

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ЮФУ801.01.04,**  
созданного на базе Международного исследовательского института  
интеллектуальных материалов федерального государственного автономного  
образовательного учреждения высшего образования «Южный федеральный  
университет», по диссертации на соискание учёной степени кандидата наук

*аттестационное дело № \_\_\_\_\_,  
решение диссертационного  
совета от 05.09.2025 г. № 43*

О присуждении Абдулвахидову Баширу Камалудиновичу учёной степени кандидата физико-математических наук.

*Диссертация «Фазовые переходы, динамика решетки и электрофизические свойства  $PbMnVO_3$  (В - Nb,Ta) и  $CoFe_2O_4$  в композиции с  $PbTiO_3$ »* по специальности 2.6.6. «Нанотехнологии и наноматериалы» принята к защите 01.07.2025 г. (протокол заседания № 41) диссертационным советом ЮФУ801.01.04 на базе Международного исследовательского института интеллектуальных материалов федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южный федеральный университет» в соответствии с приказами № 229-ОД от 27.09.2022, № 252-ОД от 05.09.2023 г., № 284-ОД от 29.09.2023 г., № 87-ОД от 01.04.2024 г., № 239-ОД от 27.09.2024 г., № 34-ОД от 31.01.2025 г.

*Соискатель* Абдулвахидов Башир Камалудинович, 1990 года рождения, в 2011 г. получил степень бакалавра по направлению подготовки 010700 «Физика» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южный федеральный университет» (106104 0087762, рег. номер 41/106, дата выдачи 20.12.2024 г.), в 2013 г. степень магистра с отличием по направлению подготовки 222900 «Нанотехнологии и микросистемная техника» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южный федеральный университет» (106132 0010017, рег. номер 41/3, дата выдачи 10.01.2022 г.), в 2020 г. окончил аспирантуру по направлению 03.06.01 «Физика и астрономия» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения

высшего образования «Дагестанский государственный университет», г. Махачкала (100505 0011683, рег. номер 52, дата выдачи 08.07.2022 г.). В настоящее время Абдулвахидов Б. К. работает в должности младшего научного сотрудника кафедры физики конденсированного состояния и наносистем ДГУ, Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Дагестанский государственный университет».

*Диссертация* выполнена в Федеральном государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Дагестанский государственный университет».

*Научный руководитель* – Садыков Садык Абдулмуталибович, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой инженерной физики, Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Дагестанский государственный университет».

*Официальные оппоненты*

- **Коротков Леонид Николаевич**, доктор физико-математических наук (специальность: 01.04.07 – физика конденсированного состояния), Профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный технический университет»,
- **Алиев Ахмед Магомедович**, кандидат физико-математических наук (специальность: 01.04.07 – физика конденсированного состояния), Ведущий научный сотрудник, Лаборатория физики низких температур и магнетизма Института физики им. Х. И. Амирханова – обособленного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Дагестанского федерального исследовательского центра Российской академии наук

дали положительные отзывы на диссертацию.

Соискатель имеет 7 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, входящих в базы данных международных индексов научного

цитирования Scopus и Web of Science по теме диссертации:

