



Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Федеральный исследовательский центр
«Красноярский научный центр Сибирского отделения
Российской академии наук»
(ФИЦ КНЦ СО РАН)

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора ИФ СО РАН

д.ф.-м.н., профессор В.Я. Зырянов

Институт физики им. Л.В. Киренского
Сибирского отделения Российской академии наук –
обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН
(ИФ СО РАН)

05.03.2017 г.

660036, г. Красноярск,
Академгородок, д. 50, стр. 38
Тел.: (391) 243-26-35, Факс (391) 243-89-23
Email: dir@iph.krasn.ru, <http://kirensky.ru>

«03» 03 2017 № 356 – 31/бз24
на № _____ от «___» 20 ___

Отзыв

ведущей организации на диссертационную работу Прошкина Алексея Игоревича “Тепловые и магнитные свойства многовершинных моделей Поттса”, представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.11 – физика магнитных явлений

Необычность свойств сильно анизотропных магнетиков давно привлекает внимание исследователей. Это связано как с особенностями экспериментальных данных, полученных, например, для монопниктидов и монохалькогенидов со структурой NaCl, так и с фундаментальными проблемами статистического описания магнетиков, у которых характерная энергия анизотропии превосходит среднюю энергию обменного взаимодействия. Именно к этой области физики магнитных материалов относятся результаты диссертационных исследований Прошкина Алексея Игоревича и, несомненно, являются актуальными.

Диссертация содержит значительное количество теоретических результатов, полученных в ходе решения задач статистической физики применительно к многовершинным моделям Поттса, и состоит из введения, семи глав, заключения и списка цитированной литературы.

Во введении дается обоснование актуальности темы диссертационных исследований и сформулированы задачи.

Современное состояние проблемы описания свойств сильно анизотропных пниктидов и халькогенидов лантаноидов и актиноидов отражено в первой главе диссертации. Здесь же дается обоснование применимости моделей Изинга и Поттса для

теоретического исследования свойств отмеченных магнетиков. Обращено внимание на необычность свойств фрустрированных систем.

Во второй главе содержится ряд интересных результатов, полученных в рамках модели Изинга на линейной цепочке с произвольным спином, а также для квадратной решетки с учетом дальних взаимодействий. Определены области параметров модели, в которых реализуются фрустрированные состояния. Показано, что для них имеет место скачкообразное изменение намагниченности. При этом отличие корреляционной функции от дельта-функции при всех температурах связывается с отсутствием точки перехода. Существенно, что для одномерной модели Изинга с произвольным спином получены полезные аналитические формулы. Важный результат этой главы связан с обнаружением качественно подобного поведения магнитных свойств одномерной модели Изинга со взаимодействием в пределах двух координационных сфер и магнитных свойств этой же модели для квадратной решетки при включении взаимодействий между ближайшими и третьими соседями.

Интересные результаты представлены в третьей главе, где рассматривается трехвершинная модель Поттса для линейной цепочки и для треугольной решетки. При рассмотрении цепочки изучено влияние антиферромагнитного взаимодействия между ближайшими и вторыми соседями на структуру фазовой диаграммы в переменных магнитное поле – отношение взаимодействия между вторыми соседями к взаимодействию между ближайшими соседями. Автор проанализировал полевую зависимость намагниченности и получил аналитические выражения для намагниченности и энтропии для значений магнитных полей, соответствующих фрустрированному случаю в пределе нулевой температуры. Для треугольной решетки докторант установил существование целой области значений отношений параметров взаимодействия, при которых основное состояние системы является фрустрированным. Для нулевой температуры определена величина энтропии. Изучено поведение теплоемкости и установлена корреляция между характером максимума в температурной зависимости теплоемкости и степенью удаленности от фрустрированной ситуации.

Четвертая глава диссертации посвящена детальному исследованию поведения намагниченности в четырехвершинной модели Поттса для линейной цепочки. Учтено взаимодействие между ближайшими соседями, а также между вторыми соседями. Для различных ориентаций магнитного поля построены фазовые диаграммы системы. Определены аналитические выражения для фрустрирующих полей, в которых намагниченность ведет себя скачкообразно. Важным достижением докторанта является полученное качественное совпадение между теоретически рассчитанным поведением намагниченности и поведением намагниченности, экспериментально наблюдаемым в UThSb.

Результаты непростого точного решения задачи о статистических свойствах одномерной двенадцативершинной модели Поттса изложены в пятой главе диссертации. Для трех специальных направлений магнитного поля вычисление статистической суммы в термодинамическом пределе осуществлено в аналитическом виде. На основе развитой теории проанализировано поведение намагниченности и теплоемкости как в ферромагнитном, так и в антиферромагнитном случаях. Интересный результат связан с обнаружением двух максимумов в температурной зависимости теплоемкости. Другой важный результат связан с демонстрацией удовлетворительного согласия между проведенными расчетами поведения намагниченности во внешнем поле с экспериментальными данными, полученными для UP, NpAs, UAs.

