

«УТВЕРЖДАЮ»

Первый проректор

Национального

исследовательского ядерного

университета «МИФИ»,

доктор наук профессор

О.В. Нагорнов

2015 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу Разуевой Евгении Вадимовны

«Параметрические семейства параксиальных световых полей»,

представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических

наук

по специальности 01.04.05 - оптика

Диссертация посвящена методам формирования и преобразования лазерных световых полей. **Актуальность** темы определяется тем, что поиск новых решений параксиального уравнения с заданными пространственными свойствами тесно связан с задачами, которые возникают во многих областях физики. Среди практических применений можно отметить создание дифракционных элементов для формирования световых полей при создании оптических ловушек и пространственной локализации излучателей; использование световых полей с ненулевым угловым моментом для задач микробиологии и медицины, связанных с перемещением микрочастиц; формирование самоподобных световых полей солитонного типа в нелинейных средах для задач передачи информации.

Работа **состоит** из введения, трёх глав, заключения - всего 106 страниц, включая 20 рисунков и список литературы (88 наименований). Текст диссертации написан понятным и грамотным языком, его структура представляется логически

последовательной и целостной. Оформление рукописи весьма тщательное и аккуратное.

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, формулируются цель и задачи исследования, показываются научная новизна и практическая значимость полученных результатов, представлены защищаемые положения и дана общая характеристика диссертационной работы. Отмечен личный вклад автора, приведена информация об аprobации результатов работы.

В первой главе рассматривается преобразование обобщённых гауссовых пучков в линейных оптических системах. Получена связь между параметрами оптической системы и параметрами входного и выходного пучков в матричном виде. Показано применение полученных результатов к конкретным задачам: эволюция астигматических пучков Лагерра-Гаусса и эллиптических пучков Эрмита-Лагерра-Гаусса в свободном пространстве. Исследовано дробное преобразование Фурье пучков Эрмита-Лагерра-Гаусса и его связь с покадровой визуализацией эволюции световых полей в зоне Френеля. На основе установленных закономерностей разработана программа расчёта преобразования Френеля произвольных световых полей. Предложено понятие 2D-перетяжки астигматических гауссовых пучков.

Во второй главе рассматриваются световые пучки, распределение интенсивности которых при распространении сохраняет свою форму с точностью до масштаба и вращения (спиральные пучки). Найдено функциональное представление спиральных пучков с различными скоростями вращения распределения интенсивности. Показано, что оно совпадает с известными ранее частными случаями. Рассмотрено применение полученных результатов к конкретным задачам: построение «двухлепесткового» поля для определения положения излучающих частиц и смещённых пучков Эрмита-Лагерра-Гаусса для создания оптических ловушек.

В третьей главе приведены результаты исследований, связанных с поиском решений параболического уравнения на основе функции Эйри. Рассмотрено новое семейство световых полей («три-Эйри» пучки), которое выражается через произведение трёх функций Эйри и, в общем случае, зависит от девяти вещественных параметров. Показано, что в некоторых случаях Фурье-образ таких пучков обладает радиально симметричным распределением интенсивности и

супергауссовым убыванием. Получена функция Вигнера для таких пучков.

Каждая глава содержит результаты численных и оптических экспериментов.

В заключении перечислены основные результаты работы.

Научная новизна диссертационной работы:

- получено матричное соотношение между параметрами линейной оптической системы и параметрами пучков Эрмита-Лагерра-Гаусса на входе и выходе этой системы;
- предложено понятие 2D-перетяжки астигматических гауссовых пучков как плоскости, в которой площадь светового пятна является минимальной; показано, что в этой плоскости дефокусировка пучка равна нулю;
- найдено функциональное представление спиральных пучков с различными скоростями вращения распределения интенсивности;
- показано, что Фурье-образ три-Эйри пучков обладает радиально симметричным распределением интенсивности и супергауссовым убыванием.

