

УТВЕРЖДАЮ

Директор Федерального государственного
бюджетного учреждения науки Научного
центра волоконной оптики Российской
академии наук

_____ д. ф.-м. н., С. Л. Семенов

«21» мая 2019 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации Федерального государственного бюджетного учреждения науки Научного центра волоконной оптики Российской академии наук (НЦВО РАН) на диссертацию Пятышева Александра Юрьевича «Комбинационная опалесценция в сегнетоэлектрических и гиротропных кристаллах», представленную на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния

Рассматриваемая диссертационная работа посвящена решению одной из фундаментальных задач физики конденсированного состояния: исследованию фотон-фононного взаимодействия электромагнитных волн в кристаллах, имеющих аномалии физических свойств. В частности, рассматривается эффект комбинационной опалесценции – резкого возрастания интенсивности комбинационного рассеяния при различных условиях наблюдения. Необходимость такого рода исследований связана с тем, что диэлектрические кристаллы широко применяются в акусто- и оптоэлектронике.

Во введении чётко обозначены актуальность и практическая значимость данного направления исследований, научная новизна диссертации, поставлена цель работы и приведены основные положения, выносимые на защиту.

Глава 1 посвящена обзору литературы по методам исследования опалесценции, комбинационного рассеяния и фазовых переходов в различных кристаллах, рассмотрены особенности, достоинства и недостатки каждого метода, и дан краткий анализ полученных результатов.

В методической части работы (в главе 2) представлены методы исследования и приведены подробные схемы экспериментальных установок, используемых в спектроскопии комбинационного рассеяния. Рассмотрены их достоинства и недостатки, выбраны наиболее оптимальные для решения поставленных в работе целей.

Глава 3 посвящена исследованию решеточной комбинационной опалесценции в кристаллах: α -кварца, нитрита натрия, ниобата лития, германата свинца, аминокислот L- и DL-тирозина. По каждому объекту исследований определены параметры элементарных ячеек, группы симметрии, характеры приводимых и неприводимых представлений, проведен теоретико-групповой анализ, что говорит о скрупулезности проделанной работы. Приведено также теоретическое описание фазовых переходов второго рода, позволившее вычислить критические индексы фазовых переходов в исследованных кристаллах на основе экспериментальных данных об изочастотных температурных зависимостях интенсивности комбинационного рассеяния. Предложена модель двух связанных осцилляторов, которая хорошо описывает поведение центрального пика в окрестностях точки фазового перехода второго рода в кристаллах.

В главах 4 и 5 приведены результаты исследований, посвященных экситонной комбинационной опалесценции в кристаллах нитрита натрия и легированного медью ниобата лития, а также многофононной вынужденной комбинационной опалесценции в нитрате бария.

Автором впервые получены важные научные результаты, среди которых отметим следующие:

1. Исследован предсказанный ранее эффект резкого возрастания изочастотной температурной зависимости спектральной интенсивности комбинационного рассеяния вблизи температуры фазовых переходов в сегнетоэлектрических и гиротропных кристаллах.

2. На основании установленных изочастотных температурных зависимостей впервые вычислены значения критических индексов для фазовых переходов в кристаллах кварца, ниобата лития и германата свинца.

3. Впервые предложено объяснение появления интенсивного центрального пика в точке фазового перехода в изочастотных температурных зависимостях спектральной интенсивности комбинационного рассеяния кристаллов кварца и германата свинца на основании модели двух связанных осцилляторов: мягкой моды и низкочастотного нефундаментального колебания. Получено согласие развитой теории с наблюдаемым эффектом квазиупругой опалесценции в этих кристаллах – резким ростом центрального пика рассеяния вблизи точки фазового перехода.

Отметим также большой объем проделанной аналитической работы. Развитые в диссертационной работе методы могут быть использованы при изучении фазовых переходов в поликристаллических образцах и представляют интерес для создания источников терагерцового электромагнитного излучения.

Вместе с тем необходимо привести некоторые замечания по оформлению диссертационной работы:

1. Текст первого абзаца введения на стр. 9 частично повторяет текст во втором абзаце на стр.10.

2. На странице 12 введения (первый абзац) отмечается, что до сих пор «... не было выявлено полярной мягкой моды $A_1(TO)$ -типа, ответственной за сегнетоэлектрический фазовый переход». Термин «ответственной» более правильно заменить на термин «характерной»

3. В главе 2 изложено несколько методик экспериментов для наблюдения комбинационной опалесценции. В то же время в диссертации название этой главы сформулировано как: «Методика эксперимента».

4. В пункте 3.5 приведены данные только об одной аминокислоте, хотя этот пункт назван: «Биологические объекты: аминокислоты».

5. Рисунки 3.27-3.31 и 4.3 разбиты на несколько подрисунков, расположенных на различных страницах, что сильно затрудняет их общее восприятие.

6. В главе 4 без каких-либо пояснений использован термин «*спектр опалесценции*», хотя в соответствующей статье (Фотолюминесценция ниобата лития, легированного медью. В.С. Горелик и др. // ФТТ, 2018, **60**, 5, 904-909) употребляется термин «*спектр фотолюминесценции*».

7. В главе 5: на странице 117 делается вывод о симметрии кристалла нитрата бария на основании рисунка 5.4: линию на длине волны $\lambda=532$ нм, приписывают удвоенной частоте накачки, а не 9-ой антистоксовой компоненте с привлечением численных расчетов. Но на этом же рисунке 8 предыдущих антистоксовых компонент не точно эквидистантны, и линия на 532 нм вполне умещается в разброс и может быть 9-ой антистоксовой компонентой или наложением 9-ой антистоксовой компоненты и удвоенной частоты накачки. Поэтому, нужны дополнительные исследования по этому вопросу.

8. В конце каждой главы отсутствует чёткая формулировка выводов о полученных результатах.

Отмеченные недостатки носят частный характер, не умаляют значимость и достоверность полученных автором результатов и не влияют на надежность и обоснованность общих выводов по диссертации.

Диссертация Пятышева Александра Юрьевича «Комбинационная опалесценция в сегнетоэлектрических и гиротропных кристаллах» является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на высоком научном уровне. На основе проведенных автором исследований получены

количественные данные о закономерностях возрастания интенсивности комбинационного рассеяния света в сегнетоэлектрических и гиротропных кристаллах при различных условиях возбуждения.

Все основные результаты работы опубликованы в одиннадцати научных статьях, опубликованных в изданиях из перечня ВАК, и докладывались на международных и всероссийских конференциях. Содержание диссертации достаточно подробно изложено в автореферате, который дает полное представление о диссертационной работе.

По актуальности, новизне, научной и практической значимости полученных результатов диссертационная работа Пятышева Александра Юрьевича «Комбинационная опалесценция в сегнетоэлектрических и гиротропных кристаллах» соответствует требованиям Положения о присуждении учёных степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г., предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук, а её автор, Пятышев Александр Юрьевич, заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния.

Отзыв на диссертацию рассмотрен и одобрен на заседании научного семинара Федерального государственного бюджетного учреждения науки Научного центра волоконной оптики Российской академии наук «21» мая 2019 г.

Почтовый адрес: 119991, Москва, ул. Вавилова, д. 38.

Телефон: +7 (499)-135-74-49.

Адрес электронной почты: post@fo.gpi.ru

Ведущий научный сотрудник НЦВО РАН,
д. ф.-м. н., профессор

В. Г. Плотниченко

Старший научный сотрудник НЦВО РАН,
к. ф.-м. н.

В. В. Колташев

Ученый секретарь НЦВО РАН,
к. ф.-м. н.

В. М. Машинский

21.05.2019 г.