

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 24.1.027.01, СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФГБУН ИНСТИТУТА АВТОМАТИКИ И ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 24.12.2021 №10

О присуждении Мороз Любови Игоревне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Дробно-дифференциальный подход к численному моделированию динамических откликов сегнетоэлектриков как фрактальных физических систем» по специальности 1.2.2 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» принята к защите 24.09.2021 (протокол заседания № 8) диссертационным советом Д 24.1.027.01, созданным на базе ФГБУН Института автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения Российской академии наук, 690041, г. Владивосток, ул. Радио, д. 5, приказ № 1777-524 от 09.07.2010 г.

Соискатель Мороз Любовь Игоревна, 04.09.1989 года рождения.

В 2011 году соискатель окончила ФГБОУ ВПО «Амурский государственный университет». С 2018 года по настоящее время обучается в заочной аспирантуре ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет», работает старшим преподавателем кафедры математического анализа и моделирования ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет».

Диссертация выполнена на кафедре математического анализа и моделирования факультета математики и информатики ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет» Минобрнауки РФ.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, доцент Масловская Анна Геннадьевна, ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет», профессор кафедры «Математический анализ и моделирование».

Официальные оппоненты:

Ревизников Дмитрий Леонидович, доктор физико-математических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», профессор кафедры «Вычислительная математика и программирование»,

Нефедев Константин Валентинович, доктор физико-математических наук, доцент, ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», профессор департамента теоретической физики и интеллектуальных технологий

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» (г. Екатеринбург) в своем положительном отзыве, подписанном Пименовым Владимиром Германовичем, д.ф.-м.н., профессором, заведующим кафедрой вычислительной математики и компьютерных наук, указала, что диссертационная работа представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой содержится решение важной научной задачи, имеющей значение для развития подходов к математическому и компьютерному моделированию сложных физических систем, по своей актуальности, научной новизне, объему выполненных исследований и практической значимости полученных результатов диссертационная работа отвечает критериям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842, а ее автор Мороз Л. И. заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Соискатель имеет 23 опубликованные работы по теме диссертации, из них 4 в рецензируемых научных изданиях: 1 статья в журнале «Математика и математическое моделирование» в соавторстве объемом 2,19 п.л.; 2 статьи в журнале «Математическое моделирование» в соавторстве общим объемом 3,35 п.л., 1 статья в научном журнале «Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation» в соавторстве объемом 1,50 п.л.; 5 статей в материалах международных конференций, цитируемых МБ WOS, Scopus: 1 статья в «IOP Conference Series: Journal of Physics» в соавторстве объемом 1,16 п.л., 1 статья в сборнике трудов конференции «Materials Science Forum» в соавторстве объемом 0,69 п.л.; 1 статья в сборнике трудов конференции «IEEE Xplore Publication» в соавторстве объемом 0,69 п.л.; 1 статья в сборнике трудов конференции «Proceedings of the Workshop on Mathematical Modeling and Scientific Computing: Focus on Complex Processes and Systems» в соавторстве объемом 1,39 п.л.; 1 статья в сборнике трудов конференции «AIP Conference Proceedings» в соавторстве объемом 0,58 п.л.; 3 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ в соавторстве общим объемом 1,91 п.л.; 11 публикаций в региональных изданиях и материалах конференций различного уровня общим объемом 5,2 п.л., из них 10 в соавторстве.

Вклад Мороз Л.И. в работах, опубликованных в соавторстве, составляет в среднем 70 % и заключается в разработке вычислительных схем и алгоритмов,

программной реализации математических моделей, проведении вычислительных экспериментов. Выбор направлений исследований, постановка задач математического моделирования, анализ результатов осуществлены совместно с научным руководителем. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах.

Наиболее значимые научные работы по теме исследований:

1. Мороз Л.И., Масловская А.Г. Дробно-дифференциальная модель процесса теплопроводности сегнетоэлектрических материалов в условиях интенсивного нагрева // Математика и математическое моделирование. – 2019. – Т. 2. – С. 29 – 47.

