

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.411.03 НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ТВЕРСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

Аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 22.12.2023 г. №23

О присуждении Али Майс, гражданке РФ, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Особенности диэлектрических свойств сегнетоэлектрической керамики ниобата натрия» в виде рукописи по специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния принята к защите 19.10.2023, протокол № 18, диссертационным советом 24.2.411.03, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тверской государственный университет» Министерства науки и высшего образования РФ. Адрес: 170100, г. Тверь, ул. Желябова, 33. Приказ № 423/нк от 12.08.2013 г.

Соискатель – Али Майс, 21 марта 1992 года рождения, в 2019 году окончила магистратуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тверской государственный университет» по направлению 03.04.02 Физика. В 2023 году окончила аспирантуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тверской государственный университет» по направлению 03.06.01 - Физика и астрономия, профиль «Физика конденсированного состояния». В настоящее время работает ассистентом кафедры медицинской биофизики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тверской государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре прикладной физики и в лаборатории твердотельной электроники федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тверской государственный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор Малышкина Ольга Витальевна, ФГБОУ ВО «Тверской государственный

университет», профессор кафедры компьютерной безопасности и математических методов управления.

Официальные оппоненты:

Вербенко Илья Александрович, доктор физико-математических наук, ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», директор Научно-исследовательского института физики; Киселев Дмитрий Александрович, Ph.D., кандидат физико-математических наук, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС», заведующий лабораторией физики оксидных сегнетоэлектриков, дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный технический университет», г. Воронеж, в своем положительном заключении, утвержденном проректором по науке и инновациям, доктором техн. наук, доцентом Башкировым Алексеем Викторовичем и составленном профессором кафедры твердотельной электроники, доктором физ. – мат. наук, профессором Коротковым Леонидом Николаевичем, указала, что диссертация является научно-квалификационной работой, в которой получен ряд важных, принципиально новых научных результатов: установлено, что структурный фазовый переход, наблюдаемый в керамическом NaNbO_3 при температуре $370\text{ }^\circ\text{C}$, является сегнетоэлектрическим фазовым переходом только у составов, полученных одностадийным синтезом; в сегнетоэлектрических образцах NaNbO_3 выделен релаксационный процесс, обусловленный движением доменных границ. Отмечено, что диссертация соответствует требованиям пунктов 9–14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 года (в текущей редакции). Автор диссертации Али Майс заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния.

Соискатель имеет 8 статей, в том числе 5 статей по теме диссертации, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень ВАК и индексируемых в базах данных WoS и Scopus:

1. M. Ali, O. Malyshkina. Features of low-frequency relaxation processes of sodium niobate ceramics in various structural phases // *Ferroelectrics*. 2023. V. 612(1). P. 75 – 84.
2. О.В. Малышкина, М. Али, Н.Е. Малышева, К.В. Пацуев. Релаксационные процессы в области структурных фазовых переходов на примере керамики на основе ниобата натрия // *Физика твердого тела*. 2022. Том 64, вып. 12. С.1960–1966.

3. О.В. Малышкина, М. Али, А.И. Иванова, И.А. Чернышова, Д.В. Мамаев. Особенности поляризации пьезоэлектрической керамики на основе ниобата натрия. // Физика твердого тела. 2021. Том 63, вып. 11. С.1890–1894.
4. О.В. Малышкина, К.И. Пацуев, А.И. Иванова, М.Али. Сравнительный анализ свойств керамик ниобата натрия и ниобата натрия – лития // Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов. 2021. Вып. 13. С. 278–285.
5. O.V. Malyshkina, M. Ali, E.V. Varabanova, A.I. Ivanova. Effect of preparation conditions on the grains formation and domain structure of the sodium niobate ceramics // Ferroelectrics. 2020. V.567(1). P. 197-205.

Подготовка публикаций выполнена соискателем совместно с научным руководителем О.В. Малышкиной. Результаты диссертационной работы полностью отражены в опубликованных статьях. Работы выполнены на высоком научном уровне, в диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных работах.

На диссертацию и автореферат поступило 2 отзыва, оба положительные:

1. Пугачева С.И., д.т.н., профессора, главного научного сотрудника АО «Концерн «Морское подводное оружие – Гидроприбор». В качестве замечания отмечено, что для широкого использования полученных результатов было бы целесообразно рассмотреть поведение образцов из материала ниобата натрия в условиях дестабилизирующих воздействий: положительных и отрицательных температур, давления, влажности.
2. Сидорова Н.В., д.ф.-м.н., главного научного сотрудника лаборатории материалов электронной техники Института химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева – обособленного подразделения ФГБУН «Федеральный исследовательский центр «Кольский научный центр Российской академии наук». Содержит замечание по недостаточному рассмотрению вопросов влияния на диэлектрические свойства композиционной однородности полученных образцов керамик, отсутствию при выполнении работы локальных методов исследования структуры и свойств вещества.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что официальные оппоненты и работники ведущей организации являются известными специалистами по теме диссертации, в частности в области физики сегнетоэлектриков, получению и исследованию пьезоэлектрических керамик.

