

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.332.02,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «СТАНКИН» МИНИСТЕРСТВА
НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ,
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА
НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 25 июня 2024 г. № 174

О присуждении Пхью Вэй Лину, гражданину Республики Союз Мьянмы, учёной степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация на тему «Моделирование тепло- и массопереноса и фазовых переходов в высокодисперсных системах при воздействии электромагнитного поля» по специальности 1.2.2 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» принята к защите 16 апреля 2025 г., протокол № 172, диссертационным советом 24.2.332.02, созданным на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технологический университет «СТАНКИН» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 127055, Москва, Вадковский пер., 3а, № 1031/нк от 30.12.2013 г.

Соискатель Пхью Вэй Лин, 11 августа 1988 года рождения, в 2013 году окончил федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)» по направлению 03.04.01 «Прикладные математика и физика».

В 2021 г. соискатель Пхью Вэй Лин окончил очную аспирантуру на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технологический

университет «СТАНКИН» по направлению 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника».

Диссертация выполнена на кафедре прикладной математики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технологический университет «СТАНКИН» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, Уварова Людмила Александровна, профессор, заведующий кафедрой прикладной математики федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технологический университет «СТАНКИН».

Официальные оппоненты:

Плетнев Леонид Владимирович, доктор физико-математических наук, доцент, профессор кафедры общенаучных дисциплин федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тверской государственной технической университет», г. Тверь;

Кадымов Вагид Ахмедович, доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры высшей математики-3 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «МИРЭА – Российский технологический университет», г. Москва, дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», г. Москва, в своем положительном заключении, подписанном Сидняевым Николаем Ивановичем, доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой высшей математики МГТУ им. Н.Э.Баумана и утвержденном Дрогвозом Павлом Анатольевичем, доктором экономических наук, профессором, проректором по науке и

цифровому развитию МГТУ им. Н.Э.Баумана указала, что диссертационная работа Пхью Вэй Лина является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится новое решение актуальной задачи моделирования фазовых переходов и нелинейного теплопереноса в мезо- и наносистемах под воздействием электромагнитного поля.

По своей актуальности, научной новизне, объему выполненных исследований, теоретической и практической значимости полученных результатов представленная диссертационная работа соответствует требованиям, содержащимся в пунктах 9-14 *Положения о порядке присуждения ученых степеней*, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Пхью Вэй Лин достоин присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Соискатель имеет 11 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 11 работ (общий объем в страницах А4 – 57 стр., из них авторских – 49 стр.), из них 2 научные работы опубликовано в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России (общий объем – 31 стр., из них авторских – 26 стр.); 1 в журналах, индексируемых Scopus (общий объем – 6 стр., из них авторских – 5 стр.), в других научных журналах (общий объем – 10 стр, из них авторских – 8 стр.). Среди опубликованных работ по теме диссертации статьи в сборниках трудов научных конференций 10 стр., авторских 10 стр.

Наиболее значительные работы по теме диссертации, опубликованные в рецензируемых научных изданиях:

1. Уварова, Л. А. Моделирование процесса переноса “реакция – диффузия” в нелинейном электромагнитном поле / Л. А. Уварова, Пхью Вэй Лин // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Физико-математические науки. - 2021. - Том 25. - №. 4. - С. 663 – 675.

2. Уварова, Л. А. Электромагнитный резонанс и индуцированные эффекты

в дисперсных системах / Л. А. Уварова, Пхью Вэй Лин, И. В. Кривенко // Журнал «Перспективы науки», Тамбов. - 2023. - № 10(169), - С. 35-50. - ISSN 2077 – 6810.

3. Uvarova, L. A. Modeling of the “Reaction – Diffusion” Transfer Process in the Nonlinear Electromagnetic Field / L. A. Uvarova, Phywo Wai Linn // Journal of Numerical Analysis, Industrial and Applied Mathematics, 2022. – Vol. 2425. Issue.1. AIP Conf. Proc. 2425, 100003. [URL:10.1063/5.0081638](https://doi.org/10.1063/5.0081638).

На диссертацию и автореферат поступили 7 отзывов. Все отзывы положительные.

1) Отзыв Кожеко Людмилы Георгиевны, к.ф.-м.н., доцента, доцента кафедры компьютерной безопасности и математических методов управления ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет».

Замечания: в тексте автореферата на стр. 10 после формулы (4) указано, чему равна функция «кси», но не указано, чему равна функция «пси».

2) Отзыв Шаповалова Александра Васильевича, д.ф.-м.н., профессора, профессора кафедры теоретической физики ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет».

Замечания: нет.

