

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.285.25,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «УРАЛЬСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
ПЕРВОГО ПРЕЗИДЕНТА РОССИИ Б.Н. ЕЛЬЦИНА»,
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК**

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от «15» мая 2019 г., протокол №11

О присуждении Стародумову Илье Олеговичу, гражданство Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Математическое моделирование структурно-фазовых превращений модифицированным методом кристаллического фазового поля» по специальности 05.13.18 — Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ принята к защите 27.02.2019 г. (протокол заседания №7) диссертационным советом Д 212.285.25, созданным на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19; созданным приказом Минобрнауки России № 760/нк от 03.12.2012 г.

Соискатель Стародумов Илья Олегович, 1988 года рождения. В 2011 г. окончил ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по направлению подготовки «Математика. Прикладная математика»; в 2014 году окончил очную аспирантуру ФГАОУ ВО

«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по специальности 05.13.18 - Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ; работает в должности младшего научного сотрудника Лаборатории многомасштабного математического моделирования федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Минобрнауки России.

Диссертация выполнена на кафедре теоретической и математической физики Института естественных наук и математики ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Минобрнауки России.

Научный руководитель — доктор физико-математических наук, профессор Александров Дмитрий Валерьевич, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Институт естественных наук и математики, кафедра теоретической и математической физики, профессор.

Официальные оппоненты:

Коверда Владимир Петрович, доктор физико-математических наук, член-корреспондент РАН, ФГБУН Институт теплофизики УрО РАН (г. Екатеринбург), Лаборатория фазовых переходов и неравновесных процессов, заведующий;

Голод Валерий Михайлович, кандидат технических наук, доцент, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», кафедра «Металлургические и литейные технологии», доцент, дали **положительные** отзывы на диссертацию.

Ведущая организация, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Удмуртский государственный университет», г. Ижевск, в своем **положительном** отзыве, подписанном

Лебедевым Владимиром Геннадьевичем, кандидатом физико-математических наук, доцентом, заведующим кафедрой теоретической физики и Кривилевым Михаилом Дмитриевичем, доктором физико-математических наук, доцентом, заведующим учебно-научной лабораторией «Физика конденсированных сред», указала, что диссертация имеет высокую научную и практическую значимость, выполнена на высоком уровне и является законченным научным исследованием в области математического моделирования, численных методов и комплексов программ. Полученные в диссертации результаты являются новыми и интересными. Научные положения и выводы являются обоснованными. Основные результаты диссертации представлены докладами на научных конференциях и хорошо отражены в публикациях автора, среди которых можно отметить 9 статей в ведущих рецензируемых отечественных и зарубежных научных журналах, входящих в системы цитирования Web of Science, Scopus, РИНЦ и рекомендованных ВАК РФ для опубликования основных научных результатов диссертации на соискание ученой степени кандидата наук. Автореферат и опубликованные работы в достаточной мере отражают содержание работы. По степени новизны, обоснованности и достоверности полученных научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертационной работе, актуальности темы диссертационного исследования, практической значимости полученных результатов диссертация полностью удовлетворяет всем требованиям п. 9 действующего «Положения о присуждении учёных степеней», а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Соискатель имеет 12 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 12 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 9 работ. Другие публикации по теме диссертационной работы представлены в виде 1 свидетельства о государственной регистрации программы

для ЭВМ, 1 статьи в научном журнале, 1 монографии. Общий объем публикаций — 12,2 п. л. / 4,45 п. л. — авторский вклад.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах.

Наиболее значимые работы.

Статьи, опубликованные в рецензируемых научных журналах и изданиях, определенных ВАК:

1. И. О. Стародумов, П. К. Галенко, Н. В. Кропотин, Д. В. Александров. Об аппроксимации периодического решения уравнения кристаллического фазового поля при расчетах методом конечных элементов // Программные системы: теория и приложения. 2018. №4(39). С. 265–278. (0.3 п.л. / 0.2 п.л.)
2. Starodumov Ilya, Dmitri Alexandrov, Evgeny Pavlyuk On the stability of high-performance crystal growth simulations by the MPFC method // AIP Conference Proceedings. 2018. Vol.1997. 020065. (Scopus, WoS) (0.3 п.л. / 0.2 п.л.)
3. Starodumov I., Galenko P., Kropotin N., Alexandrov D. Influence of initial seed distribution on the pattern formation of the phase field crystals // AIP Conference Proceedings. 2017. Vol.1906. 200006. (Scopus, WoS) (0.6 п.л. / 0.3 п.л.)
4. Ilya Starodumov, Vladimir Ankudinov, Peter Galenko Simulation of crystalline pattern formation by the MPFC method //MATEC Web of Conferences. 2017. Vol.129. 02035. (Scopus, WoS) (0.2 п.л. / 0.1 п.л.)
5. Starodumov I., Galenko P., Alexandrov D., Kropotin N. Influence of computational domain size on the pattern formation of the phase field crystals // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2017. Vol.192(1). 012008. (Scopus, WoS) (0.3 п.л. / 0.2 п.л.)

