

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.076.02 НА БАЗЕ  
ФГБОУ ВПО «КАБАРДИНО-БАЛКАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Х.М. БЕРБЕКОВА», МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И  
НАУКИ РФ ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ  
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 17.12.2014 г. № 2

О присуждении Садыкову Хизиру Амировичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук

Диссертация «Фазообразование и связи состав – структура – свойства в сегнетоактивных материалах на основе ниобатов натрия и феррита висмута» по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния принята к защите 16.10.2014 г., протокол № 2 диссертационным советом Д 212.076.02 на базе ФГБОУ ВПО «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова» Министерства образования и науки РФ, 360004, г. Нальчик, ул. Чернышевского, 173, созданного приказом № 714/нк от 02.11.2012 г.

Соискатель Садыков Хизир Амирович, 1986 года рождения, в 2009 г. окончил ФГБОУ ВПО «Чеченский государственный университет», в 2013 году окончил аспирантуру ФГАОУ ВПО «Южный федеральный университет» по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния, работает научным сотрудником отдела интеллектуальных материалов и нанотехнологий Научно-исследовательского института ФГАОУ ВПО «Южный федеральный университет».

Диссертация выполнена в отделе активных материалов Научно-исследовательского института физики ФГАОУ ВПО «Южный федеральный университет».

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор Резниченко Лариса Андреевна, ФГАОУ ВПО «Южный федеральный университет», отдел интеллектуальных материалов и нанотехнологий Научно-исследовательского института, заведующая отделом активных материалов.

Официальные оппоненты:

1. Лунин Леонид Сергеевич, заслуженный деятель науки РФ, доктор физико-математических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) им. М.И. Платова», заведующий кафедрой «Нанотехнология в электронике».
2. Гаджиев Гаджи Гамзаевич, кандидат физико-математических наук, ФГБУН "Институт физики им. Х.И. Амирханова" Дагестанского научного центра РАН, ведущий научный сотрудник, дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация ФГБОУ ВПО «Тверской государственный университет» (г. Тверь) в своем положительном заключении, подписанном заведующим кафедрой физики сегнето- и пьезоэлектриков, доктором физико-математических наук, доцентом Солнышкиным Александром Валентиновичем и секретарем кафедры Черешневой Надеждой Никифоровной, указала, что «...диссертационная работа Садыкова Х.А. на тему: «Фазообразование и связи состав – структура – свойства в сегнетоактивных материалах на основе ниобатов натрия и феррита висмута» является законченной научно-квалификационной работой, в которой успешно решена задача установления закономерностей фазообразования и формирования корреляционных связей между кристаллографическими характеристиками структуры, зерненным строением и макрооткликами твердых растворов (ТР) на основе НЦМ,  $\text{BiFeO}_3$ . Автор работы – Садыков Хизир Амирович – несомненно, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния».

Соискатель имеет 10 опубликованных работ по теме диссертации, из них в рецензируемых научных изданиях – 6, выдан один патент на изобретение. Соискателем опубликовано 3 работы в материалах международных конференций и симпозиумов, Авторский вклад составляет 83 %. Общий объем научных изданий 3,63 п.л.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Пат. 2498959 Российской Федерации, МПК С04В/ Резниченко Л.А., Вербенко И.А., Садыков Х.А., Дудкина С.И., Павленко А.В., Андрюшин К.П.; заявитель и



патентообладатель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Южный федеральный университет" (RU). 2011145119; заявл. 09.11.2011, опубл. 20.11.2013, Бюл. 32. – 6 с. (из перечня ВАК)

2. Резниченко, Л.А. "Эко"-дизайн функциональных материалов и метаматериалов в рамках пятого и шестого технологических укладов / Л.А. Резниченко, И.А. Вербенко, Х.А. Садыков, М.В. Таланов // Экология промышленного производства. – 2012. – № 3. – С. 1–11 (из перечня ВАК).

