

Отзыв официального оппонента
на диссертационную работу Бильданова Эльдара Эмировича «Моделирование эволюции решеточных систем с конкурирующими взаимодействиями», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 – теоретическая физика

1. Соответствие содержания диссертации заявленной специальности и отрасли науки

Диссертационная работа Бильданова Э. Э. посвящена изучению процессов релаксации в модельных решеточных системах с конкурирующими взаимодействиями. Основным методом изучения таких систем выбран метод Монте-Карло. Задача описания и исследования неоднородных неравновесных состояний многочастичных систем и протекающих в них процессов является одной из сложных проблем статистической механики. Эта проблема еще больше усложняется наличием в системе фазовых переходов, а также присутствием в задаче нескольких характерных времен и характерных пространственных масштабов, различающихся на порядки.

В работе выполнено исследование структурных и энергетических эффектов при эволюции системы с конкурирующими взаимодействиями, разработана и описана процедура определения времен релаксации. Можно констатировать, что диссертационная работа соответствует специальности 01.04.02 – теоретическая физика, в частности, пунктам 1, 4, 6 раздела III паспорта специальности 01.04.02 – теоретическая физика, отрасли «физико-математические науки».

2. Актуальность темы диссертации

Статистическая механика в свое время возникла как инструмент описания явлений макромира с использованием относительно простых законов поведения ансамблей частиц на микроуровне. Если в первые десятилетия своего существования статистическая механика выглядела игрушкой в руках физиков, позволяющей просто объяснить непонятные особенности различных физических явлений, то в настоящее время можно констатировать, что исследования в данной области находятся на переднем крае высоких технологий, которые все больше углубляются в микро- и наномир. Исследуемые в работе явления и системы имеют прямое отношение к такому явлению, как самоорганизация и самосборка в наноразмерных системах. Можно отметить, что актуальность работы обусловлена потенциальной применимостью ее результатов для современной микроэлектроники, в частности, для задач создания литографического оборудования. Актуальность работы, востребованность результатов, развитых методов и подходов в ряде прикладных областей, в том числе в современной микроэлектронике, не вызывает сомнения.

Тема диссертационной работы соответствует приоритетным направлениям, утвержденным Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 12 марта 2015 г. № 190 «О приоритетных направлениях научных исследований Республики Беларусь на 2016-2020 годы» (п. 8. «Многофункциональные материалы и технологии»), приоритетным направлениям, утвержденным Указом Президента Республики Беларусь от 22 апреля 2015 г. № 166 «О приоритетных направлениях

научно-технической деятельности в Республике Беларусь на 2016-2020 годы» (п. 6. «Био- и наноиндустрия») и приоритетным направлениям, утвержденным Указом Президента Республики Беларусь от 7 мая 2020 г. № 156 «О приоритетных направлениях научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021-2025 годы» (п. 1. «Цифровые информационно-коммуникационные и междисциплинарные технологии и основанные на них производства: математика и моделирование сложных функциональных систем (технологических, биологических, социальных)», п. 4. «Машиностроение и инновационные материалы: композиционные и многофункциональные материалы»).

Актуальность диссертационной работы Бильданова Э. Э. подтверждается и ее выполнением в рамках отдельных заданий Государственных программ научных исследований и контрактных работ кафедры механики и конструирования Белорусского государственного технологического университета.

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

Научная новизна диссертации Бильданова Э. Э. заключается в разработке новых моделей систем с конкурирующими взаимодействиями с уточненными и модифицированными потенциалами, а также исследовании равновесных и неравновесных особенностей таких систем. Соискателем впервые получены следующие результаты:

- определены термодинамические условия образования концентрических, ламеллярных и спиральных структур в замкнутых двумерных системах;
- обнаружен и исследован эффект аномальной адсорбции частиц с конкурирующими взаимодействиями при осаждении их на инертную подложку;
- продемонстрировано существование и исследованы различные режимы релаксации концентрации и внутренней энергии двумерной системы с конкурирующими взаимодействиями.

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

Научные результаты и выводы диссертационной работы основаны на использовании общепринятых уравнений физики, законов сохранения, многократно апробированных в статистической механике потенциалов, корректной постановке задач исследования. Для моделирования исследуемых систем частиц с конкурирующими взаимодействиями по методу Монте-Карло диссертант использовал классический алгоритм Метрополиса. Эффективность использования такого алгоритма для моделирования решеточных газов и жидкостей различных типов, достоверность получаемых результатов доказана путем сопоставления получаемых результатов с результатами других статистико-механических подходов к исследованию равновесных и транспортных свойств решеточных систем.

В работе продемонстрировано качественное соответствие полученных результатов результатам аналитического квазихимического приближения и молекулярно-динамического моделирования, что также является аргументом в пользу достоверности полученных результатов.

5. Научная, практическая, экономическая и социальная значимость результатов диссертации

Научная значимость диссертационной работы заключается в дальнейшем развитии как решеточных моделей систем с конкурирующими взаимодействиями, так и методов исследования таких систем.

От работ по теоретической физике сложно и даже некорректно требовать практической значимости. Задача таких работ развивать наше понимание окружающего мира. Если это понимание глубоко и корректно, то практическая польза не заставит себя долго ждать. Она реализуется в создании новых высокотехнологичных производств, которые обязательно вырастут на следующих жизненных циклах, но только при условии, что будут появляться десятки и даже сотни таких работ, и что в государстве будут поддерживаться условия для выполнения таких работ. Социальная значимость работы состоит в том, что при ее выполнении окончательно формируется высококвалифицированный специалист, который способен своими знаниями и навыками приносить пользу обществу и экономике.

