

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

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

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 28 сентября 2016 г. № 20

О присуждении Митрошенкову Николаю Васильевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Рентгеновское исследование динамики кристаллической решётки тетраборидов редкоземельных элементов при температурах 5 – 300 К» по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния принята к защите 27 мая 2016 года, протокол № 13 диссертационным советом Д 212.141.17 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана» Министерства образования и науки Российской Федерации, 105005, г. Москва, ул. 2-ая Бауманская, 5, приказ № 105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель Митрошенков Николай Васильевич 1986 года рождения.

В 2009 году соискатель окончил государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского» и получил степень магистра образования по направлению «Физико-математическое образование».

С 2009 года по 2012 год соискатель обучался в аспирантуре в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского» по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

В настоящее время работает младшим научным сотрудником в Учебно-исследовательском центре «Брянская физическая лаборатория» при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского» Министерства образования и науки Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре экспериментальной и теоретической физики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского» Министерства образования и

науки Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор Новиков Владимир Васильевич, директор Учебно-исследовательского центра «Брянская физическая лаборатория» при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского».

Официальные оппоненты:

Шамрай Владимир Федорович – доктор физико-математических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук», заведующий лабораторией кристаллоструктурных исследований;

Васильев Валерий Петрович – доктор химических наук, Химический факультет федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», ведущий научный сотрудник кафедры физической химии дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники», г. Зеленоград, в своем положительном заключении, подписанном Громовым Дмитрием Геннадьевичем, доктором технических наук, профессором, главным научным сотрудником кафедры материалов функциональной электроники и утвержденном Гавриловым Сергеем Александровичем, доктором технических наук, профессором, проректором по научной работе, указала, что диссертационная работа Митрошенкова Н.В., посвященная актуальной проблеме современной физики конденсированного состояния – изучению теплового расширения и динамики решётки тетраборидов редкоземельных элементов в широком диапазоне низких температур, является востребованной как с научной, так и с практической точек зрения. Митрошенковым Н.В. проведён большой объём аналитической и расчётной работы, сделанные им выводы по результатам исследования обоснованы и подтверждаются независимыми исследованиями других авторов. Результаты диссертационного исследования рекомендованы для использования в исследованиях фундаментального и прикладного характера, проводимых в МГУ им. М.В. Ломоносова, МГТУ им. Н.Э. Баумана, МИФИ, Институте металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН, Физическом институте им. П.Н. Лебедева РАН, Институте физики твердого тела РАН и др.

Соискатель имеет 28 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 13 работ объемом 2,81 печатных листа, из которых на долю соискателя приходится 0,95 печатных листа, опубликованных работ в рецензируемых научных изданиях 6, все они входят в международные реферативные базы данных и

системы цитирования. 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. Heat capacity and thermal expansion of gadolinium tetraboride at low temperatures / V.V. Novikov, N.V. Mitroshenkov, A.V. Morozov, A.V. Matovnikov, D.V. Avdashchenko // J. Appl. Phys. 2012. V.111. P. 063907.
2. Новиков В.В., Митрошенко Н.В. Тепловое расширение тетраборида диспрозия // ФТТ. 2012. Т.53. С.1116–1119.
3. Peculiarities of the lattice thermal properties of rare-earth tetraborides / V.V. Novikov, N.V. Mitroshenkov, A.V. Matovnikov, D.V. Avdashchenko, S.V. Trubnickov, A.V. Morozov // J. Therm. Anal. Calorim. 2015. V.120. P. 1597-1602.
4. Novikov V.V., Mitroshenkov N.V., Matovnikov A.V. Peculiarities of electronic, phonon and magnon subsystems of lanthanum and samarium tetraborides // J. Alloys Compd. 2015. V. 646. P. 906–911.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от: **Олехновича Н.М.**, доктора физико-математических наук, профессора, академика НАН Беларуси, главного научного сотрудника лаборатории физики твердого тела Научно-практического центра НАН Беларуси по материаловедению, **Гурина В.Н.**, доктора химических наук, профессора, ведущего научного сотрудника отделения физики твердого тела ФГБУН «Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе» РАН; **Ревинского А.Ф.**, доктора физико-математических наук, профессора кафедры общей физики Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина; **Коноплина Н.А.**, кандидата физико-математических наук, доцента, декана факультета заочного образования ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А.Тимирязева»; **Абдиева С.**, кандидата технических наук, старшего научного сотрудника, инженера второй категории АО РКЦ «Прогресс» – Научно-производственное предприятие «Оптико-электронные комплексы и системы»; **Кузьмина А.В.**, кандидата физико-математических наук, заведующего лабораторией микроволновой радиометрии отдела «Исследования Земли из космоса» ФГБУН Институт космических исследований РАН.

