

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
ГО «НПЦ НАН Беларуси
по материаловедению»

В.М. Федосюк
2024.02.24



ОТЗЫВ

опионирующей организации по диссертационной работе

БИЛЬДАНОВА Эльдара Эмировича

«Моделирование эволюции решеточных систем с конкурирующими взаимодействиями», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 – теоретическая физика

(принят на заседании объединенного научного семинара лаборатории теории твердого тела, лаборатории физики твердого тела, лаборатории физики магнитных пленок 21 февраля 2024 г., протокол №1)

1. Соответствие содержания диссертации заявленной специальности и отрасли науки

Диссертационная работа Бильданова Эльдара Эмировича посвящена исследованию равновесных и неравновесных свойств систем с конкурирующими взаимодействиями с помощью методов компьютерного Монте-Карло моделирования.

Область исследования и результаты диссертационной работы соответствует пунктам 4 (статистическая физика и кинетическая теория равновесных и неравновесных систем) и 6 (математические методы теоретической физики) раздела III паспорта специальности 01.04.02 – теоретическая физика, отрасли «физико-математические науки».

2. Актуальность темы диссертации

Получение регулярных наноразмерных структур, а также систем, содержащих в себе наборы упорядоченных и разупорядоченных кластеров частиц, в настоящее время является актуальной задачей. Такие структуры имеют высокий потенциал для применений в различных отраслях науки и техники. Задание строгого порядка элементов на поверхностях твердых тел без использования традиционных методов и инструментов может существенно упростить исследование многих физических процессов, например, напыления.

Диссертация Бильданова Э.Э. выполнена в Белорусском государственном технологическом университете в соответствии с планом НИР кафедры механики и конструирования в рамках выполнения международного проекта CONIN «Effects of confinement on inhomogeneous systems» («Эффекты ограничений в неоднородных системах») программы HORIZON-2020, а также различных заданий государственных программ научных исследований и хозяйственных договоров. Тема диссертационной работы соответствует приоритетным направлениям, утвержденным Постановлением

Совета Министров Республики Беларусь «О приоритетных направлениях научных исследований Республики Беларусь на 2016-2020 годы» от 12 марта 2015 г. № 190 (п. 8. «Многофункциональные материалы и технологии»), приоритетным направлениям, утвержденным Указом Президента Республики Беларусь «О приоритетных направлениях научно-технической деятельности в Республике Беларусь на 2016-2020 годы» от 22 апреля 2015 г. № 166 (п. 6. «Био- и наноиндустрия») и приоритетным направлениям, утвержденным Указом Президента Республики Беларусь «О приоритетных направлениях научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021-2025 годы» от 7 мая 2020 г. № 156 (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»).

Таким образом, тематика исследований диссертационной работы Бильданова Э.Э. является актуальной.

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

Научная новизна диссертации Бильданова Э.Э. заключается в разработке моделей систем с конкурирующими взаимодействиями и исследовании равновесных и неравновесных особенностей таких систем. Впервые

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

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

Для моделирования исследуемых систем частиц с конкурирующими взаимодействиями по методу Монте-Карло Бильданов Э.Э. использовал классический алгоритм Метрополиса в большом каноническом ансамбле. Исследование равновесных, структурных и диффузионных свойств с помощью решеточных моделей хорошо оправдало себя в системах с более простым типом взаимодействия, например, с отталкиванием ближайших соседей как на треугольной, так и на квадратной решетках.

В диссертационной работе представлено сравнение результатов моделирования с результатами сканирующей электронной микроскопии для блок-сополимеров, заключенных в гексагональную оболочку. Более того, автором показано, что результаты Монте-Карло моделирования качественно соответствуют результатам моделирования с помощью других методов, таких как молекулярная динамика и аналитическое квазихимическое приближение.

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

Результаты диссертационной работы Бильданова Э.Э., в которой моделируется эволюция кластерообразующих систем частиц с конкурирующими взаимодействиями, имеют важное значение фундаментального характера.

Представленные рекомендации к применению отражают практическую и социальную значимость результатов диссертации. Стоит отметить, что изучаемые физические системы обладают тенденцией к образованию упорядоченных кластеров и результаты их исследований могут быть использованы при создании новых наноструктурированных материалов, свойствами которых можно управлять как с помощью граничных условий, так и с помощью внешних воздействий.

6. Опубликованность результатов диссертации в научной печати

Основные результаты диссертации и выносимые на защиту положения полно изложены 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. Стоит отметить, что статья в журнале *Physical Review E* отмечена редакторским отделом данного журнала как рекомендуемая к прочтению.

