

УТВЕРЖДАЮ:



Руководитель Самарского филиала  
Физического института им. П.Н. Лебедева

Петров А.Л.

июня 2015 г.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Самарского филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
Физического института им. П.Н.Лебедева Российской академии наук

Диссертация «Параметрические семейства параксиальных световых полей» выполнена в лаборатории моделирования и автоматизации лазерных систем Самарского филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук.

В период подготовки диссертации соискатель Разуева Евгения Вадимовна работала в Самарском филиале Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук, лаборатории моделирования и автоматизации лазерных систем в должности младшего научного сотрудника.

В 2000 г. окончила Самарский государственный университет по специальности физика.

Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов выдано в 2013 г. Федеральным государственным бюджетным общеобразовательным учреждением высшего профессионального образования «Самарский Государственный Университет» (история и философия науки, английский язык) и Федеральным государственным бюджетным учреждением науки Физическим институтом им. П.Н. Лебедева Российской академии наук (оптика).

Научный руководитель — Крутов Александр Федорович, Федеральное государственное бюджетное общеобразовательное учреждение высшего профессионального образования «Самарский Государственный Университет», д.ф-м.н., проф. кафедры общей и теоретической физики, и.о. проректора по научно-исследовательской работе.

По итогам обсуждения принято следующее **заключение**:

Диссертационная работа Е.В. Разуевой посвящена развитию методов формирования и преобразования параксиальных световых полей с заданными характеристиками.

**Актуальность диссертации** определяется тем, что с развитием теоретической и экспериментальной базы оптики лазеров существенно расширились требования к количественным и к качественным пространственным характеристикам оптического излучения. Возникла потребность в формировании световых полей с определенными распределениями интенсивности и углового момента в пространстве, например, пучков, распределение интенсивности которых в поперечной плоскости смещается или вращается с нужной скоростью. Такие поля представляют интерес для задач трехмерной локализации излучающих микрочастиц и развития методов оптической манипуляции микрообъектами.

**Достоверность научных результатов**, полученных в диссертационной работе, подтверждается тем, что, с одной стороны, теоретические построения основаны на современных

представлениях по дифракции и распространению волновых полей и, с другой стороны, хорошим согласием результатов расчетов с экспериментами.

**Научная значимость** результатов, полученных лично автором, заключается в следующем:

1. Разработан матричный способ описания преобразования мод Эрмита-Лагерра-Гаусса при прохождении через линейные оптические системы.
2. Найдено общее аналитическое представление спиральных пучков, распределение интенсивности которых в зоне Френеля поворачивается на угол  $\pm n\pi/2$ , где  $n > 1$  — целое число.
3. Найдено двумерное световое поле в виде произведения трёх пучков Эйри (три-Эйри пучок), Фурье-образ которого обладает кубической фазой и радиально симметричной интенсивностью с супергауссовым убыванием.

**Практическая значимость** диссертационной работы определяется тем, что матричный подход при описании преобразования световых полей в линейных оптических системах позволяет обобщить известный закон ABCD для высших гауссовых мод. Поскольку семейство мод Эрмита-Лагерра-Гаусса с фиксированным параметром обладает свойством полноты и ортогональности в пространстве квадратично интегрируемых функций, этот результат может быть использован для нахождения преобразования произвольного светового поля при прохождении через линейные оптические системы. Световые поля, методы формирования которых рассмотрены в работе, применяются для определения трёхмерного положения микрочастиц и пространственных манипуляций ими.

**Личное участие автора.** Диссертация является развитием методов формирования и преобразования параксиальных световых полей. В диссертации представлены только те результаты, в получение которых автор внес определяющий вклад.

Наиболее важные **результаты диссертации опубликованы** в следующих работах:

1. Е.Г. Абрамочкин, Е.В. Разуева и В.Г. Волостников. Обобщённые гауссовы пучки и их преобразование в оптических системах с астигматизмом// Вестник Самарского гос. университета, 2006, т. 2, с. 103-121.
2. E.G. Abramochkin, E.V. Razueva and V.G. Volostnikov. Hermite-Laguerre-Gaussian beams in astigmatic optical systems// Proc. SPIE/Ukraine, 2006, v.6, N1-6, pp.174-185.
3. E.G. Abramochkin, E.V. Razueva and V.G. Volostnikov. Application of spiral laser beams for beam shaping problem // Proc. LFNМ'2006 (Kharkov, 29.06-1.07.2006). pp. 275-278.
4. E. Abramochkin, E. Razueva and V. Volostnikov. General astigmatic transform of Hermite-Laguerre-Gaussian beams // J. Opt. Soc. Am. A, 2010, v. 27, N11, pp. 2506-2513.
5. T. Alieva, E. Abramochkin, A. Asenjo-Garcia and E. Razueva. Rotating beams in isotropic optical system // Opt. Express, 2010, v. 18, N 4, pp. 3568-3573.
6. E. Abramochkin and E. Razueva. Product of three Airy beams // Opt. Lett., 2011, v. 36, N 19, pp. 3732-3734.
7. E. Razueva, A. Krutov and E. Abramochkin. Definition of the waist plane for general astigmatic Gaussian beams // Opt. Lett., 2015, v. 40, N 9, pp. 1936-1939.

В работах [1,2] ей принадлежит матричная интерпретация общего астигматического преобразования мод Эрмита-Лагерра-Гаусса, в работе [3] — разработка алгоритма расчета дифракционных фазовых элементов, в [4] — формулы преобразования астигматического пучка Лагер-



ра-Гаусса при распространении в свободном пространстве, в [5] – выбор примеров спиральных пучков для компьютерной и экспериментальной реализации, в [6,7] – постановка задачи и получение основных результатов. Автором также выполнены все компьютерные эксперименты.

Часть результатов диссертационной работы – построение функционального представления спиральных пучков, распределение интенсивности которых в зоне Френеля поворачивается на большой угол, и вычисление функции Вигнера три-Эйри пучка – опубликована в тезисах международной конференции «Diffraction Days» в 2011, 2012 и 2014 гг.

Основные результаты диссертационной работы **опубликованы в полной мере** и имеют непосредственное отношение к оптике лазерных пучков. Содержание и выводы диссертационной работы связаны с исследованием закономерностей формирования и преобразования световых полей, таким образом, диссертация Е.В. Разуевой по своему профилю соответствует специальности 01.04.05 — оптика, по которой работа представляется к защите. По научной новизне, практической значимости и объему результатов диссертационная работа Е.В. Разуевой удовлетворяет требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Диссертация «Параметрические семейства параксиальных световых полей» Разуевой Е.В. рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.05 – оптика.

Заключение принято на заседании Ученого совета.

Присутствовало на заседании 8 чел.

Результаты голосования: “за” – 8 чел, “против” – 0 чел, “воздержалось” – 0 чел,  
протокол № 2 от 1 июня 2015 г.

Зав. теор.сектором СФ ФИАН,  
д. ф.-м. н.

 Н.Е. Молевич