Все отзывы положительные. В качестве замечаний отмечено, что: при практически полном охвате подгруппы тетраборидов тяжёлых РЗЭ в ходе исследования автор ограничился исследованием лишь двух тетраборидов лёгких

РЗЭ (La, Sm), по непонятной причине исключив из рассмотрения тетрабориды церия, празеодима, неодима. Определение схемы расщепления f-уровня РЗ-иона кристаллическим электрическим полем, используя только температурную зависимость теплоёмкости, не может быть корректным, так как практически одинаковые вклады Шоттки в теплоёмкость могут достигаться при различных вариантах основного и возбуждённых мультиплетов и величинах расщепления (Гурин В.Н.); к недостаткам работы следует отнести недостаточно широкий температурный интервал, в котором исследовались тепловые свойства тетраборидов РЗЭ. Автор ограничился температурами ниже комнатной. За пределами его внимания осталась практически важная область более высоких температур (Ревинский А.Ф.); несмотря на общий высокий уровень работы, в автореферате допущены отдельные небрежности. Так, в комментарии к формуле (1) приведены обозначения  $D$ ,  $E$  для дебаевской и эйнштейновской функций теплоёмкости, но в формуле (1) символ  $E$  отсутствует. На рисунке 2, изображающем температурные зависимости молярной изобарной теплоёмкости тетраборида лантана, лютеция и самария, имеются две вставки, одна из которых не прокомментирована. Описание закономерностей на рисунке 4 в действительности относится к рисунку 3. Очевидным недостатком работы является исследование свойств тетраборидов РЗЭ на порошкообразных образцах, тогда как большинство современных работ выполняются на монокристаллах (Коноплин Н.А.); значительный объем диссертационной работы касается исследований магнитных характеристик материалов, что никак не отражено в названии диссертации. В автореферате содержится лишь одно предложение о проведении контроля содержания посторонних фаз синтезированных образцов без какой-либо информации о результатах этого контроля (Абдиев С.); к недостатку работы следует отнести выполнение исследования на поликристаллах. При изучении монокристаллических образцов ценность результатов, несомненно, была бы значительно более высокой (Кузьмин А.В.);

В отзывах сделан вывод о том, что диссертационная работа Митрошенкова Николая Васильевича отвечает требованиям, предъявляемым ВАК 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 официальные оппоненты являются компетентными учеными в области физики конденсированного состояния (теоретическое и экспериментальное исследование физических свойств неорганических систем с использованием структурного анализа – Шамрай В.Ф., теоретическое и экспериментальное исследование термодинамических свойств и фазовых диаграмм неорганических материалов – Васильев В.П.).

Выбор ведущей организации обоснован тем, что сотрудники ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники» обладают высокой квалификацией в области физики конденсированного состояния, проводят широкий круг фундаментальных и прикладных исследований в области создания и изучения новых материалов.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

**разработан** метод совместного анализа экспериментальных данных теплового расширения и теплоёмкости тетраборидов редкоземельных элементов. В рамках метода разработана модель Дебая-Эйнштейна, позволяющая моделировать фоновые спектры тетраборидов РЗЭ, температурные изменения решёточных компонент теплоёмкости и теплового расширения;

**предложен** подход совместного рассмотрения аномалий теплоёмкости и теплового расширения тетраборидов РЗЭ, обусловленных переходами из парамагнитного в антиферромагнитное состояние;

