

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Мойсы Максима Олеговича** «Кристаллическая, доменная структуры и сегнетоэлектрические свойства твердых растворов на основе ниобатов натрия, калия с мультиферроиком ферритом висмута», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 Физика конденсированного состояния.

Диссертационная работа Мойсы М.О. представляет собой комплексное экспериментальное и теоретическое исследование в области физики конденсированного состояния, направленное на решение актуальной проблемы создания экологически чистых (бессвинцовых) сегнетоэлектрических и мультиферроичных материалов с улучшенными функциональными свойствами. Объектами изучения выступили сложные трёхкомпонентные системы твёрдых растворов на основе ниобатов натрия и калия, легированных мультиферроиком ViFeO_3 или колумбитом CdNb_2O_6 .

Работа отличается системным подходом: от синтеза и оптимизации технологии получения высококачественной керамики до всестороннего изучения её кристаллической, доменной, зеренной структуры, диэлектрических, сегнетоэлектрических и магнитных свойств в широких диапазонах температур и внешних электрических полей. Поставленные цели и задачи полностью реализованы, что подтверждается сформулированными научными положениями, выносимыми на защиту.

Научная новизна работы заключается в том, что впервые проведена успешная оптимизация синтеза и детально исследованы структура и свойства двух перспективных трёхкомпонентных систем твёрдых растворов, что позволило установить фундаментальные корреляции «состав – термодинамическая предыстория – структура – свойства». Для исследуемых систем были построены фазовые диаграммы, выявлены области гомогенности, морфотропных переходов и структурных неустойчивостей. В частности, для системы $(1-x)(\text{Na}_{0.5}\text{K}_{0.5})\text{NbO}_3 - x\text{ViFeO}_3$ впервые установлено отсутствие непрерывного ряда твёрдых растворов, обнаружены два релаксационных процесса недебаевского типа в области высоких содержаний ViFeO_3 и идентифицирована их физическая природа. Теоретически и экспериментально исследованы доменные структуры и условия полной релаксации механических напряжений в гетерофазных системах на основе ниобатов, а также определены оптимальные объёмные концентрации доменов. Кроме того, методом Прейзаха впервые проанализированы процессы доменного переключения в разработанной сегнетокерамике, что позволило получить информацию о её сегнетожестких характеристиках.

Практическая значимость работы ярко выражена и заключается в том, что установленные фундаментальные закономерности «состав-структура-свойства» служат научной основой для целенаправленного дизайна новых мультифункциональных материалов, предназначенных для применения в электронике, пьезотехнике и медицинской технике, работающей в экстремальных условиях. Непосредственное значение для технологии промышленного производства имеет разработанный и запатентованный (патент № 2767817 С1) состав засыпки для спекания сегнетокерамики.

Достоверность научных результатов и выводов представляется высокой и обоснована применением комплекса современных взаимодополняющих методов исследования (рентгеноструктурный анализ, растровая электронная микроскопия, диэлектрическая спектроскопия и др.), использованием сертифицированного и метрологически поверенного оборудования, а также проведением исследований на большом количестве образцов с воспроизводимостью результатов. Глубокая математическая обработка данных с привлечением современных физических моделей (Гавриляка-Негами, Диссадо-Хилла, Прейзаха) и теоретических расчётов, а также широкая апробация результатов на международных конференциях и публикация в высокорейтинговых рецензируемых журналах (Q1-Q4 в Scopus и

