

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.285.02
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«УРАЛЬСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ПЕРВОГО ПРЕЗИДЕНТА РОССИИ Б.Н. ЕЛЬЦИНА»,
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело №
решение диссертационного совета от 24.06.2016 г. № 19

О присуждении Кособокову Михаилу Сергеевичу, гражданство Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Формирование микро- и нанодоменных структур в ниобате лития и танталате лития после импульсного лазерного нагрева» по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния принята к защите 21 апреля 2016 г., протокол № 12, диссертационным советом Д 212.285.02 на базе ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Минобрнауки России; 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19; созданным приказом Минобрнауки России № 105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель, Кособоков Михаил Сергеевич, 1989 года рождения.

В 2012 г. окончил ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по направлению «Физика»; обучается в очной аспирантуре ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния (предполагаемый срок окончания аспирантуры – 31.08.2016 г.); работает в должности младшего научного сотрудника лаборатории сегнетоэлектриков Отдела оптоэлектроники и полу-

проводниковой техники НИИ Физики и прикладной математики Института естественных наук ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Минобрнауки России.

Диссертация выполнена на кафедре компьютерной физики Института естественных наук ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор, Шур Владимир Яковлевич, ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Институт естественных наук, НИИ физики и прикладной математики, Отдел оптоэлектроники и полупроводниковой техники, главный научный сотрудник.

Официальные оппоненты:

Коротков Леонид Николаевич – доктор физико-математических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», кафедра физики твёрдого тела, профессор;

Шнайдштейн Илья Владимирович – кандидат физико-математических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», кафедра физики и физики конденсированного состояния, доцент,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт электрофизики Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург – в своем положительном заключении, подписанном Бекетовым Игорем Валентиновичем, кандидатом технических наук, зав. лабораторией импульсных процессов, и Ивановым Максимом Геннадьевичем, кандидатом технических наук, ведущим научным сотрудником лаборатории импульсных процессов, указала, что диссертационная работа Кособокова Михаила Сергеевича посвящена решению научной задачи созда-

ния в нелинейно-оптических материалах стабильных доменных структур (ДС) с определенными геометрическими параметрами.

Диссертация отвечает критериям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 N 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Кособоков М.С., заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

Соискатель имеет 19 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 19 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях – 6. Другие публикации представлены в виде 13 тезисов докладов, опубликованной в сборниках научных трудов международных конференций. Общий объем опубликованных работ – 2,8 п.л., авторский вклад – 1,4 п.л.

Наиболее значительные научные работы по теме диссертации:

1. Shur V.Ya. Micro- and nanodomain structures produced by pulse laser heating in congruent lithium tantalate / V.Ya. Shur, E.A. Mingaliev, D.K. Kuznetsov, **M.S. Kosobokov** // *Ferroelectrics*. – 2013. – Vol.443. – P.95-102 (0,4 п.л./ 0,2 п.л.).

2. Mingaliev E.A. Generation of picoliter droplets by pyroelectrodynamical effect / E.A. Mingaliev, D.V. Zorikhin, **M.S. Kosobokov**, A.V. Makaev, V.Ya. Shur // *Ferroelectrics*. – 2015. – Vol. 476. – P. 156-162 (0,4 п.л./ 0,15 п.л.).

3. Kosobokov, M.S. Self-organized nanodomain structures arising in lithium tantalate and lithium niobate after pulse heating by infrared laser / **M.S. Kosobokov**, V.Ya. Shur, E.A. Mingaliev, S.V. Avdoshin, D.K. Kuznetsov // *Ferroelectrics*. – 2015. – Vol. 476. – P. 134-145 (0,6 п.л./ 0,3 п.л.).

4. Кособоков, М.С. Формирование самоорганизованных нанодоменных структур в ниобате лития после импульсного нагрева инфракрасным лазером / **М.С. Кособоков**, В.Я. Шур, Е.А. Мингалиев, С.В. Авдошин // *ФТТ*. – 2015. – Т. 57. – № 10. – С. 1967-1971 (0,4 п.л./ 0,3 п.л.).

