

УТВЕРЖДАЮ

Директор ФНИЦ «Кристаллография и
фотоника» РАН

к.ф.-м.н.

О.А. Алексеева

« » марта 2021 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу Корепанова Виталия Игоревича «Размерные эффекты и количественный анализ спектров комбинационного рассеяния наночастиц и сред с локальным порядком», представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 05.27.01 — «Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и нанoeлектроника, приборы на квантовых эффектах».

Диссертация Корепанова В.И. направлена на обработку и количественный анализ экспериментальных данных в спектроскопии комбинационного рассеяния (КР). Спектроскопия КР является одним из наиболее эффективных и широко используемых в настоящее время инструментов характеристики полупроводников и диэлектриков.

В последнее время особое внимание привлекают наноразмерные частично разупорядоченные материалы, и новые возможности для создания метаматериалов с особыми свойствами вместе с тем они требуют новых подходов к методикам измерения и обработки спектров комбинационного рассеяния ввиду сложного характера этих спектров.

В этой связи докторская диссертация Корепанова В.И., посвященнаяTMразработке алгоритмов обработки и количественному анализу спектров комбинационного рассеяния наночастиц и сред с локальным порядком является весьма актуальной.

В работе проведено комплексное экспериментальное и теоретическое исследование применения спектроскопии КР к характеристике наноразмерных материалов. Во вводной главе обосновывается проблематика исследования и структура работы. Утверждается, что спектры наноразмерных материалов имеют три характерные особенности, обуславливающие структуры диссертации: (1) асимметричное уширение спектральных линий по сравнению с соответствующими кристаллами; (2) сильный фон, связанный с

люминесценцией; (3) форма линий несёт физически значимую информацию о характерном размере системы (степени локальной упорядоченности). Исходя из этого автором ставится цель построить физически согласованную систему количественного анализа КР-спектров низкоразмерных материалов, позволяющую извлекать информацию о масштабе локальной упорядоченности.

На основании большого объема проведенных экспериментальных и теоретических исследований и их анализа автором получен ряд новых результатов, среди которых наиболее интересными, на наш взгляд, являются следующие:

- * количественная модель, описывающая размерную зависимость спектров наноматериалов. Решение спорных моментов, связанных с физической согласованностью подхода и произвольностью используемых параметров, за счёт привлечения квантово-химических расчётов;
- * алгоритмически обоснованное разделение колебательных пиков и люминесценции;
- * ряд практических примеров применения КР спектроскопии к задачам характеристики наноразмерных материалов.

Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения и 1 приложения. Полный объём диссертации составляет 187 страниц, включая 73 рисунка и 6 таблиц. Список литературы содержит 266 наименований.

Полученные в работе результаты представляются достоверными, а выводы и основные положения, выносимые на защиту обоснованными. Это обеспечивается применением в работе современных экспериментальных и расчётных методик, подробно описанных во второй главе диссертации, привлечением для объяснения и анализа экспериментальных результатов современных физических моделей и квантовомеханических расчётов, воспроизводимостью полученных результатов и их соответствием известным литературным данным.

В первой главе представлен анализ текущего состояния исследований в количественном анализе КР спектров наноразмерных материалов. Изложены современные подходы к описанию спектров наночастиц, описаны проблемы и недостатки ранних версий модели локализованных фононов (МЛФ), обоснована проблематика дальнейшей работы в этой области.

В главе 2 описано предложенное автором решение существующих проблем описания локализации фононов. Обоснован выбор объектов тестирования модели. Приведены также детали экспериментальных и расчётных методик.

В третьей главе автор подробно описывает применение предложенных им подходов к описанию локализованных фононов в наноразмерных объектах, начиная со сравнения различных версий МЛФ и заканчивая локальной структурой в жидкой воде. Отдельным подразделом обсуждаются пределы применимости МЛФ. Также в этой главе автор предлагает алгоритм для разделения колебательных линий и люминесцентного фона в спектрах. В конце главы предложена асимметричная подгоночная функция и показано, что она хорошо описывает формы линий в спектрах с различным происхождением уширения.

В главе 4 автором получен большой объем экспериментальных данных, характеризующих эффективность разработанного автором подхода.

В частности 4.1- получены новые данные о спектрах комбинационного рассеяния наночастиц алмаза.

4.2 проведен эффективный анализ с убедительной интерпретацией спектров комбинационного рассеяния sp^2 углерода.

4.3 проведены исследования текстурированных плёнок нитрида алюминия (AlN) где впервые в мире сопоставляются спектры КР и пьезоэлектрические характеристики пленок.

4.4 проведены исследования и интерпретация колебательных спектров и отнесение структуры двумерных сопряжённых полифталоцианинов.

Работа Корепанова В.И. не свободна от недостатков.

(1) В диссертации не обсуждается обратная задача для описания локализации фононов, а именно установление формы и размера кристаллитов по экспериментальным спектрам;

(2) Автор не обсуждает подробно сравнение всех существующих моделей количественного анализа КР-спектров наночастиц, в частности модели локализованных фононов и прямой диагонализации динамической матрицы.

(3) Не обсуждает возможности создаваемые перестраиваемыми структурами при внешних воздействиях.

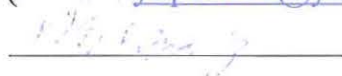
Отмеченные выше недостатки не меняют общую положительную оценку работы. Полученные в работе новые результаты являются экспериментально обоснованными и согласуются с модельными представлениями. Диссертация В.И. Корепанова является законченной научно-исследовательской квалификационной работой. Достоверность результатов и обоснованность выводов не вызывают сомнений. Полученные данные могут быть использованы в работе лабораторий и научных центров, занимающихся наноматериалами и задачами их характеристики.

Основные результаты по теме диссертации изложены в 26 печатных изданиях, 19 из которых изданы в журналах, рекомендованных ВАК, 18 — в периодических научных журналах, индексируемых Web of Science и Scopus, 5 — в тезисах докладов авторитетных международных конференций).

Автореферат диссертации Корепанова Виталия Игоревича оформлен в соответствии с требованиями ВАК, написан четким и понятным языком. Автореферат дает достаточно полное представление о содержании диссертации, Текст диссертации содержит необходимые иллюстрации и отражает основные результаты работы. Диссертация по актуальности избранной темы, степени обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в работе, их достоверности и новизне соответствует критериям раздела II Положения о порядке присуждения ученых степеней, утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, ее автор Корепанов В.И. заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 05.27.01 – «Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и нанoeлектроника, приборы на квантовых эффектах».

Диссертация была рассмотрена на заседании Объединённого научного семинара Института кристаллографии им. А.В. Шубникова ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН (Протокол № 98 от 28.10.2020 г.).

Отзыв подготовили: главный научный сотрудник лаборатории ростовых технологий, синтеза и выращивания кристаллов Института кристаллографии им. А.В. Шубникова ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН, доктор физико-математических наук, (e-mail: yupisarev@yandex.ru, тел. +7(499)135-21-10)

 Писаревский Юрий Владимирович;

старший научный сотрудник лаборатории роста тонких пленок и неорганических наноструктур Института кристаллографии им. А.В. Шубникова ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН, доктор физико-математических наук, (e-mail: amuslimov@mail.ru, тел. +7(499)135-42-40)

 Муслимов Арсен Эмирбекович

Федеральное государственное учреждение «Федеральный научно-исследовательский центр «Кристаллография и фотоника» Российской академии наук» (ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН).

Адрес: 119333, г. Москва, Ленинский пр., 59. Тел.: +7(499)135-63-11
Оф. сайт: <http://www.kif.ras.ru>, E-mail: office@crys.ras.ru