

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.379.01, СОЗДАННОГО
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЕВА»
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 29 марта 2024 года № 8
о присуждении *Алгубили Абрар Мохаммед Кхудхур*, гражданину Ирака,
ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Формирование неоднородно поляризованных лазерных пучков интерференционным методом и методами прямого преобразования поляризационного состояния пучка» по специальности 1.3.6. Оптика принята к защите 19 января 2024 года (протокол заседания № 5) диссертационным советом 24.2.379.01, созданным на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (443086, г. Самара, Московское шоссе, 34) приказом Минобрнауки России № 105/нк от 11 апреля 2012 г.; приказом Минобрнауки России от 3 июня 2021 г. № 561/нк полномочия диссертационного совета 24.2.379.01 установлены на срок действия номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени, утвержденной приказом Минобрнауки России от 24 февраля 2021 г. № 118, с изменениями, внесенными приказом Минобрнауки России от 13.12.2022 № 1750/нк.

Соискатель *Алгубили Абрар Мохаммед Кхудхур*, 1 июля 1978 года рождения. В 2015 году окончила обучение в университете Вавилоня Министерства высшего образования и научных исследований Республики Ирак, соискателю присвоено звание магистра лазерной физики; в 2023 году соискатель освоила программу подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королева» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия, в настоящее время не работает.

Диссертация выполнена на кафедре наноинженерии федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королева» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, доцент Карпеев Сергей Владимирович, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королева», профессор кафедры наноинженерии.

Официальные оппоненты: **Грейсух Григорий Исаевич**, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», заведующий кафедрой «Физика и химия»; **Петров Николай Иванович**, доктор физико-математических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Научно-технологический центр уникального приборостроения Российской академии наук, главный научный сотрудник лаборатории акустооптики – **дали положительные отзывы** на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физический институт им. Н.П. Лебедева Российской академии наук (ФИАН), г. Москва, в своём **положительном отзыве**, подписанном старшим научным сотрудником лаборатории когерентной оптики кандидатом физико-математических наук Самагиным Сергеем Анатольевичем и директором Самарского филиала ФИАН, председателем ученого совета СФ ФИАН, доктором физико-математических наук Аязовым Валерием Николаевичем, утверждённом директором ФИАН Колачевским Николаем Николаевичем, указала, что диссертация является законченной научно-квалификационной работой, удовлетворяет требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.6. Оптика.

Соискатель имеет 10 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 6 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 6 работ. Суммарный объём опубликованного материала в соавторстве по диссертации составляет 6,25 печатных листа, в том числе 1,7 печатных листа принадлежит соискателю. Из материалов совместных публикаций лично соискателю принадлежат: оптическая система интерференционного формирователя поляризационно-неоднородных

лазерных пучков. Принцип работы оптической системы заключается в совместном использовании интерферометра и пространственного модулятора света; оптические секторные сэндвич-структуры, состоящие из сложенных вместе поляризационной пластины, образованной секторами из дихроичной плёнки с различными направлениями поляризационных осей, и фазовой пластины, имеющей фазосдвигающие области с разностью фаз π в виде полуплоскостей или в виде квадрантов. Секторные структуры обеспечивают преобразование пучка с круговой поляризацией в цилиндрические векторные лазерные пучки: радиально поляризованный пучок первого порядка и азимутально поляризованный пучок второго порядка; оптический элемент из преломляющего материала, образованный тремя коническими поверхностями для формирования азимутально поляризованных пучков круглого сечения с вихревой фазовой зависимостью. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации. Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Карпеев, С.В. Интерференционная схема для генерации поляризационно-неоднородного лазерного излучения с использованием пространственного модулятора света / С.В. Карпеев, В.В. Подлипнов, **А.М. Алгубили** // Компьютерная оптика. – 2020. – Т. 44, № 2. – С. 214-218. – DOI: 10.18287/2412-6179-СО-698. (научная статья 0,625 / 0,21 у. п. л.)
2. Карпеев, С.В. Формирование цилиндрических векторных пучков высоких порядков при помощи секторных сэндвич-структур / С.В. Карпеев, В.В. Подлипнов, С.А. Дегтярев, **А.М. Алгубили** // Компьютерная оптика. – 2022. – Т. 46, № 5. – С. 682-691. – DOI: 10.18287/2412-6179-СО-1096. (научная статья 1,25 / 0,32 у. п. л.)
3. Podlipnov, V. Film sector optical element for creating inhomogeneous polarizations with phase correction of higher orders / V. Podlipnov, S. Karpeev, V. Paragin, **A.M.k. Algubili** // IEEE Xplore, International Conference on Information Technology and Nanotechnology (ITNT). – 2020. – Samara, Russia. – DOI: 10.1109/ITNT49337.2020.9253274. (научная статья 0,5 / 0,16 у. п. л.)
4. Algubili, A.M. Refractive multi-conical elements for cylindrical vector beam generation / A.M. Algubili, S.A. Degtyarev, S.V. Karpeev, N.A. Ivliev // Proc. SPIE . – Optical Technologies for Telecommunications 2022.–2023.– Vol.12743.–1274308. – <https://doi.org/10.1117/12.2673106>. (научная статья 2,25 / 0,56 у. п. л.)
5. Хорин, П.А. Исследование методом FDTD поляризационных преобразований, осуществляемых преломляющим биконическим аксиконом / П.А. Хорин, **А.М. Алгубили**, С.А. Дегтярев, С.К. Сергунин,

С.В. Карпеев, С.Н. Хонина // Компьютерная оптика. – 2023. – Т. 47, № 5. – С. 742-750. – DOI: 10.18287/2412-6179-СО-1326. (научная статья 1,125 / 0,29 у. п. л.)