5. Shur V.Ya. Formation of the domain structure in CLN under the pyroelectric field induced by pulse infrared laser heating / V.Ya. Shur, **M.S. Kosobokov**, E.A. Mingaliev, V.R. Karpov // AIP Advances. – 2015. – Vol.5. – P.107110-1-7 (0,6 п.л./ 0,3 п.л.).

6. Kosobokov, M.S, Formation of the nanodomain structures after pulse laser heating in lithium tantalate: experiment and computer simulation / **M.S. Kosobokov**, V.Ya. Shur, E.A. Mingaliev, V.R. Karpov, D.K. Kuznetsov // Ferroelectrics. – 2016. – Vol. 496. – P. 120-127 (0,4 п.л./ 0,15 п.л.).

На автореферат поступили положительные отзывы от:

1. Шибкова Александра Анатольевича, доктора физико-математических наук, профессора, профессора кафедры теоретической и экспериментальной физики ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина», г. Тамбов. Без замечаний.

2. Палатникова Михаила Николаевича, доктора технических наук, зав. лабораторией материалов электронной техники, и Сидорова Николая Васильевича, доктора физико-математических наук, профессора, зав. сектором колебательной спектроскопии и структурных исследований лаборатории материалов электронной техники ФГБУН Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева Кольского научного центра Российской академии наук, г. Апатиты, Мурманская обл. Без замечаний.

3. Коханчик Людмилы Сергеевны, кандидата физико-математических наук, старшего научного сотрудника лаборатории локальной диагностики полупроводниковых материалов ФГБУН Институт проблем технологии микроэлектроники и особо чистых материалов Российской академии наук, г. Черноголовка, Московская область. Без замечаний.

4. Миронова Виктора Леонидовича, доктора физико-математических наук, ведущего научного сотрудника отдела магнитных структур ФГБНУ

Институт физики микроструктур Российской академии наук, г. Нижний Новгород. Содержит замечания:

- Слова «впервые» при формулировке основных результатов являются избыточными, особенно в результате 6
- В автореферате нет ссылок на работы автора, что затрудняет понимание того, где именно опубликованы те или иные результаты диссертации.
- Формула (3) описывает вектор поляризации. Непонятно куда направлен данный вектор.
- В формуле (4) непонятно назначение функции $\theta(z)$.
- Непонятно употребление величины j_z в формулах (8) и (9). Если это вектор, то формула (9) не верна. Если это скаляр, то неверна формула (8).
- На рисунке 14 приведены зависимости температуры образца во время лазерного нагрева. Судя по экспериментальным данным, проводилось лазерное облучение образца, нагретого предварительно до температуры 470 К. При моделировании же лазерный нагрев производился для образца, находящегося при температуре 300 К. В этой ситуации говорить о совпадении зависимостей в пределах ошибки измерений, по меньшей мере, странно.

5. Политовой Екатерины Дмитриевны, доктора физико-математических наук, профессора, зав. лабораторией оксидных материалов филиала АО «Орден Трудового Красного Знамени научно-исследовательский физико-химический институт имени Л.Я. Карпова», г. Москва. Без замечаний.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их широкой известностью своими достижениями и высокой научной компетентностью в изучении свойств кристаллов различными методами в области фундаментальных исследований в физике конденсированного состояния.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- в ниобате лития **впервые выявлен** эффект изменения направления радиального разрастания доменной структуры в результате импульсного лазерного нагрева при нагреве поверхности до температуры выше 650 К, обусловленный изменением пространственного распределения пьезоэлектрического поля;

- **установлено**, что импульсный лазерный нагрев танталата лития приводит к формированию в облученной зоне областей с разными типами доменных структур: доменных лучей и цепей, лабиринтовой структуры, и изолированных доменов. Геометрические параметры структур и размеры областей зависят от начальной температуры кристалла;

