

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Ушакова Андрея Дмитриевича на тему: «Исследование эволюции доменной структуры при переключении поляризации кристаллов семейства многоосного релаксорного сегнетоэлектрика магниониобата-титаната свинца», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния

(ФГБУН Институт автоматизации и электрометрии СО РАН, 630090, г. Новосибирск, проспект Академика Колтуга, д. 1)

Диссертационное исследование Ушакова Андрея Дмитриевича посвящено актуальной научной проблеме, которая заключается в недостаточности информации об особенностях эволюции доменной структуры при переключении поляризации кристаллов семейства многоосного релаксорного сегнетоэлектрика магниониобата-титаната свинца (PMN-PT). Это, в свою очередь, затрудняет понимание процесса создания в данных кристаллах стабильных доменных структур заданной геометрии.

Актуальность данного исследования обусловлена широким применением кристаллов PMN-PT в качестве основных материалов пьезоэлектрических двигателей и ультразвуковых преобразователей из-за его высокого пьезоэлектрического коэффициента и подтверждается поддержкой данного исследования в рамках государственного задания Министерства образования и науки РФ и Российским фондом фундаментальных исследований.

Научная новизна диссертации состоит в том, что для исследования эволюции доменной структуры в кристаллах семейства PMN-PT автором используется комбинированная методика *in situ* оптической визуализации и регистрации тока переключения. В результате проведенного исследования в монокристаллических образцах PMN-PT тетрагональной и ромбоэдрической фаз впервые выявлены конкурирующие процессы эволюции доменной структуры при переключении поляризации вдоль их полярных осей. Объяснено формирование двойных и тройных петель диэлектрического гистерезиса в PMN-PT ромбоэдрической фазе в температурных диапазонах, соответствующих релаксорной фазе. Впервые показано, что постепенное уменьшение доли замороженной доменной структуры при многократном 71-градусном переключении приводит к увеличению пьезоэлектрического коэффициента при переключении поляризации переменным полем, приложенным вдоль [001] направления.

Защищаемые научные положения и выводы имеют практическую значимость, которая заключается в том, что они открывают перспективы для контролируемого создания доменных структур.

Теоретическая значимость исследования заключается в описании особенностей кинетики доменной структуры в PMN-PT тетрагональной и ромбоэдрической фаз при переключении поляризации вдоль полярных осей

Достоверность и обоснованность проведенного научного исследования обеспечивается применением аттестованных методик измерений, надежной статистикой измерений, согласием экспериментальных данных с литературными данными и их непротиворечивостью известным физическим моделям, а также научной апробацией основных результатов.

Автореферат диссертации отличается логичностью изложения. Материал, представленный в автореферате диссертации, в целом структурирован. Основное содержание работы, включающее как теоретическую, так и практическую части, в целом сбалансировано. Содержание автореферата и публикаций соответствует защищаемым научным положениям и отражает выводы диссертации. Предложенные диссертантом выводы соответствуют цели и задачам исследования, являются убедительными и достоверными.

Вывод: содержание автореферата свидетельствует, что диссертация Ушакова Андрея Дмитриевича является самостоятельно выполненной, законченной научно-квалификационной работой и отвечает требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней в УрФУ», предъявляемым к кандидатским диссертациям по физико-математическим наукам, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния.

Старший научный сотрудник ФГБУН Института автоматизации и электрометрии СО РАН

К. ф.-м.н.

Пугачев Алексей Маркович

«8» ноября 2021 года

Боднище завершено

исполн. секретарь  
АиЭ СО РАН  
Домашова ЕИ