

Отзыв

официального оппонента

на диссертацию Джураева Хайрулло Шарофовича «Модельное исследование и оптимизация явлений переноса энергии и массы в конденсированных средах», представленную на соискание учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.07 - Физика конденсированного состояния.

1. Соответствие диссертации специальности и отрасли науки.

Перенос энергии и массы лежит в основе многих технологических процессов, таких как диффузионные, сорбционные, экстракционные, мембранные процессы и многих других. Они являются неотъемлемой частью понимания работы многочисленных технических устройств, используемых в атомной, космической, энергетической, химической и других отраслях. Эти процессы часто многостадийны и включают в себе как переносы вещества и энергии в пределах одной фазы, так и через границу между различными фазами. При создании эффективных тепловых двигателей, космических аппаратов, нанотехнологий непременно надо опираться на знания в области энерго- и массопереноса. Анализ работы показывает, что по методам получения исследуемых структур, измерения параметров и модификации материалов путем внешнего воздействия, а также по использованному математическому аппарату диссертационная работа соответствует отрасли «физико-математические науки» и паспорту специальности 01.04.07 - физика конденсированного состояния.

2. Актуальность темы диссертации

Для развития новых технологий в конкурентоспособные производства требуются знания о конкретных механизмах, лежащих в основе этих процессов и явлений, о возможных причинах неустойчивости поведения систем в экстремальных условиях, о надежности используемых элементов. В последние годы в связи с миниатюризацией многих систем и элементов (особенно в электронике, управлении и автоматике), развитием нанотехнологий на первый план выдвигаются требования об обеспечении стабильных условий как по тепловому режиму этих устройств, так и структуре элементов. Например, многие полупроводниковые элементы нормально функционируют только в узком температурном диапазоне.

Поэтому тема диссертационной работы Джураева Хайрулло Шарофовича «Модельное исследование и оптимизация явлений переноса энергии и массы в конденсированных средах», посвященная проблеме построения физико-математических, численных и компьютерных моделей процессов переноса энергии, массы в различных конденсированных средах, является, безусловно, актуальной.

3. Степень новизны результатов, полученных в диссертации, и научных положений, выносимых на защиту

Диссертант впервые применил комплексный подход к решению проблемы выявления механизмов явлений энерго- и массопереноса в конденсированных средах. В работе исследованы механизмы переноса при вязкоупругих и термоупругих процессах, акустические явления в конденсированных средах с учетом вкладов параметров регуляризации пробных математических параметров.

Выносимые на защиту положения являются новыми. К наиболее важным результатам диссертационного исследования можно отнести:

-решение прямой и обратной задач математической физики путём использования разложения в специальные ряды, интегрального преобразования и разделения переменных с помощью методов регуляризации;

-решение дифференциального уравнения второго порядка по времени для прямой и обратной задач математической физики, устойчивое к начальным возмущениям;

-математическую модель для описания стационарных физических процессов в различных конденсированных средах с учетом регуляризации теплового потока и температурной зависимости теплофизических характеристик;

-установление закономерностей стационарного распространения температуры и тепла в среде, условий их устойчивости, при которых очаг теплового потока перемещается с ростом температуры;

-аналитический метод построения семейств регуляризирующих алгоритмов для начальной и граничной задачи для стационарных и нестационарных уравнений математической физики на основе интегрального преобразования и суммирования рядов Фурье;

-аналитический математический аппарат, отличающийся от известных ранее тем, что с его помощью можно решать новые прикладные задачи на основе стационарных уравнений математической физики с переменными и постоянными коэффициентами;

-программы реализации численных расчетов распределения температуры и теплового потока в осесимметричных конденсированных средах в окрестностях особых точек в критических условиях горения и взрыва.

