

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу 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

Диссертационная работа Е.А. Дьяконова посвящена исследованию акустооптического взаимодействия в кристаллических средах, обладающих сильной анизотропией упругих и диэлектрических свойств. Активный интерес исследователей к таким средам вызван возможностью реализации новых режимов акустооптического взаимодействия, которые трудно или невозможно получить в изотропных или слабо анизотропных средах. Эти режимы могут быть использованы в новых акустооптических устройствах и приборах. Актуальность и научная значимость избранной темы диссертационной работы обусловлена необходимостью детального исследования акустооптических эффектов, возникающих вследствие анизотропных свойств среды взаимодействия. Ожидается, что данные эффекты найдут применение в современных устройствах обработки информации и управления параметрами лазерных пучков.

Диссертационная работа представлена на 171 страницах текста, включающих 26 рисунков и 4 таблицы. По структуре она состоит из введения, 5 глав основного текста, заключения и списка литературы, содержащего 199 библиографических ссылок.

Во введении достаточно подробно излагаются задачи диссертационной работы и обосновывается их актуальность, приводятся основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе получены, в основном, результаты общего теоретического характера, применяемые в дальнейшем в ходе исследования. Для описания акустооптического взаимодействия в сильно анизотропных средах разработан математический аппарат, основанный на двумерных уравнениях связанных мод. Показано, что данная система позволяет корректно описывать дифракцию света на ультразвуке при произвольных направлениях распространения взаимодействующих световых пучков относительно ультразвукового столба.

Вторая глава диссертации посвящена решению дифракционной задачи в случае дифракции Брэгга. Представлены методы аналитического и численного решения двумерных уравнений связанных мод, выведенных в первой главе. Приведены примеры

дифракционных задач, которые могут быть решены только с использованием разработанного в диссертации математического аппарата. Обсуждается физический смысл двумерного характера задачи, возникающего при сильной анизотропии среды взаимодействия.

Третья глава диссертации содержит результаты исследования по акустооптическому зондированию ультразвукового поля в кристалле парателлурита. При проведении анализа задачи диссертантом был разработан метод вычисления коэффициентов акустооптического качества анизотропной среды при произвольных направлениях распространения световых пучков. Также в третьей главе содержится описание проведенного эксперимента по измерению характеристик акустического поля в парателлурите с помощью луча лазера.

В четвертой главе диссертации рассматривается новый режим акустооптического взаимодействия в упруго анизотропной среде, при котором световой пучок одного из дифракционных порядков направлен строго вдоль ультразвукового столба. Показано, что он объединяет ряд свойств, характерных для поперечного и коллинеарного режимов дифракции, поэтому автор предложил использовать термин «полуколлинеарный режим». С использованием результатов первой и второй глав дано аналитическое решение задачи «полуколлинеарного» акустооптического взаимодействия, предсказаны его основные свойства. Проведено экспериментальное исследование основных свойств нового режима дифракции в кристалле парателлурита.

В пятой главе диссертации проводится исследование низкочастотного и высокочастотного режимов коллинеарного акустооптического взаимодействия. Проведено численное решение задачи коллинеарного акустооптического взаимодействия, рассмотрено влияние затухания ультразвука и коэффициента связи на характеристики взаимодействия. Отмечен различный характер этого влияния в низкочастотном и высокочастотном случаях. Исследован эффект амплитудной невзаимности коллинеарного акустооптического взаимодействия, указаны оптимальные условия наблюдения этого эффекта в высокочастотном коллинеарном режиме.

Заключение содержит основные результаты и выводы проведенного исследования.

Диссертационная работа оформлена в соответствии с требованиями, рукопись диссертации написана грамотно и ясно, подтверждает высокий уровень квалификации автора, интерес к актуальным задачам современной физики и способность получать значимые научные результаты. Представленные результаты являются новыми и оригинальными, выводы корректно обоснованы. Результаты не противоречат данным, известным ранее из ведущих отечественных и зарубежных изданий. Полученные

теоретические результаты согласуются с результатами проведенного численного моделирования и с экспериментальными данными. Таким образом, достоверность полученных научных результатов не вызывает сомнений. Все представленные результаты получены автором лично, что подтверждается их апробацией на многочисленных всероссийских и международных научных конференциях и семинарах, а также 8-ю публикациями в ведущих отечественных и зарубежных реферируемых журналах, входящих в список ВАК.

При оценке диссертационной работы следует все же отметить следующие недостатки:

Основной недостаток работы – недостаточность физического осмысления процессов, рассматриваемых в диссертации. Поэтому возникает ряд вопросов при сравнении модели, представленной диссертантом, с хорошо зарекомендовавшими себя «классическими» моделями (пусть и упрощенными) «поперечного» и «коллинеарного» режимов дифракции. Например, относительно произвольности выбора векторов расстройек η для двумерного случая дифракции в отличие от «детерминированности» векторов расстройек одномерных вариантов (стр. 24 Диссертации). Если бы вектор расстройки был произвольным, то световая волна не дифрагировала бы в отдельные порядки, а «размазывалась» в угловом пространстве. Другой момент: ввиду ограниченности пучков света и звука необходимо, строго говоря, вводить как вектор расстройки звука, так и вектор расстройки света. Векторы расстройек в общем случае не коллинеарны друг другу.

Конечно, остро не хватает экспериментального материала. Например, широкие экспериментальные исследования «полуколлинеарного» взаимодействия помогли бы сделать выбор между необходимостью в развитии новой теории или использованию совокупности «старых» вариантов («поперечного» и «коллинеарного» режимов дифракции). Например, зависимости на рисунках 4.2 и 4.3 диссертации можно объяснить как сумму двух составляющих амплитуды – осциллирующей (присущей поперечному «классическому» режиму дифракции) и возрастающей (коллинеарная дифракция). Возможно, при таком рассмотрении отпадает необходимость в развитии принципиально новой теории (по крайней мере при рассмотрении «полуколлинеарного» взаимодействия).

В целом, несмотря на сделанные замечания, диссертационная работа Е.А. Дьяконова представляет собой законченное исследование, научная значимость и оригинальность которого не вызывает сомнений. Автореферат соответствует содержанию и достаточно полно отражает цели, задачи исследования и основные результаты, представленные в диссертации.

Таким образом, по мнению оппонента, диссертационная работа Е.А. Дьяконова «Брэгговская дифракция света на ультразвуке в средах с сильной оптической и акустической анизотропией», полностью удовлетворяет всем требованиям ВАК РФ к диссертациям, представляемым на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 – радиофизика.

Официальный оппонент

д.ф.-м.н., в.н.с ФИРЭ им В.А. Котельникова РАН

г. Фрязино Моск. Обл., пл. Введенского, 1.

т.служ. 8-496-56-5-2455

BR56

Котов В.М.

Подпись Котова В.М. удостоверяю:

Ученый Секретарь ФИРЭ

им. В.А. Котельникова РАН

д.ф.-м.н.



Чучева Г.В.