

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ЮФУ801.01.06,
созданного на базе Научно-исследовательского института физики федерального
государственного автономного образовательного учреждения высшего
образования «Южный федеральный университет»,
по диссертации на соискание учёной степени **кандидата наук**

*аттестационное дело № _____,
решение диссертационного совета от 29.10.2025 г. № 64*

О присуждении **Жидель** Карине Михайловне, гражданке Российской Федерации, учёной степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация **«Керамика и тонкие плёнки активных материалов со структурами типа тетрагональной вольфрамовой бронзы и перовскита: особенности наностроения, диэлектрические и оптические свойства»** по специальности **1.3.8. Физика конденсированного состояния** принята к защите 26.08.2025 г. (протокол заседания № **58**) диссертационным советом **ЮФУ801.01.06**, созданным на базе Научно-исследовательского института физики ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет» в соответствии с приказом № 236-ОД от 20.09.2024 г.

Соискатель Жидель Карина Михайловна, 1995 года рождения, в 2018 г. окончила магистратуру ГОУ ВПО ЛНР «Луганский национальный университет имени Тараса Шевченко» по направлению подготовки 03.04.02 Физика. В период с 01.09.2019 г. по 30.09.2023 г. обучалась в аспирантуре ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет» по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия, направленность – Физика конденсированного состояния. Работает в ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, в Научно-исследовательском институте физики, в отделе интеллектуальных материалов и нанотехнологий, в должности научного сотрудника.

Диссертация выполнена в отделе интеллектуальных материалов и нанотехнологий Научно-исследовательского института физики ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – **Павленко** Анатолий Владимирович, доктор физико-математических наук, заведующий лабораторией наноразмерных активных сред и материалов ФГБУН «Федеральный исследовательский центр Южный научный центр Российской академии наук» (ЮНЦ РАН).

Официальные оппоненты: **Арефьева** Людмила Павловна, доктор физико-математических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», факультет «Технология машиностроения», кафедра «Материаловедение и технологии металлов», доцент, и **Тумаркин** Андрей Вилевич, доктор технических наук, доцент, ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)», факультет электроники, кафедра физической электроники и технологии, профессор, *дали положительные отзывы на диссертацию.*

Соискатель имеет 47 опубликованных работ по теме диссертации (общим объёмом 4.2 п. л. в соавторстве, из которых соискателю принадлежит 1.7 п. л.), из них *пять* статей в научных изданиях, входящих в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание учёной степени, *четыре* статьи в научных изданиях, входящих в базы данных международных индексов научного цитирования Scopus и/или Web of Science, а также 38 работ в сборниках трудов конференций, индексируемых в базе данных РИНЦ. Кроме того, имеется *одно* свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Недостоверных сведений о публикациях соискателя не обнаружено.

Наиболее значимые публикации соискателя:

1. High-temperature $0.5\text{BiFeO}_3\text{--}0.5\text{PbFe}_{0.5}\text{Nb}_{0.5}\text{O}_3$ multiferroic: microstructure, ferroelectric properties, and Mössbauer effect / A. V. Pavlenko, **K. M. Zhidel**, S. P. Kubrin, T. A. Kolesnikova // *Ceramics International*. – 2021. – Vol. 47, No. 15. – P. 21167-21174.

2. **Жидель, К. М.** Оптические характеристики тонких пленок ниобата бария-стронция в зависимости от температуры / **К. М. Жидель**, А. В. Павленко // Оптика и спектроскопия. – 2025. – Т. 133, № 4. – С. 343-348.

3. Фазовые превращения и свойства тонких пленок феррониобата бария-неодима в интервале температур $-190...200^{\circ}\text{C}$ / А. В. Павленко, Д. В. Стрюков, **К. М. Жидель**, Я. Ю. Матяш // Неорганические материалы. – 2022. – Т. 58, № 10. – С. 1087-1093.

4. **Zhidel, K. M.** Preparation and properties of $0.5\text{BiFeO}_3-0.5\text{PbFe}_{0.5}\text{Nb}_{0.5}\text{O}_3$ ceramics and polycrystalline films / **К. М. Zhidel**, А. V. Pavlenko // Journal of Advanced Dielectrics. – 2022. – Vol. 12, No. 1. – P. 2160002.

5. Структурные характеристики выращенных методом RF-катодного напыления тонких пленок $\text{Sr}_{0.61}\text{Ba}_{0.39}\text{Nb}_2\text{O}_6/\text{MgO}(001)$ / А. В. Павленко, Д. В. Стрюков, Л. И. Ивлева, А. П. Ковтун, **К. М. Жидель** [и др.] // Физика твердого тела. – 2021. – Т. 63, № 2. – С. 250-254.

