

ОТЗЫВ

о диссертации Раевской Светланы Игоревны «Влияние электрического и магнитного полей на свойства релаксоров и мультиферроиков на основе сложных оксидов $PbB'_nB''_mO_3$ семейства перовскита», представленной на соискание ею учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния

Диссертация Раевской Светланы Игоревны «**Влияние электрического и магнитного полей на свойства релаксоров и мультиферроиков на основе сложных оксидов $PbB'_nB''_mO_3$ семейства перовскита**» посвящена обобщению степени влияния электрического и магнитного полей, степени упорядочения катионов в B -подрешетке и методов изготовления объектов на основе сегнетоактивных сложных перовскитов $PbB'_nB''_mO_3$, обладающих релаксорными свойствами и их твёрдых растворов на их диэлектрическое поведение и температуры сегнетоэлектрических и магнитных фазовых переходов. Работа представляет собой законченное систематичное исследование, включающее в себя нахождение технологии получения керамик феррониобата и ферротанталата свинца, понижающей электропроводность образцов; определение возможности управления температурами сегнетоэлектрического и магнитного фазового переходов и свойствами релаксоров и мультиферроиков на основе сложных перовскитов $PbB'_nB''_mO_3$ путем воздействия электрическим или магнитным полями.

Развитие таких отраслей производства как приборы ультразвуковой медицинской диагностики, ультразвуковой дефектоскопии и гидроакустики, пьезотрансформаторов и пьезодвигателей, пироприемников, акустоэлектрических преобразователей, частотно–селективных устройств и других, приводит к росту требований к характеристикам материалов, применяемых в качестве рабочих тел данных устройств. В то же время, возможности создания новых функциональных материалов исчерпаны из-за практически полного использования существующих химических основ и способов их получения. С другой стороны, свойствами материалов можно управлять воздействием электрических и магнитных полей, а также изменяя степень упорядочения в процессе изготовления материала. Все вышесказанное свидетельствует об **актуальности** темы диссертации Раевской С.И.

Целью работы является установление характерных черт E, T -фазовых диаграмм релаксоров в сравнении с сегнетоэлектриками с четкими и размытыми фазовыми переходами и характерных черт фазовых x, T - диаграмм твёрдых растворов сложных перовскитов - мультиферроиков, обусловленных замещением катионов и композиционным упорядочением; выявление возможности управления температурами сегнетоэлектрических и магнитных фазовых переходов и свойствами релаксоров и мультиферроиков на основе сложных перовскитов $PbB_n'B_m''O_3$ и их твёрдых растворов с использованием электрического и магнитного полей, а также некоторых технологических приемов.

Достоверность и надежность полученных результатов подтверждается характеристиками использованной аппаратуры, применяемыми методами изготовления образцов и измерений, а также отсутствием противоречий полученных результатов с литературными данными. Вследствие этого, результаты работы можно считать достоверными, а сделанные на основе данных результатов выводы - обоснованными.

Полученные Раевской С. И. в диссертации результаты являются **новыми**. Впервые для сложных перовскитов $PbB_m'B_{1-m}''O_3$ установлена взаимосвязь степени упорядочения катионов B' и B'' с характером поведения диэлектрических параметров в районе структурных фазовых переходов; выявлено наличие на фазовой E, T - диаграмме релаксоров почти вертикальной границы в области температуры Фогеля–Фулчера; показана возможность за счет использования высокоэнергетической механоактивации значительного подавления частотной зависимости температуры максимума на температурной зависимости диэлектрической проницаемости у образцов керамики сложных перовскитов $PbB_m'B_{1-m}''O_3$.

Полученные результаты обладают высокой **практической значимостью**, заключающейся в нахождении возможности уменьшения проводимости керамики PFT и PFN, а также изменению свойств сегнетоэлектрической керамики за счет использования высокоэнергетической механоактивации.

Диссертация Раевской С. И. состоит из введения, шести разделов и заключения. Работа изложена на 193 страницах машинописного текста, включающего 114 рисунков, библиографию из 175 наименований и два приложения.

