

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию
**Соколенко Богдана Валентиновича «Эволюция поляризационных
сингулярностей в параксиальных пучках, распространяющихся
ортогонально оптической оси одноосного кристалла»,**
представленную на соискание степени кандидата физико-математических
наук по специальности 01.04.05. Оптика

Физические свойства сингулярных пучков, т.е. световых пучков, переносящих оптические вихри, вызывают все больший интерес исследователей. В первую очередь это связано с такими особенностями как перенос спинового и орбитального углового момента, особенностями фазового и амплитудного профиля пучка, что в свою очередь находит массу важных практических применений. Данная диссертационная работа посвящена исследованию физических явлений, возникающих при взаимодействии световых пучков с анизотропной средой, описывает их особенности и причины возникновения, а также раскрывает перспективы практического применения: в основе современных инструментов для оптической микроскопии, сенсоров и манипуляторов. В частности, в работе исследованы принципы формирования сингулярных пучков посредством одноосного кристалла при распространении светового пучка в направлении, близком к перпендикуляру к оптической оси; эффекты, возникающие в параметрической системе, позволяющей варьировать исходные параметры, такие как поворот, наклон и изменение длины кристалла, а также ширины пучка (в основе оптических явлений в такой системе в первую очередь лежит интерференция обыкновенного и необыкновенного пучков, при том что исходный пучок, проходящий через кристалл, имел циркулярную поляризацию).

На основе вышесказанного, можно утверждать, что тема диссертационной работы Б.В. Соколенко **безусловно является актуальной.**

Анализируя известные источники по данной тематике, и полученные ранее результаты, следует отметить что **научной новизной** данной работы

является рассмотрение наклонных сингулярных пучков в параксиальном приближении, как с круговым профилем поперечного сечения, так и с эллиптическим. В следствии анализа таких полей впервые показана возможность ассоциации угловой ориентации механической системы (кристалла) с положением фазовой сингулярности в пучке. Показаны зависимости отношения угловых скоростей и вскрыт физический принцип удвоения скорости вращения как смещенного оптического вихря, так и необыкновенного пучка при совершении полного оборота кристаллом. Показана возможность формирования поляризационных сингулярностей, их массив, при помощи наклоненного одноосного кристалла, имеющего грани параллельные оптической оси; также описан механизм образования высоких значений орбитального углового момента в эллиптическом пучке при удлинении кристалла в процессе теплового расширения. Такое явление может найти применение в датчиках температуры высокой точности.

Достоверность научных результатов исследования обеспечена результатами экспериментальных измерений, проверенным теоретическим аппаратом, согласованным с ранними работами научной группы и данными компьютерного моделирования с применением современных методов анализа оптических полей и интерферометрии.

Из полученных результатов можно отметить **следующие, имеющие практическое значение**: в работе изучена возможность генерации оптических вихрей с единичным топологическим зарядом с помощью одноосного кристалла, что имеет важную прикладную ценность для формирования сингулярных пучков большой мощности, где использование компьютерно-синтезированных голограмм не представляется возможным. Управление пространственным положением массива сингулярных пучков в системе вращающихся двулучепреломляющих кристаллов является актуальной практической задачей для расширения возможностей уже имеющихся устройств захвата и манипуляции микрочастицами. Как показано в работе, фазовый профиль сингулярного

пучка и особое распределение интенсивности позволяет создать новые принципы конструирования оптических микроскопов, сканирующих поверхность образца оптическим вихрем.

Диссертационная работа Соколенко Богдана Валентиновича «Эволюция поляризационных сингулярностей в параксиальных пучках, распространяющихся ортогонально оптической оси одноосного кристалла» состоит из введения, пяти разделов и заключения.

Первый раздел посвящен анализу известных способов описания параксиальных пучков в анизотропных средах, сформулированы основные методы и подготовлен математический аппарат. Во втором разделе работы анализируются поля, переносящие фазовую сингулярность и распространяющиеся в одноосном кристалле строго ортогонально оптической оси. Автором рассмотрены два случая. Первый: смещенный вихрь вращается с заданными параметрами при прохождении пучка сквозь неподвижный кристалл кварца, во втором случае – данный вихрь фиксирован, в то время как сам кристалл испытывает поворот. Представлен ряд результатов, описывающих поведение сингулярности в этих двух случаях, указано на возникновение двойного оборота вихря по круговой траектории в случае вращения кристалла. В третьей главе рассматривается наклонный пучок, однако с осевым вихрем. Показано также удвоение угловой скорости поворота необыкновенного пучка при полном обороте кристалла. Автором предложена модель «оптического редуктора», позволяющего на основе описанных явлений преобразовывать угловые скорости пучков путем угловой ориентации одноосных кристаллов. Также исследован вопрос распространения пучков с эллиптическим эллиптическим распределением интенсивности под небольшим углом к перпендикуляру к оптической оси. Интересные результаты заключаются в показанной способности генерации кристаллом поляризационных сингулярностей в пучке, изначально свободном от вихрей. Четвертая глава посвящена более детальному рассмотрению эволюции эллиптически деформированных

сингулярных пучком при распространении строго ортогонально оптической оси. Исследована динамика орбитального углового момента таких пучков, экспериментально изучена картина топологических реакций в сингулярном пучке, прошедшем кристалл в процессе теплового квазистатического расширения. Результаты исследований представляют интерес для исследовательских центров, специализирующихся на разработке новых типов оптических ловушек, пинцетов, манипуляторов и устройств микроскопии.

Исходя из вышенаписанного, можно заключить, что диссертационная работа Б.В. Соколенко решает ряд научно-практических задач, а именно исследованы процессы, возникающие при распространении сингулярных пучков в кристалле ортогонально оптической оси и при малом отклонении от перпендикуляра.

Положительно работу характеризует и тот факт, что основные результаты опубликованы в рецензируемых специализированных изданиях, в том числе из списка ВАК, а также представлены на многочисленных международных конференциях.

Вместе с тем, диссертационная работа вызывает некоторые вопросы, среди которых:

В главе 2, в выражениях (2.19) и (2.20) упоминается параметра, отвечающий за положение оптического вихря. В связи с этим нет четкого описания физического смысла данного параметра и как он реализовывался экспериментально. Каким образом управляются угловые скорости вихря и кристалла, описываемые соотношением Ω_v / Ω_c ?

В главе 3, п. 3.2.1 желательно было бы привести сравнение возможностей существующих оптических устройств позиционирования пучков и предлагаемого «оптического редуктора».

Однако, вышеупомянутые замечания не снижают научной и практической ценности данной работы. Диссертация Б.В. Соколенко

является законченным научным исследованием, автореферат также в полной мере отражает содержание и результаты диссертации.

Считаю, что сама работа «**Эволюция поляризационных сингулярностей в параксиальных пучках, распространяющихся ортогонально оптической оси одноосного кристалла**» удовлетворяет всем требованиям, а ее автор, Б.В. Соколенко заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.05 – оптика.

Официальный оппонент
д.ф.-м.н., профессор кафедры
оптики и полиграфии
Черновицкого национального
университета им. Ю. Федьковича


А.Г.Ушенко

Подпись А. Г.Ушенко подтверждаю
Ученый секретарь





И.М.Кубай