На автореферат диссертации поступило 5 положительных отзывов с замечаниями, вопросами и пожеланиями: от **Аликина Дениса Олеговича** (УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург) с замечанием «...Для всех диэлектрических измерений следовало бы использовать единый стиль...»; от **Киселева Дмитрия Александровича** (НИТУ МИСИС, Москва) с замечанием «...В тексте автореферата приведена лишь качественная констатация морфологии...»; от **Каллаева Сулеймана Нурулисламовича** (ИФ ДНЦ РАН, Махачкала) с пожеланием «...Автору было бы целесообразно уменьшить количество выводов..., чтобы ярче показать научную значимость, которую заслуживают полученные результаты...»; от **Николаева Назара Александровича** (ИАиЭ СО РАН, Новосибирск) с вопросом «...С какой точностью и насколько достоверно измерен коэффициент экстинкции?...»; от **Толстолицкого Сергея Ивановича** (РНИИРС, Ростов-на-Дону) с пожеланием «...было бы полезно сопоставить величину энергоэффективности плёнок $\text{Ba}_2\text{NdFeNb}_4\text{O}_{15}$ с лучшими мировыми аналогами...».

Выбор официальных оппонентов обосновывается тем, что **Арефьева Людмила Павловна** является специалистом в области физики поверхностных явлений и низкоразмерных систем, а **Тумаркин Андрей Вилевич** является специалистом в области технологий тонких плёнок диэлектрических, сегнетоэлектрических и проводящих материалов и устройств на их основе.

Диссертационный совет отмечает, что в результате выполненных соискателем исследований: *разработаны* технологии синтеза керамики и тонких плёнок составов $\text{Ba}_2\text{NdFeNb}_4\text{O}_{15}$ (BNFN) и $\text{Sr}_{0.61}\text{Ba}_{0.39}\text{Nb}_2\text{O}_6$ (SBN) со структурами

типа тетрагональной вольфрамовой бронзы на подложках MgO или Pt/MgO и состава $0.5\text{BiFeO}_3-0.5\text{PbFe}_{0.5}\text{Nb}_{0.5}\text{O}_3$ (0.5BF-0.5PFN) со структурой типа перовскита на подложках SrTiO₃/Si(001) и *доказано*, что синтезированные по разработанной технологии керамика и тонкие плёнки, полученные с использованием керамических мишеней всех исследуемых составов, однофазные и беспримесные; *изучено* влияние температуры на оптические свойства тонких плёнок; *предложено* рассматривать синтезированные эпитаксиальные плёнки в рамках изотропной оптической модели с ориентационными блоками, наличие которых *подтверждено* рентгеновскими исследованиями; *объяснены* возникновением деформации элементарной ячейки и отсутствием примесных фаз в тонких плёнках BNFN их высокие значения энергоэффективности и наибольшие смещения температуры фазового перехода по сравнению с объёмными аналогами; *показано*, что тонкие плёнки BNFN на подложке Pt/MgO проявляют сегнетоэлектрические свойства при комнатной температуре с высокой устойчивостью при циклическом переключении до 10⁹ циклов; а оптические параметры тонких плёнок BNFN/MgO(001) и SBN/MgO(001) в интервале температур от 299 К до 453 К стабильны в спектральном диапазоне от 300 нм до 1000 нм; *установлен* сдвиг края оптического поглощения в длинноволновую область в спектрах пропускания тонких плёнок SBN/MgO(001), который проявляется в изменении ширины их запрещённой зоны с ростом температуры; *определены* дисперсионные зависимости оптических параметров тонких плёнок BNFN /MgO(001) и SBN/MgO(001) в диапазоне длин волн от 300 нм до 1000 нм в температурном интервале от 299 К до 453 К на основе измерений спектров пропускания, которые являются стабильными, и слоёв гетероструктуры 0.5BF-0.5PFN/SrTiO₃/Si (001) в диапазоне длин волн от 350 нм до 1000 нм при комнатной температуре методом спектральной эллипсометрии; *объяснены* диэлектрические спектры керамики мультиферроика 0.5BF-0.5PFN с учётом фазового перехода сегнетоэлектрик - релаксор → параэлектрик и поляризации Максвелла–Вагнера, и в этой керамике *обнаружен* магнитодиэлектрический