3. Садыков, Х.А. Влияние ионов переходных 3d-металлов на формирование электрофизических свойств поликристаллических материалов на основе ниобатов щелочных металлов / Х.А. Садыков, И.А. Вербенко, Л.А. Шилкина, С.И. Дудкина, А.Г. Абубакаров, Л.А. Резниченко // Известия РАН. Серия физическая. – 2013. – Т. 77. – № 9. – С. 1253–1255 (из перечня ВАК).

4. Садыков, Х.А. Исследование возможностей повышения термической устойчивости мультиферроика  $\text{BiFeO}_3$  путем варьирования катионного состава / Х.А. Садыков, И.А. Вербенко, Л.А. Резниченко, А.Г. Абубакаров, Л.А. Шилкина, О.Н. Разумовская, С.И. Дудкина // Конструкции из композиционных материалов. – 2013. – № 2. – С. 50–57 (из перечня ВАК).

5. Садыков, Х.А. Особенности синтеза и спекания экологически безопасных материалов с участием ниобатов натрия и меди / Х.А. Садыков, И.А. Вербенко, Л.А. Резниченко, А.Г. Абубакаров, Л.А. Шилкина // Экология промышленного производства. – 2013. – № 2. – С. 44–49 (из перечня ВАК).

6. Садыков, Х.А. Эффекты простого и комбинированного модифицирования ниобатных материалов, не содержащих токсичные элементы / Х.А. Садыков, Л.А. Резниченко, И.А. Вербенко, С.И. Шевцова, А.В. Павленко, Л.А. Шилкина // Конструкции из композиционных материалов. – 2013. – № 3. – С. 45–55 (из перечня ВАК).

7. Садыков, Х.А. Особенности диэлектрических спектров ниобатных материалов, модифицированных оксидами марганца и меди / Х.А. Садыков, И.А. Вербенко, Л.А. Резниченко, Л.А. Шилкина, А.Г. Абубакаров // Известия РАН. Серия физическая. – 2013. – Т. 77. – № 9. – С. 1281–1282 (из перечня ВАК).



8. Садыков, Х.А. Фазы, микроструктура, диэлектрические и пьезоэлектрические свойства твердых растворов системы  $\text{NaNbO}_3 - \text{CuNb}_2\text{O}_6$ , приготовленных из  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  различных квалификаций / Х.А. Садыков, Л.А. Резниченко, Л.А. Шилкина, И.А. Вербенко, С.И. Дудкина, Г.М. Константинов, Е.Ю. Гаврилова // Труды II Международного молодежного симпозиума «Физика бессвинцовых пьезоактивных материалов. (Анализ современного состояния и перспективы развития)» («LFPM–2013»), г. Ростов-на-Дону – г. Б. Сочи. – 2013. – С. 164–183.
9. Садыков, Х.А. Высокотемпературные исследования экологически чистых сегнетомагнитных материалов на основе феррита висмута / Х.А. Садыков, Л.А. Шилкина, И.А. Вербенко, Л.А. Резниченко // Сб-к докл. IV Международного экологического конгресса и Инновационного форума молодых ученых «YOUNG ELPIIT» (VI международная научно-техническая конференция, III международный российско-итальянский семинар «Новое в инженерной экологии и безопасности») «Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов», г. Тольятти. – 2013. – С. 228–233.
10. Садыков, Х.А. Получение, структура, микроструктура и диэлектрические спектры феррита висмута, модифицированного оксидными соединениями d-элементов / Х.А. Садыков, Л.А. Резниченко, И.А. Вербенко, Л.А. Шилкина, С.И. Дудкина, К.П. Андриюшин, С.А. Симоненко, Г.М. Константинов // Труды II Международного молодежного симпозиума «Физика бессвинцовых пьезоактивных материалов. (Анализ современного состояния и перспективы развития)» («LFPM–2013»), г. Ростов-на-Дону – г. Б. Сочи. 2013. – С. 184–195.

На диссертацию и автореферат поступили пять отзыва. Все отзывы положительные.

Отзыв поступил от д-ра физ.-мат. наук, проф. кафедры физики Института строительных технологий и материалов ФГБОУ ВПО «Ростовский государственный строительный университет» А.Н. Павлова. В отзыве замечаний нет.