- A1. Nanostructured multiferroic  $\text{PbFe}_{0.5}\text{Nb}_{0.5}\text{O}_3$  and its physical properties / E. N. Ubushaeva, K. G. Abdulvakhidov, I. V. Mardasova [et al.] // *Technical Physics*. – 2010. – Vol. 55, No. 11. – P. 1596-1599. – DOI 10.1134/S1063784210110083. [Русскоязычная версия: Наноструктурированный мультиферроик  $\text{PbFe}_{0.5}\text{Nb}_{0.5}\text{O}_3$  и его физические свойства / Э. Н. Убушаева, К. Г. Абдулвахидов, И. В. Мардасова [и др.] // *Журнал технической физики*. – 2010. – Т. 80, № 11. – С. 49-52]. K1
- A2. Phase transitions, magnetic and dielectric properties of  $\text{PbFe}_{0.5}\text{Nb}_{0.5}\text{O}_3$  / K. G. Abdulvakhidov, E. N. Ubushaeva, I. V. Mardasova [et al.] // *Ferroelectrics*. – 2016. – Vol. 494, No. 1. – P. 182-191. – DOI 10.1080/00150193.2016.1142749. K2
- A3. Structure and physical properties of solid solutions based on the  $\text{PbMn}_{1/3}\text{Nb}_{2/3}\text{O}_3$  relaxor ferroelectric / B. K. Abdulvakhidov, S. A. Sadykov, K. G. Abdulvakhidov [et al.] // *Materials Research Express*. – 2019. – Vol. 6, No. 12. – P. 126319. – DOI 10.1088/2053-1591/ab5d4e. K1
- A4. Synthesis and physical properties of the ferroelectromagnetic composites  $(1-x)\text{PbMn}_{1/3}\text{Ta}_{2/3}\text{O}_3-x\text{PbTiO}_3$  / K. Abdulvakhidov, A. Soldatov, I. Dmitrenko [et al.] // *Applied Physics A: Materials Science & Processing*. – 2021. – Vol. 127, No. 6. – DOI 10.1007/s00339-021-04567-w. K1
- A5. Study of the structural-phase state and physical properties of  $(1-x)(\text{CoFe}_2\text{O}_4) - x(\text{PbTiO}_3)$  compositions / B. Abdulvakhidov, S. Sadykov, Z. Li [et al.] // *Applied Physics A: Materials Science & Processing*. – 2022. – Vol. 128, No. 4. – DOI 10.1007/s00339-022-05442-y. K1
- A6. Structure, impedance spectroscopy, and magnetic properties of nanostructured composites  $(1-x)\text{CoFe}_2\text{O}_4-x\text{PbTiO}_3$  / B. Abdulvakhidov, S. Sadykov, K. Abdulvakhidov [et al.] // *Ceramics International*. – 2024. – Vol. 50, No. 22. – P. 47792-47804. – DOI 10.1016/j.ceramint.2024.09.123. K1 Abdulvakhidov B. K.. Dielectric and Magnetic Properties of  $(1-x)\text{PbMn}_{1/3}\text{Nb}_{2/3}\text{O}_3-x\text{PbTiO}_3$  Solid Solutions / B. K. Abdulvakhidov, S. A. Sadykov, K. G. Abdulvakhidov et al. // 2017 International Conference on “Physics and Mechanics of New Materials and Their Applications” (PHENMA 2017) Jabalpur, India, October 14 – 16, 2017 : Abstracts & Schedule / Editors: V. K. Gupta I. A. Parinov S.-H. Chang. – Jabalpur, India: PDPM Indian Institute of Information Technology, 2017. – Vol. . – P. P. 1. – DOI 10.1016/j.ceramint.2024.09.123. K1
- A7. Структурные параметры и магнитные свойства шпинели  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  и  $0.4\text{CoFe}_2\text{O}_4 - 0.6\text{PbTiO}_3$  / Б. К. Абдулвахидов, С. А. Садыков, Ч. Ли [и др.] // *Вестник Дагестанского государственного университета. Серия 1: Естественные науки*. – 2023. – Т. 38, № 4. – С. 68-73. – DOI 10.21779/2542-0321-2023-38-4-68-

Также Абдулвахидов Б. К. имеет 7 публикаций в сборниках трудов конференций по теме исследования:

A8. Dielectric and Magnetic Properties of  $(1-x)\text{PbMn}_{1/3}\text{Nb}_{2/3}\text{O}_3-x\text{PbTiO}_3$  Solid Solutions / В. К. Абдулвахидов, С. А. Садыков, К. Г. Абдулвахидов [et al.] // 2017 International Conference on “Physics and Mechanics of New Materials and Their Applications” (PHENMA 2017) Jabalpur, India, October 14 – 16, 2017 : Abstracts & Schedule / Editors: V. K. Gupta I. A. Parinov S.-H. Chang. – Jabalpur, India: PDPM Indian Institute of Information Technology, 2017. – P. 1.

A9. Изучение магнитных свойств сегнетокерамики  $\text{PbMn}_{1/3}\text{Ta}_{2/3}\text{O}_3$  / Б. К. Абдулвахидов, С. А. Садыков, А. А. Амиров [и др.] // LI Школа ПИЯФ по физике конденсированного состояния, ФКС-2017, 11–16 марта 2017 г., Санкт-Петербург : сборник тезисов и список участников / Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», Федеральное государственное бюджетное учреждение «Петербургский институт ядерной физики им. Б. П. Константинова». – Гатчина: ФГБУ «ПИЯФ» НИЦ «Курчатовский институт», 2017. – С. 177. – Режим доступа:[http://fks2017.pnpi.spb.ru/uploads/attachment/36/%D0%A2%D0%B5%D0%B7%D0%B8%D1%81%D1%8B\\_%D0%A4%D0%9A%D0%A1-2017.pdf](http://fks2017.pnpi.spb.ru/uploads/attachment/36/%D0%A2%D0%B5%D0%B7%D0%B8%D1%81%D1%8B_%D0%A4%D0%9A%D0%A1-2017.pdf) (дата обращения 06.06.2025)

