

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Халилова Сервера Искандаровича «Определение орбитальных параметров Стокса структурированных пучков Лагерра-Гаусса», представленной на соискание ученой степени кандидата физико- математических наук по специальности 1.3.6 – Оптика

Диссертационная работа С.И. Халилова посвящена исследованию орбитальных состояний структурированных световых полей и разработке метода их экспериментальной диагностики. Выбранное направление является актуальным, поскольку применение вихревых пучков в оптических информационных системах, лазерной диагностике и микроманипулировании требует надежного определения параметров, характеризующих их орбитальный угловой момент и пространственную структуру.

Существующие методы анализа вихревых пучков нередко связаны с использованием интерференционных или дифракционных схем, требующих сложной юстировки. В работе С.И. Халилова предложен иной подход, основанный на вычислении моментов интенсивности второго порядка. Его существенное преимущество состоит в возможности определять орбитальное состояние пучка по зарегистрированным распределениям интенсивности без полного восстановления комплексной амплитуды оптического поля.

Автором разработан и экспериментально реализован метод определения трех орбитальных параметров Стокса структурированных пучков Лагерра-Гаусса. Для этого регистрируются два распределения интенсивности: в фокусе сферической линзы и в плоскости двойного фокуса цилиндрической линзы. Полученные значения трех орбитальных параметров Стокса используются для представления состояния пучка на орбитальной сфере Пуанкаре. Тем самым сложное астигматическое преобразование светового поля получает наглядное геометрическое описание через непосредственно измеряемые характеристики.

Заслуживает положительной оценки то, что методическая часть работы дополнена исследованием физических закономерностей изменения структурированных пучков. Показано, что форма и ориентация эллипса интенсивности связаны с положением состояния пучка на орбитальной сфере Пуанкаре. Это позволяет рассматривать параметры наблюдаемой картины интенсивности не только как геометрические характеристики пучка, но и как источник информации о его орбитальном состоянии.

В оптической системе, включающей две сферические линзы и размещенную между ними цилиндрическую линзу, автором обнаружены две выделенные плоскости преобразования пространственной структуры. На орбитальной сфере Пуанкаре

Входящий №	206-7328
Дата	25 АВГ 2026
Самарский университет	

прохождению этих плоскостей соответствуют поворот траектории состояния пучка на 90° и ее последующее обратное вращение. При выполнении условия согласования длины Рэлея входного пучка и фокусного расстояния цилиндрической линзы эти плоскости могут использоваться для реализации модифицированного метода измерения орбитальных параметров Стокса.

К числу значимых результатов следует отнести установленную связь астигматической фазы Гуи со вторым и третьим орбитальными параметрами Стокса. Полученное соотношение связывает фазовую эволюцию пучка с траекторией его состояния на орбитальной сфере. Одновременно выявлено сохранение величины корня квадратного из суммы квадратов второго и третьего орбитального параметра, характеризующей инвариантность рассматриваемого астигматического преобразования.

Важным представляется вывод о влиянии радиального числа на орбитальный угловой момент пучка после прохождения астигматической системы. Обычно орбитальные свойства мод Лагерра-Гаусса связывают прежде всего с азимутальным индексом и топологическим зарядом. Результаты диссертации показывают, что при астигматическом преобразовании радиальная структура пучка также существенно участвует в формировании его орбитального углового момента. Этот вывод дополняет существующие представления о взаимосвязи модового состава и углового момента структурированного света. Сопоставление теоретических, расчетных и экспериментальных результатов подтверждает обоснованность сформулированных положений.

Практическая ценность работы заключается в создании метода, позволяющего определять орбитальные характеристики пучка по двум распределениям интенсивности при относительно простой структуре измерительной системы. Разработанный подход может быть востребован при контроле параметров лазерных пучков, исследовании астигматических преобразований и диагностике структурированных световых полей.

Результаты диссертационной работы представлены на международных и всероссийских научных конференциях. По теме исследования опубликовано 15 научных работ, в том числе 13 статей, индексируемых в базах Scopus и Web of Science и опубликованных в изданиях, рекомендованных ВАК. Зарегистрированы две программы для ЭВМ. Личный вклад соискателя включает проведение численного моделирования и экспериментальных исследований, разработку и проверку метода измерения, а также обработку и обсуждение полученных результатов.

При положительной оценке диссертационной работы необходимо отметить следующие 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.

Высказанные замечания не затрагивают основных положений и не снижают общей научной ценности диссертационного исследования.

Автореферат свидетельствует о том, что С. И. Халиловым выполнена завершенная научно-квалификационная работа, содержащая новые теоретические и экспериментальные результаты в области сингулярной и структурированной оптики. Полученные результаты соответствуют поставленной цели, обладают научной новизной и имеют практическое значение.

Диссертация Халилова Сервера Искандаровича «Определение орбитальных параметров Стокса структурированных пучков Лагерра-Гаусса» соответствует требованиям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Халилов Сервер Искандарович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.6 – Оптика.

Доцент кафедры оптоинформатики
Института естественных и точных наук,
кандидат физико-математических наук

Бибикова Эвелина Анатольевна

« 1 » августа 2026 г.



ПОДПИСЬ УДОСТОВЕРЯЮ

Руководитель отдела кадров
Южно-Уральского университета

Старикова Е.А.

Наименование организации: федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный университет» (национальный исследовательский университет).

Адрес: 454080, Уральский федеральный округ, Челябинская область, г. Челябинск, пр-кт Ленина, д. 76

Телефон: +7 (351) 267-99-00

Адрес эл. почты: info@susu.ru