Во **введении** обоснована актуальность выполненных исследований, сформулированы цель и задачи работы, обоснован выбор объектов исследования, изложены положения, выносимые на защиту, отмечены их научная новизна, достоверность и практическая значимость, приведены сведения о публикациях автора и о его личном вкладе.

В **первом разделе** диссертации приведен обзор литературы, посвященный рассмотрению сегнетоэлектрических, релаксорных и магнитных свойств сложных перовскитов $\text{PbB}_n'\text{B}_m''\text{O}_3$. Автором рассмотрены как монокристаллические, так и поликристаллические (керамические) материалы.

Второй раздел диссертации посвящен краткому рассмотрению объектов и методов их исследования. Представлены технологии изготовления исследуемых образцов и методики их диагностики.

Основные результаты, полученные автором диссертации, представлены в **3 – 6 разделах** диссертации. Наиболее интересным и красивым результатом, на мой взгляд, является отмеченная выше взаимосвязь поведения диэлектрических параметров сложных перовскитов $\text{PbB}_m'\text{B}_{1-m}''\text{O}_3$ в районе структурных фазовых переходов со степенью упорядочения катионов B' и B'' . Так, при наличии дальнего порядка они ведут себя как сегнетоэлектрики или антисегнетоэлектрики с четким фазовым переходом; при локальном или ближнем порядке, как релаксоры, а для полностью разупорядоченных перовскитов наблюдаются слабо размытые максимумы на температурной зависимости диэлектрической проницаемости, температура которых не зависит от частоты.

В **третьем** разделе приведены результаты рассмотрения структуры, диэлектрических и магнитных свойств, как керамики, так и монокристаллов $\text{PbFe}_{1/2}\text{Nb}_{1/2}\text{O}_3$, $\text{PbFe}_{1/2}\text{Ta}_{1/2}\text{O}_3$ и $\text{PbFe}_{1/2}\text{Sb}_{1/2}\text{O}_3$ и их твердых растворов. На основании результатов данного раздела доказываются первое и второе защищаемые положения: связь гигантской частотно-зависимой магнитной восприимчивости $\text{PbFe}_{1/2}\text{Sb}_{1/2}\text{O}_3$ с высокой степенью упорядочения ионов железа, и изменение общепринятых представлений о характере фазового перехода составов $\text{PbFe}_{1/2}\text{Ta}_{1/2}\text{O}_3$ и $\text{PbFe}_{1/2}\text{Ta}_{1/2}\text{O}_3$.

Четвертый раздел посвящен описанию и анализу результатов исследования по влиянию электрического поля на диэлектрические (включая пьезоэлектрические и пьезоэлектрические характеристики) свойства моно- и поликристаллов $\text{PbB}_m'\text{B}_{1-m}''\text{O}_3$.

Большое внимание автор уделяет рассмотрению фазовых E , T – диаграмм и полевым зависимостям температур максимумов исследуемых диэлектрических параметров. Результаты раздела отражены в третьем и четвертом защищаемом научном положении: выделены характерные черты E , T – фазовых диаграмм релаксоров, и отражены критические зависимости пьезоэлектрических и пирозлектрических свойств от напряженности электрического поля для сегнетоэлектриков–релаксоров.

Диэлектрическую управляемость сложных перовскитов $\text{PbB}_m'\text{B}_{1-m}''\text{O}_3$ автор отдельно рассматривает в **пятом** разделе диссертации. Ею показано, что электрическое поле сильно влияет не только на температуру максимума диэлектрической проницаемости, но и на её значение в максимуме. Это является доказательством пятого защищаемого положения.

В **шестом** разделе рассмотрено влияние композиционного упорядочения на диэлектрические и магнитные свойства $\text{PbB}_m'\text{B}_{1-m}''\text{O}_3$. Представляется достаточно интересным введение добавок Li_2CO_3 для управления степенью дальнего порядка. Второй подход к увеличению порядка, используемый автором – это высокоэнергетическая механоактивация. Её применение в качестве метода управления температурой максимума на температурной зависимости диэлектрической проницаемости и степенью проявления релаксорных свойств отражено в шестом защищаемом положении.