A10. Физические свойства и структура твердых растворов  $(1-x)\text{Pb}(\text{Mn}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3 - x(\text{PbTiO}_3)$  / И. П. Дмитренко, Б. К. Абдулвахидов, А. В. Солдатов [и др.] // Тезисы докладов Всероссийской конференции с международным участием «Химия твердого тела и функциональные материалы» и XII Всероссийского симпозиума с международным участием «Термодинамика и материаловедение», 21-27 мая 2018 г., г. Санкт-Петербург / Российская академия наук [и др.] ; под редакцией В. В. Гусарова. – Санкт-Петербург: НОВБИТХИМ, 2018. – С. 209.

A11. Синтез и исследование композитов на основе  $(\text{CoFe}_2\text{O}_4)_x-(\text{PbTiO}_3)_{1-x}$  / В. А. Шкуро, К. Г. Абдулвахидов, А. В. Солдатов [и др.] // Тезисы докладов Всероссийской конференции с международным участием «Химия твердого тела и функциональные материалы» и XII Всероссийского симпозиума с международным участием «Термодинамика и материаловедение», 21-27 мая 2018 г., г. Санкт-Петербург / Российская академия наук [и др.] ; под редакцией В. В. Гусарова. – Санкт-Петербург: НОВБИТХИМ, 2018. – С. 348.

A12. Физические свойства твердых растворов  $\text{PbMn}_{1/3}\text{Nb}_{2/3}\text{O}_3$  / Б. К. Абдулвахидов, С. А. Садыков, М. А. Сирота [и др.] // Релаксационные явления в

твердых телах : материалы XXIV Международной конференции (г. Воронеж, 24-27 сентября 2019 г.) / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Воронежский государственный технический университет" ; редакционная коллегия: Коротков Л. Н. - ответственный редактор [и др.]. - Воронеж : ВГТУ, 2019. – С. 64-65.

A13. Abdulvakhidov, B. Study of the Physical Properties of Multiferroic  $(1 - x)\text{CoFe}_2\text{O}_4 - x\text{PbTiO}_3$  System / B. Abdulvakhidov, Zh. Li // 10th Anniversary International Conference on "Physics and Mechanics of New Materials and Their Applications" (PHENMA 2021–2022), Divnomorsk, Russia, May 23–27, 2022 : Abstracts & Schedule / Don State Technical University, Southern Federal University, National Kaohsiung University of Science and Technology ; I. A. Parinov, A. N. Soloviev, S.-H. Chang (Eds.). – Rostov-on-Don ; Taganrog : Southern Federal University Press, 2022. – P. 54.

A14. Исследование проводимости композитов  $\text{CoFe}_2\text{O}_4\text{-PbTiO}_3$  методом импедансной спектроскопии / Б. К. Абдулвахидов, С. А. Садыков, Л. А. Алиева, [и др.] // Материалы международной конференции III Международная конференция «Тенденции развития физики конденсированных сред», 30-31 октября 2023 г., г. Фергана / Министерство Высшего Образования, Науки и Инноваций Республики Узбекистан [и др.]; под редакцией Проф. И.И.Зокиров [и др.] – Республика Узбекистан, г. Фергана, 2023. – С. 204.

На диссертацию поступили 2 отзыва от официальных оппонентов и 3 отзыва на автореферат.

#### **Отзывы на диссертацию официальных оппонентов:**

1. **Коротков Леонид Николаевич**, доктор физико-математических наук (специальность: 01.04.07 – физика конденсированного состояния), Профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный технический университет», г. Воронеж, 01 августа 2025 г:

- 1) В работе не представлены сведения о погрешностях измерений экспериментально определяемых физических величин.
- 2) В вводной части диссертации и в автореферате сообщается, что диссертация состоит из 6 глав, тогда как фактически их пять.

3) Глава 3 диссертации содержит результаты рентгенодифракционного эксперимента и их анализ. К сожалению, при обсуждении представленных данных соискатель не уточняет, получены ли они для синтезированных порошков, или уже для образцов спеченной керамики?

Было бы целесообразно выяснить, насколько изменились размеры областей когерентного рассеяния и значения микронапряжений в ходе спекания образцов?