6. Starodumov I., Kropotin N. Features in simulation of crystal growth using the hyperbolic PFC equation and the dependence of the numerical solution on the parameters of the computational grid // AIP Conference Proceedings. 2016. Vol.1759. 020136. (Scopus, WoS) (0.3 п.л. / 0.2 п.л.)
7. Bueno J., Starodumov I., Gomez H., Galenko P., Alexandrov D. Three dimensional structures predicted by the modified phase field crystal equation // Computational Materials Science. 2016. Vol.111. pp.310-312. (Scopus, WoS) (0.2 п.л. / 0.1 п.л.)
8. Starodumov I.O., Pavlyuk E.V., Abramov S.M., Klyuev L.V., Galenko P.K., Alexandrov D.V The effectiveness of parallelizing an algorithm of the PFC equation solution using PetIGA library // Vestnik Udmurtskogo Universiteta: Matematika, Mekhanika, Komp'yuternye Nauki. 2016. Vol.26(3). pp.445-450. (Scopus) (0.3 п.л. / 0.2 п.л.)
9. Starodumov I., Pavlyuk E., Klyuev L., Kovalenko M., Medyankin A. Analysis of the efficiency PETSc and PETIGA libraries in solving the problem of crystal growth // CEUR Workshop Proceedings. 2015. (Scopus) (0.3 п.л. / 0.25 п.л.)

Патенты и программы:

10. Стародумов И.О., Александров Д.В., Павлюк Е.В. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2018617793 «Phase Field Crystal Simulator (PFC _ Simulator)». Федеральная служба по интеллектуальной собственности (Роспатент). Зарегистрирована 02.07.2018.

Монография:

11. Phase-Field Crystals: Fast Interface Dynamics / P.Galenko, V.Ankudinov, I. Starodumov. Berlin: De Gruyter, 2018. (Монография) (8 п.л. / 2 п.л.)

На автореферат поступило 2 **положительных** отзыва:

1. К. ф.-м. н., доцент **Гусакова Ольга Вадимовна**, доцент кафедры ядерной и радиационной безопасности, учреждение образования “Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова” Белорусского государственного университета. Отзыв не содержит критических замечаний.
2. К. ф.-м. н., доцент **Романов Леонид Иванович**, Акционерное общество Научно-производственное объединение "МКМ" (АО НПО «МКМ»), г. Ижевск. Отзыв содержит одно замечание: «Среди замечаний можно отметить некоторые опечатки и ошибки верстки текста (например, на странице 13 автореферата в уравнении 13 пропущен символ Ω)».

Выбор официальных оппонентов и ведущей организация обосновывается их высокой квалификацией, компетентностью и широкой известностью в области математического моделирования, численных методов и комплексов программ, наличием большого количества публикаций по тематике диссертации и способностью определить научную и практическую значимость работы.

Диссертационный совет отмечает, что работа соответствует

п. 1 (Разработка новых математических методов моделирования объектов и явлений) п. 2 (Развитие качественных и приближенных аналитических методов исследования математических моделей), п. 4 (Реализация эффективных численных методов и алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительного эксперимента), п. 5 (Комплексные исследования научных и технических проблем с применением современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента), паспорта специальности 05.13.18 — Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований получены следующие основные результаты:

В области математического моделирования:

Исследована модификация физико-математической модели кристаллического фазового поля, разработаны новые математические методы моделирования динамики микрокристаллических структур во время структурно-фазовых превращений.

В области численных методов:

Развито обобщение конечно-элементного метода Галеркина на основе изогеометрического анализа, позволяющего сформулировать глобальный C^2 -непрерывный NURBS-базис для решения вариационной задачи.

В области программного обеспечения и комплексов программ:

Разработан программный комплекс, позволяющий проводить вычислительные эксперименты для исследования динамики микроструктуры вещества во время структурно-фазового перехода. Программный комплекс реализует вышеуказанный численный алгоритм и позволяет производить параллельные вычисления на суперкомпьютерах.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

Обоснована и исследована модифицированная модель кристаллического фазового поля как задача вычислительной математики. Развита вычислительная программа для решения дифференциального уравнения этой модели;

установлено соответствие результатов моделирования с помощью вышеуказанной модели и результатов ранних исследований с использованием классической модели кристаллического фазового поля (верификация модифицированной модели);

обоснована необходимость учета в модели кристаллического фазового поля флуктуаций поля атомной плотности для корректного моделирования процессов вблизи локальных минимумов свободной энергии системы.

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

разработан и реализован эффективный вычислительный алгоритм для моделирования динамики структурно-фазовых трансформаций модифицированным методом кристаллического фазового поля;

создан программный комплекс, объединяющий вычислительный алгоритм, модули пре и постпроцессинга, а также модуль для дополнительной обработки результатов моделирования; показана эффективность работы программного комплекса на суперкомпьютерах;

представлены результаты работы разработанного программного комплекса в применении к решению стационарных и нестационарных задач.

Результаты диссертационной работы, выносимые на защиту, в достаточном объеме прошли апробацию на международных конференциях и форумах.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

теоретические положения обуславливаются строгостью используемого математического аппарата;

установлена согласованность результатов, полученных с помощью разработанного программного комплекса, и независимых результатов компьютерного моделирования и аналитических исследований;

корректность и эффективность разработанных методов и программных комплексов **протестированы** на модельных примерах и **подтверждены** результатами численных экспериментов.

Личный вклад соискателя состоит во включенном участии на всех этапах процесса; в разработке методов и алгоритмов моделирования модифицированным методом кристаллического фазового поля; разработке и тестировании программного комплекса; получении всех основных результатов, изложенных в диссертации; личном участии в апробации результатов исследований; подготовке основных публикаций по выполненной работе.

Диссертационная работа Стародумова И.О. является научно-квалификационной работой, которая соответствует критериям, установленным п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденном

постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842.

На заседании 15 мая 2019 г. диссертационный совет **принял решение присудить** Стародумову И.О. ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 16 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: «за» — 16, «против» — нет, недействительных бюллетеней — нет.

Председатель диссертационного совета



Арестов В.В.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Пименов В.Г.