

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

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 31 мая 2019 г. № 13

О присуждении Удалову Артуру Рудольфовичу, гражданство Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Нелинейная динамика и топологические неустойчивости доменных границ в сегнетоэлектриках» по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния принята к защите 26 марта 2019 г. (протокол заседания № 8) диссертационным советом Д 212.285.02, созданным на базе ФГАОУ ВО «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, Удалов Артур Рудольфович, 1990 года рождения, в 2014 году окончил ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по направлению подготовки 011200 Физика; в 2018 году окончил очную аспирантуру ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по направлению подготовки 03.06.01 – Физика и астрономия (Физика конденсированного состояния); работает в должности младшего научного сотрудника Отдела оптоэлектроники и полупроводниковой техники Научно-

исследовательского института физики и прикладной математики Института естественных наук и математики ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Минобрнауки России.

Диссертация выполнена на кафедре физики конденсированного состояния и наноразмерных систем Института естественных наук и математики ФГАОУ ВО «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 и математики, НИИ физики и прикладной математики, Отдел оптоэлектроники и полупроводниковой техники, главный научный сотрудник.

**Официальные оппоненты:**

**Сидоркин Александр Степанович**, доктор физико-математических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», кафедра экспериментальной физики, профессор;

**Втюрин Александр Николаевич**, доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник, Институт физики им. Л.В. Киренского Сибирского отделения Российской академии наук – обособленное подразделение ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», г. Красноярск, лаборатория молекулярной спектроскопии, главный научный сотрудник

дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** – ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», г. Екатеринбург – в своем положительном отзыве, подписанном Кащенко Михаилом Петровичем, доктором физико-математических наук, профессором, заведующим кафедрой «Физика»,

указала, что диссертационная работа Удалова А.Р. является законченной научно-квалификационной работой, содержание которой соответствует паспорту научной специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния и полностью отвечает требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор, Удалов Артур Рудольфович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

Соискатель имеет 12 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 12 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 4 работы.

Другие публикации представлены в виде 8 тезисов, опубликованных в сборниках материалов международных научных конференций. Общий объем опубликованных работ – 4,3 п.л., авторский вклад – 1,7 п.л.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах.

Наиболее значительные научные работы по теме диссертации:

1. Udalov A. R. Origin of jump-like dynamics of the plane domain wall in ferroelectrics / A. R. Udalov, A. L. Korzhenevskii, V. Ya. Shur // *Ferroelectrics*. – 2015. – Vol. 476. – P. 17–27. – 1.3 п.л./0.3 п.л. (Web of Science).

2. Udalov A. R. Frequency locking effect at polarization reversal of the ferroelectric capacitor / A. R. Udalov, A. L. Korzhenevskii, V. Ya. Shur // *Ferroelectrics*. – 2016. – Vol. 496. – P. 85–91. – 0.8 п.л./0.2 п.л. (Web of Science).

3. Udalov A. R. Topological instability of the ferroelectric domain wall caused by screening retardation / A. R. Udalov, A. L. Korzhenevskii, V. Ya. Shur // *Ferroelectrics*. – 2017. – Vol. 508. – P. 65–73. – 1.0 п.л./0.4 п.л. (Web of Science).

4. Udalov A. R. Shape instability of the moving wavy domain wall in uniaxial ferroelectric / A. R. Udalov, V. Ya. Shur, U. A. Alekseeva //

Ferroelectrics. – 2018. – Vol. 525. – P. 123–131. – 1.0 п.л./0.4 п.л. (Web of Science).

На автореферат поступили положительные отзывы от:

1. Абалмасова Вениамина Александровича, кандидата физико-математических наук, научного сотрудника ФБГУН Институт автоматизации и электрометрии Сибирского отделения Российской академии наук, г. Новосибирск. Без замечаний.

2. Бахтизина Рауфа Загидовича, доктора физико-математических наук, профессора, заведующего кафедрой физической электроники и нанофизики ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет», г. Уфа. Без замечаний.

3. Кукушкина Сергея Арсеньевича, доктора физико-математических наук, профессора, заведующего лабораторией структурных и фазовых превращений в конденсированных средах ФБГУН Институт проблем машиноведения Российской академии наук, г. Санкт-Петербург. Без замечаний.

4. Мамина Рината Файзрахмановича, доктора физико-математических наук, заместителя руководителя по науке, заведующего лабораторией физики ферроиков и функциональных материалов Казанского физико-химического института им. Е.К. Завойского – обособленного подразделения Федерального бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр “Казанский научный центр Российской академии наук”», г. Казань.

5. Раевского Игоря Павловича, доктора физико-математических наук, профессора, главного научного сотрудника Научно-исследовательского института физики ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», г. Ростов-на-Дону. Без замечаний.

