

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ЮФУ01.01,
созданного на базе федерального государственного автономного
образовательного учреждения высшего образования
«Южный федеральный университет» по диссертации на соискание
ученой степени кандидата наук

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета «22» июля 2019 г., протокол №5

О присуждении **Серебренникову** Дмитрию Александровичу, гражданину Российской Федерации, учёной степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация **«Динамические, термодинамические и оптические свойства каркасно-кластерных систем и функциональных материалов на их основе»** по специальности 01.04.15 – «физика и технология наноструктур, атомная и молекулярная физика» принята к защите 17.05.2019, протокол № 3, диссертационным советом ЮФУ01.01 на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южный федеральный университет» в соответствии с приказами № 8-ОД от 01.02.2019 и № 69-ОД от 05.07.2019г.

Соискатель, **Серебренников** Дмитрий Александрович, 1990 года рождения, в 2013 году окончил физический факультет федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Балтийский федеральный университет им. И. Канта», в 2017 году окончил аспирантуру того же университета по специальности 01.04.07 – «радиофизика».

Соискатель работает в должности младшего научного сотрудника лаборатории сильнокоррелированных электронных систем научно-образовательного центра «Функциональные наноматериалы» Института физико-математических наук и информационных технологий федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Балтийский федеральный университет им. И. Канта».

Диссертация выполнена в лаборатории сильнокоррелированных электронных систем научно-образовательного центра «Функциональные наноматериалы» Института физико-математических наук и информационных технологий федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Балтийский федеральный университет им. И. Канта».

Научный руководитель – кандидат физико-математических наук, **Клементьев** Евгений Станиславович; федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Балтийский федеральный университет им. И.

Канта», научно-образовательный центр «Функциональные наноматериалы», лаборатория сильнокоррелированных электронных систем, заведующий.

Официальные оппоненты:

1) **Менушенков** Алексей Павлович - доктор физико-математических наук, профессор; Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», и.о. заведующего кафедрой физики твердого тела и наносистем;

2) **Бугаев** Арам Лусегенович - кандидат физико-математических наук; Южный федеральный университет, старший научный сотрудник Международного исследовательского института интеллектуальных материалов

дали **положительные отзывы** на диссертацию.

Соискатель имеет 21 научную публикацию, в том числе, по теме диссертации – 17 работ, из которых – 4 опубликованы в рецензируемых научных изданиях, входящих в базы данных международных индексов научного цитирования Scopus и Web of Science, 13 – тезисов докладов. Общий объем публикаций 2,53 п.л., из которых 1,82 п.л. принадлежит лично соискателю.

Наиболее значимые работы:

A1. **Serebrennikov D.A.** Analysis of the crystal lattice instability for cage-cluster systems using the superatom model / **D.A. Serebrennikov**, E.S. Clementyev, P.A. Alekseev // JETP. – 2016. - V. 3. - PP. 452-460.

A2. **Serebrennikov D.** Optical performance of materials for X-ray refractive optics in the energy range 8-100 keV / **D. Serebrennikov**, E. Clementyev, A. Semenov, A. Snigirev // J. Synchr. Rad. – 2016. - V. 23. - PP. 1315-1322.

A3. **Serebrennikov D.A.** Simple superatom model for lattice dynamics of dodecaborides RB₁₂ (R = Zr, Yb, Lu) / **D.A. Serebrennikov**, E.S. Clementyev, P.A. Alekseev // J. of Alloys and Compounds. – 2017 - V. 726 - PP. 323-329.

A4. **Serebrennikov D.A.** Analysis of anomalous negative magnetic contribution to thermal expansion in Sm_{0.80}B₆ and pseudobinary compounds Sm_{1-x}La_xB₆ (x = 0, 0.10, 0.22, 0.50) / **D.A. Serebrennikov**, E.S. Clementyev, P.A. Alekseev // J. of Magnetism and Magnetic Materials. – 2019. – V. 470. - PP. 131-134.

На автореферат диссертации поступило 6 отзывов, все они **положительные**. Три из них, отмечая высокую научную новизну и актуальность работы, содержат некоторые замечания:

1. к.ф.-м.н. Дудчик Ю.В. (НИИПФП им. А.Н. Севченко БГУ, г. Минск): «В четвертой главе используется непонятный термин «оптическая производительность», который имеет смысл или заменить на другой, или раскрыть значение термина.», «Автор правильно указывает на то, что для фотонов с энергией выше 25 кэВ бериллий уже не является наилучшим материалом для элементов преломляющей оптики. Например, показано, что перспективными являются алмаз и нитрид бора. Имело бы смысл проанализировать эту проблему немного шире и не останавли-

ваться только на функциональных материалах.....»;

2. к.ф.-м.н. Лазуков В.Н. (НИЦ «Курчатовский институт», г. Москва): «В разделе, посвященном расчетам рентгено-оптических свойств каркасно-кластерных систем, остается не понятным критерий выбора соединений для изучения.», «По ходу изложения полученных результатов в автореферате отсутствуют ссылки на работы самого автора.»;

3. д.ф.-м.н. Паршин П.П. (НИЦ «Курчатовский институт», г. Москва): «По логике вещей можно было бы ожидать, что в рамках МС будут хорошо описываться не только акустические ветви, но и низколежащие оптические, в которых суператома кластеров бора как целое совершают колебания относительно атомов металла. К сожалению, в автореферате об этом ничего не сказано.», «Из текста не ясно, какой физический вывод делает автор из рассмотрения КТР (коэффициента теплового расширения) системы $\text{Sm}_{1-x}\text{La}_x\text{B}_6$ в рамках модели Аптекаря-Понятовского.», «Представляется не вполне оправданным сравнение расчетов низкочастотной акустической динамики ККС, выполненных по МС, с расчетами в рамках моделей Эйнштейна (стр. 12) и Дебая (стр. 13). Модель гармонического осциллятора вообще не пригодна для описания акустических ветвей колебаний. Модель Дебая, которая описывает колебания упругого континуума, в реальных кристаллах хорошо работает только в пределе длинноволновых фононов.».