6. Опубликованность результатов диссертации в научной печати

Основные результаты диссертации изложены и опубликованы в 10 научных работах, среди которых 3 статьи в научных изданиях, соответствующих п. 19 Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий Республики Беларусь, таких как *Soft Matter*, *Physical Review E*, *Europhysical Journal* и 1 статья в рецензируемом периодическом журнале. Статья соискателя в журнале *Physical Review E* отмечена редакторским отделом данного журнала как рекомендуемая к прочтению, что случается крайне редко и свидетельствует о высоком научном качестве работы, признаваемым авторитетным международным сообществом.

Результаты работы в достаточном объеме докладывались на республиканских и международных научных мероприятиях (6 публикаций в сборниках тезисов докладов на научных конференциях).

Опубликованность результатов диссертации Бильданова Э. Э. полностью соответствует требованиям ВАК.

7. Соответствие оформления диссертации требованиям ВАК

Диссертация Бильданова Э. Э. содержит введение, общую характеристику работы, четыре главы, три из которых посвящены результатам исследований, заключения, списка использованных источников (89 наименований) и списка работ соискателя ученой степени (10 наименований). Общая характеристика работы содержит цели и задачи, научную и практическую значимость полученных результатов, защищаемые положения. Оформление диссертации выполнено в соответствии с требованиями ВАК. Диссертация содержит 42 рисунка и 1 таблицу. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

8. Замечания по диссертации

Можно отметить, что работа имеет хороший и логичный стиль изложения. Работа производит хорошее общее впечатление. Ознакомление с работой не выявило ни одного существенного, принципиального замечания. По диссертационной работе можно сделать несколько небольших замечаний, которые не носят принципиального характера и ничуть не умаляют ее достоинств:

1. В качестве цели исследования указано, что таковой является разработка теоретических основ статистико-механического анализа систем с конкурирующими взаимодействиями. В 21-ом веке несколько некорректно заявлять о разработке теоретических основ какого бы то ни было раздела статистической механики. Корректнее было бы назвать целью работы дальнейшее развитие теоретических основ, моделей и методов.
2. В результатах моделирования, которые по сути являются результатами компьютерных расчетов, отсутствует информация об оценке погрешности таких расчетов.
3. Автор остановился на исследовании двумерных систем. С одной стороны, это выглядит полностью оправданным, поскольку двумерность дает возможности интересного анализа и аналитических оценок. Однако было бы желательно отметить и даже протестировать применимость разработанных моделей к трехмерным задачам, оценить увеличение расчетного времени для такого перехода, оценить эффекты, связанные с конечным размером моделируемой системы.
4. В положениях, выносимых на защиту, отсутствуют количественные показатели полученных результатов. Например, такие характеристики вполне были бы уместны для положения 3, в котором идет речь об эффекте аномальной адсорбции частиц, который наверняка может быть охарактеризована и количественно.
5. В диссертации присутствуют незначительные опiski, хотя в целом работа написана грамотно, очень хорошим, легко читаемым языком. Также в диссертации отсутствует «Перечень сокращений и обозначений», что несколько затрудняет ее прочтение.

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

Работа выполнялась под руководством и в соавторстве с известными, высококвалифицированными учеными в данной предметной области. Тем не менее, соискатель проявил достаточную активность и самостоятельность при выполнении работы. Он принял участие в постановке задач исследования, самостоятельно написал компьютерные программы для моделирования, проводил численные эксперименты и обработку результатов, принимал участие в анализе и обсуждении полученных результатов. Очень приятное впечатление создает обзорная часть работы, которая свидетельствует о достаточно широком научном кругозоре диссертанта. Ознакомление с работой не вызывает сомнений в достаточно высокой научной квалификации соискателя, соответствующей искомой ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 – теоретическая физика.

10. Общее заключение

Диссертационная работа Бильданова Эльдара Эмировича «Моделирование эволюции решеточных систем с конкурирующими взаимодействиями», представленная на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 – теоретическая физика, является завершенной квалификационной работой, соответствующей требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям по отрасли физико-математические науки, а ее автор заслуживает присуждения искомой степени кандидата физико-математических наук за новые научно-обоснованные теоретические результаты в области статистической механики ансамблей взаимодействующих частиц, **включающие**

– разработку решеточных моделей, позволивших описать и исследовать явления адсорбции в системах с конкурирующими взаимодействиями на инертных поверхностях;

– определение условий образования и описание методов влияния на процесс образования упорядоченных структур в модельной системе (ансамбле частиц) с конкурирующими взаимодействиями при наличии пространственных ограничений;

– обнаружение и детальное описание эффекта аномальной адсорбции частиц с конкурирующими взаимодействиями на инертную ограничивающую стенку.

Официальный оппонент,
член-корреспондент НАН Беларуси, д.ф.-м.н.,
заведующий отделением теплофизики
Института тепло- и массообмена
имени А.В. Лыкова НАН Беларуси



П.С. Гринчук

*Безопасно
уверенно
завершено
карьер*



Я, Гринчук Павел Семенович, даю согласие на публикацию данного отзыва в открытом доступе на официальном сайте Государственного научного учреждения «Институт физики имени Б.И. Степанова Национальной академии наук Беларуси».