4) На стр. 75 - 78 обсуждаются концентрационные зависимости константы и температуры Кюри – Вейсса для твердых растворов  $(1-x)\text{PbMn}_{1/3}\text{Nb}_{2/3}\text{O}_3 - x\text{PbTiO}_3$ . Однако, в работе не показано подчиняются ли температурные зависимости диэлектрической проницаемости закону Кюри – Вейсса? Вместе с тем, из представленных графиков видно, что для ряда составов диэлектрические аномалии сильно размыты и, очевидно, температурные зависимости диэлектрического отклика в их окрестностях не могут быть описаны законом Кюри – Вейсса.

5) Следовало бы дать ссылку на литературный источник, из которого заимствована формула (26) на стр. 83.

6) Использование соотношения Фогеля – Фулчера – Таммана (27) для описания зависимости температуры максимума диэлектрической проницаемости ( $T_m$ ) от частоты измерительного поля не является корректным. Вероятно, по этой причине некоторые параметры, полученные в работе путем аппроксимации экспериментальных данных соотношением Фогеля – Фулчера – Таммана (27), не имеют физического смысла.

Например, для состава  $0.35\text{PbMn}_{0.33}\text{Nb}_{0.66}\text{O}_3-0.65\text{PbTiO}_3$  (рис. 34ж, стр. 88) значение энергии активации  $E_a = 0,002$  эВ, что гораздо меньше энергии тепловых колебаний  $kT$  при температуре Фогеля – Фулчера (460 К).

7) Для оценки степени размытия сегнетоэлектрического фазового перехода взята формула (28), в которой показатель размытия  $\gamma$  может принимать значения от 1 до 2-х. Надо заметить, что эта формула корректна лишь в случае, когда  $\gamma = 2$ .

Только тогда числитель и знаменатель дроби имеют одинаковую размерность, что соответствует безразмерной обратной диэлектрической проницаемости в левой части равенства (28).

**2. Алиев Ахмед Магомедович**, кандидат физико-математических наук (специальность: 01.04.07 – физика конденсированного состояния), Ведущий научный сотрудник, Лаборатория физики низких температур и магнетизма Института физики им. Х. И. Амирханова – обособленного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Дагестанского федерального исследовательского центра Российской академии наук, г. Махачкала, 10 августа 2025 г.:

1) В литературном обзоре заявлено, что составы  $\text{PbMn}_{1/3}\text{Ta}_{2/3}\text{O}_3$  (PMnT) практически не изучены из-за сложности синтеза. Однако в дальнейшем в тексте показано, что автору не удалось получить монофазный PMnT ни колумбитным методом, ни из смеси оксидов. Это некое противоречие, так как объект, объявленный основным, не был синтезирован в чистом виде. Поэтому это должно быть указано более четко в выводах и обсуждении результатов, с указанием, что дальнейшее изучение велось для гетерофазных систем на основе PMnT.

2) Автор обнаружил колоссальное магнитосопротивление в системе  $(1-x)\text{CFO-xPTO}$ . Было бы желательно привести более строгое объяснение магнитосопротивления в данном соединении, а также отразить данный результат в выводах или заключении диссертации.

3) Заключение 1 и 2 к диссертации имеют общий характер, и их можно было объединить, с уточнением характера «коррелированной связи между структурой и физическими свойствами».

4) В диссертации не обнаружил описание метода измерения импеданса или ссылки на литературу. Не приведены подробности эксперимента по измерению импеданса.

### **Отзывы на автореферат:**

1) **Зикриллаев Нурулло Фатхулович**, д. ф.-м. н, проф. (специальность 01.04.10 – физика полупроводников), Ташкентский государственный технический университет им. Ислама Каримова, Узбекистан, г. Ташкент, район Алмазор, улица Университетская, д. 2, индекс 100095, [tstu\\_info@tdtu.uz](mailto:tstu_info@tdtu.uz), тел. +998(71) 246-82-42:

**не содержит замечаний;**

2) **Каримберди Эгамбердиевич Онаркулов**, д. ф.-м. н, проф. (специальность 01.04.10 – физика полупроводников), Ферганский государственный университет, Узбекистан, г. Фергана, ул. Мураббийлар, д. 19, [fardu\\_info@umail.uz](mailto:fardu_info@umail.uz), тел. 998936431433:

**не содержит замечаний;**

3) **Котов Леонид Нафанаилович**, д. ф.-м. н, проф. (специальность 01.04.10 – физика полупроводников и диэлектриков), заведующий кафедрой радиофизики и электроники Сыктывкарского государственного университета им. Питирима Сорокина, 167001, Республика Коми, г. Сыктывкар, Октябрьский пр., 55, тел. 8(8212)390-377, [kotovln@mail.ru](mailto:kotovln@mail.ru):

**не содержит замечаний.**

Выбор официальных оппонентов обоснован их высокой квалификацией в области физики конденсированного состояния. Коротков Л. Н. специализируется на исследованиях, связанных с изучением диэлектрической релаксации составов перовскитовой структуры различной размерности. Алиев А. М. также обладает высокой квалификацией в области магнитных и магнитокалорических свойств различных соединений, сплавов и композитов. Их научные работы охватывают темы, связанные с основными задачами, решаемыми при выполнении данной диссертационной работы.