Результаты работы прошли неоднократную апробацию на республиканских и международных научных мероприятиях: имеются 6 публикаций в сборниках тезисов докладов на конференциях.

Таким образом, опубликованность результатов диссертации Бильданова Э.Э. соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук.

7. Соответствие оформления диссертации требованиям ВАК

Диссертация Бильданова Э.Э. содержит введение, общую характеристику работы, четыре главы, три из которых отображают результаты исследований, заключения, списка использованных источников (89 наименований) и списка работ соискателя ученой степени (10 наименований). Оформление диссертации выполнено в соответствии с требованиями ВАК. Результаты представлены последовательно, текст написан понятным научным языком. Диссертация содержит 42 рисунка и 1 таблицу. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

8. Замечания по диссертации

1. В обзорной главе нет обоснования выбора используемых параметров; возникает, например, вопрос: какой критерий выбора параметра отталкивания третьих соседей?

2. Для управления и формирования спиральных структур предложен способ внедрения дополнительного дефекта только в виде треугольного клина вблизи ограничивающей шестиугольной оболочки и не рассматривается вопрос – как будут перераспределены частицы при ином положении возмущающего клина.

Однако данные замечания не влияют на квалификационные признаки диссертации.

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

Анализ содержания диссертационной работы Бильданова Э.Э. позволяет сделать вывод, что автор обладает глубокими знаниями в области статистико-механического анализа и моделирования самоорганизующихся систем с конкурирующими взаимодействиями. Более того, соискатель самостоятельно, без использования коммерческих продуктов, проводил численные эксперименты и обработку результатов. Результаты исследований опубликованы в таких журналах, как *Soft Matter*, *Physical Review E*, *EuroPhys J*, представлены на различных международных и республиканских конференциях. С учетом вышесказанного можно заключить, что *научная квалификация соискателя соответствует искомой ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 – теоретическая физика.*

10. Выводы

Диссертационная работа Бильданова Э.Э. «Моделирование эволюции решеточных систем с конкурирующими взаимодействиями» является завершенной квалификационной работой, соответствующей требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, установленным пунктами 20-21 «Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий», и содержит ряд новых результатов по проведенным исследованиям.

По результатам выполненной диссертационной работы Бильданов Эльдар Эмирович **заслуживает** присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 – теоретическая физика за новые научно-обоснованные фундаментальные результаты, имеющие важное значение в различных отраслях науки и техники и заключающиеся в:

- разработке решеточных моделей, пригодных для описания явления адсорбции в системах с конкурирующими взаимодействиями на инертной границе;
- определении условий образования и способов управления упорядоченными структурами в системе с конкурирующими взаимодействиями при наличии пространственных ограничений;
- обнаружении и интерпретации эффекта аномальной адсорбции частиц с конкурирующими взаимодействиями на инертную ограничивающую стенку;
- выявлении особенностей эволюции концентрации и внутренней энергии системы частиц с конкурирующими взаимодействиями к их равновесным значениям.

Отзыв по диссертации Бильданова Эльдара Эмировича «Моделирование эволюции решеточных систем с конкурирующими взаимодействиями», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 – теоретическая физика, согласно приказу генерального директора ГО «НПЦ НАН Беларуси по материаловедению» от 12.02.2024 №6 обсужден и принят на заседании объединенного научного семинара лаборатории теории твердого тела, лаборатории физики твердого тела и лаборатории физики

магнитных пленок ГО «НПЦ НАН Беларуси по материаловедению» 21 февраля 2024 г., протокол № 1.

На заседании присутствовали 11 человек, имеющих ученые степени (2 доктора и 9 кандидатов наук).

СЛУШАЛИ:

1. Доклад Бильданова Эльдара Эмировича, который изложил краткое содержание, основные положения и выводы представленной диссертации.
2. Проект отзыва оппонировающей организации, представленный доктором физико-математических наук Сайко А.П. – экспертом оппонировающей организации, назначенным приказом от 12.02.2024 №6.

В голосовании приняли участие 11 членов объединенного семинара, имеющие ученые степени. Результаты открытого голосования: «за» – 11, «против» – нет, «воздержались» – нет.

ПОСТАНОВИЛИ:

1. Рекомендовать к защите диссертацию Бильданова Эльдара Эмировича «Моделирование эволюции решеточных систем с конкурирующими взаимодействиями», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 – теоретическая физика.
2. Одобрить заключение оппонировающей организации.

Председатель научного семинара
кандидат физико-математических наук



Маркевич С.А.

Секретарь семинара



Русецкий Г.А.

Эксперт оппонировающей организации
доктор физико-математических наук



Сайко А.П.