3) Отзыв Романовой Екатерины Юрьевны, к.ф.-м.н., помощника директора по воспитательной работе АНО ВО Тверской институт (филиал АНО ВО Московского гуманитарно-экономического университета).

Замечания: нет.

4) Отзыв Якушевич Людмилы Владимировны, д.ф.-м.н., главного научного сотрудника Лаборатории структуры и динамики биомолекулярных систем Института биофизики клетки Российской академии наук - обособленного подразделения ФГБУН «ФИЦ «Пушкинский научный центр биологических исследований РАН».

Замечания: На странице 20 приведены результаты расчёта, проведённого с помощью модификации алгоритма Хошена – Копельмана, однако, не указан

размер поверхности, с которой происходит испарение, для которой проводился расчёт.

5) Отзыв Трайтака Сергея Дмитриевича, к.ф.-м.н., доцента, научного сотрудника Лаборатории динамики биополимеров Отдела строения вещества ФГБУН «ФИЦ химической физики им. Н.Н. Семенова РАН».

Замечания:

1. Радиальную часть лапласиана было бы лучше определить не в уравнениях (10), а ранее в уравнении (7).

2. Пояснение перед системой уравнений (10) следовало бы начать так: «Изменение концентрации компонентов во внутренней области происходит за счет объемной реакции...»

3. После формулы (11) не указано, что v_0 - предэкспоненциальный множитель.

4. На странице 13 приведена «формула Гонта», хотя это просто формула разложения интегрального логарифма.

5. Предложенный автором численно-аналитический метод определения температуры дисперсной системы в электромагнитном поле позволил, в частности, разработать алгоритм определения температуры в двух близко расположенных частицах с нелинейными теплофизическими и оптическими свойствами. К сожалению, в автореферате не приведено результатов расчета температуры для этой весьма интересной задачи.

6) Отзыв Рыжковой Татьяны Васильевны, к.ф.-м.н., доцента, доцента кафедры высшей математики ФГБОУ ВО «Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова».

Замечания: На стр. 10 в формулах, являющихся условиями электромагнитного резонанса, имеется формула «пси», но нет пояснения, чему она равна.

7) Отзыв Старкова Александра Владимировича, д.т.н., профессора, исполняющего обязанности заведующего кафедры системного анализа и

управления ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»).

Замечания: На стр. 11 и на стр. 18 указаны авторы работ, на которые автор диссертации ссылается при получении своих решений, но не указаны полные ссылки на эти работы.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обоснован следующим:

Плетнев Леонид Владимирович, доктор физико-математических наук, доцент, является учёным, известным своими научными работами области математического моделирования процессов переноса и фазовых переходов, моделирования наносистем, численных методов, имеет значительное количество публикаций в этой области, что соответствует тематике диссертации соискателя и свидетельствует о его компетенции в задачах, которые решает соискатель.

Кадымов Вагид Ахмедович, доктор физико-математических наук, профессор, является высококвалифицированным специалистом в области математического моделирования, разработки и применения методов математической физики, имеет большое количество публикаций в этой области, что позволяет ему оценить научную новизну, теоретическую значимость и практическую ценность диссертации соискателя.

Ведущая организация, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», хорошо известна высоким уровнем научных и прикладных исследований в области математического моделирования теплопереноса, воздействия электромагнитных полей, проведения вычислительных экспериментов, что непосредственно соответствует тематике исследований диссертации соискателя.

Официальные оппоненты и ведущая организация дали свое согласие.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных

соискателем исследований:

разработаны методы математического моделирования для исследования нелинейных процессов тепло- и массопереноса и фазовых переходов под действием электромагнитного поля и в непосредственной близости от границы раздела фаз, а именно: численно-аналитический метод определения температуры в дисперсной системе в нелинейном электромагнитном поле, особенностью которого является выделение резонансной гармоники; модификация перколяционного алгоритма Хошена – Копельмана, в которую включено число Кнудсена с целью рассмотрения различных режимов испарения, а заполнение узлов или ячеек происходит с вероятностью, рассчитываемой с помощью зависящей от температуры функции распределения по скоростям;

предложены математическая модель для определения условий возникновения электромагнитного резонанса, отличающаяся возможностью учитывать нелинейную зависимость диэлектрической проницаемости от электрического вектора; модель фазового перехода первого рода для системы «жидкость-газ» в ограниченной области вблизи поверхности испарения мезо- или наноструктуры, особенностью которой является использование древовидных графов состояний, зависящих от температуры, на поверхности испарения и для газовой фазы вблизи поверхности фазового перехода;

доказано для исследуемых дисперсных систем наличие связей между нелинейными характеристиками электромагнитного поля и особенностями нелинейных процессов тепло- и массопереноса;

введено формальное описание слоя вблизи испаряющейся поверхности с использованием p -адического анализа.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана применимость совокупности методов математического моделирования: нелинейных методов математической физики, теории перколяции, p -адического анализа, численных методов для разностороннего описания процессов тепломассопереноса и фазовых переходов первого рода в высокодисперсных системах.

Применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов):

использованы методы математической физики, численные методы, методы р-адического анализа, методы теории перколяции, теория графов, положения теории хаоса, положения электродинамики, теплофизики, физической кинетики;

изложены особенности подходов к моделированию процессов нелинейного переноса и фазовых переходов в неоднородных системах;

раскрыты закономерности и особенности индуцированного теплопереноса в двухслойных мезо- и наносистемах, а также в системе с двумя сферическими частицами, взвешенными в континуальной среде, с различными оптическими и теплофизическими свойствами. В двухслойной сферической частице выявлены закономерности и особенности массопереноса вида «диффузия-реакция», обусловленного нагреванием вследствие воздействия электромагнитного поля, показана возможность возникновения барьерного эффекта для концентрации вблизи границы перехода из внутренней во внешнюю область;

изучены проблемы, возникающие при математическом описании процессов нелинейного переноса и фазовых превращений, происходящих под действием электромагнитного поля;

проведена модернизация математических моделей тепло- и массопереноса в высокодисперсных системах в электромагнитных полях, учитывающая нелинейность процессов; моделей и алгоритма для описания структуры приповерхностного слоя, обусловленной фазовым переходом.

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

разработаны и внедрены научные и практические результаты работы в учебном процессе ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН» при подготовке бакалавров по направлению 09.03.03, профиль «Математическое и компьютерное моделирование процессов и систем» в курсе «Математическое

моделирование» и магистров по направлению 09.04.01 в курсе «Методы моделирования мезо- и наносистем»; научные результаты работы **использованы** в рамках выполнения проекта Госзадания № FSFS-20240007 «Математическое моделирование и комплексный физико-химический и структурный анализ массопереноса и фазовых превращений в неоднородных дисперсных средах, простых и сложных наноструктурах, в том числе, с управляемыми функциональными свойствами, в присутствии внешних полей с применением высокопроизводительной вычислительной техники».

определены области практического использования предлагаемых математических моделей и программного комплекса;

создан комплекс программ и проведены вычислительные эксперименты на основе построенных моделей и алгоритмов;

представлены предложения для обобщения предложенных математических моделей и алгоритмов для процессов переноса и фазовых переходов в неоднородных дисперсных системах при внешних воздействиях.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты получены на сертифицированном вычислительном оборудовании с применением лицензионных программных средств;

теория построена с применением следующих методов и положений: нелинейный аппарат математической физики, р-адический анализ, теория перколяции, теория графов, теория хаоса и энтропии, алгоритм Хошена-Копельмана, теория разностных схем, электродинамика, теплофизика, физическая кинетика;

идея базируется на анализе применения основных подходов к моделированию линейного и нелинейного тепло- и массопереноса и фазовых переходов первого рода в дисперсных системах под действием электромагнитного поля;

использованы для проведения вычислительных экспериментов и некоторых результатов данные и некоторые имеющиеся в литературе

результаты, полученные другими авторами по рассматриваемой тематике;

установлено качественное соответствие полученных авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике;

использованы современные методики сбора, обработки и анализа необходимой исходной информации.

Личный вклад соискателя состоит в формировании цели и задач исследования; выборе и обосновании методов и средств исследования; непосредственном участии на всех этапах получения теоретических и практических результатов; разработке математической модели определения условий возникновения электромагнитного резонанса при воздействии нелинейного электромагнитного поля на дисперсные частицы; разработке численно-аналитического метода определения температуры в дисперсной системе в электромагнитном поле, особенностью которого является выделение резонансной гармоники; разработке модификации алгоритма Хошена-Копельмана для применения в моделировании фазовых переходов первого рода; разработке модели фазового перехода первого рода «жидкость-газ» в ограниченной области с испаряющейся поверхностью мезо- или наноструктуры; разработке программного комплекса и проведении вычислительных экспериментов. Личный вклад соискателя также состоит в апробации практических результатов исследования и подготовке основных публикаций по выполненной работе.

В ходе защиты диссертации были высказаны критические замечания.

Соискатель Пхью Вэй Лин ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы, привел собственную аргументацию и согласился с рядом замечаний.

На заседании 25 июня 2025 г. диссертационный совет принял решение за научно-обоснованное решение задачи моделирования фазовых переходов и нелинейного тепломассопереноса в мезо- и наносистемах под воздействием электромагнитного поля, что имеет важное фундаментальное значение для развития такой области знаний как прикладная математика и прикладное