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от следующих организаций и специалистов:

1. ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий», подписан директором Института инфокоммуникационных технологий, д.т.н., профессором Султановым Альбертом Хановичем. Замечания: 1) В автореферате не приведены изображения фазы для ДОЭ, реализованных при помощи ПМС и ничего не сказано о способе их реализации; 2) Не указано, почему при моделировании выбран только один показатель преломления равный 1,5 и диапазон длин волн от 1 до 1,5 мкм. Для других случаев никаких данных не приводится; 3) Рисунок 9 сложно воспринимаемый и не согласован по ориентации с таблицами 1 и 2.

2. ФГБУН ФИЦ «Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук» (ИОФ РАН), подписан старшим научным сотрудником лаборатории лазерной оптики поверхности Центра естественно-научных исследований ИОФ РАН к.ф.-м.н. по специальности 01.04.21 Лазерная физика Комленком Максимом Сергеевичем. Замечания: 1. Внизу титульной страницы: «Самара – 2023»; 2. Нет расшифровки метода FDTD, в то же время аббревиатура ПМС (пространственный модулятор света) вводится дважды на страницах 4 и 7; 3. На рисунке 1 имеются подписи «3.1» и «3.2» у зеркал, пояснения которых в тексте отсутствуют. Имеется несколько вопросов по поводу экспериментальной реализации интерференционного метода: 1. Как формировались ДОЭ? 2. Какое может быть применение разработанных методов при изменении длины волны либо при использовании источника с широким спектром? 3. Насколько сложной является процедура юстировки предложенных систем? 4. На странице 11 написано: «Распределение в фокальной плоскости после поляризационной плёнки “радиальная поляризация 1 порядка” и двухсекторной фазовой пластины (см. рисунок 7а) имеет тёмную область в центре, что согласуется с результатами моделирования (см. рисунок 4д)». Но на рисунке 4д в центре находится светлая область.

3. Институт автоматики и электрометрии СО РАН, подписан и. о. заместителя директора Института автоматики и электрометрии СО РАН, д.т.н. Корольковым Виктором Павловичем и ведущим научным сотрудником лаборатории дифракционной оптики Института автоматики и электрометрии СО РАН, к.т.н. Седухиным Андреем Георгиевичем. Замечания: 1. В автореферате диссертации использован термин «квазирадиальная

поляризация». В доступной научно-технической литературе нет однозначной трактовки этого термина, в связи с чем, возникает вопрос, что именно имел в виду автор? 2. В автореферате также имеется утверждение об отсутствии необходимости юстировок при совмещении в одном рефракционном элементе функций преобразования поляризации и коллимации пучка. На самом деле это справедливо только для взаимной юстировки конических поверхностей, а требование к юстировке с оптическими элементами для формирования освещающего пучка, разумеется, остается. 3. В автореферате нигде не сказано о типе применяемого ЖК модулятора и методе формирования требуемых мод. 4. Для секторных пластинок нигде не указана рабочая длина волны, под которую были изготовлены экспериментальные образцы. Понятно, что длина волны важна лишь для фазовой пластинки, что и следовало бы указать, а также обсудить, что произойдет при отклонении длины волны от расчетной. 5. Обозначения углов на рис.9 и 11 отличаются. Понятно, что это разные элементы, но, тем не менее, некоторая унификация здесь возможна. 6. В автореферате указано, что «была достигнута поляризационная чистота полученных пучков более 96%» однако не приводится пояснение какими средствами проводилось измерение этой поляризационной чистоты и что понималось под данной чистотой (в литературе встречаются различные определения этой характеристики).

Все отзывы **положительные**. В отзывах отмечено, что указанные недостатки не снижают научной и практической значимости работы и не влияют на общую **положительную** оценку диссертации. Во всех отзывах отмечено, что диссертация соответствует требованиям ВАК России, предъявляемым к кандидатским диссертациям, и сделано заключение о возможности присуждения Алгубили Абрар Мохаммед Кхудхур учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.6. Оптика.

Выбор Грейсуха Г.И. в качестве официального оппонента по диссертации обосновывается тем, что он является известным специалистом в области расчёта оптических систем, оптоэлектроники, дифракционной и рефракционной оптики.

Выбор Петрова Н.И. в качестве официального оппонента по диссертации обосновывается тем, что он является известным специалистом в области физики волновых процессов, поляризационных оптических преобразований и особых свойств структурированных световых пучков. Петров Н. И. является приглашенным редактором спецвыпуска журнала «Photonics» «Special Issue on Polarized Light and Optical Systems».

