

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу

КРИВЧИКОВА Алексея Александровича

«Особенности термодинамических свойств низкоразмерных фruстрированных систем и численное моделирование их основных состояний»,

представленную на соискание научной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 – теоретическая физика

Диссертация А. А. Кривчикова посвящена теоретическому исследованию процессов, возникающих в системах с большим количеством частиц, в случаях, когда сложная геометрия, беспорядок или конкуренция взаимодействий приводят к образованию фрустраций. В работе было проведено исследование ряда моделей, среди которых – решетка Шастри-Сазерленда, треугольная решетка с антиферромагнитным дальнодействующим взаимодействием и модель одномерной неупорядоченной цепочки. Была решена задача теоретического описания основного состояния и выявления особенностей термодинамических свойств двумерной фрустрированной решетки Шастри-Сазерленда и неупорядоченных одно- и двумерных систем электронов. Таким образом, **актуальность темы** диссертационной работы обусловлена важностью решения ряда вопросов в области теоретической физики, касающихся фрустраций в низкоразмерных магнитных системах и в двумерных электронных системах – вигнеровских кристаллах.

Результаты, изложенные в работе, получены в отделе теоретической физики ФТИНТ им. Б. И. Веркина НАН Украины в соответствии с ведомственными тематиками, указанными в автореферате. Это подтверждает **связь работы с научными программами, планами и темами**.

Научная новизна полученных результатов. Диссертация А.А Кривчикова состоит из вступления, четырех основных разделов и выводов. Во вступлении сформулировано состояние проблемы, обоснование и постановка задачи, а также цель исследования и новизна работы. Все разделы логически связаны между собой. В первом разделе приведен обзор литературы по теме диссертации, проанализированы наиболее важные работы, которые были опубликованы по данной тематике за последние годы.

Основные оригинальные результаты диссертации изложены во втором, третьем и четвертом разделах. Во втором разделе – «Одномерные разупорядоченные фрустрированные системы» – рассмотрены механизмы

нарушения трансляционной симметрии в системе частиц на неупорядоченной решетке-матрице. В третьем разделе рассмотрен электронный вигнеровский кристалл над поверхностью жидкого гелия. Показано, что данный кристалл можно рассматривать как двумерную геометрически фрустрированную систему. С помощью такого описания исследовано разрушение дальнего порядка системы. В четвертом разделе «Фрустрированная решетка типа Шастри-Сазерленда» рассмотрена т.н. решетка Шастри-Сазерленда, имеющая некоторое сходство с треугольной решеткой с антиферромагнитным обменом. В данной главе подробно изучено основное состояние такой системы во внешнем магнитном поле.

Последовательный подход и тщательность проведенных исследований позволили автору получить ряд **новых научных интересных** результатов, среди которых хотелось бы отметить наиболее важные, с моей точки зрения.

- Впервые определена структура основного состояния одномерной системы электронов на слабо разупорядоченной решетке-матрице. Показано, что при низкой концентрации электронов это состояние соответствует основному состоянию спиновой цепочки в случайному внешнем поле, состояние является неупорядоченным и имеет структуру случайно чередующихся ферромагнитных доменов.
- Впервые показано, что основным источником динамической неустойчивости фазы вигнеровского кристалла электронов над поверхностью жидкого гелия является процесс испарения. Установлено, что он происходит термоактивационным путем при низкой концентрации электронов и за счет туннелирования электронов в области высоких концентраций.
- Впервые установлено, что полевая зависимость намагниченности фрустрированной решетки Шастри-Сазерленда в рамках классической анизотропной модели Гейзенберга со взаимодействием ближайших соседей имеет единственную особенность в виде $\langle M = 1/3 \rangle$ плато. Показано, что это плато существует только в случае легкоосной обменной анизотропии, величиной которой определяется ширина такого плато.
- Впервые установлено, что плато $\langle M = 1/2, 1/3, 1/4 \rangle$ на полевой зависимости намагниченности в квантовой XXZ -модели со спином $S = 1/2$ на фрустрированной решетке Шастри-Сазерленда являются стабильными по отношению к изменению размеров системы. Найдено, что эти плато также имеют место в системе с изотропным обменным взаимодействием между спинами.

