

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Прошкина Алексея Игоревича «**тепловые и магнитные свойства многовершинных моделей Поттса**», представленную на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.11 — физика магнитных явлений.

Диссертационная работа Прошкина А.И. посвящена теоретическому исследованию тепловых и магнитных свойств ряда материалов, магнитокристаллическая анизотропия в которых значительно превосходит обменное взаимодействие. Это приводит к тому, что возможные направления магнитного момента в кристалле оказываются фиксированными. Актуальность диссертационной работы обусловлена необходимостью обновления теоретических моделей и подходов, применяемых для описания экспериментальных данных по пниктидам и халькогенидам актиноидов и редких земель, обладающих структурой NaCl. Существующие методы не дают адекватного объяснения таких экспериментальных фактов, как перекрещивающиеся кривые намагничивания для различных направлений внешнего поля и различные величины намагниченности насыщения в них. Автором, с учетом существенной анизотропии в таких соединениях, предлагается при построении исходного гамильтониана опираться не на модель Гейзенберга, а на предельно анизотропные модели Изинга и Поттса.

В диссертационной работе представлены результаты, свидетельствующие о высокой научной значимости исследования. Это, в частности, результаты исследования трёхвершинной модели Поттса на треугольной решётке с учётом взаимодействий между ближайшими и вторыми соседями – эта система фрустрирована в целом диапазоне мультикомпонентного пространства обменных взаимодействий. Отдельно стоит отметить результаты, связанные с исследованием теплоёмкости фрустрированных систем. Автором показывает, что при приближении к точке фruстрации или фрустрирующему полю кривая теплоёмкости испытывает расщепление на два максимума. Данные результаты качественно описывают экспериментальные кривые теплоёмкости, являются пионерскими и важными.

Диссертация состоит из введения, семи глав основного текста и заключения. Её общий объём составляет 139 страниц текста, включающих 76 рисунков. Список литературы содержит 125 наименований. Структура диссертации отражает путь, пройденный автором, и свидетельствует о завершённости работы. Глава 1 представляет собой прозрачный обзор предметной области диссертационной работы, главным образом моделей Изинга и Поттса. Глава 2 посвящена модели Изинга. В разделах 2.1 и 2.2 приведены результаты по одномерной модели с произвольным значением спина, в разделе 2.3 – модели на квадратной решётке с учетом взаимодействий вплоть до третьей координационной сферы. Третья глава посвящена исследованию трехвершинной модели Поттса на одномерной и треугольной решетках. Предмет четверной и пятой глав – более сложные разновидности модели Поттса, соответственно, четырехвершинная и двенадцативершинная. Наконец, последние две главы диссертации сосредоточены на магнитных свойствах некоторых моделей Изинга и Поттса. Существенно, что, хотя в диссертации исследованы несколько различных математических моделей фрустрированных систем, для нее характерно единство физического подхода, а также общность и универсальность результатов.

Полученные в диссертационной работе результаты соответствуют поставленным целям и задачам.

Диссертационная работа Прошкина А.И. прошла неоднократную апробацию – материалы докладывались на 18 Российских и международных конференциях и изложены в 11 рецензируемых научных журналах, включённых в перечень ВАК.

Степень достоверности и научной обоснованности диссертации обеспечивается наличием точных решений в рамках корректно сформулированных моделей, использованием хорошо разработанных методов, обсуждением приближений, сделанных при постановке задачи и реальных физических систем, в которых эти приближения справедливы, а также согласованностью полученных результатов с теоретическими и экспериментальными работами других авторов.

Научная и практическая значимость работы заключается в понимании природы магнетизма рассматриваемого класса материалов, условий возникновения фruстриаций и их влияния на фазовые переходы.

По диссертационной работе можно сделать ряд замечаний:

1. Подразделы в главах 2 и 4 «Взаимодействие между...» было бы корректнее назвать «Учет взаимодействия между...» или «Модель со взаимодействием между...». Аналогично для выражения «Вторые соседи не равны нулю» в начале раздела 2.3.2.
2. В подписях к некоторым иллюстрациям (например, Рис.2.1 и Рис.2.2) не уточняется, что приведены результаты для нулевой температуры.
3. Утверждение «Результаты ... справедливы для всех фruстрированных систем» в конце главы 2, очевидно, требует уточнения.
4. Глава 5 написана чрезвычайно сжато, что затрудняет чтение.
5. И общее замечание. В диссертации излагается множество результатов для нескольких стандартных моделей, как литературных, так и полученных автором. Из текста не всегда ясно разделение этих двух «видов».

