

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 18 сентября 2026 г. №10
о присуждении Халилову Серверу Искандаровичу, гражданину Российской
Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Определение орбитальных параметров Стокса структурированных пучков Лагерра-Гаусса» по специальности 1.3.6. Оптика принята к защите 11 июня 2026 г. (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, изменения внесены приказами Минобрнауки России от 15.02.2022 № 154/нк, от 13.12.2022 №1750/нк, от 10.12.2024 №1182/нк, от 29.05.2026 №411/нк.

Соискатель Халилов Сервер Искандарович, 06 февраля 1994 года рождения. В 2018 г. соискатель освоил программу магистратуры в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского» по направлению подготовки 03.04.02 «Физика», в 2022 г. освоил программу подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», работает в должности старшего преподавателя кафедры бизнес-информатики и математического моделирования¹ физико-технического института федерального государственного автономного образовательного учреждения

¹ Должность соискателя указана на момент защиты диссертации

высшего образования «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре общей физики физико-технического института федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – кандидат физико-математических наук Брецько Михаил Владимирович², научный сотрудник ФГАОУ ВО «Северо-Кавказского федерального университета», по совместительству работает в должности доцента на кафедре компьютерной инженерии и моделирования физико-технического института ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского».

Официальные оппоненты: **Петров Николай Владимирович**, доктор физико-математических наук, доцент, заведующий лабораторией научно-образовательного центра фотоники и оптоинформатики федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»; **Стафеев Сергей Сергеевич**, доктор физико-математических наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории лазерных измерений Отделения «Институт систем обработки изображений – Самара» Курчатовского комплекса кристаллографии и фотоники федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт» – дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева Сибирского отделения Российской академии наук (ИОА СО РАН), г. Томск, в своём **положительном отзыве**, подписанном В.П. Лукиным, доктором физико-математических наук, профессором, заведующим лабораторией когерентной и адаптивной оптики ИОА СО РАН и утвержденном директором ИОА СО РАН, доктором физико-математических наук, членом-корреспондентом И.В. Пташником, указала, что диссертация соответствует специальности 1.3.6. Оптика. Диссертационная работа является законченной научно-квалификационной работой, удовлетворяет требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.6. Оптика.

² Должность научного руководителя указана на момент защиты диссертации

Соискатель имеет 40 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 15 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 13 работ, получены 2 свидетельства о регистрации программы для ЭВМ. Суммарный объём опубликованного материала по диссертации составляет 8,7 печатных листа, в том числе 4,3 печатного листа принадлежит соискателю. Из материалов совместных публикаций лично соискателю принадлежат: численное моделирование и экспериментальная реализация метода прямого измерения орбитальных параметров Стокса структурированных пучков Лагерра–Гаусса на основе анализа моментов интенсивности второго порядка; численное моделирование и экспериментальная реализация модифицированного метода определения орбитальных параметров Стокса астигматических и неастигматических структурированных пучков Лагерра–Гаусса в оптической системе, состоящей из двух сферических линз и расположенной между ними цилиндрической линзы; численное моделирование и экспериментальное определение астигматической фазы Гуи по измеренным значениям орбитальных параметров Стокса; численное моделирование и экспериментальное исследование эволюции состояния структурированных пучков с отображением соответствующих траекторий на орбитальной сфере Пуанкаре. Соискатель выполнил обработку экспериментальных данных и принимал участие в анализе и обсуждении полученных результатов. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем учёной степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации. Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Volyar A.V. Structurally stable astigmatic vortex beams with super-high orbital angular momentum (ABCD matrix approach) [=Структурно устойчивые астигматические вихревые пучки со сверхвысоким орбитальным угловым моментом (подход на основе ABCD-матриц)] / A.V. Volyar, M.V. Bretsko, S.I. Khalilov, Ya.E. Akimova // Photonics. – 2023. – Vol. 10(9). – 1048. (научная статья 0,75 п.л. / 0,37 п.л.)