Отзыв поступил от канд. физ.-мат. наук, доцента кафедры радиофизики ФГБОУ ВПО «Томский государственный университет» В.И. Суслева. В отзыве имеются замечания: «...В целом грамотно написанном тексте встречаются досадные погрешности оформления, например: «проницаемостьк» (стр. 7); десятичные



дробь разделяются с целой частью в некоторых местах запятыми (стр. 10), в других точками (стр. 11). На рисунке 4 приведены температурные зависимости относительной диэлектрической проницаемости твердых растворов системы  $(1-x)\text{NaNbO}_3 - x/2\text{CuNb}_2\text{O}_6$ , измеренные на разных частотах. На рисунке показано направление изменения частоты, а в тексте указан диапазон изменения, но не указаны конкретные частоты каждой зависимости или шаг, с которым производилось изменение частоты».

Отзыв поступил от д-ра физ.-мат. наук, проф. кафедры технической физики ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет» А.В. Турика. В отзыве замечаний нет.

Отзыв поступил от д-ра техн. наук, ведущего научного сотрудника ФГБУН «Институт проблем комплексного освоения недр РАН» И.Ж. Бунина. В отзыве имеются замечания: «1. Автором в автореферате недостаточно четко сформулированы идея и научное значение работы. 2. В качестве замечания автору можно высказать пожелание – в дальнейших исследованиях с целью получения не только качественных, но и количественных данных о сложной, неупорядоченной структуре исследуемых материалов (границы зерен, субструктура, поверхность разрушения) использовать современные методы фрактального анализа и мультифрактальной параметризации, что позволит установить новые скрытые закономерности процесса формирования структуры и свойств перспективных материалов».

Отзыв поступил от д-ра физ.-мат. наук, доц. кафедры общей физики ФГБОУ ВПО «Чеченский государственный университет» З.С. Умхаевой. В отзыве замечаний нет.

Во всех отзывах на автореферат отмечается, что диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям ВАК РФ, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что:

– официальные оппоненты являются компетентными специалистами в области физики конденсированного состояния вещества, теоретического и экспери-

ментального изучения физической природы свойств кислородно-октаэдрических соединений в зависимости от их химического состава и внешних воздействий, экспериментального исследования физических свойств многокомпонентных систем различной природы, а также компетентны в создании физических основ серийных технологии получения материалов с заданными свойствами;

– ведущая организация ФГБОУ ВПО «Тверской государственный университет» является широко известным научно-образовательным учреждением, специализирующимся, в том числе, на решении задач в области исследований и разработки сегнетопъезоэлектрических и мультиферроидных материалов на основе сложнооксидных соединений и твердых растворов.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

**разработана** новая научная идея и экспериментальные методы, позволяющие выявить качественно новые закономерности фазообразования и формирования связей состав–структура–свойства в сегнетоактивных материалах на основе ниобата натрия и феррита висмута;

**предложены** оптимальные условия приготовления образцов изучаемых объектов;

**доказано**, что:

– в формировании фазовых состояний, диэлектрических, пьезоэлектрических, сегнетоэластических свойств анализируемых твердых растворов системы  $(1-x)\text{NaNbO}_3-x/2\text{CuNb}_2\text{O}_6$  критическую роль играет термодинамическая предыстория, с которой связано образование сложных пространственно-неоднородных сред;

– рост механической добротности и пьезочувствительности на фоне снижения диэлектрических проницаемостей, диэлектрических потерь и электропроводности в модифицированных оксидами Cu, Ni, Mn керамиках на основе ниобатов натрия обусловлен образованием анионодефицитных и анионоизбыточных твердых растворов повышенной сегнетожесткости.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

**доказано**, что определяющую роль в формировании макрооткликов твердых растворов изучаемых систем на основе ниобатов натрия и феррита висмута играют условия их фазообразования;



применительно к проблематике диссертации использован комплекс экспериментальных методик измерения диэлектрических, пьезоэлектрических, сегнетоэластических свойств твердых растворов систем с участием ниобата натрия и феррита висмута;

**изложены** доказательства существования корреляционной связи состав–структура–свойства в сегнетоактивных материалах на основе модельных соединений ниобата натрия и феррита висмута;

**раскрыты** пути направленного изменения физических свойств рассматриваемых твердых растворов вариацией условий их фазообразования, в том числе, путем модифицирования;

**изучены** связи наблюдаемых явлений формирования макрооткликов систем с кристаллографическими особенностями структуры рассматриваемых твердых растворов;

**проведена модернизация** экспериментальных установок поляризации керамик, обеспечивающая получение новых результатов по теме диссертации.