Приведённые замечания носят технический характер и, разумеется, не уменьшают общей научной ценности работы. Содержание авторефера достаточно полно отражает содержание диссертационной работы.

Содержание диссертации соответствует пункту 3: «Исследование изменений различных физических свойств вещества, связанных с изменением их магнитных состояний и магнитных свойств» паспорта научной специальности 01.04.11 – физика магнитных явлений. По актуальности, новизне и научной ценности работа полностью соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям и удовлетворяет всем требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24 сентября 2013 года. Считаю, что Прошкин А.И. заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.11 – физика магнитных явлений.

Руководитель отдела теоретической физики  
ФГБУН Институт физики высоких давлений  
им. Л.Ф. Верещагина РАН, доцент, д.ф.-м.н.

Почтовый адрес: 108840, г. Троицк, Калужское шоссе, стр. 14  
Тел.: +7 (495) 851-05-82; e-mail: mikheenkov@bk.ru

Михеенков А.В.

«\_6\_» марта 2017 г.

Подпись Михеенкова А.В. заверяю.  
Ученый секретарь ИФВД РАН, к.ф.-м.н.

Валинская Т.В.  
«\_6\_» марта 2017 г.

С отрывом от рукописи  
09.03.2017

## **Сведения об официальном оппоненте**

Михеенков Андрей Витальевич, доктор физико-математических наук, доцент, руководитель отдела теоретической физики Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт физики высоких давлений им. Л.Ф. Верещагина Российской академии наук, г. Троицк, Калужское шоссе, стр. 14.

Тел.: +7 (495) 851-05-82

e-mail: [mikheen@bk.ru](mailto:mikheen@bk.ru)

Михеенков А.В. является специалистом в области физики конденсированного состояния и физики магнитных явлений и имеет публикации в сфере исследований, которым посвящена диссертация:

1. A.V. Mikheyenkov, A.V. Shvartsberg, V.E. Valiulin, A.F. Barabanov. Thermodynamic properties of the 2D frustrated Heisenberg model for the entire J1-J2 circle // J. Magn. Magn. Mater., – 2016 – v. 419. – p. 131–139.

2. А. Ф. Барабанов, А. В. Михеенков, Н. А. Козлов. Кvantовый фазовый переход в двумерном фruстрированном магнетике в матричном проекционном подходе // Письма в ЖЭТФ. – 2015. – Т.102. – С. 333–338.

3. А.В. Михеенков, В.Э. Валиулин, А.В. Шварцберг, А.Ф. Барабанов. Спин-спиновая корреляционная длина в 2D фрустрированном магнетике и ее связь с допированием // ЖЭТФ. – 2015. – Т.148. – С. 514-525.

4. А.М. Belemuk, N.M. Chtchelkatchev, A.V. Mikheyenkov. Effective orbital ordering in multiwell optical lattices with fermionic atoms // Phys. Rev. A. –2015. – v.90. – p. 023625.

5. М.Ю. Каган, К.И. Кугель, А.В. Михеенков, А.Ф. Барабанов. Элементарные возбуждения в симметричной спин-орбитальной модели. // Письма в ЖЭТФ. – 2014. – Т.100. – С. 207-212.

6. А.В. Михеенков, А.В. Шварцберг, А.Ф. Барабанов, Фазовые переходы в двумерной  $J_1-J_2$  модели Гейзенберга при произвольных знаках обменных взаимодействий // Письма в ЖЭТФ. – 2013. – Т.98. –С. 178-182.

7. A.V. Mikheyenkov, A.F. Barabanov, A.V. Shvartsberg. On the coexistence of different types of long-range order in the strongly frustrated two-dimensional Heisenberg model // Solid State Commun. – 2012. – v. 152, p. 831-834.

8. А. В. Михеенков, А. В. Шварцберг, Н. А. Козлов, А. Ф. Барабанов. Фазовая диаграмма фрустрированного  $J_1-J_2-J_3$  квантового двумерного антиферромагнетика в рамках сферически симметричных функций Грина // Письма в ЖЭТФ. – 2011. – Т.93. – С. 419–425.

Не является членом экспертного совета ВАК.

Ученый секретарь ИФВД РАН, к.ф.

Валянская Т.В.

«\_6\_» марта 2017 г.