«Сухой» остаток от подробного знакомства с диссертацией – автором проведено обобщение большого объема экспериментальных данных по разнообразным материалам, обладающих сегнетоэлектрическими, релаксорными и магнитными (мультиферроики) свойствами, с детальным анализом различных факторов (электрическое или магнитное поле, высокоупорядоченное состояние, соотношение компонент твердых растворов и др.), влияющих на температуру и характер (четкий, размытый или релаксорный) фазового перехода.

В **Заключении** автором приведены основные результаты и сформулированы выводы диссертационной работы.

В целом диссертация выполнена на высоком уровне, результаты и личный вклад автора не вызывают сомнений. Использованные методы соответствуют поставленным задачам.

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации.

Вместе с тем, диссертация не лишена *недостатков*.

Мое основное замечание по стилю изложения материала, который больше характерен для монографии, чем для докторской диссертации. Так, в литературном обзоре, автор «вперемешку» рассматривает чужие и свои работы. В основном содержании, при описании личных результатов, в подписях к рисункам слишком часто использована фраза «по результатам наших работ» а чьи же ещё результаты, как не свои автор диссертации должен в ней представлять? С другой стороны, по основному тексту диссертации также присутствуют обзорные данные. Все это, как и описание личного вклада с большим количеством фамилий растянутого на страницу, затрудняет понимание того, что сделано автором лично.

В конце диссертации представлено 88 авторских статей, но, к сожалению, не все они по теме диссертации, тогда как в авторском списке публикаций необходимо приводить только те работы, в которых отражены результаты представляемой к защите диссертации.

По существу работы у меня имеются следующие конкретные замечания:

1. При описании пьезоэлектрических исследований, автор отмечает, что для получения количественных значений пьезокоэффициента, пьезоотклик сравнивался с эталонным образцом ЦТС-19. Но пьезоэлектрический коэффициент является физическим свойством материала, а пьезоотклик в динамическом режиме зависит не только от его значения, но и от толщины и теплоемкости образца. При оценке приводимых в диссертации значений пьезокоэффициента, с «эталонном» сравнивался только пьезоотклик, или различие в толщинах и теплоемкости тоже учитывалось?

2. Из рис. 3.1 (рис.1 автореферата), представляющего зависимость удельного сопротивления от температуры спекания керамики PFN, следует, что образцы керамики PFN, легированной Li, спеченные при 1100 °С имеют удельное сопротивление в диапазоне $10^5 - 10^7$ Ом·см. Как такое возможно?

3. На рис. 3.21 автор отмечает стрелками 4 температуры и потом по тексту (стр. 84) утверждает, что им соответствуют аномалии на кривой, но незначительные перегибы имеются только в двух местах представленной зависимости! О каких аномалиях идет речь?

Перечисленные выше замечания не снижают общей положительной оценки диссертационной работы.

Диссертация Раевской Светланы Игоревны «Влияние электрического и магнитного полей на свойства релаксоров и мультиферроиков на основе сложных оксидов $PbB'_nB''_mO_3$ семейства перовскита», представленная на соискание ученой степени доктора физико-математических наук, является научно-квалификационной работой, выполненной на высоком научном уровне и соответствует критериям действующего Положения о порядке присуждения ученых степеней в ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук.

Диссертация соответствует Паспорту научной специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния (физико-математические науки) по направлениям 1, 2 и 3, а её автор – Раевская Светлана Игоревна – заслуживает присуждения ей искомой ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния.

20.11.2023

Я согласна на обработку моих персональных данных

Официальный оппонент:



Малышкина Ольга Витальевна

доктор физико-математических наук (специальность 01.04.07 Физика конденсированного состояния), профессор, профессор кафедры компьютерной безопасности и математических методов управления ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет».

Адрес места работы: 170002, г. Тверь, пер. Садовый, д. 35

E-mail: olga.malyshkina@mail.ru

Телефон: +7 9109381411

