

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

доктора физико-математических наук, профессора Балакшия Владимира Ивановича
на диссертационную работу Купрейчика Максима Игоревича «Акустооптическое
взаимодействие в двуосных кристаллах», представленную на соискание учёной степени
кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.4. Радиофизика.

Диссертационная работа М.И. Купрейчика посвящена чрезвычайно актуальной проблеме – разработке и исследованию акустооптических приборов на основе двуосных кристаллов. Акустооптические устройства, в первую очередь такие как модуляторы, дефлекторы и фильтры, в настоящее время заняли почетное место среди приборов оптоэлектроники. Они серийно выпускаются многими фирмами мира и демонстрируются на научно-технических выставках. Однако все эти приборы изготавливаются на основе либо изотропных материалов, либо оптически одноосных кристаллов. Особый характер оптической и акустической анизотропии двуосных кристаллов дает основания для практической реализации принципиально новых вариантов взаимодействия света и ультразвука и, благодаря этому, получить лучшие характеристики для каждого конкретного устройства. Именно так и была сформулирована основная задача для диссертанта в начале его научной работы.

Работа М.И. Купрейчика выполнялась на кафедре физики колебаний физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова. Научными исследованиями он начал активно заниматься, ещё будучи студентом. Он сразу зарекомендовал себя трудолюбивым и ответственным студентом, способным разобраться в самых сложных вопросах современной физики. Хорошая подготовка по общим разделам физики, математики и компьютерным методам расчетов позволили М.И. Купрейчику активно включиться в научную работу.

Перед ним была поставлена новая для акустооптики задача исследования особенностей акустооптического взаимодействия в двуосных кристаллах. Им была создана оригинальная компьютерная программа, позволяющая рассчитывать все характеристики дифракционного спектра для произвольных срезов двуосных кристаллов, и выполнены комплексные исследования акустооптического эффекта, включающие расчет характеристик акустических волн, частотных зависимостей угла Брэгга, диапазонов акустооптического взаимодействия и передаточных функций. Наиболее интересные результаты получены при рассмотрении анизотропной дифракции света. Показано, что все характеристики анизотропной дифракции имеют существенные отличия от тех, что известны для одноосных кристаллов. Это открывает новые пути для создания акустооптических приборов с улучшенными характеристиками.

Изучена структура частотных зависимостей углов Брэгга в условиях одновременно широкополосной и широкоапертурной геометрии дифракции. Предложено использовать этот режим в перестраиваемых акустооптических линзах, а также специальных широкоапертурных дефлекторах, способных сканировать бездифракционные световые пучки. Установлено, что в плоскости оптических осей двуосного кристалла существует поляризационно-нечувствительная геометрия анизотропной дифракции. Обоснована возможность применения такой геометрии в модуляторах неполяризованного излучения.

Проведен детальный анализ характеристик различных режимов акустооптического рассеяния в двуосном кристалле йодноватой кислоты. Доказана возможность создания на его основе многофункциональных дефлекторов, способных сканировать как коллимированные, так и сфокусированные световые пучки. Установлено, что такие дефлекторы могут превосходить существующие аналоги не только по угловой апертуре, но и по диапазону углов сканирования.

Получено аналитическое решение задачи брэгговской дифракции света в акустическом поле, возбуждаемом фазированной решеткой пьезоэлектрических преобразователей (ФРП), на секции которой подаются электрические сигналы с линейно нарастающей фазой. Показано, что применением двухэлементной решетки можно понизить требования к точности изготовления акустооптической ячейки под широкоапертурный дефлектор до технологически приемлемого уровня порядка 0.3° . Кроме того, ФРП позволяет заметно расширить частотный диапазон такой ячейки.

Все научные результаты, полученные М.И. Купрейчиком за время обучения на физическом факультете и последующей работы на кафедре физики колебаний в качестве ассистента, имеют полностью оригинальный характер. Они вошли как важная часть отчетов научной группы по грантам РНФ, а также легли в основу 19 публикаций в рецензируемых российских и зарубежных журналах, представлялись на 33 российских и международных конференциях. Учебные и научные достижения диссертанта были отмечены на Доске почета физического факультета МГУ.

Считаю, что диссертационная работа М.И. Купрейчика «Акустооптическое взаимодействие в двуосных кристаллах» выполнена на высоком научном уровне и представляет собой законченное научное исследование, полностью соответствует специальности 1.3.4. Радиофизика и удовлетворяет требованиям «Положения о присуждении учёных степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова», предъявляемым к кандидатским диссертациям. Рекомендую диссертационную работу «Акустооптическое взаимодействие в двуосных кристаллах» Купрейчика Максима Игоревича к защите на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.4. Радиофизика.

Научный руководитель:

Балакший Владимир Иванович,
доктор физико-математических наук, профессор

Место работы и должность:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», физический факультет, кафедра физики колебаний, профессор

_____ В.И. Балакший
«19» ноября 2024 года

Адрес места работы:

119991, г. Москва, ГСП-1, Ленинские горы, д. 1, стр. 2
Телефон: +7 (495) 939-36-69
E-mail: balakshy@phys.msu.ru

Специальность, по которой научным руководителем защищена докторская диссертация:
01.04.03 — Радиофизика.

Подпись Балакшия Владимира Ивановича УДОСТОВЕРЯЮ:

Учёный секретарь учёного совета
физического факультета
МГУ имени М.В. Ломоносова,
доктор физико-математических наук, доцент

_____ С.Ю. Стремоухов