

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.320.04,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ "КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ"
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело N _____
решение диссертационного совета от 30 января 2025 г. № 2

О присуждении Александровой Инге Андреевне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата химических наук.

Диссертация «Межфазные взаимодействия в оксидных гетерогенных мультиферроичных системах как критерий эффективности магнитоэлектрического преобразования» по специальности 1.4.1. Неорганическая химия (химические науки) принята к защите 18 ноября 2024 г., протокол № 14, диссертационным советом 24.2.320.04, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кубанский государственный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 350040, г. Краснодар, ул. Ставропольская, д. 149, приказы о создании № 352/нк от 19.06.2014 г., об установлении полномочий №561/нк от 03.06.2021.

Соискатель, Александрова Инга Андреевна, 15 мая 1995 года рождения, в 2019 г. окончила специалитет ФГБОУ ВО «Южный федеральный университет» по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия, в 2023 году – аспирантуру ФГБОУ ВО «Южный федеральный университет» по направлению подготовки 04.06.01 Химические науки, профиль 02.00.01 Неорганическая химия. В настоящий момент работает ассистентом кафедры общей и неорганической химии ФГБОУ ВО «Южный федеральный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертационная работа выполнена на кафедре общей и неорганической химии ФГБОУ ВО «Южный федеральный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – Лисневская Инна Викторовна, доктор химических наук, доцент, заведующая кафедрой общей и неорганической химии ФГБОУ ВО «Южный федеральный университет».

Официальные оппоненты:

Гороховский Александр Владиленович – доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой «Химии и химической технологии материалов» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»;

Бузько Владимир Юрьевич – кандидат химических наук, доцент кафедры радиофизики и нанотехнологий федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кубанский государственный университет», дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова» (г. Новочеркасск), в своем положительном отзыве, подписанном Шабельской Ниной Петровной, доктором технических наук, доцентом, заведующим кафедрой «Экология и промышленная безопасность», указала, что диссертация Александровой И.А. соответствует требованиям п.п.9-11, 13, 14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 (со всеми последующими изменениями) и паспорту специальности 1.4.1. Неорганическая химия в пп. 1, 4, 5, а ее автор Александрова Инга Андреевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук.

Соискатель имеет 15 опубликованных работ по теме диссертации, из них 4 статьи в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ и индексируемых в базах данных Scopus и Web of Science, а также 11 тезисов докладов в материалах международных и всероссийских научных конференций. Недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах в диссертации отсутствуют. В публикациях соискателя рассмотрены особенности фазообразования в ходе синтеза гексаферрита свинца гель-методом и изучены свойства композиционной керамики на его основе [*Lisnevskaya I.V., Aleksandrova I.A. Gel synthesis of hexaferrites*

Pb_{1-x}La_xFe_{12-x}Zn_xO₁₉ and properties of multiferroic composite ceramics PZT–Pb_{1-x}La_xFe_{12-x}Zn_xO₁₉// Nanomaterials. - 2020. Vol. 10, I. 9. - P. 1-15.], получены и исследованы бессвинцовые магнитоэлектрические композиты на основе железо-иттриевого граната [*Lisnevskaya I.V., Aleksandrova I.A. Magnetoelectric composites of lead-free piezoelectrics and yttrium iron garnet: interfacial reactions and functional properties // Applied Physics A: Materials Science & Processing. - 2020. Vol. 126. I. 6.- P. 406.*] и модифицированного феррита никеля [*Lisnevskaya I.V. Lead-free multiferroic barium-calcium zirconate-titanate & doped nickel ferrite composites / Lisnevskaya I.V., Aleksandrova I.A., Savinov A.N. // Journal of Composites Science. -2023. - Vol. 7. I. 1.- P. 2.*], а также получена и исследована композиционная магнитоэлектрическая керамика на основе модифицированного феррита никеля и высокоэффективного Fe-содержащего сегнетоэлектрика [*Lisnevskaya, I. V. Fe-enriched two-phase multiferroic composites based on lead ferroniobate-titanate and modified nickel ferrite / Lisnevskaya, I. V, Aleksandrova, I. A., Reshetnikova, E. A., Davydova, A. A., Sheptun, I. G., Raevski, I. P., & Rusalev, Y. V. // Ceramics International. – 2024. Vol. 50. I. 10.- P. 17613-17623.*].