6. Рыбьянца Андрея Николаевича, доктора физико-математических наук, главного научного сотрудника, заведующего отделением

сегнетопъезоматериалов, приборов и устройств Научно-исследовательского института физики ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», г. Ростов-на-Дону. Без замечаний.

1) Сумца Максима Петровича, кандидата физико-математических наук, доцента, старшего научного сотрудника кафедры материаловедения и индустрии наносистем ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», г. Воронеж. Содержит вопрос и замечание: 1) на рис.1 приведена электрическая цепь, состоящая из последовательно соединенных конденсатора и резистора. Является ли сопротивление  $R$  элементом измерительной схемы или оно описывает свойство конденсатора? Учитывалась ли проводимость сегнетоэлектрика? Если да, то включение резистора последовательно является некорректным; 2) на рис.12(б), следует использовать вертикальную ось для графика, изображённого красным цветом, иначе он не является информативным, так как практически совпадает с горизонтальной осью.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их широкой известностью своими достижениями и высокой научной компетентностью в области физики конденсированного состояния, близостью тематики проводимых ими исследований и темы диссертационной работы.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

– **разработан** полуаналитический метод описания немонотонного бокового движения плоской доменной границы в сегнетоэлектрическом конденсаторе с последовательным сопротивлением под действием постоянного напряжения, с учётом запаздывания экранирования деполяризующего поля;

– **показано**, что динамика бокового движения доменной границы может быть описана одномерным обобщённым уравнением Релея с введением эффективной массы и силы трения, зависящих от скорости движения;

– **предсказано** возникновение устойчивых самоподдерживающихся осцилляций скорости движения доменной границы в области скоростей с отрицательным значением эффективной силы трения;

– **показано**, что экспериментально наблюдаемое изменение формы плоской доменной границы с образованием выступов вызвано запаздыванием объёмного экранирования остаточного деполяризующего поля;

– **построена** фазовая диаграмма устойчивости формы синусоидальной доменной границы в зависимости от длины и периода шлейфа остаточного экранирующего заряда;

– **разработан** оригинальный аналитический подход для вычисления пространственного распределения электрического поля в сегнетоэлектрическом конденсаторе с движущимися доменными границами произвольной формы с учётом запаздывания объёмного экранирования деполяризующего поля;

– **получено** точное аналитическое выражение для пространственного распределения полярной компоненты электрического поля равномерно движущейся синусоидальной доменной границы в сегнетоэлектрическом конденсаторе с диэлектрическими слоями, с учётом запаздывания экранирования деполяризующего поля;

– **показано**, что увеличение длины шлейфа остаточного экранирующего заряда приводит сначала к росту неоднородности пространственного распределения электрического поля, ведущей к изменению формы доменной границы, а при дальнейшем увеличении длины шлейфа к уменьшению неоднородности вплоть до исчезновения эффекта изменения формы.

**Теоретическая значимость исследования обоснована** тем, что предложен оригинальный полуаналитический метод описания немонотонного бокового движения плоской доменной границы в сегнетоэлектрическом конденсаторе. Разработан оригинальный аналитический подход для решения граничной электростатической задачи, соответствующей трехслойному конденсатору, для движущейся доменной границы произвольной формы, с

учётом запаздывания процессов экранирования деполяризующего поля. Полученные результаты представляют основу для дальнейших исследований нелинейной динамики и устойчивости формы доменных границ.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается** тем, что развитый подход к исследованию неоднородности пространственного распределения поля, ведущей к изменению формы движущихся сегнетоэлектрических доменных границ, может представлять интерес для развития методов доменной инженерии, а также для интерпретации экспериментальных результатов.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

достоверность обеспечивается применением надежных численных и аналитических методов, обоснованностью допущений в решении поставленных задач, сравнением получаемых результатов с результатами других авторов и непротиворечивостью известным физическим моделям, а также согласованностью с экспериментальными результатами.

**Личный вклад соискателя** состоит в активном участии в получении всех результатов работы, разработке аналитических методов, анализе и обработке данных, подготовке основных публикаций по выполненной работе и апробации результатов на конференциях. Выбор направления исследований, обсуждение результатов и формулировка задач проводились совместно с научным руководителем.

Диссертация Удалова А.Р. соответствует п. 9 Положения о присуждении ученых степеней и является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи по исследованию нелинейной динамики и неоднородности пространственного распределения электрического поля, ведущей к изменению формы движущихся нейтральных  $180^\circ$  доменных границ в сегнетоэлектриках в однородном внешнем электрическом поле при сильнонеравновесных условиях переключения поляризации, имеющей значение для развития физики конденсированного состояния.

На заседании 31 мая 2019 г. диссертационный совет принял решение присудить Удалову А.Р. ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, проголосовали за – 19, против – 1, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель  
диссертационного совета



Огородников Игорь Николаевич

Ученый секретарь  
диссертационного совета



Ищенко Алексей Владимирович

31 мая 2019 г.