

Заключение

диссертационного совета Д 212.141.17, созданного на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 26 июня 2019 г. № 8

О присуждении Пятышеву Александру Юрьевича, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Комбинационная опалесценция в сегнетоэлектрических и гиротропных кристаллах» по специальности 01.04.07 — Физика конденсированного состояния принята к защите 24.04.2019 г. (протокол заседания № 4) диссертационным советом Д 212.141.17, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 105005, г. Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1, приказ № 105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель Пятышев Александр Юрьевич, 1991 года рождения.

В 2014 году соискатель окончил с отличием федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана». В 2018 году окончил очную аспирантуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия. В настоящее время соискатель работает в должности инженера 2 категории НПК-20 Акционерного общества «Научно-производственное предприятие «Исток» имени А. И. Шокина» Государственной корпорации «Ростех».

Диссертация выполнена на кафедре физики научно-учебного комплекса «Фундаментальные науки» ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук Горелик Владимир Семенович, профессор, ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», профессор кафедры физики научно-учебного комплекса «Фундаментальные науки».

Официальные оппоненты:

Авакянц Лев Павлович – доктор физико-математических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова», профессор кафедры общей физики Отделения экспериментальной и теоретической физики Физического факультета;

Мелик-Шахназаров Владимир Алексеевич – доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник, Лаборатория Космического материаловедения ИК РАН – филиал федерального государственного учреждения «Федеральный научно-исследовательский центр «Кристаллография и фотоника» Российской академии наук, ведущий научный сотрудник лаборатории роста кристаллов

дали положительные отзывы на диссертацию.

В то же время официальные оппоненты сделали ряд критических замечаний, на которые соискатель ученой степени Пятышев А.Ю. дал убедительные разъяснения.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Научный центр волоконной оптики Российской академии наук, Москва, в своем положительном отзыве, подписанном Плотниченко Виктором Геннадиевичем, доктором физико-математических наук, профессором, ведущим научным сотрудником, Колташевым Василием Васильевичем, кандидатом физико-математических наук, старшим научным сотрудником, Машинским Валерием Михайловичем, кандидатом физико-математических наук, ученым сек-

ретарем и утвержденном Семеновым Сергеем Львовичем, доктором физико-математических наук, директором, указала, что диссертационная работа Пятышева А.Ю. посвящена решению одной из фундаментальных задач физики конденсированного состояния: исследованию фотон-фононного взаимодействия электромагнитных волн в кристаллах, имеющих аномалии физических свойств. Необходимость такого рода исследований связана с тем, что диэлектрические кристаллы широко применяются в акусто- и оптоэлектронике. Диссертация Пятышева А.Ю., по мнению ведущей организации, является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на высоком уровне, в которой на основе проведенных автором исследований получены количественные данные о закономерностях возрастания интенсивности комбинационного рассеяния света в сегнетоэлектрических и гиротропных кристаллах при различных условиях возбуждения. Результаты диссертации могут найти применение при изучении фазовых переходов в поликристаллических образцах и представляют интерес для создания источников терагерцового электромагнитного излучения.

Критические замечания, высказанные в отзыве ведущей организации, Пятышев А.Ю. подробно прокомментировал.

Соискатель имеет 16 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 16 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 11 работ, из которых 11 – в журналах, индексируемых в международных базах Web of Science или Scopus. Общий объем опубликованных работ по теме диссертации 6,01 п.л., из которых 3,02 п.л. принадлежат лично соискателю. Требования п.п. 11 и 13 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемые к публикации основных научных результатов диссертации, выполняются. Требования, установленные п. 14 действующего Положения о присуждении ученых степеней, соблюдаются. Сведения об опубликованных работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации, достоверны.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Горелик В.С., Пятышев А.Ю., Крылов А.С. Комбинационное рассеяние света в области фазового перехода в кристаллах нитрита натрия // ФТТ.

2016. Т. 58. № 1. С. 163-169.

