



THE AUSTRALIAN NATIONAL UNIVERSITY

**Dr Yana Izdebskaya**  
Research Fellow, Nonlinear Physics Centre  
Research School of Physical Sciences and Engineering  
Australian National University  
Le Couteur Building, Building No. 59, Mills Road

Canberra ACT 0200 Australia  
T: +61 2 6125 9079  
F: +61 2 6125 8588  
E: Yana.Izdebskaya@anu.edu.au  
www.anu.edu.au

### Отзыв на автореферат диссертации **Б.В. Соколенко**

«Эволюция поляризационных сингулярностей в параксиальных пучках, распространяющихся ортогонально оптической оси одноосного кристалла», представленной на соискание степени ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.05 – Оптика.

На сегодняшний день стремительное развитие сингулярной оптики открывает новые перспективы и требует детального изучения физических процессов, протекающих при взаимодействии векторных и скалярных сингулярных пучков с анизотропными средами. Мало изученным остается вопрос распространения сингулярных пучков внутри двулучепреломляющих сред под углами к оптическим осям. В частности, изучение динамики поведения таких пучков даже в простейшей среде одноосного кристалла имеет потенциал в прикладном аспекте, например при разработке оптических систем для генерации световых полей с контролируруемыми поляризационными и топологическими свойствами. Таким образом, исследования сингулярностей, динамики их поведения и управление параметрами с помощью одноосных кристаллов несомненно является актуальной проблемой для современной оптики.

Автореферат написан достаточно четко, хорошо читается и позволяет составить полное представление о содержании диссертации. В данной работе была показана возможность управления параметрами пучка путем конфигурирования оптической системы пучок-кристалл, выявлены зависимости траекторий оптических вихрей и сингулярных пучков в кристаллах. Важно отметить, что экспериментально подтверждены все теоретические модели, продемонстрирована возможность формирования поляризационных и фазовых сингулярностей в гауссовых пучках с эллиптическим профилем сечения. Также был изучен процесс конверсии знака топологического заряда исходного оптического вихря при тепловом расширении кристалла, данное явление связано с выраженными осцилляциями орбитального углового момента.

Последний раздел диссертации посвящен изучению поведения пучков, переносящих единичный оптический вихрь в изотропной среде, но имеющей определенный рельеф поверхности. Интересные результаты, полученные путем анализа фазовых портретов такого пучка, имеют потенциал для практического использования фазовых сингулярностей в новом поколении оптических микроскопов.

Материалы диссертационной работы достаточно полно отражены в публикациях и неоднократно обсуждались на научно-технических конференциях и семинарах.

Однако автореферат имеет некоторые недостатки, среди которых можно отметить следующие:

- при описании второй главы, нет четкого указания причины возникновения двойного оборота оптического вихря, траектория которого представлена на рис. 7;
- интересно было бы проанализировать, при каком соотношении угловых скоростей кристалла и оптического вихря в пучке достигается замкнутость траекторий и их круговая форма, как представлено на рис. 5;
- отсутствует описание нескольких параметров, например  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $B$  в формулах (7) и (8).

Однако, приведенные замечания не занижают общей положительной оценки работы. Автореферат написан довольно ясно и дает основание заключить, что совокупность полученных результатов обладает всеми признаками законченного исследования, решающего важную научную проблему, а Богдан Валентинович Соколенко заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.05 – оптика.

Научный сотрудник

Научно-исследовательского центра по физическим наукам и инженерии

Австралийского национального университета,

к. ф.-м. н.

Издебская Я.В.

**ОТЗЫВ НА АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ Б.В. СОКОЛЕНКО «Эволюция поляризационных сингулярностей в параксиальных пучках, распространяющихся ортогонально оптической оси одноосного кристалла», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.05. - Оптика**

Диссертационная работа Б.В. Соколенко посвящена исследованиям в области сингулярной оптики, изучающей световые поля с фазовыми сингулярностями, при этом большая часть работы относится к кристаллооптике, т.е. для распространения в условиях анизотропных сред. Такие исследования, помимо академического интереса носят и прикладной характер, могут найти применение при формировании оптических полей с заданными параметрами для использования в различных датчиках, системах оптической манипуляции и микроскопии. Поэтому данную тему можно считать современной и актуальной.