-установление нелинейного характера изменения температуры в ограниченных и неограниченных конденсированных средах с ростом линейных размеров образца, плотности потока массы со временем в сосудах различной геометрической формы, а также уменьшения температуры по мере проникновения тепла вглубь тела и ее переход к постоянному значению в предельном случае;

-установление линейной зависимости температуры тела от длины образца при наличии внешнего источника и экстремальной временной зависимости температуры тела в условиях лазерного нагрева;

-методика численного расчёта плоского активного оптического волновода

гетеронанолазеров, базирующаяся на методе модулирующей функции, а также температурной зависимости излучательных характеристик лазеров на основе многослойных гетеронаноструктур;

-установление температурной зависимости порогового тока гетеронанолазеров от параметра асимметрии гетероструктур с одной и двумя квантовыми ямами; зависимости излучательных характеристик лазеров на основе гетеронаноструктур от толщины и материального состава нанослоёв; эффективной методики оптимизации конструкции гетеролазера для улучшения температурной зависимости излучательных характеристик;

-условия стабилизации и согласования параметра регуляризации для исследуемых задач, а так же способы выбора сглаживающих функций и модулирующей функции.

Так же следует отметить, что в работе выполнен достаточно подробный обзор современного состояния вопросов о процессах энерго- и массопереноса, методов решения связанных с этими процессами задач, описания возможных путей дальнейших исследований. Все это в совокупности свидетельствует о высокой и всесторонней квалификации автора и о тщательном подходе к решению поставленных физических задач.

4. Обоснованность и достоверность выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Все полученные в диссертации результаты обладают высокой надежностью и достоверностью. Это подтверждается использованием математических моделей, адекватно описывающих реальные физические процессы, применением обоснованных методов построения приближенных аналитических решений прямой и обратной задач переноса энергии и массы в конденсированных средах, хорошим совпадением результатов расчета с экспериментальными данными в случаях, когда это сравнение было возможно.

Достоверность сформулированных положений косвенно подтверждается их непротиворечивостью существующим литературным данным, полученным на основе других независимых измерений для родственных структур.

Выводы в диссертационной работе строго подчиняются логике, базируются на результатах, неоднократно обсужденных на научных семинарах и конференциях, а так же опубликованных в периодических научных изданиях.

5. Научная, практическая, экономическая и социальная значимость результатов диссертации с указанием рекомендаций по их практическому применению

Научная значимость результатов проведенных соискателем исследований состоит в том, что они представляют собой концептуальное развитие актуального научно-технического направления в физике

конденсированного состояния по установлению закономерностей процессов энерго- и массопереноса в конденсированных средах, предусматривающих регуляризацию начальных и граничных условий с приданием полученным решениям свойства устойчивости к малым изменениям начальных возмущений с целью их улучшения, увеличения технического ресурса и прогнозирования эксплуатационных параметров.

Практическая значимость полученных в работе результатов определяется тем, что

- результаты диссертации могут быть использованы при создании экспресс-методов контроля материалов и технических процессов, в которых важны переносы энергии и массы,

- результаты диссертации могут быть использованы при разработке компьютерных моделей энерго- и массопереноса и в других научно-прикладных задачах,

- результаты исследований могут быть использованы при разработке принципиально новых, более эффективных технологий создания теплотехнических сооружений.

Экономическая и социальная значимость работы состоит в том, что проведенный комплекс исследований позволяет улучшить эксплуатационные характеристики устройств, которые непосредственно отражаются на эффективности, долговечности, надежности, физической и экологической безопасности используемых технологий, уменьшая при этом их себестоимость. Сформулированный комплекс знаний вполне пригоден для внедрения.

Результаты диссертационной работы Джураева Х.Ш. могут быть использованы во многих научных учреждениях, где ведутся теоретические и экспериментальные исследования процессов энерго- и массопереноса в конденсированных средах. Среди них можно отметить такие организации как МИФИ, НИУ «МФТИ», МГУ им. М.В. Ломоносова, КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева (г. Казань), ФГУП НИИ «Полюс» им. М.Ф. Стельмаха (г. Москва), ОАО «НИПГС» (г. Санкт-Петербург), ОАО «НПП «Инжект» (г. Саратов), СПбГУ и СПбГТУ (г. Санкт-Петербург), ГОИ им. В.И. Вавилова (г. Санкт-Петербург), ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН, ИТМО (г. Санкт-Петербург), а также Казанский (Приволжский) федеральный университет, Таджикский национальный университет, Институт физики СО РАН (г. Красноярск), ФТИ им. С. У. Умарова АН РТ (г. Душанбе), Отдел теплофизики АН Республики Узбекистан и других организаций, в которых проводятся исследования в области физики конденсированного состояния и процессов переноса массы и энергии. Разработанные методики и полученные результаты могут быть рекомендованы для включения в учебные пособия для студентов, изучающих физику конденсированного состояния и ее применения.

