленные в диссертационной работе, были

представлены 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 различных российских и международных научных конференциях. По материалам диссертации было опубликовано 13 работ в рецензируемых научных журналах, а также 10 материалах конференций. Соискатель является соавтором более 26 статей, рецензируемых в Web of Science, соисполнителем одного гранта РФФИ (№ 22-72-10076). А. Е. Рупасов удостоен премии имени Н.Г. Басова ОКРФ ФИАН (2022 г.), является победителем Всероссийского конкурса научно-исследовательских работ среди студентов и аспирантов «Наука будущего – наука молодых» (2022 г.), победителем и стипендиатом конкурса «Молодые учёные 2.0» Фонда поддержки молодых учёных имени Геннадия Комиссарова (2023 г.), лауреатом Всероссийского инженерного конкурса 2022/2023 год, стипендиатом Правительства по приоритетным направлениям 2021/2022 год, стипендиатом Президента по приоритетным направлениям 2022/2023 год. Считаю, что представленная диссертационная работа удовлетворяет предъявляемым к кандидатским диссертациям требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24 сентября 2013 г., а ее автор – Рупасов Алексей Евгеньевич – заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.19. – Лазерная физика.

Научный руководитель,

И.о. зведующего 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

« 7 » июля 2024 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