Значение полученных соискателем результатов исследования сегнетоактивных материалов на основе ниобатов натрия и феррита висмута для практики заключается в том, что:

**разработаны и внедрены:**

– сегнетопьезокерамический материал на основе системы  $(\text{Na}, \text{Li})\text{NbO}_3$ , модифицированный оксидом марганца, характеризующийся средним значением относительной диэлектрической проницаемости ( $\epsilon_{33}^T/\epsilon_0 \sim 121$ ), достаточно высокими пьезомодулем ( $d_{33} \sim 45$  пКл/Н), пьезочувствительностью ( $g_{33} \sim 42$  мВ·м/Н), коэффициентом электромеханической связи ( $K_p \sim 0.19$ ), высокой механической добротностью ( $Q_m \sim 516$ ), и скоростью звука ( $V_1^E \sim 5.8$  Км/с), (патент № 2498959 по заявке от 09.11.2011 (приоритет). МПК С04В 35/495 (2006.01). Опубликовано 20.11.2013. Бюл. № 32;

– методики, аттестованные ГСССД Рос. н-т. центра информации по стандартизации, метрологии и оценке соответствия (ФГУП «Стандартинформ», г. Москва); в том числе,

- определения реверсивной нелинейности относительной диэлектрической про-

нищаемости многофункциональных материалов в интервале температур (300 ÷ 450) К, частот электрического поля ( $10^2 \div 10^5$ ) Гц и напряженностей постоянного смещающего электрического поля (0 ÷ 30) кВ/см // Аттестат № 199 от 16.05.2012 г. № ГСССД МЭ 199 – 2012 ФГУП «Стандартинформ»;

- экспериментального определения магнитодиэлектрического эффекта различных многофункциональных мультиферроидных материалов в интервалах температур (300 ÷ 750) К и частот ( $1 \div 2 \cdot 10^6$ ) Гц // Аттестат № 200 от 16.05.2012. № ГСССД МЭ 200 – 2012 ФГУП «Стандартинформ»;

**определены** перспективные области практического использования разработанных материалов для создания среднечастотных радиоэлектронных устройств, работающих в режиме приема;

**создана** система рекомендаций по использованию твердых растворов систем для новых материалов;

**представлены** рекомендации по совершенствованию разработанных материалов путем их модифицирования комбинированными добавками.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что результаты получены с применением комплекса взаимодополняющих современных апробированных экспериментальных методов и метрологически аттестованной измерительной аппаратуры, используя образцы для выявления степени воспроизводимости результатов измерений в разных условиях;

**установлено**, что полученные экспериментальные данные качественно согласуются с известными в литературе, когда такое сравнение обосновано;

**использованы** современные методы сбора и обработки исходной информации относительно физических свойств композиций с участием ниобата натрия и феррита висмута; научно обоснован выбор объектов исследования.

Личный вклад соискателя состоит в определении задач, решаемых в работе; сборе и обобщении библиографических сведений по теме диссертации; разработке и создании методик; в проведении измерений диэлектрических, пьезоэлектрических, упругих, магнитодиэлектрических и других свойств объектов в условиях внешних воздействий и обработки экспериментальных данных; в компьютерном оформлении графического и текстового материала, подготовке и направлении в



печать статей по теме диссертации.

На заседании 17.12.2014 г. диссертационный совет принял решение присудить Садыкову Хизиру Амировичу ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 11 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 25 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 18, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель диссертационного совета Д.212.076.02

д-р физ.-мат. наук, профессор



Х.Б. Хоконов

Ученый секретарь диссертационного совета Д.212.076.02

д-р физ.-мат. наук, профессор

А.А. Ахкубеков

19.12.2014 г.