Цель диссертационной работы – теоретическое описание основного состояния и выявление особенностей термодинамических свойств двумерной фрустрированной решетки Шастри-Сазерленда и неупорядоченных одно-

двумерных систем электронов – **достигнута**. Диссертационная работа А. А. Кривчикова представляет собой завершенное научное исследование. Выводы работы, являются, научно обоснованными, а результаты – достоверными.

Научная и практическая ценность результатов заключается в том, что полученные термодинамические особенности и структуры основных состояний изученных моделей могут быть использованы при разработке теории низкоразмерных неупорядоченных фрустрированных веществ и для прогнозирования их тепловых, магнитных и транспортных свойств. Исследование решетки Шастри-Сазерленда позволяет предсказывать новые свойства магнитных соединений с редкоземельными ионами.

Соответствие выбранной специальности. Работа является теоретической, проведено большое количество расчетов на вычислительном кластере ФТИНТ им. Б.И. Веркина НАН Украины. Безусловно, диссертация А. А. Кривчикова полностью соответствует специальности 01.04.02 – теоретическая физика.

Материалы диссертации широко апробированы. Все результаты диссертации были подробно и своевременно изложены в 5 публикациях в ведущих научных реферируемых журналах по специальности, как отечественных, так и зарубежных, с высоким индексом цитирования и в 8 тезисах докладов на научных международных конференциях.

Диссертация написана четким, ясным языком и должным образом оформлена. **Текст автореферата полностью отражает содержание диссертации.** Автореферат диссертации отличает четкость изложения материала и завершенность работы.

Недостатки и замечания к работе. К недостаткам работы хотелось бы отнести следующее.

1. В разделе, посвященном модели электронов на одномерной неупорядоченной решетке-матрице, не приведены свойства распределений с «тяжелым хвостом» и не обсуждается физический смысл того, что для данных распределений среднее арифметическое отсутствует.
2. Для XXZ-модели Гезенберга со спином $S=1/2$ на решетке Шастри-Сазерленда ограниченность вычислительных ресурсов оказывала влияние на результат, что позволяло сделать лишь качественные выводы об устойчивости различных плато.

Приведенные замечания не меняют общую высокую оценку работы и не касаются сущности проведенных теоретических исследований. В работе решена важная задача в области теоретической физики, а именно: теоретически описаны основные состояния двумерной фрустрированной решетки Шастри-Сазерленда и

неупорядоченных одно- и двумерных систем электронов и выявлены особенности их термодинамических свойств.

Учитывая все вышеизложенное и принимая во внимание надежность и современный уровень теоретических исследований, считаю, что по актуальности темы, новизне, практической ценности, объему полученных данных, по количеству научных публикаций, а также, имея в виду высокий научный уровень полученных результатов, диссертационная работа А. А. Кривчикова: «**Особенности термодинамических свойств низкоразмерных фрустрированных систем и численное моделирование их основных состояний**» целиком отвечает всем квалификационным требованиям МОН Украины к кандидатским диссертациям, в частности п.п. 9, 11, 12 “**Порядку присудження наукових ступенів**”, а сам автор работы, Кривчиков Алексей Александрович, заслуживает присуждения ему научной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 – теоретическая физика.

Официальный оппонент,
доктор физико-математических наук,
старший научный сотрудник,
ведущий научный сотрудник
отдела теоретической физики
Института радиофизики и электроники
им. А.Я. Усикова НАН Украины

О.В. Усатенко

Подпись О.В. Усатенко заверяю:

Ученый секретарь ИРЭ НАН Украины

« 01 » июня 2016г.



И.Е. Почанина.