Практическая значимость диссертации определяется тем, что результаты диссертации могут служить теоретической и экспериментальной основой для решения задач синтеза оптических элементов, фокусирующих излучение в заданную область (оптика, лазерная технология, медицина); внутрирезонаторного формирования излучения с заданными характеристиками (лазерное приборостроение), для оптической манипуляции микрочастицами (микробиология, нанотехнология и микромеханика) и для определения положения излучающих наночастиц (спектроскопия одиночных молекул).

Результаты диссертации могут быть использованы в компьютерной оптике для описания эволюции лазерного излучения, а также в задачах трёхмерной локализации излучающихnanoобъектов и захвата микрочастиц.

Достоверность результатов, представленных в диссертации, обоснована тем, что теоретические построения основаны на современных представлениях о распространении лазерного излучения, и подтверждается экспериментальной реализацией.

Замечания

1. Отсутствует сопоставление рассматриваемых автором семейств пучков с

другими, активно обсуждаемыми в текущей литературе (пучки Айнса-Гаусса и Бесселя-Гаусса, пучки Матье, пучки Эрмита-Гаусса и Лагерра-Гаусса с комплексными аргументами и т.д.); в связи с этим название работы, на наш взгляд, представляется несколько излишне общим.

2. Не освещается подробно круг вопросов, связанных с требованиями к характеристикам средств пространственной модуляции, используемых для формирования рассматриваемых пучков; в частности, большой практический интерес представляло бы детальное исследование предельных (по пространственному разрешению и диапазону модуляции) возможностей применения жидкокристаллических пространственно-временных модуляторов света.

3. В работе не рассматриваются вопросы, связанные с возможными энергетическими характеристиками световых полей, полученных в результате численных расчётов.

Указанные недостатки не снижают общей высокой оценки уровня работы и значения представленных в диссертации результатов.

Заключение

Диссертация Разуевой Е.В. является законченной научно-исследовательской работой, выполненной на актуальную тему и содержащей новые обоснованные результаты. Результаты диссертационной работы опубликованы в отечественных и зарубежных рецензируемых журналах, докладывались и обсуждались на международных конференциях. Список публикаций по теме диссертации состоит из 8 работ, в том числе 5 статей в научных журналах, которые включены в Перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК России для опубликования основных научных результатов диссертации (из них 4 статьи в зарубежных журналах, включенных в библиографическую базу цитирования Web of Science), 3 публикации в материалах международных научных конференций. Автореферат и имеющиеся публикации достаточно полно отражают содержание, основные результаты и выводы диссертации.

По характеру исследования и полученным результатам диссертационная работа Разуевой Е.В. соответствует специальности 01.04.05 – «Оптика» и удовлетворяет критериям, прописанным в пунктах 9-14 «Положения о присуждении учёных степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации

№842 от 24 сентября 2013 года, а сам автор, безусловно, заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.05 – Оптика.

Отзыв составил

доктор физико-математических наук, профессор кафедры Лазерной физики НИЯУ МИФИ



Стариков Р.С.

Заведующий кафедрой Лазерной физики
НИЯУ МИФИ



Евтихьев Н.Н.

Стариков Ростислав Сергеевич, доктор физико-математических наук, профессор кафедры Лазерной физики факультета Экспериментальной теоретической физики НИЯУ МИФИ.

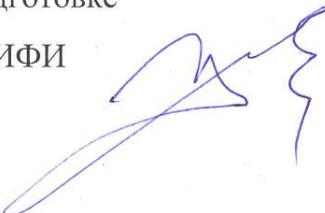
e-mail rstarikov@mail.ru

телефон +74993249755

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ». Адрес: 115409, Москва, Каширское шоссе, дом 31.

Диссертационная работа и отзыв были рассмотрены и одобрены на заседании кафедры Лазерной физики НИЯУ МИФИ (протокол № 11 от 3 сентября 2015 года).

Председатель Совета по аттестации и подготовке
научно-педагогических кадров НИЯУ МИФИ
д.ф.-м.н., профессор



Кудряшов Н.А.