2. Горелик В.С., Пятышев А.Ю., Сидоров Н.В. Фотолюминесценция ниобата лития, легированного медью // ФТТ. 2018. Т. 60. № 5. С. 904-908.
3. Фотолюминесценция нитрита натрия при ультрафиолетовом возбуждении / А. Ю. Пятышев [и др.] // Неорганические материалы. 2017. Т. 53. № 1. С. 49-53.
4. Горелик В.С., Пятышев А.Ю. Комбинационное рассеяние света на эффективной мягкой моде в кристаллах ниобата лития // Известия РАН. Серия физическая. 2018. Т. 82. № 3. С. 344-349.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от: **Казаряна М. А.**, доктора физико-математических наук, ведущего научного сотрудника Отделения Оптики ФГБУН «Физический институт им. П.Н. Лебедева Российской академии наук»; **Командина Г. А.**, доктора физико-математических наук, ведущего научного сотрудника лаборатории «Лаборатория субмиллиметровой диэлектрической спектроскопии» ФГБУН «Институт общей физики им. А. М. Прохорова Российской академии наук»; **Константиновой А. Ф.**, доктора физико-математических наук, главного научного сотрудника лаборатории кристаллооптики Института Кристаллографии им. А.В. Шубникова ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН и **Головиной Т. Г.** кандидата физико-математических наук, научного сотрудника лаборатории кристаллооптики Института Кристаллографии им. А.В. Шубникова ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН; **Кордо М. Н.**, кандидата физико-математических наук, ведущего инженера Научно исследовательской лаборатории комплексных исследований свойств и паспортизации конструкционных керамических, стеклообразных и стеклопластиковых материалов (Лаборатория 13) АО «ОНПП «Технология» им. А. Г. Ромашина»; **Кудрявцевой А. Д.**, кандидата физико-математических наук, ведущего научного сотрудника лаборатории «Когерентная оптика» ФГБУН «Физический институт им. П.Н. Лебедева Российской академии наук».

Все отзывы положительные. В качестве замечаний отмечено, что в автореферате диссертации на странице 11 не приведена ссылка на данные о ширине центрального пика, полученные методом неупругого рассеяния нейтронов и следует разъяснить, что конкретно, именно в физическом смысле, взаимодействует с мягкой модой в модели двух связанных осцилляторов (Командин Г. А.).

Не понятно, какова связь между исследуемых эффектов комбинационной опалесценции с сегнетоэлектричеством, не упоминается, каким образом исследуемые явления связаны с гиротропией кристаллов, в тексте автореферата диссертации не указаны классы симметрии исследуемых кристаллов, отсутствует список цитируемой литературы (Константинова А.Ф. и Головина Т.Г.). В автореферате диссертации не указана природа нефундаментального осциллятора, при взаимодействии с которым мягкой моды возникает центральный пик (Кордо М.Н.).

На все критические вопросы, содержащиеся в отзывах на автореферат диссертации, Пятышев А.Ю. дал аргументированные ответы.

В отзывах сделан вывод о том, что диссертация Пятышева Александра Юрьевича отвечает требованиям, предъявляемым ВАК Минобрнауки РФ к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

Выбор официальных оппонентов обоснован тем, что они являются компетентными специалистами в области физики конденсированного состояния. Выбор ведущей организации обусловлен тем, что ФГБУН Научный центр волоконной оптики Российской академии наук выполняет фундаментальные и прикладные исследования по широкому спектру проблем современной оптики и смежным областям. Одним из результатов исследований являются технологии получения специальных волоконных световодов, оптимизированных для конкретных применений, и различные устройства на их основе. НЦВО РАН - ведущий научный центр в области волоконной оптики в России и один из мировых лидеров, известный целым рядом пионерских работ по технологии волоконных световодов, волоконным лазерам и усилителям, физике нелинейных эффектов в световодах.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана методика анализа изочастотных температурных зависимостей комбинационного рассеяния света, позволившая наблюдать резкие изменения спектральной интенсивности комбинационного рассеяния вблизи температуры фазового перехода в кристаллах кварца, нитрита натрия, ниобата лития и гер-

маната свинца, связанные с размягчением оптических колебаний кристаллической решётки и соответствующие решёточной комбинационной опалесценции. На основе использования метода изочастотных температурных зависимостей получены значения критических индексов, характеризующие структурные фазовые переходы, и получено удовлетворительное согласие наблюдаемых изочастотных температурных зависимостей с развитой теорией;

предложены экспериментальные схемы для наблюдения спектров резонансной экситонной комбинационной опалесценции в кристаллах нитрита натрия и ниобата лития, легированного медью, в которых присутствовали многочисленные фононные повторения, соответствующие полносимметричному деформационному колебанию молекул NO_2 с частотой 829 см^{-1} в нитрите натрия и полносимметричным модам $2A_1(z)$ и $3A_1(z)$ в кристаллах ниобата лития. Для наблюдения многофононной вынужденной комбинационной опалесценции предложено использовать монокристалл нитрата бария, характеризующийся присутствием высокодобротной полносимметричной моды с частотой 1047 см^{-1} , и высокоинтенсивный (до 1 ТВт/см^2) пикосекундный лазер на алюмоиттриевом гранате с частотой следования 100 Гц со средней мощностью до 1 Вт ;