2. Мороз Л.И., Масловская А.Г. Гибридный фрактально-стохастический подход к моделированию кинетики переключения сегнетоэлектриков в режиме инъекции // Математическое моделирование. – 2019. – Т. 31. – № 9. – С. 131 – 144. / *переводная версия*: Moroz L.I., Maslovskaya A.G. Hybrid stochastic fractal-based approach to modeling the switching kinetics of ferroelectrics in the injection mode // Mathematical Models and Computer Simulations. – 2020. – V. 12. – P. 348–356.

3. Мороз Л.И., Масловская А.Г. Численное моделирование процесса аномальной диффузии на основе схемы повышенного порядка точности // Математическое моделирование. – 2020. – Т. 32. – № 10. – С. 62 – 76. / *переводная версия*: Moroz L.I., Maslovskaya A.G. Numerical simulation of an anomalous diffusion process based on the higher-order accurate scheme // Mathematical Models and Computer Simulations. – 2021. – V. 13 (3). – P. 492 – 501.

4. Maslovskaya A.G., Moroz L.I., Chebotarev A.Yu., Kovtanyuk A.E. Theoretical and numerical analysis of the Landau – Khalatnikov model of ferroelectric hysteresis // Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation. – 2021. – V. 93. – P. 105524 (13).

На диссертацию и автореферат поступило 8 отзывов, все положительные.

1. Отзыв д.ф.-м.н., проф., декана факультета, зав. кафедрой Гуц А.К., ФГБОУ ВО «Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского», содержит замечание о стилистических неточностях, частично затрудняющих восприятие материала.

2. Отзыв д.ф.-м.н., доцента, с.н.с. Казанцева И.Г., ФГБУН «Институт вычислительной математики и математической геофизики» СО РАН (г. Новосибирск), содержит замечания: в описании программного комплекса необходимо указать характеристики компьютера, на котором проводились численные эксперименты, привести данные о затратах вычислительных ресурсов; интересно было бы видеть качественное сравнительное поведение моделей в окрестности указанных оптимальных значений, например, порядка 0,73 (стр.14 автореф.).

3. Отзыв д.ф.-м.н., проф., в.н.с. Полетаева Г.М., ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» (г. Барнаул), без замечаний.

4. Отзыв д.ф.-м.н., проф., зав. кафедрой Садыкова С.А., ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный университет» (г. Махачкала), содержит замечания: необходимо пояснить термин «типичные сегнетоэлектрики»; в модели формирования пироотклика расчет теплового поля проводится на основе эредитарной модификации модели теплопроводности, в то время как при оценке самого электрического сигнала используется производная целого порядка. Поскольку обоснование этого приближения отсутствует, важным было бы сравнение результатов моделирования на основе альтернативных подходов; для дробно-дифференциальной модели Ландау – Халатникова (соотношения (8), (9), (10)) необходимо пояснение о вариации постановки задачи моделирования для сегнетоэлектриков с фазовыми переходами II рода.

5. Отзыв д.ф.-м.н., проф., проф. кафедры Степовича М.А., Калужский государственный университета им. К.Э. Циолковского, содержит замечания: об отсутствии обоснований, почему автор для модели Ландау – Халатникова выбирает модификацию с производной дробного порядка по времени и избегает рассмотрения уравнения с дробной производной по координате (хотя для обобщенного случая вычислительный алгоритм построен); превышен объем автореферата.

6. Отзыв к.ф.-м.н., с.н.с., зав. лабораторией Зверева В.Г., НИИ прикладной математики и механики Томского государственного университета, содержит замечания: при численном решении нелинейные источники в обобщенном уравнении Ландау – Халатникова линейаризованы не очень удачным образом (стр. 13 автореф.). На практике для этой цели используется линейаризация нелинейного источника по Ньютону в окрестности предыдущей итерации; квадратурная формула Симпсона имеет не второй, а четвертый порядок погрешности (стр. 114 текста дисс.); аппроксимация (3.18), (3.19) граничных условий (2.24) проведена на расширенном шаблоне несимметричными разностными выражениями формальным, несогласованным с уравнением (2.22), образом (стр. 119 дисс.). Это нарушает удобную для реализации трехдиагональную систему разностных уравнений и не отражает закон сохранения на границе.