эффект, для которого *установлены* знаки в различных температурных интервалах.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что *описаны* микроструктура, фазовый состав, диэлектрические, сегнетоэлектрические, магнитные и оптические свойства трёх исследованных перспективных материалов составов $\text{Ba}_2\text{NdFeNb}_4\text{O}_{15}$, $\text{Sr}_{0.61}\text{Ba}_{0.39}\text{Nb}_2\text{O}_6$ и $0.5\text{BiFeO}_3-0.5\text{PbFe}_{0.5}\text{Nb}_{0.5}\text{O}_3$, *установлена* взаимосвязь между их кристаллической структурой, мезоструктурой, деформацией элементарной ячейки и макроскопическими диэлектрическими, сегнетоэлектрическими и оптическими свойствами и построены соответствующие корреляции, что особенно важно для физики конденсированного состояния; при этом *раскрыта* физическая природа релаксационных процессов и фазовых переходов в исследуемых материалах на основе проведённого анализа дисперсии комплексной диэлектрической проницаемости, а также закономерностей влияния технологических регламентов синтеза на формирование фазового состава и наноструктуры керамики и тонких пленок всех исследуемых составов, что позволило идентифицировать и разделить вклады различных механизмов в их диэлектрическую релаксацию; экспериментально *подтверждено* проявление размерных эффектов при переходе от объёмной керамики к тонкоплёночным гетероструктурам через смещение температур фазовых переходов, изменение параметров элементарной ячейки и стабилизацию сегнетоэлектрической фазы; *получены* дисперсионные зависимости оптических параметров всех исследованных тонкоплёночных гетероструктур в видимом и ближнем ИК-диапазонах.

Применительно к проблематике диссертации эффективно использован комплекс современных экспериментальных методов определения кристаллической структуры, мезоструктуры и макроскопических свойств, в том числе апробированных экспериментальных методик, а также метрологически аттестованной технологической и измерительной аппаратуры и программного обеспечения.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики определяется тем, что *создана* научная основа для прогнозирования физических свойств новых функциональных материалов, разработки методов управления их отдельными свойствами, учитывая полученные результаты и установленные корреляции между их составом, структурой и свойствами; *сконструирован и использован* специализированный измерительный стенд на базе оборудования российского производства: спектрофотометра СФ-56 и криостата LN-121-SPECTR (ЦКП ЮНЦ РАН), с использованием которого можно определять температурные зависимости спектров пропускания исследуемых тонких плёнок в вакууме; *разработана* методика измерения оптических свойств синтезированных тонких плёнок исследуемых составов в зависимости от температуры, которая является дополнительным способом их диагностики и *обозначены* области практического применения исследованных тонких плёнок в микроэлектронике и оптоэлектронике: сегнетоэлектрическая память, конденсаторы, интегральные оптические схемы, модуляторы, накопители энергии и датчики.

Оценка достоверности результатов исследования выявила их соответствие и непротиворечивость актуальным концепциям физики конденсированного состояния. *Достоверность и обоснованность* полученных результатов базируются на применении взаимодополняющих экспериментальных и теоретических методов, обеспечивающих высокую степень воспроизводимости и обоснованности данных. Согласие результатов, полученных различными методами, свидетельствует о *надёжности* проведённых исследований. Используемые апробированные методики соответствуют установленным метрологическим стандартам. Статистическая значимость данных достигнута за счёт исследования репрезентативной выборки образцов и демонстрации воспроизводимости и стабильности измеряемых параметров, которые *не противоречат* данным в независимых источниках.

Личный вклад соискателя состоит во включённом участии во всех экспериментах, в обработке и интерпретации данных, в разработке

методического подхода и использования созданного ею специализированного измерительного стенда для исследования оптических свойств тонких пленок в зависимости от температуры. Совместно с научным руководителем был определён вектор научного поиска, сформулирована тема, поставлены цель и задачи работы, проведено обсуждение и обобщение полученных результатов, а также сформулированы выводы, отражающие основные научные положения, выносимые на защиту, подготовка совместных публикаций по теме диссертации и докладов на многочисленных всероссийских и международных конференциях.

На заседании 29.10.2025 диссертационный совет отметил, что рассматриваемая диссертация соответствует критериям раздела 2 «Положения о присуждении учёных степеней в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Южный федеральный университет»», и принял решение присудить Жидель К. М. учёную степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 7 докторов наук по научной специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета (дополнительных членов не вводилось), проголосовали: за – 15, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель диссертационного совета

ЮФУ801.01.06



Тер-Оганесян Никита Валерьевич

Учёный секретарь диссертационного совета

ЮФУ801.01.06



Гегузина Галина Александровна

01.11.2025