Как понятно из чтения автореферата, сама диссертационная работа структурно состоит из введения, пяти разделов, заключения и списка цитируемой литературы. Оригинальная часть работы представлена в четырех разделах.

В том числе, в главе 2 исследованы сингулярные пучки в одноосном кристалле, распространяющиеся перпендикулярно оптической оси кристалла. Результаты, полученные в ходе изучения поведения смещенного от оси пучка оптического вихря, носят определенный характер новизны. Особое внимание автор обращает на двойной оборот оптического вихря в пучке при одинарном обороте кристалла, объясняя данный эффект анизотропной дифракцией в кристалле при двулучепреломлении. В главе 3 рассмотрены случаи распространения наклонных сингулярных пучков через один и несколько кристаллов в направлении, близком к перпендикулярно к оптической оси. Здесь, в частности, предложена модель «оптического редуктора», для реализации которой используются вращающиеся одноосные кристаллы, способные преобразовывать угловое и пространственное положение сингулярных пучков на выходе из системы. Такое устройство может быть использовано при разработке новых образцов оптических ловушек. Четвертая глава посвящена исследованию эллиптически деформированных пучков в анизотропной среде. В этой главе получен ряд интересных результатов, а именно конверсии знака топологического заряда вихря, переносимого пучком при медленном тепловом расширении кристалла. Автором также описываются осцилляции орбитального углового момента, принимающие большие амплитудные значения, сопровождающиеся образованием топологических пар – сингулярностей с противоположным знаком заряда вихря, вследствие интерференции которых и возникает описываемый эффект. Пятый раздел посвящен изучению поведения сингулярных пучков при распространении сквозь изотропную пластинку, имеющую сложную поверхность. Безусловно, исследования, описанные в этой главе, носят прикладной характер и наглядно иллюстрируют широкие возможности применения сингулярных пучков в микроскопии.

Автореферат составлен ясно и позволяет получить полное понимание содержания диссертационной работы. По тексту автореферата можно высказать лишь отдельные замечания. Так:

1. На стр.4 говорится о необходимости найти решение «векторного параксиального уравнения...мод параксиальных пучков». Мне кажется, что уместно здесь использование термина «параксиальный» только один раз. См. например, С.С. Гиргель (*Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины, Гомель*) «СВОЙСТВА ВЕКТОРНЫХ

ПАРАКСИАЛЬНЫХ СВЕТОВЫХ ПУЧКОВ. I. ОДНОРОДНАЯ ПОЛЯРИЗАЦИЯ». Проблемы физики, математики и техники, № 1 (6), 2011.

Корректно же здесь, видимо, говорить о векторном волновом уравнении в параксиальном приближении.

2. В формулах (5) – (8) не описаны некоторые входящие в них обозначения, а именно  $X$ ,  $Y$ ,  $T_{1,2}$ , смысл которых можно выяснить только ознакомившись, либо с полным текстом диссертации, либо в статье диссертанта - JOSA. 2009.

3. Остается неясным из текста автореферата, что означает значок «тильда» над компонентами поля в формулах (1) –(6) и почему этого значка нет в формулах (16), (17) и на рисунках.

4. На стр.9 представлены траектории, описываемые оптическим вихрем при одновременном вращении кристалла и самого вихря, однако не описан способ поворота вихря в пучке на входе в кристалл.

Отметим, что сделанные замечания не носят принципиального характера и не снижают высокую оценку выполненной работы. А в целом, если судить по автореферату, выполненные в диссертационной работе исследования и полученные результаты соответствуют актуальным проблемам сингулярной оптики, восполняя некоторые пробелы в общей ее картине. Важно отметить, что все представленные в работе новые теоретические положения подкреплены экспериментальным исследованием и опубликованы в высокорейтинговых научных изданиях, что предполагает большую и ответственную работу, проделанную автором.

Таким образом, диссертация Б.В. Соколенко удовлетворяет требованиям, предъявленным к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.05 – Оптика.

Заведующий лабораторией Когерентной  
и адаптивной оптики Института оптики  
атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН,  
доктор физ.-мат. наук, профессор

В.П. Лукин

Подпись Лукина В.П. заверяю.

Ученый секретарь ИОА СО РАН,  
к.ф.-м.н.



О.В. Тихомирова