7. Отзыв д.ф.-м.н., проф., зав. отделением прикладной математики физического факультета Боголюбова А.Н., ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», содержит замечание по оформлению рис.1.

8. Отзыв д.ф.-м.н., проф., зав. кафедрой Андрианов С.Н., ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», без замечаний.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их соответствием требованиям пунктов 22 и 24 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, а также заключением комиссии диссертационного совета Д 24.1.027.01, зафиксированном в протоколе № 8 заседания диссертационного совета Д 24.1.027.01 в Институте автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения Российской академии наук от 24.09.2021 г.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

предложены дробно-дифференциальные модификации математических моделей: электронно-индуцированного переключения поляризации сегнетоэлектрика, формирования пироотклика сегнетоэлектрика в условиях интенсивного нагрева и термодинамической модели Ландау – Гинзбурга – Девоншира – Халатникова;

разработаны вычислительные методики и алгоритмы реализации математических моделей на основе конструирования конечно-разностных схем для решения обыкновенного дробно-дифференциального уравнения и полулинейного уравнения аномальной диффузии; проведен численный анализ сходимости вычислительных схем;

выполнена программная реализация вычислительных алгоритмов в виде комплекса прикладных программ, ориентированного на расчет и визуализацию нестационарных характеристик поляризационных откликов сегнетоэлектриков; проведена проверка адекватности результатов компьютерного моделирования;

сформулированы результаты вычислительных экспериментов по исследованию формирования динамических откликов сегнетоэлектриков в неравновесных внешних условиях.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

предложен дробно-дифференциальный подход, представляющий генерализацию используемых классических математических моделей для описания динамики изменения полярного состояния сегнетоэлектриков, включая последние в качестве предельных частных случаев;

установлено, что возможность варьирования порядка дробного дифференцирования обеспечивает результат реализации моделей динамических откликов физических систем с памятью, лучше воспроизводящий экспериментально наблюдаемые закономерности по сравнению с целочисленными аналогами.

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

предложены вычислительные методики, которые потенциально могут быть

использованы в различных предметных областях при математической формализации процессов и явлений в виде обыкновенных дробно-дифференциальных уравнений и уравнений аномальной диффузии;

реализованные в программных комплексах математические модели и вычислительные методики используются в учебном процессе кафедры математического анализа и моделирования Амурского государственного университета.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

теория построена на основе применения фундаментальных принципов физико-математического моделирования рассматриваемого класса систем и современных апробированных численных методов; использованы лицензионные программные продукты в качестве среды разработки программного комплекса и для верификации результатов отдельных вычислительных экспериментов автора (ППП Matlab); установлено согласование полученных результатов расчета характеристик процесса зарядки с решениями эталонных задач и с частными теоретическими и экспериментальными результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике.

Личный вклад соискателя состоит в выборе направлений исследований, постановке задач математического моделирования, анализе результатов; в разработке вычислительных схем и алгоритмов, программной реализации компьютерных моделей, проведении вычислительных экспериментов, подготовке научных публикаций.

На заседании 24 декабря 2021 г. диссертационный совет принял решение присудить Мороз Л.И. ученую степень кандидата физико-математических наук за разработку математического и программного обеспечения для численной реализации дробно-дифференциальных моделей фрактальных физических систем с памятью.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 23 человека, из них 6 докторов наук по научной специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 30 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 23, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель
диссертационного совета



Кульчин Юрий Николаевич

Ученый секретарь
диссертационного совета

Петрунько Наталья Николаевна

24 декабря 2021 г.