доказано, что присутствие центрального пика вблизи точки фазовых переходов в кристаллах кварца, германата свинца и нитрита натрия объясняется на основе модели двух связанных осцилляторов, один из которых соответствует мягкой моде, ответственной за структурную неустойчивость кристалла, а другой – флуктуации фононной плотности;

введены новые модельные представления для количественного описания структурных фазовых переходов на основе расчёта критических индексов из экспериментальных данных по изочастотным температурным зависимостям.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказано, что возрастание спектральной интенсивности наблюдаемых изочастотных температурных зависимостей комбинационного рассеяния вблизи температуры фазового перехода в сегнетоэлектрических и гиротропных кристаллах обусловлено наличием мягкой фононной моды;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использованы методы динамики кристаллических решёток и теория структурных фазовых пе-

переходов в сегнетоэлектрических и гиротропных кристаллах;

изложены доказательства того, что с уменьшением сдвига фиксированной частоты спектрометра относительно частоты возбуждающей линии при приближении температуры кристалла к точке фазового перехода спектральная интенсивность комбинационного рассеяния резко возрастает;

раскрыто влияние длины волны возбуждающего излучения на характеристики спектров комбинационного рассеяния в сегнетоэлектрических кристаллах нитрата натрия и ниобата лития с примесями;

изучен механизм генерации линейки лазерных частот в нелинейно-оптическом кристалле нитрата бария при импульсно-периодическом лазерном возбуждении ультракороткими импульсами видимой и инфракрасной областей спектра;

проведено уточнение представлений о физическом механизме вынужденной комбинационной опалесценции в кристаллах при возрастании интенсивности возбуждающего излучения.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны методы определения температуры структурных фазовых переходов в диэлектрических кристаллах, которые согласуются с данными, полученными из диэлектрических и рентгеноструктурных измерений;

определены критические индексы, характеризующие динамику структурных фазовых переходов в кристаллах кварца, ниобата лития и германата свинца;

создана модель двух связанных осцилляторов, объясняющая наблюдаемое на эксперименте возникновение интенсивного центрального пика в области фазовых переходов в сегнетоэлектрических и гиротропных кристаллах;

представлены результаты сопоставления теоретических и экспериментальных изочастотных температурных зависимостей вблизи точек структурных фазовых переходов в кристаллах кварца, ниобата лития и германата свинца.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

все теоретические положения и полученные результаты расчетов согласуются с опубликованными теоретическими и экспериментальными данными, зарекомендовавшими себя в научном мире как наиболее достоверные;

идеи базируются на обобщении большого количества литературных данных и результатах, полученных различными, взаимно дополняющими методами;

использовано сравнение полученных результатов с экспериментальными данными других авторов (Axe J.D., Hong H., Hosea T.J., Scott J.F., Porto S.P.S., Зверев П.Г., Сидоров Н.В., Сметанин С.Н., Суровцев Н.В.);

установлено количественное совпадение полученных в работе результатов с независимыми экспериментальными данными;

использованы современные методы обработки полученных результатов, соответствующие целям и задачам исследований.

Личный вклад соискателя состоит в: разработке представленных в диссертации моделей и их анализе, получении экспериментальных и теоретических результатов по исследованию фотон-фононного взаимодействия в сегнетоэлектрических и гиротропных кристаллах, сравнении результатов расчётов с экспериментальными данными, проведении анализа возможности использования полученных результатов исследований в практических приложениях, а также подготовке материалов к опубликованию.

Диссертационная работа соответствует пункту 4 паспорта научной специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

Диссертационным советом сделан вывод о том, что диссертационная работа Пятышева Александра Юрьевича «Комбинационная опалесценция в сегнетоэлектрических и гиротропных кристаллах» соответствует критериям, установленным п.п. 9 и 10 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г. Она является самостоятельной завершённой научно-квалификационной работой, в которой содержится решение важной для физики конденсированного состояния научной задачи, связанной с установлением физических закономерностей взаимодействия электромагнитного излучения с конденсированным веществом. Диссертация Пятышева А. Ю. обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и свидетельствуют о личном вкладе автора в науку. Предложенные Пятышевым А.Ю. решения аргументированы и оценены по сравнению с другими известными решениями.

На заседании 26 июня 2019 года диссертационный совет принял решение присудить Пятышеву А. Ю. ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 15 докторов наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 16, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель

диссертационного совета

Коржавый Алексей Пантелеевич

Ученый секретарь

диссертационного совета

Лоскутов Сергей Александрович

Дата оформления Заключения 26 июня 2019 года