2. Volyar A. Simple direct measurement of the orbital Stokes parameters in structured vortex beams [=Прямое измерение орбитальных параметров Стокса в структурированных вихревых пучках] / A. Volyar, M. Bretsko, S. Khalilov, Ya. Akimova // Photonics. – 2024. – Vol. 11(11). – 1095. (научная статья 1 п.л. / 0,5 п.л.)

3. Volyar A. Self-healing and self-matching effects in astigmatic structured beams as a basis for measuring orbital Stokes parameters [=Эффекты самовосстановления и самосогласования в астигматических структурированных пучках как основа измерения орбитальных параметров Стокса] / A. Volyar, M. Bretsko,

S. Khalilov, Ya. Akimova // *Applied Optics*. – 2025. – Vol. 64(12). – P. 3241–3249. (научная статья 0,56 п.л. / 0,28 п.л.)

4. Воляр А.В. Измерение орбитальных параметров Стокса структурированных астигматических пучков в критических плоскостях оптической системы первого порядка / А.В. Воляр, М.В. Брецько, С.И. Халилов, Я.Е. Акимова // *Компьютерная оптика*. – 2025. – Т. 49, № 6. – С. 876-884. (научная статья 0,56 п.л. / 0,28 п.л.)

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

1. Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», подписан, д.ф.-м.н., в.н.с. кафедры лазерной физики НИЯУ МИФИ Владиславом Геннадьевичем Родиным. Замечания: 1. Предлагаемый метод основан на вычислении моментов интенсивности второго порядка по двум зарегистрированным распределениям интенсивности, однако в автореферате не приведены количественные оценки погрешности измерений, обусловленные шумом матрицы камеры, конечным размером области регистрации и неточностью расположения камеры относительно измерительных плоскостей. 2. В автореферате встречаются две формулировки: «оптическая система первого рода» и «оптическая система первого порядка», следовало бы унифицировать терминологию и однозначно определить класс исследуемых оптических систем.

2. Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)», подписан, к.ф.-м.н., доцентом кафедры оптоинформатики Института естественных и точных наук Бибиковой Эвелиной Анатольевной. Замечания: 1. Теоретическое описание выполнено в параксиальном приближении, однако в автореферате не обозначены границы применимости разработанного метода при увеличении угловой расходимости пучка или усилении астигматизма. Указание соответствующих ограничений сделало бы область практического использования метода более определенной. 2. В работе представлены основной метод измерения по распределениям интенсивности в фокусах сферической и цилиндрической линз и его модифицированный вариант с использованием выделенных плоскостей в трехлинзовой системе. Вместе с тем различия в точности, экспериментальной сложности и предпочтительных областях применения этих двух вариантов в автореферате сопоставлены недостаточно подробно.

3. Института физики им. Л.В. Киренского Сибирского отделения Российской академии наук – обособленного подразделения ФИЦ КНЦ СО РАН (ИФ СО РАН), подписан, к.ф.-м.н., старшим научным сотрудником Выюнышевым Андреем Михайловичем. Замечания: 1. В автореферате следовало бы дать ссылку и комментарий относительно метода расчёта значений орбитального углового момента и используемых при этом допущений (при наличии). 2. В заключении приведен вывод о том, что “при равенстве длины Рэлея Гауссова пучка на входе цилиндрической линзы её удвоенному фокусному расстоянию указанные плоскости могут быть использованы для реализации модифицированного метода измерения орбитальных параметров Стокса”. В части условия на длину Рэлея Гауссова пучка указанный вывод не следует явно из текста автореферата. 3. При обсуждении результатов, представленных на рисунке 5, говорится об ускорении перестройки картины интенсивности и уменьшении коэффициента корреляции при смене направления поворота цилиндрической линзы. В чем причина такого необычного углового поведения (асимметрии по угловым характеристикам)?

4. Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина), подписан, д.ф.-м.н., профессором, главным научным сотрудником кафедры лазерных измерительных и навигационных систем Венедиктовым Владимиром Юрьевичем. Замечания: 1. В автореферате связь параметров эллипса интенсивности с координатами состояния пучка на орбитальной сфере Пуанкаре изложена преимущественно на уровне физической интерпретации. Более явное представление последовательности перехода от измеренных моментов интенсивности к координатам на сфере повысило бы методическую завершенность изложения. 2. Практические преимущества предложенного метода сформулированы достаточно широко, однако в автореферате не приведено количественного сопоставления продолжительности измерений и вычислительной сложности обработки данных с известными интерференционными и дифракционными методами.

5. Самарского филиала федерального государственного бюджетного учреждения науки Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук (СФ ФИАН), подписан, к.ф.-м.н., в.н.с., зав. лабораторией когерентной оптики, зам. директора по науке СФ ФИАН Котовой Светланой Павловной. Замечания: 1. Реализация модифицированного метода измерения орбитальных параметров Стокса связана с условием равенства длины Рэлея входного пучка удвоенному фокусному расстоянию цилиндрической линзы. В автореферате недостаточно подробно рассмотрено влияние отклонения от

данного условия на положение критических плоскостей и точность определения орбитальных параметров Стокса. 2. В заключении автореферата астигматическая фаза G_{ui} характеризуется как инвариант астигматического преобразования. Вместе с тем в ходе распространения она изменяется и определяет эволюцию состояния пучка. Представлялось бы целесообразным более четко разграничить изменяющиеся параметры эволюции и инварианты исследуемого преобразования.

Все отзывы **положительные**. В отзывах, содержащих замечания, 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 Халилову С.И. учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.6 Оптика.

Выбор Петрова Н.В. в качестве официального оппонента по диссертации обосновывается тем, что он является специалистом в области цифровой голографии, оптических измерений волновых полей в видимом и терагерцовом частотных диапазонах, оптической обработки информации.

Выбор Стафеева С.С. в качестве официального оппонента по диссертации обосновывается тем, что он является специалистом в области сингулярной оптики и физики структурированных световых полей, включая исследование оптических вихрей, поляризационных сингулярностей, спинного и орбитального углового момента света.

Выбор ФГБУН Института оптики атмосферы им. В.Е. Зуева Сибирского отделения Российской академии наук в качестве ведущей организации обосновывается достижениями ее специалистов в области комплексных исследований фундаментального, поискового и прикладного характера оптических свойств турбулентной среды, микрофизических свойств аэрозоля.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан и экспериментально апробирован метод прямого измерения трёх орбитальных параметров Стокса структурированных пучков Лагерра-Гаусса по моментам интенсивности второго порядка, вычисляемым по двум распределениям интенсивности, зарегистрированным в фокусе сферической линзы и в плоскости двойного фокуса цилиндрической линзы. Метод позволяет определять состояние пучка и отображать его эволюцию на орбитальной сфере Пуанкаре без восстановления фазового фронта;

выявлены две критические плоскости в оптической системе,

состоящей из двух сферических и расположенной между ними цилиндрической линзы. Установлено, что в первой критической плоскости траектория состояния пучка на орбитальной сфере Пуанкаре поворачивается на 90° относительно исходной, а во второй восстанавливает исходную ориентацию. На этой основе разработан и экспериментально апробирован модифицированный метод определения орбитальных параметров Стокса структурированных пучков Лагерра-Гаусса, в том числе астигматических. Условием его реализации является равенство длины Рэлея исходного Гауссова пучка удвоенному фокусному расстоянию цилиндрической линзы;

получено и экспериментально подтверждено соотношение, связывающее астигматическую фазу Гуи со вторым и третьим орбитальными параметрами Стокса: $G_{xy} = \arctg(S_3/S_2)$. Это позволяет определять астигматическую фазу Гуи по измеренным орбитальным параметрам Стокса и количественно описывать эволюцию состояния пучка при астигматическом преобразовании;

установлено, что при астигматическом преобразовании орбитальный угловой момент структурированных пучков Лагерра-Гаусса зависит не только от топологического заряда, но и от радиального числа, показана возможность управления значением орбитального углового момента за счет поворота цилиндрической линзы. При фиксированных управляющих параметрах при распространении в рассматриваемой оптической системе сохраняется величина $\sqrt{S_2^2 + S_3^2}$, являющаяся инвариантом астигматического преобразования.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

