ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Мороз Любови Игоревны**
"Дробно-дифференциальный подход к численному моделированию динамических откликов сегнетоэлектриков как фрактальных физических систем", представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2 – "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ"

Актуальность проблемы. Описание процессов переключения поляризации и формирования тока в перспективных материалах радиоэлектроники – сегнетоэлектриках невозможно без фундаментального понимания динамики протекания электрофизических процессов на поверхности и в объеме материала.

Поэтому работа Мороз Л.И. посвященная применению дробно-дифференциального подхода к численному моделированию динамических откликов сегнетоэлектриков как фрактальных физических систем является актуальной, отвечает приоритетному направлению развития науки, технологий и техники РФ и представляет научный и практический интерес.

Исследование характеристик неравновесных и многофакторных электрофизических процессов в сегнетоэлектриках невозможно без применения методов математического моделирования, которое в настоящее время стало неотъемлемой частью исследований в науке и технике.

К наиболее важным научным результатам автора следует отнести гибридный дробно-дифференциально-стохастический подход к математическому моделированию электронно-индуцированного переключения поляризации сегнетоэлектриков; модификацию модели пироотклика сегнетоэлектрика в условиях интенсивного нагрева; дробно-дифференциальную модификацию модели Ландау – Халатникова для описания динамики перестройки доменов сегнетоэлектрика в процессе переключения и гистерезисную зависимость поляризации от приложенного поля; установленные расчетные закономерности изменений полярного состояния сегнетоэлектриков в неравновесных условиях инжекции электронного пучка, интенсивного нагрева и воздействия периодического поля.

Научная и практическая значимость работы состоит в развитии научно-методического и программного обеспечения для прогнозирования нестационарных характеристик изменения полярного состояния сегнетоэлектриков в неравновесных внешних воздействиях.

В работе присутствуют необходимые компоненты специальности 1.2.2: математическая модель – расчетные методики – программный комплекс – вычислительные эксперименты по исследованию динамических откликов сегнетоэлектриков в условиях электрофизических воздействий и нагрева.

Основные разделы диссертации в достаточной степени апробированы на конференциях различного уровня, научных семинарах и полным образом отражены в публикациях, цитируемых международными базами Web of Science и Scopus, одна из которых имеет квартиль Q1. Ре-

зультаты исследований подкреплены тремя свидетельствами государственной регистрации программ для ЭВМ.

К числу **замечаний** по автореферату диссертации следует отнести следующее:

1. При численном решении нелинейные источники в обобщенном уравнении Ландау-Халатникова линеаризованы не очень удачным образом (стр. 13 автореферата, 119 диссертации). На практике для этой цели используется линеаризация нелинейного источника по Ньютону в окрестности предыдущей итерации. Например, для u^3 это выглядит следующим образом: $(u^3)^k = (u^3)^{k-1} + 3(u^2)^{k-1}(u^k - u^{k-1})$, где k – текущая, k-1 – предыдущая итерации.

2. Квадратурная формула Симпсона имеет не второй, а четвертый порядок погрешности (стр. 114 текста диссертации).

3. Аппроксимация (3.18), (3.19) граничных условий (2.24) проведена на расширенном шаблоне несимметричными разностными выражениями формальным, не согласованным с уравнением (2.22), образом (стр. 119 диссертации). Это нарушает удобную для реализации трехдиагональную систему разностных уравнений и не отражает закон сохранения на границе.

В заключение следует отметить новизну, научную и практическую значимость выполненного исследования по математическому моделированию нестационарных электрофизических процессов в сегнетоэлектриках. Диссертация Мороз Л.И. "Дробно-дифференциальный подход к численному моделированию динамических откликов сегнетоэлектриков как фрактальных физических систем" отвечает требованиям Положения о присуждении ученых степеней (постановление Правительства РФ № 426 от 20.03.2021), предъявляемым к кандидатским диссертациям, соответствует паспорту научной специальности 1.2.2 – "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ", а её автор Мороз Л.И. заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук.

Зверев Валентин Георгиевич – заведующий лабораторией НИИ прикладной математики и механики Томского государственного университета, канд.физ.-мат.наук, с.н.с.
634050 г. Томск, пр. Ленина, 36, строение 27.
раб. тел: 8(3822) 529880, моб. т. 8(923)4141815, e-mail: zverev@niipmm.tsu.ru

Подпись Зверева В.Г. удостоверяю
Ученый секретарь НИИ ПММ ТГУ И.В. Еремин
24.11.2021 г.

Я, Зверев Валентин Георгиевич, автор отзыва на автореферат диссертации Мороз Любови Игоревны на тему "Дробно-дифференциальный подход к численному моделированию динамических откликов сегнетоэлектриков как фрактальных физических систем", в соответствии с требованиями Федерального закона от 27.07.2006 № 152-ФЗ "О персональных данных" настоящим даю согласие Федеральному государственному бюджетному учреждению науки Институту автоматики и процессов управления ДВО РАН, место нахождения: 690041, г. Владивосток, ул. Радио, д.5, на базе которого создан диссертационный совет Д 24.1.027.01, на обработку моих персональных данных, связанных с работой диссертационного совета.

/Зверев В.Г./ 24.11.2021 г.