6. Опубликованность результатов диссертации в научной печати

Результаты диссертационной работы опубликованы 54 научных трудах, в том числе в 4-х монографиях и 27 статьях в рецензируемых изданиях из Перечня ВАК Российской Федерации. Основные результаты диссертации обсуждены на 27 национальных, всероссийских и международных конференциях, посвященных проблемам в выбранной соискателем области.

7. Соответствие оформления диссертации требованиям ВАК

Диссертационная работа оформлена в соответствии с требованиями ВАК. Она написана грамотным научным языком. В ней содержится незначительное число несоответствий редакционного плана, например: опечатки на стр. 73, 114, 123, 155 и др. или на рис.4.5 (стр.137), 4.6 (стр.138) не соответствует действительности (на самом деле это $T^{\circ}C$ а не T,K). Автореферат в полной мере отражает содержание диссертационного исследования.

Кроме замечаний редакционного и оформительского плана по работе требуется уточнение по следующим вопросам:

1) В главе 6 много внимания уделяется конвективному массопереносу, но в расчетах приводятся только диффузионные потоки. В то же время в работе не конкретизируются причины образования градиентов концентраций, а так же не оговариваются условия диффузии и самодиффузии. Так же следует подчеркнуть, что во всех случаях коэффициент диффузии принимается константой. В случаях сферической и цилиндрической симметрии это грубое приближение.

2) Не очень понятна зависимость потока массы воды в сферической среде от времени течения потока t (Рис.6.5). Результаты численных расчетов и экспериментальные результаты определены для разных физических величин. Поэтому трудно судить об их соответствии.

3). Работа поражает широтой затронутых проблем: стационарные и нестационарные процессы переноса тепла, переносы тепла при наличии постоянного источника тепла, моделирование лазерного нагрева твердых тел, определение характерного времени релаксации теплового потока, оптимизация параметров структур гетеронанолазеров с учетом температурной зависимости порогового тока, методы анализа и алгоритмы численного расчета однопараметрической волноводной задачи, анализ и методы численного расчета поля нанослойной волноводной структуры, метод модулирующих функций и его применение при изучении волноводных свойств гетероструктур, обратная задача и её применение при изучении волноводных свойств гетеронанолазеров, исследование процессов массопереноса методом искусственной гиперболизации для различных геометрий. Из-за этого немного страдает глубина затронутых проблем.

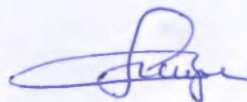
Отмеченные выше замечания несколько затрудняют чтение диссертации, но не влияют на ее сущностную сторону, в которой автор отобразил новые научные результаты в виде практико-ориентированных

рекомендаций по прогнозированию процессов энерго- и массопереноса в конденсированных средах.

8. Соответствие научной квалификации соискателя ученой степени, на которую он претендует

На основании анализа использованных методов исследования, полученных результатов можно сделать заключение, что диссертационная работа «Модельное исследование и оптимизация явлений переноса энергии и массы в конденсированных средах», представленная на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.07- физика конденсированного состояния, полностью удовлетворяет критериям пп 9-14 Положения о присуждении учёных степеней (Постановление Правительства РФ от 24.09.2013, № 842), а ее автор Х.Ш. Джураев заслуживает присуждения ему искомой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.07 - физика конденсированного состояния.

Доктор физико-математических наук,
профессор, зав. кафедрой общей
физики Казанского национального
исследовательского технического
университета им. А.Н. Туполева-КАИ
420111, г. Казань, Карла Маркса, 10



Б.А. Тимеркаев

Подпись Б.А. Тимеркаев
заверяю. Начальник управления
делами КНИТУ-КАИ.