Диссертационный совет отмечает, что полученные соискателем данные представляют собой новую научную информацию об электрофизических свойствах керамик на основе ниобата натрия и о возможности изготовления керамики ниобата натрия, обладающей сегнетоэлектрическими свойствами при комнатной температуре. Были **выявлены** закономерности влияния температурного режима синтеза материала ниобата натрия на характер

дисперсии диэлектрической проницаемости соответствующей керамики в температурном интервале от 20 до 600°C. **Доказано**, что структурный переход **Q** (пр. гр. $R2_1ma$) фаза \rightarrow **R** (пр. гр. $Rmmn$) фаза (370°C) керамик ниобата натрия является сегнетоэлектрическим фазовым переходом только для образцов полученных одностадийным синтезом.

Теоретическая значимость работы состоит в том, что результаты диссертационной работы расширяют представления о влиянии технологии синтеза материала ниобата натрия на формирование, при комнатной температуре, сегнетоэлектрических свойств керамики на его основе; и в определении взаимосвязи механизмов релаксационных процессов в широком температурном интервале со структурными фазовыми переходами. **Применительно к проблематике диссертации результативно использован** комплементарный подход к определению сегнетоэлектрических свойств, заключающийся в сочетании макроскопического (петли диэлектрического гистерезиса, пироэлектрический эффект) и микроскопического (доменная структура) методов.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики состоит в разработке лабораторной технологии получения образцов ниобата натрия, в которых в зависимости от параметров технологических режимов при комнатной температуре реализуется либо сегнетоэлектрическая, либо антисегнетоэлектрическая фаза. Это расширяет возможности получения новых материалов, перспективных для многих критически важных приложений.

Оценка достоверности результатов исследования выявила: экспериментальные результаты получены с использованием современных методик на сертифицированном оборудовании; обработка и анализ экспериментальных данных базируются на хорошо известных в литературе подходах к описанию дисперсии комплексной диэлектрической проницаемости; установлено, что полученные автором диссертации экспериментальные результаты согласуются с известными теоретическими моделями. Все полученные результаты были апробированы на международных и национальных конференциях.

Личный вклад соискателя состоит в проведении экспериментов, обработке всех экспериментальных данных, построении и анализе диаграмм дисперсии диэлектрической проницаемости, обобщении полученных результатов и подготовке материала для публикаций по результатам проведенных исследований.

В ходе защиты диссертации были высказаны критические замечания об использовании температуры в нагревательной камере в качестве температуры образца и о причине выбора аппроксимации зависимости

наиболее вероятного времени релаксации от обратной температуры по закону Аррениуса, а не Фогеля – Фулчера. Также были заданы вопросы о причине возникновения резонансной дисперсии.

Соискатель Али М. ответила на задаваемые ей в ходе заседания вопросы и привела собственную аргументацию, что наличие резонансных процессов в диэлектрическом отклике в первую очередь связано с инерционными процессами, обусловленными наличием временной задержки в протекании токов проводимости, причиной которой является захват носителей заряда на ловушках различной природы. В отличие от резонансных процессов в диэлектрическом отклике, характерных для упругой ионной поляризации, имеющей место на оптических частотах, процессы, обусловленные временной задержкой в протекании тока, наблюдаются на сравнительно низких частотах.

Диссертация соответствует критериям Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 в текущей редакции. На заседании 22.12.2023 г. диссертационный совет принял решение присудить Али Майс ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния за решение актуальной научной задачи, имеющей значение для производства бессвинцовых пьезокерамических материалов, а именно, за проведение анализа закономерностей процессов переключения и механизмов релаксационных процессов и проводимости керамики ниобата натрия в широком температурном интервале, выявлению условий изготовления керамических образцов ниобата натрия, в которых при комнатной температуре реализуется сегнетоэлектрическая фаза.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 12 человек, из них 6 докторов наук по специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния, участвовавших в заседании, из 15 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 12, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета

Пастушенков
Юрий Григорьевич

Ученый секретарь
диссертационного совета

Барабанова
Екатерина Владимировна

22.12.2023 г.