

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу **Ясинской Дарьи Николаевны** «Фазовые состояния и критические свойства разбавленного изинговского магнетика», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.3. – Теоретическая физика

Диссертационная работы Ясинской Д.Н. посвящена изучению фазовых состояний и критических свойств спин-псевдоспиновой модели фрустрированного изинговского магнетика, разбавленного заряженными подвижными взаимодействующими примесями. Тема диссертации объединяет в себе проблематику исследования свойств низкоразмерных, фрустрированных и неупорядоченных магнитных систем, которая является одной из **актуальных** проблем в современной физике конденсированного состояния, теоретической физике и статистической механике. Изучение таких систем имеет **фундаментальное значение** для понимания сложного поведения магнетиков, включая экзотические состояния, такие как спиновые стекла или спиновые жидкости. **Практическая значимость** работы обусловлена потенциальным применением результатов в разработке новых материалов для спинтроники, устройств хранения информации и магнитных сенсоров.

Диссертация Ясинской Д.Н. представляет **собой оригинальное законченное научное исследование**, содержащее 146 страниц текста, включая оглавление, введение с литературным обзором, обосновывающий выбранные цели и задачи исследования, а также три содержательные главы с оригинальными результатами, заключение, список цитируемой литературы, список публикаций автора по теме диссертации, благодарности и одно приложение.

Во **введении** обосновывается актуальность и значимость исследований, проводимых в рамках данной диссертационной работы, приводится краткий обзор научной литературы по изучаемой проблеме, формулируется цель, ставятся задачи работы, сформулированы научная новизна и основные положения диссертации.

Первая глава диссертации посвящена обзору современных исследований, касающихся моделирования и анализа фазовых состояний и критических свойств низкоразмерных магнетиков, фрустрированных, разбавленных систем. Представлена исследуемая в диссертации спин-псевдоспиновая модель для разбавленного изинговского магнетика, рассматриваются основные аналитические и численные подходы к её решению.

Во **второй главе** обсуждаются общие свойства фаз основного состояния исследуемой модели для произвольной пространственной размерности. Проводится анализ структуры фаз, определяется их внутренняя энергия и параметры порядка. Рассматриваются фазовые диаграммы основного состояния в зависимости от различных переменных.

Третья глава диссертации рассматривает свойства разбавленной цепочки с использованием расширенного метода трансфер-матрицы для анализа термодинамических и магнитных свойств системы, а также подхода марковских цепей для анализа свойств и структуры фрустрированных фаз основного состояния разбавленной цепочки. Описан **оригинальный подход** точного расчёта термодинамических свойств разбавленных спиновых цепочек в рамках большого канонического ансамбля, основанный на известных свойствах трансфер-матрицы. Представленный подход отображения спиновых цепочек на марковские цепи также является **оригинальным**. Особое внимание в данной главе уделяется (псевдо)критическим свойствам системы: **впервые** обнаружены и классифицированы псевдопереходы в системе с примесями. В главе раскрыта природа **впервые** обнаруженных псевдопереходов второго рода, связанная с наличием в цепочке

фазового расслоения, предложено их феноменологическое описание в рамках построения Максвелла.

Последняя, **четвертая глава** диссертации посвящена результатом моделирования систем больших размерностей методом Монте-Карло. Используемый алгоритм является гибридной модификацией алгоритма Метрополиса и алгоритма Кавасаки и позволяет учитывать сохранение зарядовой плотности в спиновой системе. Важным результатом является получение фазового расслоения методом Монте-Карло и исследование его свойств. В этой главе **впервые** показано, что комплексное влияние конкуренции зарядовых и магнитных упорядочений, а также присутствия немагнитных примесей, проявляется во множестве необычных эффектов. Проведенное моделирование методом Монте-Карло привело к выявлению возвратных фазовых переходов, а также к наблюдению вырождения основного состояния, неуниверсального критического поведения, фазовых переходов первого рода.

В **заключении** сформулированы основные результаты работы и выводы.

Имеются следующие **вопросы и замечания** к работе:

- 1) В Главе 1, страница 21, при обсуждении модели, описывающей физические свойства слоистых ВТСП купратов делается следующее утверждение: “Самый общий, и наиболее простой физической реализацией рассматриваемой модели является изинговский магнетик...”. Оставляя вопрос о простоте модели (1.1) в стороне, хотелось бы остановиться на том, что, вероятно, более общей реализацией могла бы быть модель на основе гамильтониана Гайзенберга? Представлены ли в литературе результаты или проводились ли автором исследования для модели (1.1) с гайзенберговской формой обменного члена? Какие отличия в результатах рассмотрения?
- 2) В работе получено большое число фазовых диаграмм для различных наборов параметров. Как показано в главе 1, изучаемая обобщенная модель Изинга имеет отношение к описанию физических свойств купратов. Проводилось ли сравнение полученных результатов с реальными системами?
- 3) На правой нижней панели Рис. 4.15 наблюдается множество изломов (по сравнению с другими случаями). С чем связано такое поведение?
- 4) Не ясно, что означают символы “.....|h|”, “.|h|...2dV2.|h|” и т.д. в подписях к фазовым диаграммам на Рис. 2.2.
- 5) Можно отметить ряд опечаток или неточных фраз:
 - Страница 25: “По-первых”
 - Страница 17 и далее по тексту “одномерная цепочка”. А бывают не одномерные?

Данные замечания не влияют на научную значимость полученных результатов. Считаю, что диссертационная работа «Фазовые состояния и критические свойства разбавленного изинговского магнетика» **удовлетворяет требованиям** п. 9 Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ, а сама соискатель **Ясинская Дарья Николаевна заслуживает присуждения** ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.3 Теоретическая физика.

Официальный оппонент:

Заведующий лабораторией теории низкоразмерных спиновых систем Институт физики металлов им. М.Н. Михеева Уральского отделения Российской академии наук, профессор РАН, член-корреспондент РАН, д.ф.-м.н.


(подпись)

29.04.25
(дата)

Стрельцов Сергей Владимирович

Почтовый адрес организации: 620108, РФ, г. Екатеринбург, ул. С. Ковалевской, 18

Контактная информация:

Тел.: (343) 378-36-65

E-mail: streltsov@imp.uran.ru

Подпись С.В. Стрельцова заверяю
И.О. Ученого секретаря ИФМ УрО РАН
Кандидат технических наук



 А.М. Поволоцкая

«29» апреля 2025 г.