

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию ДЬЯКОНОВА Евгения Алексеевича «Брэгговская дифракция света на ультразвуке в средах с сильной оптической и акустической анизотропией», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 – радиофизика

Широкое применение кристаллических материалов в современной акустооптике обусловлено их высоким акустооптическим качеством и разнообразием возможных режимов взаимодействия света с ультразвуком, реализуемых в подобных средах. Важной для акустооптики особенностью кристаллических сред является анизотропия упругих и диэлектрических свойств, что приводит к отклонению потока энергии упругих и электромагнитных волн от направления фазовой скорости. Влияние такого отклонения на свойства акустооптического взаимодействия, а также рассмотрение возникающих вследствие этого эффектов и является основным предметом исследования, проведенного в диссертационной работе Е.А. Дьяконова. Следует отметить, что выбор направления исследований является весьма удачным, поскольку многие современные акустооптические устройства основаны именно на кристаллах, обладающих сильно анизотропными свойствами. В связи с этим, актуальность и научная значимость проведенного исследования не вызывают сомнений.

Диссертационная работа состоит из введения, 5 глав основного текста, заключения и списка литературы. Объем работы составляет 171 страницу, включая 26 рисунков и 4 таблицы. Список литературы содержит 199 наименований.

Во введении определены цели и задачи запланированных исследований, сформулирована авторская оценка актуальности и научной значимости полученных результатов, приводятся защищаемые положения.

Первая глава диссертации посвящена рассмотрению общего случая дифракции света на ультразвуке и разработке математического аппарата, применяемого в исследовании. Показано, что для строгого решения поставленной задачи принципиально необходимо рассматривать акустооптическое

взаимодействие как двумерный, а не одномерный, процесс. Диссертантом получена система уравнений в частных производных, названная автором "двумерными уравнениями связанных мод" и описывающая дифракцию света на ультразвуке при произвольных направлениях распространения световых пучков и произвольной геометрической форме области взаимодействия. Следует отметить, что диссертант фактически развил и дополнил подход к решению задачи, предложенный много лет назад рецензентом.

Во второй главе диссертации разработанный метод описания дифракции света на ультразвуке применен для решения задачи брэгговского режима акустооптического взаимодействия при несовпадении векторов фазовой и групповой скорости ультразвука. Представлены как аналитические, так и численные решения уравнений связанных мод, а также обсуждается их физический смысл. Предсказан ряд акустооптических эффектов, например, пространственное перераспределение энергии по сечению световых пучков, которые принципиально обусловлены двумерным характером дифракционной задачи.

В третьей главе диссертации рассматривается задача дифракции света на ультразвуке в оптически одноосной среде на примере кристалла парателлурита. Получены выражения для коэффициентов акустооптического качества оптически одноосного кристалла при произвольных направлениях распространения взаимодействующих волн. Полученные результаты применены в экспериментальном акустооптическом исследовании свойств ультразвукового поля в кристалле парателлурита.

Четвертая глава диссертации посвящена исследованию ранее неисследованного режима акустооптического взаимодействия в упруго анизотропной среде, при котором световой пучок одного из дифракционных порядков направлен строго вдоль ультразвукового столба. Получены и решены уравнения связанных мод, описывающие данный режим дифракции света на ультразвуке. Показано, что исследуемый режим дифракции обладает рядом свойств, которые существенно отличают его от известных режимов. Важно, что рассматриваемый режим акустооптического взаимодействия диссертанту удалось экспериментально реализовать в кристалле парателлурита.

В пятой главе диссертации проводится теоретическое исследование коллинеарного акустооптического взаимодействия в оптически анизотропных средах. Особенностью исследования является сравнительное описание свойств низкочастотного и высокочастотного режимов коллинеарного взаимодействия. В дополнение к этому исследован эффект амплитудной невзаимности коллинеарного режима акустооптического взаимодействия в низкочастотном и высокочастотном случаях.

Заключение содержит краткое перечисление основных научных результатов проведенного в диссертационной работе исследования.

К основным результатам диссертационной работы относится развитие теории акустооптического взаимодействия при произвольных направлениях распространения оптических и ультразвукового пучков. Важно, что диссертанту удалось напрямую проверить некоторые из выводов теории в акустооптическом эксперименте с использованием лазера, работающего в среднем ИК диапазоне спектра.

Вместе с тем, при знакомстве с текстом диссертационной работы, возникли следующие замечания:

1. В диссертационной работе утверждается, что рассмотрен общий случай акустооптического взаимодействия в средах с оптической и акустической анизотропией физических свойств. Данное утверждение представляется не совсем корректным, так как рассмотрение акустооптического взаимодействия фактически ограничено частными случаями дифракции в плоскости, включающей оптическую ось одноосного кристалла или в перпендикулярной плоскости. В этих простых случаях направление поляризации падающего света совпадает с поляризацией собственной оптической моды кристалла, а вектор расстройки не выходит из плоскости дифракции.

2. Двумерные уравнения связанных мод, полученные для оптически изотропных сред, не учитывают акустически наведённую анизотропию оптических свойств, а следовательно не позволяют описать поляризационные эффекты при двумерной брэгговской дифракции световых пучков на ультразвуке.. Данное обстоятельство ограничивает область их применимости.

3. В диссертационной работе отсутствуют ссылки на работы зарубежных коллег (M.G. Moharam, T.K. Gaylord, R.Magnusson, L Solymar), подробно рассмотревших двумерное рассеяние света голографическими дифракционными решётками, в том числе, наклонными. В известных работах указанных авторов сделаны выводы, во многом совпадающие с выводами рецензируемой диссертационной работы. Например, о величине и ориентации вектора расстройки, ограниченности области взаимодействия по двум координатам, перераспределении световой мощности по сечению светового пучка.

Следует отметить, что представленные замечания не снижают ценности научного исследования и не изменяют общей положительной оценки диссертационной работы Е.А.Дьяконова. Таким образом, можно сделать вывод, что диссертация является законченным научным исследованием, содержит решение актуальной научной задачи. Научные положения, выносимые на защиту, являются новыми и оригинальными, выводы обоснованы. Достоверность результатов обеспечивается сравнением полученных теоретических результатов с данными проведенных экспериментов, с данными работ, проведенных другими исследователями, а также непротиворечивостью основным физическим принципам и использованием современных методов численного моделирования. Личный вклад автора в представленной диссертационной работе не вызывает сомнения.

Материалы диссертации прошли весьма представительную апробацию на многочисленных всероссийских и международных научных конференциях, и полностью отражены в 35 публикациях, в том числе в 8 статьях в журналах из списка ВАК. Текст автореферата соответствует содержанию диссертации, хорошо освещает основные результаты и выводы диссертационной работы.

Диссертация Дьяконова Евгения Алексеевича «Брэгговская дифракция света на ультразвуке в средах с сильной оптической и акустической анизотропией» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную на высоком научном уровне. По своей актуальности, новизне, объему выполненных исследований и ценности полученных результатов работа отвечает всем требованиям, установленным ВАК РФ для работ, представляемых на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. Оппонент считает, что автор работы Е.А.Дьяконов вполне заслуживает присуждения ему.