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

**Впервые показана** взаимосвязь структурно-чувствительных свойств составов  $(1-x)\text{PbMn}_{0.33}\text{Nb}_{0.66}\text{O}_3-x\text{PbTiO}_3$ ,  $(1-x)\text{PbMn}_{0.33}\text{Ta}_{0.66}\text{O}_3-x\text{PbTiO}_3$  и  $(1-x)\text{CoFe}_2\text{O}_4-x\text{PbTiO}_3$  с концентрацией структурных дефектов, генерируемых в процессе наноструктурирования порошковых образцов методом сверху вниз, а также влияние сегнетоэлектрика  $\text{PbTiO}_3$  на структурные параметры и физические свойства составов;

**обнаружено** колоссальное магнитосопротивление в системе  $(1-x)\text{CoFe}_2\text{O}_4-x\text{PbTiO}_3$ ;

**обнаружено**, что системе  $(1-x)\text{PbMn}_{0.33}\text{Nb}_{0.66}\text{O}_3-x\text{PbTiO}_3$  характерна концентрационная область, называемая морфотропной областью, где сосуществуют две различные фазы, и симметрия этих фаз не изменяется в процессе наноструктурирования под давлением 1 ГПа;

**установлено**, что для наноструктурированных составов  $(1-x)\text{CoFe}_2\text{O}_4-x\text{PbTiO}_3$  и  $0.8\text{PbMn}_{0.33}\text{Nb}_{0.66}\text{O}_3-0.2\text{PbTiO}_3$  характерно увеличение ширины запрещенной зоны  $E_g$ , по сравнению с макроскопическими составами;

**предложен** метод управления транспортными свойствами заряда, основой которого является изменение сопротивления объема и границ зерен составов, варьируя прикладываемые давления наноструктурирования.

**Значение** полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что, **полученные** результаты расширяют представления о физико-химических процессах, происходящих в процессе наноструктурирования сегнетоэлектриков и сегнетомагнетиков с методом сверху вниз.

**Оценка достоверности результатов** исследования выявила:

- Теоретическая основа работы опирается на общепринятые фундаментальные подходы и перспективные методы анализа данных, а также согласуется с экспериментальными данными диссертации.
- Установлено качественное и количественное соответствие результатов, полученных в диссертации, с независимыми результатами,

представленными в научных статьях, опубликованных в международных изданиях, для схожих материалов.

- Достоверность полученных результатов подтверждается использованием в исследовании современного высокоточного оборудования. Сделанные в работе выводы удовлетворяют общепринятым методам физико-химического анализа, использованным при выполнении работы. Противоречия сформулированных положений с современными концепциями физики и смежных с ней направлений отсутствуют. Подготовка, анализ и интерпретация полученных результатов проведены с использованием современных методов обработки данных. В работе применялись паспортизованные химические вещества, материалы и оборудование с лицензионным программным обеспечением. Результаты опубликованы в международных рецензируемых научных изданиях, входящих в международные реферативные базы данных и системы цитирования Web of Science и Scopus.

- **Выводы диссертации** обоснованы и не вызывают сомнений.

**Личный вклад соискателя** состоит в получении и анализе основных научных результатов диссертации. Автором самостоятельно получены основные научные результаты. Непосредственно автором работы проведены магнитные, электрические, рентгенодифрактометрические и импеданс-спектроскопические эксперименты и исследования, обработка и анализ данных.

Основные публикации по теме диссертации подготовлены соискателем совместно с соавторами.

На заседании 05.09.2025 г. диссертационный совет отметил, что рассматриваемая диссертация соответствует критериям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Южный федеральный университет»», и принял решение присудить Абдулвахидову Баширу

Камалудиновичу учёную степень **кандидата** физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 11 человек, из них 10 докторов наук, участвовавших в заседании, из 11 человек, входящих в состав совета (дополнительных членов в состав совета не вводилось), проголосовали: за – 11, против – нет, воздержался – нет.

Председатель заседания  
диссертационного совета  
ЮФУ801.01.04

  
Александр Солдатов А. В.

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
ЮФУ801.01.04  
05.09.2025 г.

Людмила Гуда Л. В.