установлены аналитические связи между орбитальными параметрами Стокса и моментами интенсивности второго порядка, **представлено** описание эволюции структурированных и астигматических пучков Лагерра-Гаусса на орбитальной сфере Пуанкаре. **Выявлены** закономерности преобразования их пространственной структуры, астигматической фазы Гуи и орбитального углового момента в оптических системах первого порядка, включая эффекты взаимного самосогласования и самовосстановления в критических плоскостях. Для получения результатов **использованы** представление пучков Лагерра-Гаусса в базисе мод Эрмита-Гаусса, матричный ABCD-формализм и анализ матрицы моментов интенсивности второго порядка.

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

экспериментально апробированы разработанный метод и его модифицированный вариант на структурированных пучках Лагерра-Гаусса, в том числе астигматических. Определение орбитальных параметров выполняется по зарегистрированным распределениям интенсивности без

восстановления фазового фронта и применения интерферометрических или дифракционных схем;

разработаны и зарегистрированы две программы для ЭВМ: «Программа экспериментального определения орбитальных параметров Стокса лазерных пучков по двум распределениям интенсивности (сферический фокус / двойной фокус цилиндрической линзы)» (RU2025685861) и «Программа определения эллипса интенсивности и угла его наклона по вторым моментам интенсивности лазерного пучка» (RU2025685862). Полученные результаты могут использоваться для диагностики структурированных пучков, контроля их орбитального углового момента и анализа астигматических преобразований.

Результаты исследования нашли практическое применение при выполнении гранта РНФ (проект № 24-22-00278).

Оценка достоверности результатов исследования показала, что:

теоретические результаты получены в рамках параксиальной волновой оптики с использованием матричного ABCD-формализма, представления пучков Лагерра-Гаусса в базисе мод Эрмита-Гаусса и анализа моментов интенсивности второго порядка. Аналитические зависимости сопоставлены с результатами численного моделирования и экспериментальными данными. Экспериментальные исследования выполнены на оптической установке с пространственным модулятором света, сферическими и цилиндрическими линзами, делительными оптическими элементами и CMOS-камерой. Конструкция установки обеспечивает контролируемое позиционирование оптических элементов и требуемое положение плоскостей регистрации. Получено согласование экспериментальных данных с аналитическими зависимостями и результатами численного моделирования для исследованных состояний пучков.

Личный вклад соискателя состоит в:

проведении численного моделирования распространения и астигматических преобразований структурированных вихревых пучков;

разработке и экспериментальной апробации основного и модифицированного методов определения орбитальных параметров Стокса;

самостоятельном проведении экспериментальных исследований, регистрации и обработке распределений интенсивности, вычислении моментов интенсивности второго порядка и орбитальных параметров Стокса, определении астигматической фазы Гуи и построении траекторий состояний пучков на орбитальной сфере Пуанкаре; участии в анализе и обсуждении полученных результатов. Постановка задач и обсуждение результатов проводились совместно с научным руководителем.

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 диссертационной работы не были высказаны критические замечания. Соискатель С.И. Халилов ответил на все задаваемые ему в ходе заседания вопросы.

На заседании 18 сентября 2026 г. диссертационный совет за решение научной задачи, имеющей значение для развития соответствующей отрасли знаний, принял решение присудить С.И. Халилову учёную степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 6 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

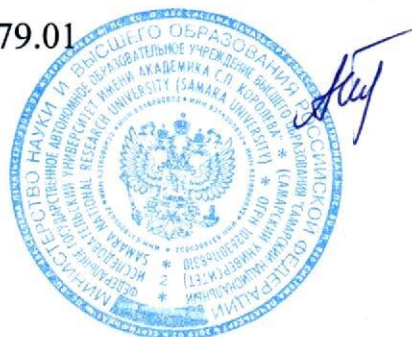


В.А. Сойфер

Учёный секретарь

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

18.09.2026



А.М. Телегин