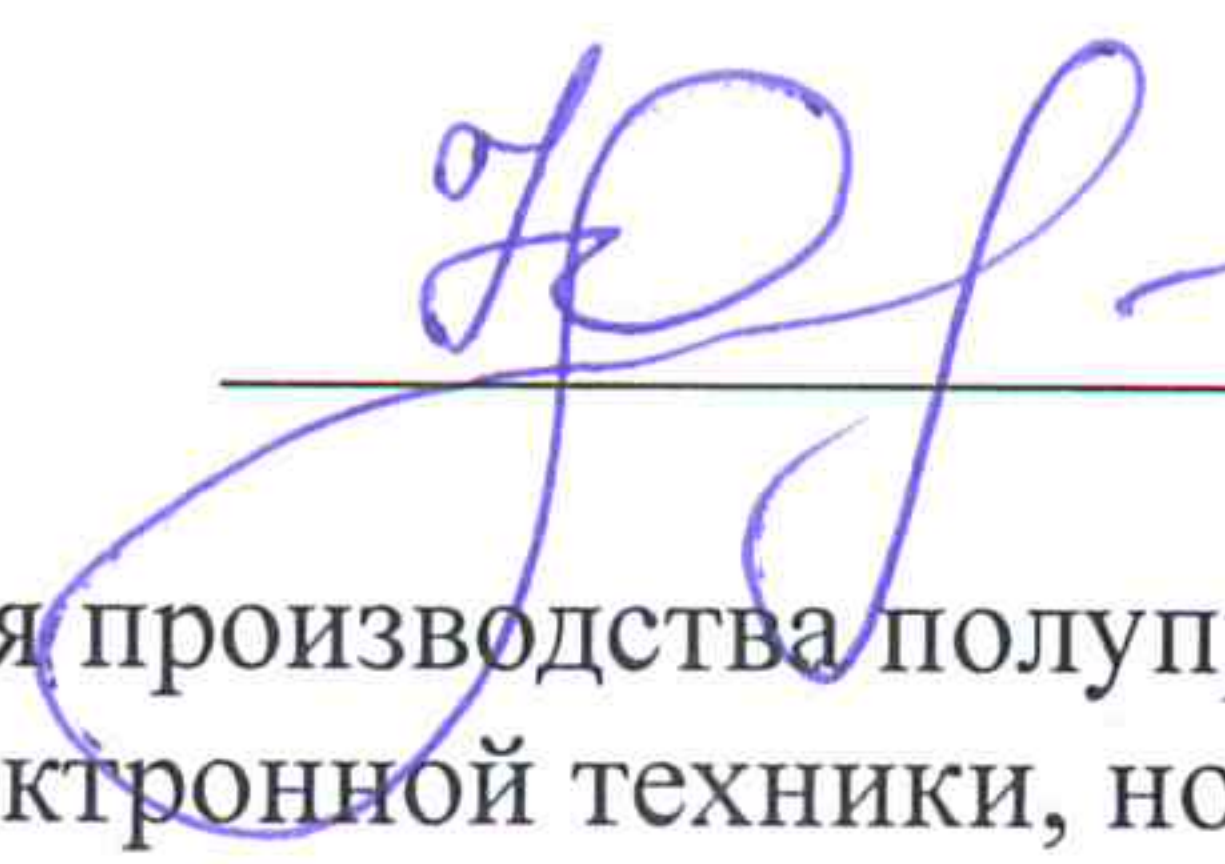
Несмотря на высокий уровень выполненного исследования, его потенциал может быть усилен за счет ряда перспективных направлений. Для наиболее перспективных составов, особенно в области морфотропных переходов, крайне ценно было бы провести прямое измерение пьезоэлектрических коэффициентов (например, пьезомодуля d_{33}), что является ключевым параметром для оценки их практической применимости в пьезопреобразователях. Кроме того, количественная характеристика мультиферроичных свойств и доказательство магнитоэлектрической связи требуют измерения петли магнитного гистерезиса (M-H) для композиций с высоким содержанием BiFeO_3 . Наконец, расширение исследований микроструктуры с применением просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ) позволило бы получить детальную информацию о доменной структуре на наноуровне и непосредственно визуализировать границы раздела фаз и кластеры, упомянутые в работе.

Отмеченные рекомендации по дальнейшему развитию исследования никоим образом не умаляют его высокой научной ценности, не ставят под сомнение достоверность полученных результатов и не влияют на обоснованность основных выводов диссертационной работы. Отмеченные рекомендации по дальнейшему развитию исследования никоим образом не умаляют его высокой научной ценности, не ставят под сомнение достоверность полученных результатов и не влияют на обоснованность основных выводов диссертационной работы.

Основные научные положения и выводы обоснованы, достоверны и имеют практическую и научную значимость. В публикациях с достаточной полнотой отражены основные результаты диссертационной работы. Автореферат корректно отражает содержание диссертации. Из автореферата можно заключить, что диссертация «Кристаллическая, доменная структуры и сегнетоэлектрические свойства твердых растворов на основе ниобатов натрия, калия с мультиферроиком ферритом висмута» является завершенной научно-квалификационной работой, которая выполнена на высоком научном уровне и соответствует требованиям, предусмотренным пунктами 2.1 - 2.4, предъявленным к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук действующего «Положения о присуждении ученых степеней в ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», утвержденного Приказом № 66-ОД от 29.03.2025», а ее автор – Мойса Максим Олегович – заслуживает присуждения ему искомой ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 Физика конденсированного состояния.

Согласен на обработку моих персональных данных

17.10.2025 2


Юрасов Юрий Игоревич
доктор технических наук
(05.27.06 – Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники, новая классификация 2.2.3),
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«Федеральный исследовательский центр Южный научный центр Российской академии наук»
(ЮНЦ РАН)

Заместитель директора ЮНЦ РАН по научной работе,
(344006, г. Ростов-на-Дону, пр. Чехова, 41,
тел. 8(863)250-98-14)
yurcomp@ya.ru

Подпись д.т.н. Ю.И. Юрасова
заверяю

Ученый секретарь ЮНЦ РАН, к.б.н.



Н.И. Бульшева