- в танталате лития **выявлено** формирование лабиринтовой доменной структуры и изолированных доменов при охлаждении области нагретой выше температуры сегнетоэлектрического фазового перехода. Расчеты пространственного распределения пьезоэлектрического поля показали, что эффект обусловлен высоким значением пьезоэлектрического коэффициента и низким значением порогового поля вблизи температуры фазового перехода;

- в танталате лития **впервые обнаружено** формирование изолированных дендритных доменов в форме снежинок, образующихся за счет обратного переключения поляризации при смене знака пьезоэлектрического поля в поверхностном слое;

- **показано**, что многократный импульсный нагрев свободной поверхности приводит к формированию квазирегулярных субмикронных «предельных» доменных структур: лабиринтовой – в ниобате лития, изолированных круглых доменов – в танталате лития. Формирование после каждого импульса цепей изолированных нанодоменов, расположенных вдоль предыдущего положения доменных стенок при облучении поверхности ниобата лития, по-

крытой проводящим слоем оксида индия и олова позволило детально исследовать эволюцию формы доменов;

- **впервые** в танталате лития лазерным облучением движущегося образца с периодическими полосовыми тонкоплёночными структурами **получена** стабильная регулярная доменная структура с шириной доменов 500 нм, периодом 2 мкм и глубиной до 8 мкм.

Теоретическая значимость исследований обоснована тем, что:

- рассчитанные зависимости изменения от времени пространственного распределения пирозлектрического поля **позволяют подбирать** оптимальные параметры лазерного облучения для формирования регулярной доменной структуры;

- **рассчитано** пространственное распределение пирозлектрического поля в системе несквозных изолированных доменов.

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

- **продемонстрирована** возможность создания квазирегулярных доменных структур с высокой концентрацией доменных стенок в результате многократного лазерного облучения для развития методов инженерии доменных стенок;

- **разработана** методика получения в танталате лития регулярной ДС с периодом 2 мкм и глубиной до 8 мкм лазерным облучением движущегося образца с тонкоплёночными периодическими полосовыми аппликациями.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что:

достоверность полученных результатов обеспечивается применением поверенных и калиброванных средств измерений, аттестованных методик измерений, надежной статистикой экспериментов, применением современных и независимых методов обработки экспериментальных данных, согласием с результатами других авторов и непротиворечивостью известным физическим моделям. Достоверность расчетов подтверждается

обоснованностью допущений, а также согласованностью с экспериментальными результатами.

Личный вклад соискателя состоит в активном участии соискателя в получении всех основных экспериментальных и теоретических результатов работы; разработке экспериментальных методик, обработке и интерпретации экспериментальных данных; а также подготовке основных публикаций по теме диссертации.

Выбор направления исследований, обсуждение результатов и формулировка задач проводились с научным руководителем профессором В.Я. Шуром и ст. науч. сотр. Е.А. Мингалиевым. Эксперименты по лазерному облучению образцов, исследованию кинетики и параметров доменной структуры, компьютерное моделирование, анализ и обработка результатов, проводились лично автором. Визуализация ДС методом сканирующей электронной микроскопии проводилась совместно с ст. науч. сотр. Д.К. Кузнецовым. Исследование ДС методом конфокальной микроскопии комбинационного рассеяния проводилось совместно с ст. науч. сотр. П.С. Зеленовским. Визуализация ДС методом атомно силовой микроскопии проводилась совместно с мл. науч. сотр. А.П. Турыгиным.

Диссертация Кособокова Михаила Сергеевича соответствует пункту 9 Положения о присуждении ученых степеней и является научно-квалификационной работой, которая содержит решение научной задачи по исследованию формирования микро- и нанодоменных структур в ниобате лития и танталате лития после импульсного лазерного нагрева, что имеет существенное значение для развития физики конденсированного состояния.

На заседании 24 июня 2016 г. диссертационный совет принял решение присудить Кособокову М.С. ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматри-

ваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 18, против – 1, недействительных бюллетеней – нет.

Зам. председателя
диссертационного совета



Огородников Игорь Николаевич

Ученый секретарь
диссертационного совета

Ищенко Алексей Владимирович

24.06.2016 г.