Выбор официальных оппонентов обосновывается тем, что Менушенков А.П. является признанным специалистом по экспериментальным исследованиям структуры и физических свойств конденсированных сред рентгеновскими методами, а Бугаев А.Л. – специалист в области теоретического и экспериментального исследования локальной геометрии и электронной структуры наноструктурированных материалов.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований разработана новая феноменологическая концепция «суператома», позволяющая моделировать и анализировать низкоэнергетическую динамику каркасно-кластерных соединений; доказана динамическая нестабильность кристаллической решетки систем DyB_6 , GdB_6 и TbB_6 в семействе направлений $\{110\}$ и $\{111\}$ и установлены причины отсутствия данной нестабильности в гексаборидах начала ряда лантаноидов; предложены модели, позволяющие небольшим числом феноменологических параметров описывать отрицательный вклад в коэффициент теплового расширения каркасно-кластерных систем на основе 4f-элементов с промежуточной валентностью; предложены каркасно-кластерные соединения $\beta\text{-BN}$ и

С (в кристаллической фазе алмаза), а также MoB_2 (или Mo_2B_5) и B_4C для использования в качестве высокоэффективных функциональных материалов преломляющих рентгеновских линз и многослойных рентгеновских зеркал соответственно.

Теоретическая значимость разработанной концепции «суператома» обоснована тем, что модель может быть использована для описания низкочастотной динамики кристаллической решетки любой каркасно-кластерной системы с наличием иерархии масс и/или взаимодействий. **Применительно к проблематике** диссертации эффективно **использован** аппарат теории квазичастиц для описания возбуждений и аномалий динамики кристаллической решетки каркасно-кластерных систем, **использован** подход Борна фон Кармана для определения силовых констант межатомного взаимодействия; **раскрыты** причины аномального смягчения продольных акустических фононов в системах DyB_6 , GdB_6 , TbB_6 и установлена закономерность, заключающаяся в постепенном понижении степени взаимодействия между подрешетками атомов бора и редкоземельных элементов в гексаборидах 4f-элементов по мере движения по 4f-ряду; **использован** аппарат теории феноменологических моделей Вейсса и Аптекаря-Понятовского для описания отрицательного теплового расширения промежуточно-валентных систем $\text{Sm}_{0.80}\text{B}_6$ и $\text{Sm}_{1-x}\text{La}_x\text{B}_6$ ($x=0, 0.10, 0.22, 0.50$); **проведена модернизация** расчетов оптимальных материалов для преломляющих рентгеновских линз и многослойных рентгеновских зеркал, а именно, в расчеты были включены перспективные бинарные каркасно-кластерные соединения, потенциально способные повысить эффективность перечисленных оптических устройств.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что **создана** модель бинарных композитных инваров (материалов с нулевым тепловым расширением в рабочем диапазоне температур) на основе каркасно-кластерных соединений с промежуточной валентностью, характеризующихся отрицательным тепловым расширением. Автором получен патент на изобретение №2676537 с названием «Композитный материал с инварными свойствами». Данная разработка может быть **внедрена** в такие отрасли как приборостроение, радиоэлектроника, авиационная и ракетно-космическая промышленность, криогенная техника. Также рассчитаны оптические свойства перспективных каркасно-кластерных систем, таких как $\beta\text{-BN}$ и С (в кристаллической фазе алмаза), MoB_2 (или Mo_2B_5) и B_4C , и **определена** высокая эффективность преломляющих рентгеновских линз и многослойных рентгеновских зеркал, выполненных на их основе.

Оценка достоверности результатов исследования выявила: результаты экспе-

риментальных работ получены на современном сертифицированном оборудовании экспериментальной станции ID06 в ESRF (Гренобль, Франция) и спектрометре PIN-2PI в ОИЯИ (Дубна, Россия); в работе также **использованы** опубликованные ранее в научной периодике экспериментальные данные, достоверность которых не вызывает сомнений; **идея** «суператома» **базируется** на анализе большого объема теоретической и экспериментальной информации, детальном изучении кристаллографических данных; в работе **использованы** известные теоретические подходы, современные программные пакеты для моделирования динамики кристаллической решетки, проверенные методики сбора и обработки экспериментальной информации; **установлено** количественное и качественное совпадение части авторских результатов расчетов и моделирования с известными научными фактами и результатами опубликованных ранее экспериментальных работ.

Личный вклад соискателя состоит в его непосредственном участии на всех этапах исследования: он лично принимал участие в проведении экспериментальных работ, обработке полученных данных, проведении модельных расчетов; автор лично участвовал в подготовке основных публикаций по теме диссертации и апробации результатов исследования.

На заседании 22 июля 2019 года диссертационный совет принял решение признать Серебренникову Д.А. учёную степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 8 человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 11 человек, входящих в состав совета (дополнительных членов не вводилось), проголосовали: за – «8», против – «нет», недействительных бюллетеней «нет».

Председатель
диссертационного совета

Учёный секретарь
диссертационного совета
23.07.2019



Солдатов Александр Владимирович

Подковырина Юлия Сергеевна