Основные результаты диссертационного исследования обсуждены на профильных конференциях международного и всероссийского уровней. Анализ литературных данных, экспериментальная часть выполнены соискателем самостоятельно, научная интерпретация результатов исследований проводилась совместно с научным руководителем. Все работы опубликованы в соавторстве.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы, все положительные, в ряде из них имеются замечания и вопросы о мотиве исследования большого количества бинарных систем, информации о фракционном составе керамических порошков и методике приготовления керамических смесей, обосновании выбора кремнийорганической добавки, погрешности измерений характеристик исследуемого материала от состава керамического композита и наличии синтаксических погрешностей (официальный оппонент д-р. хим. наук Гороховский А.В.); о причинах экстремального характера изменения величин $\Delta E/\Delta H$ и g_{33} в образцах, обосновании выбора температуры предварительного обжига порошков $Ba_{0.85}Ca_{0.15}Ti_{0.9}Zr_{0.1}O_3$ и $Pb(Fe_{0.5}Nb_{0.5})_{0.935}Ti_{0.065}O_3$, методах измерения плотности образцов композитов,

по оформлению диссертационной работы (ведущая организация); температуре прокаливания $\text{NiCo}_{0.02}\text{Cu}_{0.02}\text{Mn}_{0.1}\text{Fe}_{1.8}\text{O}_{4-d}$, методах определения наличия магнетита в допированном феррите никеля, влиянии рассогласования акустического импеданса между фазами частиц BCZT и NCCMF из-за прослоек диоксида кремния на низкие пьезоэлектрические свойства и эффективность МЭ преобразования композитов (официальный оппонент канд. хим. наук Бузько В.Ю.); о низких значениях МЭ коэффициента для исследуемых смесевых систем по сравнению со слоистыми МЭ структурами (д-р. физ.-мат. наук Бичурин М.И.); конкретных примерах применения полученных материалов (д-р. техн. наук Юрасов Ю.И.); примерах влияния межфазных взаимодействий или преимуществах разработанных композитов над аналогами, условиях измерения магнитоэлектрического коэффициента $\Delta E/\Delta H$ (д-р. хим. наук Алемасова А.С.); по оформлению текста автореферата (д-р. физ.-мат. наук Соловьев В.Г.).

Соискатель ответила на вопросы и замечания по диссертации и автореферату, сделанные ведущей организацией, официальными оппонентами и специалистами в данной области, привела собственную аргументацию полученных результатов, а также согласилась с рядом замечаний терминологического, стилистического и оформительского характера.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обоснован их высокой компетентностью в области неорганической химии, химии наноматериалов, физикохимии функциональных неорганических материалов с магнитными, пьезоэлектрическими и др. свойствами и гетерогенных композиционных оксидных систем на их основе и наличием профильных публикаций в высокорейтинговых научных изданиях. Ведущая организация удовлетворяет требованиям Положения о присуждении ученых степеней, а также широко известна своими достижениями в области химии ферритов и композитов на их основе, в её состав входят ученые, являющиеся специалистами по темам, смежным с темой защищаемой диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана и реализована на практике комплексная методология, обеспечивающая на основе анализа природы процессов межфазного взаимодействия и его влияния на свойства композитов получение

магнитоэлектрических композитов с высокой эффективностью магнитоэлектрического преобразования;

предложены алгоритмы получения ряда неорганических оксидных композитных керамик пьезоэлектрик-феррит, которые обладают высокоэффективными магнитоэлектрическими свойствами;

доказаны закономерности реализации магнитоэлектрического эффекта, заключающиеся в наблюдаемых корреляциях величин магнитоэлектрического коэффициента и других свойств композитов с состоянием межфазных границ, формирующихся в результате высокотемпературного обжига.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны:

- влияние природы и особенностей механизмов процессов, протекающих на межфазных границах, на электрофизические, магнитные и магнитоэлектрические свойства композитов и входящих в их состав индивидуальных фаз;

- состав продуктов межфазных взаимодействий и механизмы их формирования в не описанных ранее магнитоэлектрических композиционных материалах на основе оксидных магнетиков и пьезоэлектриков,

применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс современных методов исследования: рентгенофазовый анализ, гравиметрический анализ, микроструктурный анализ, комплекс электрофизических, диэлектрических, пьезоэлектрических, магнитных, магнитоэлектрических методов измерения, термогравиметрические исследования, дифференциальная сканирующая калориметрия, обеспечившие детальное изучение влияния межфазных взаимодействий на свойства композиционной керамики;

изложен комплексный подход к изучению процессов, протекающих на границах раздела фаз в двухфазных мультиферроичных системах на основе оксидных магнетиков и пьезоэлектриков в ходе высокотемпературного обжига, и обусловленной ими эффективности магнитоэлектрического преобразования и прочих свойств композитов;

раскрыта природа и механизмы межфазного взаимодействия, оказывающие ключевое влияние на электрофизические, диэлектрические,

пьезоэлектрические, магнитные, магнитоэлектрические свойства в каждом из типов изученных композитов;

изучена связь и взаимозависимость между процессами, происходящими на границах раздела фаз, и свойствами магнитоэлектрических керамик, проявляющаяся в синергетических и диссинергетических эффектах взаимного межфазного влияния, определены механизмы этого влияния;

проведена модернизация представлений о межфазных взаимодействиях в оксидных мультиферроичных системах и их механизмах, позволившая на основе имеющейся в литературе и полученной в настоящей работе новой информации о ранее не исследованных оксидных системах пьезоэлектрик – феррит выделить три принципиально различных типа систем, отличающихся друг от друга в плане состояния межфазных границ, сформированных в результате высокотемпературного обжига.