Выбор ФГБУН «Физический институт им. Н.П. Лебедева Российской

академии наук» в качестве ведущей организации обосновывается достижениями ее специалистов в области комплексных исследований фундаментального, поискового и прикладного характера, в области оптики и спектроскопии.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны три новых метода формирования неоднородно поляризованных лазерных пучков: 1) интерференционным методом; 2) при помощи оптических секторных структур; 3) при помощи многоконических преломляющих элементов;

предложены: 1) оптическая система формирования пучков с азимутальной поляризацией на основе генерации модовых пучков различными участками одного жидкокристаллического модулятора и последующего сложения пучков с использованием интерферометра Маха–Цендера; 2) оптические секторные сэндвич-структуры, которые обеспечивают преобразование пучка с круговой поляризацией в цилиндрические векторные лазерные пучки: радиально поляризованный пучок первого порядка и азимутально поляризованный пучок второго порядка; 3) оптические элементы, образованные коническими поверхностями для формирования азимутально поляризованных пучков с вихревой фазовой зависимостью

Экспериментально **доказано**, что применение разработанных оптических систем и элементов позволяет формировать цилиндрические векторные лазерные пучки низших и высших порядков.

Проведена модернизация секторных пленочных поляризаторов путем добавления фазовых пластинок, что позволило получить радиально поляризованный пучок первого порядка и азимутально поляризованный пучок второго порядка, а также моноблочного преломляющего оптического элемента путем добавления третьей конической поверхности для получения пучка круглой формы.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

1. **Показано** численным моделированием, что секторные оптические элементы формируют заданное состояние поляризации второго порядка более высокого качества, чем первого порядка.

2. Путем расчета хода лучей в трехконическом элементе **доказано**, что на выходе элемента образуется азимутально поляризованный коллимированный пучок круглой формы. Моделирование, проведенное на основе численного решения уравнений Максвелла методом FDTD, показало сохранение работоспособности многоконических элементов при изменении

длины волны падающего излучения в достаточно широком спектральном диапазоне ($1 \text{ мкм} \leq \lambda \leq 1,5 \text{ мкм}$).

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

предложенные методы и оптические системы для формирования пучков с радиальной и азимутальной поляризацией в комбинации с элементами фокусирующей оптики могут использоваться в задачах оптической связи, лазерной обработки материалов, фотолитографии, ускорения электронов и других практических задачах. Функциональные возможности рефракционных многоконических элементов расширяются за счет устойчивости к повреждениям, связанным с высокой энергией лазерных пучков.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

экспериментальные результаты согласуются с результатами численного моделирования, экспериментально показана возможность использования предложенных методов и оптических систем для формирования цилиндрических векторных пучков.

теория построена на известных фактах и согласуется с опубликованными теоретическими и экспериментальными данными по теме диссертации и смежным отраслям,

идея базируется на анализе современного состояния известных методов и оптических систем формирования цилиндрических векторных пучков.

использовано сравнение авторских данных и данных, полученных ранее по рассматриваемой тематике,

установлено количественное **соответствие** авторских результатов с результатами, представленными из независимых источников по данной тематике,

Для оптического эксперимента **используется** современный пространственный модулятор света марки Holoeye LC 2012, запись дифракционных оптических элементов **осуществляется** при помощи круговой лазерной записывающей системы CLWS-200S, математическое моделирование **проводится** на основе трассировки лучей, а также методом FDTD в программном пакете Lumerical.

Личный вклад соискателя состоит в: непосредственном участии соискателя в получении исходных данных, проведении теоретических расчетов и численного моделирования, а также и разработке, сборке и настройке экспериментальных установок и проведении натуральных экспериментов, личном участии в апробации результатов исследования. Лично автором выполнялась обработка и интерпретация экспериментальных

данных, при участии автора выполнена подготовка основных публикаций по выполненной работе. Все результаты, выносимые на защиту, получены автором либо лично, либо при его определяющем личном участии.

В диссертации отсутствует заимствованный материал без ссылки на автора или источник заимствования, результаты научных работ, выполненные соискателем учёной степени в соавторстве, без ссылок на соавторов.

В ходе защиты диссертации не были высказаны критические замечания. Соискатель Алгубили Аббар М. К. ответила на задаваемые ей в ходе заседания вопросы.

Диссертация Алгубили Аббар М. К. является законченной научно-квалификационной работой, отвечает критериям, предъявляемым к кандидатским диссертациям (пп. 9–11, 13, 14 Положения о присуждении учёных степеней), содержит решение научной задачи, имеющей значение для развития соответствующей отрасли знаний.

На заседании 29 марта 2024 года диссертационный совет принял решение присудить Алгубили Аббар Мохаммед Кхудхур ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 8 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 25 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 20, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель
диссертационного совета 24.2.379.01
академик РАН, д.т.н., профессор



[Signature]
В. А. Сойфер

Учёный секретарь
диссертационного совета 24.2.379.01
к.ф.-м.н., доцент

[Signature]

А. М. Телегин

29.03.2024