**доказано**, что фоновые вклады в теплоёмкости и тепловые расширения тетраборидов редкоземельных элементов могут быть аппроксимированы комбинацией функций Дебая и Эйнштейна;

**введена** в научный обиход величина «энтропийный параметр порядка».

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

**доказано** наличие структурного перехода тетрагональной кристаллической решетки в орторомбическую для тетраборидов тербия и диспрозия;

**применительно к проблематике диссертации результативно** (эффективно, т.е. с получением обладающих новизной результатов) **использованы** комплекс калориметрических и рентгеновских исследований динамики решётки, итерационный численный метод анализа выявленных закономерностей в модели Дебая-Эйнштейна;

**изложены** аргументы, свидетельствующие об адекватности результатов анализа экспериментальных данных в модели Дебая-Эйнштейна;

**раскрыто** несоответствие между результатами традиционного подхода к анализу низкотемпературных данных о теплоёмкости и результатами комбинационного рассеивания;

**изучены** причинно-следственные связи между особенностями кристаллической структуры и состава боридов, с одной стороны, и аномалиями их тепловых свойств, с другой;

**проведена модернизация** алгоритма, обеспечивающего сходимость итерационного процесса при подборе параметров аппроксимирующих функций.

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

**разработана** технология получения экспериментальных образцов редкоземельных тетраборидов;

**определены** температурные изменения характеристик теплового расширения РЗ-тетраборидов, которые могут быть использованы при создании приборов на их основе;

**созданы** алгоритм и программа для аппроксимации решеточных составляющих теплоёмкости и теплового расширения;

**представлены** рекомендации для дальнейшего изучения свойств редкоземельных тетраборидов в области магнитных фазовых превращений.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

**результаты работы получены** на сертифицированном оборудовании, прокалбированном по образцовым веществам в соответствии с рекомендациями ВНИИФТРИ; установлена воспроизводимость результатов исследования;

**все теоретические** положения и модели согласуются с экспериментальными данными;

**идеи базируются** на анализе и обобщении экспериментальных данных большого набора веществ; данные получены различными, взаимно дополняющими методами;

**использованы** как собственные, так и литературные данные о динамике решетки тетраборидов;

**установлено** качественное и количественное совпадение авторских результатов с результатами, приведенными в отечественной и зарубежной научной литературе по тематике диссертации (Werheit Н., Филипов В., Шицевалова Н., Муратов В., Armbrüster М., Корсукова М.М. и др.);

**использованы** классические экспериментальные методики измерения теплоемкости, параметров решетки (метод Дебая-Шерера, адиабатическая калориметрия), позволяющие получать экспериментальные данные с высокой точностью и повторяемостью результатов.

Личный вклад соискателя состоит в следующем: при участии соискателя синтезированы и идентифицированы образцы РЗ-боридов; лично автором выполнены рентгеновские измерения параметров решётки боридов при 5-300К; автор участвовал в проведении калориметрических измерений; лично соискателем выполнены обработка и анализ полученных экспериментальных зависимостей, проведены все расчёты, сформулированы выводы и рекомендации. Диссертационная работа соответствует пунктам 1, 6, 7 паспорта научной специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

Диссертационным советом сделан вывод о том, что диссертационная работа Митрошенкова Николая Васильевича «Рентгеновское исследование динамики кристаллической решётки тетраборидов редкоземельных элементов при температурах 5 – 300 К» 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 завершенной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение важной для физики конденсированного состояния научной задачи, связанной с установлением физических закономерностей поведения тетраборидов РЗЭ при температурах 5-300 К. Диссертация Митрошенкова Н.В. обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и свидетельствует о личном вкладе автора в науку.

На заседании 28 сентября 2016 года диссертационный совет принял решение присудить Митрошенкову Н.В. ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 17 докторов наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния, участвовавших в заседании, из 21 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 18, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель

диссертационного совета

Коржавый Алексей Пантелеевич

Ученый секретарь

диссертационного совета

Лоскутов Сергей Александрович

Дата оформления Заключения 28 сентября 2016 года