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

разработан комплекс химико-технологических мер, обеспечивающих получение магнитоэлектрических композиционных бессвинцовых и свинецсодержащих оксидных гетероструктур с высокой эффективностью магнитоэлектрического преобразования и улучшенными пьезохарактеристиками, перспективных для изготовления на их основе датчиков магнитных полей, что подтверждено актом испытаний в экспериментальном устройстве, разработанном в ООО «Галамедтех» (г. Ростов-на-Дону), а также двумя объектами ноу-хау;

определены направления и перспективы использования выявленных в работе высокоэффективных магнитоэлектрических композиций с заданными свойствами в качестве чувствительных элементов магнитоэлектрических преобразователей;

созданы методики синтеза прекурсоров и изготовления на их основе магнитоэлектрических композиционных керамик с заданными свойствами и высокой эффективностью магнитоэлектрического преобразования;

представлены рекомендации по оптимизации технологических регламентов получения композиционной керамики с наибольшей эффективностью магнитоэлектрического преобразования.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты получены на сертифицированном и поверенном оборудовании, с применением статистической обработки данных, показана воспроизводимость результатов исследования;

теория построена на известных представлениях о принципах конструирования и функциональных свойствах активных композитов;

идея базируется на анализе межфазных взаимодействий в гетерогенных системах, состоящих из пьезоэлектрической и магнитострикционной оксидных фаз различной природы;

использовано сравнение авторских данных с литературными, полученными ранее другими исследователями по рассматриваемой тематике;

установлено, что полученные в диссертационном исследовании результаты не противоречат данным, представленным в независимых источниках по данной тематике, и согласуются с результатами, полученными другими авторами.

Личный вклад соискателя состоит в обобщении литературных данных по тематике исследования, выполнении синтезов прекурсоров, изготовлении композиционной керамики, проведении рентгенофазовых исследований полученных материалов, измерении их диэлектрических, пьезоэлектрических и магнитоэлектрических параметров. Формулировка целей и задач исследования, интерпретация экспериментальных данных, систематизация результатов исследования и публикации выполнены в соавторстве с научным руководителем.

В ходе защиты диссертации высказаны критические замечания о способах передачи механической деформации в композите, влиянии ионов железа и лантаноидов на магнитный момент образцов, обрывочном виде петель магнитного гистерезиса (д-р хим. наук Буков Н.Н.); виде графика ТГА, влиянии способа синтеза на свойства феррита, выборе среды поляризации (д-р хим. наук Доценко В. В.); о причинах и характере изменения величин g_{33} и МЭ преобразования от состава композитов (д-р хим. наук Фалина И.В.); причинах выбора и влиянии кремнийсодержащей добавки, пористости керамических образцов (д-р хим. наук Шельдешов Н.В.); причинах выбора композиционных систем, итоговых выводах по диссертационному исследованию (д-р хим. наук Заболоцкий В.И.).

Соискатель, Александрова Инга Андреевна, ответила на критические замечания: пояснила природу передачи механической деформации в композите, влияние ионов на суммарную намагниченность, вид петель магнитного гистерезиса; дала объяснение экзотермическим эффектам на кривой ТГА, влиянию способа синтеза на свойства феррита, выбору органического растворителя; интерпретировала вид графиков зависимости величин g_{33} и МЭ преобразования от состава композитов; пояснила выбор кремнийсодержащей добавки и ее ожидаемое влияние на свойства композитов; изложила методику определения пористости образцов керамик; дала объяснение выбору объектов исследования и интерпретировала полученные результаты.

На заседании 30 января 2025 г. диссертационный совет принял решение: за выполнение важной научной задачи в области неорганической химии – комплексном изучении межфазных взаимодействий в двухфазных мультиферроичных свинецсодержащих и бессвинцовых системах, состоящих из высокоэффективных пьезоэлектрических и магнитоэлектрических оксидных фаз, и их электрофизических, диэлектрических, пьезоэлектрических, магнитных и магнитоэлектрических свойств для установления взаимосвязи с состоянием их межфазных границ, присудить Александровой Инге Андреевне ученую степень кандидата химических наук.


При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 11 человек, из них 4 доктора наук по специальности 1.4.1. Неорганическая химия, участвовавших в заседании, из 15 человек, входящих в состав совета, проголосовал: за – 11, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель
диссертационного совета

Ученый секретарь
диссертационного совета



 В.И. Заболоцкий

 С.А. Шкирская
30.01.2025