Шестая глава посвящена обсуждению возможности использования магнитокалорического эффекта для изучения особенностей магнитной структуры и взаимодействий в одномерных системах, описываемых моделями Изинга и Поттса. Проведен анализ этого эффекта в парамагнетике, а также в одномерных системах с ферромагнитным и антиферромагнитным типом взаимодействия между соседними спинами. Сделан вывод о возможности использования фрустрированных магнетиков для создания магнитных холодильников.

В заключительной главе диссертации полученные результаты для трех-, четырех- и шестивершинной моделей Поттса используются для описания кривых намагничивания в поликристаллических образцах. Принимая гипотезу о равновероятной ориентации кристаллитов, автор для отмеченных моделей получил эффект ненасыщения намагниченности во внешнем магнитном поле. Рассмотрены отличия в кривых намагничивания для ферромагнитного и антиферромагнитного характера обменного взаимодействия. Отмечено, что уменьшенное значение намагниченности поликристаллов в области больших магнитных полей связано с большой магнитной анизотропией. Важно, что полученные аналитические значения асимптот намагниченостей поликристаллов могут быть использованы для выбора конкретной модели для определения магнитной структуры материала.

При чтении диссертации возникают следующие замечания.

1. Описание свойств сильно анизотропных магнетиков на основе модели Изинга и многовершинных моделей Поттса, несомненно, представляет не только академический интерес. Эффекты, связанные с уменьшенным асимптотическим значением намагниченности для определенных направлений магнитного поля в моделях Поттса обладают физической простотой. Это можно отнести к достоинствам этих моделей. Вместе с тем хорошо известно, что, например, в кубических кристаллах с сильной анизотропией уменьшение намагниченности обусловлено нулевыми квантовыми колебаниями. Такие эффекты возникают из-за некоммутативности оператора одноионной анизотропии и оператора, учитывающего эффективное зеемановское поле. Было бы полезным проведение сравнительного анализа результатов различных подходов к описанию анизотропных магнетиков.
2. Говоря о применимости теоретических результатов, полученных для одномерных систем, к интерпретации свойств реальных магнетиков возникает очевидный вопрос о роли слабого взаимодействия между цепочками, которое всегда присутствует в системе. В диссертации такое обсуждение отсутствует.
3. Изложение результатов диссертационных исследований проведено на хорошем научном уровне. Однако в ряде мест текст содержит жаргонные высказывания. Так, например, в главе 3 читаем: "магнитное поле ориентировано против одного из направлений спинов". Из содержания понятно, о чем идет речь, тем не менее желательно было бы видеть более четкое определение ориентации магнитного поля. В этой же главе на стр.72 написано: "наблюдается явление расщепления теплоемкости".

Сделанные замечания не снижают общего впечатления о диссертации, как о научной работе высокого уровня, содержащей много принципиально важных результатов теоретических исследований по свойствам анизотропных магнетиков, описываемых моделями Изинга и Поттса, они актуальны, обладают высоким уровнем приоритетности и применимы для широкого круга магнитоупорядоченных систем.

Результаты представленных диссертационных исследований полно отражены в научной литературе и хорошо известны специалистам. Сам соискатель неоднократно выступал на престижных научных форумах.

Автореферат полностью и правильно отражает содержание диссертации.

Считаю, что диссертационная работа "Тепловые и магнитные свойства многовершинных моделей Поттса" удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Прошкин Алексей Игоревич, без сомнения, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.11 – физика магнитных явлений.

Настоящий отзыв обсужден и одобрен на семинаре теоретического отдела ИФ СО РАН 3 марта 2017 года (протокол №1).

Отзыв составил

Заведующий теоретическим отделом

ИФ СО РАН,

доктор физ.-мат. наук, профессор

Вальков Валерий Владимирович

vvv@iph.krasn.ru, т.с. 8(391) 2494506,

адрес: 660036, Красноярск,

ИФ СО РАН,

Академгородок, 50, стр. 38.

Ученый секретарь ИФ СО РАН,

к.ф.-м.н.

Попков Сергей Иванович

С отрывком
13.03.2017
отрывок
отрывок А.И.



Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Федеральный исследовательский центр
«Красноярский научный центр Сибирского отделения
Российской академии наук»
(ФИЦ КНЦ СО РАН)

Институт физики им. Л.В. Киренского
Сибирского отделения Российской академии наук –
обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН
(ИФ СО РАН)

660036, г. Красноярск,
Академгородок, д. 50, стр. 38
Тел.: (391) 243-26-35, Факс (391) 243-89-23
Email: dir@iph.krasn.ru, <http://kirensky.ru>

«08» 08 2017 № 356 – 31/б224
на № _____ от «___» 20 ____

Сообщаю сведения основных публикаций работников структурного подразделения, в котором готовился отзыв, в рецензируемых изданиях за последние пять лет:

1. M. Yu. Kagan, V. V. Val'kov, and S. V. Aksenov. Effects of anisotropy and Coulomb interactions on quantum transport in a quadruple quantum dot structure // Phys. Rev. B. – 2017. -V. 95, 035411
2. Вальков В.В., Злотников А.О. Сосуществование киральной сверхпроводимости и неколлинеарного магнитного порядка в ансамбле фермионов Хаббарда на треугольной решетке // Письма в ЖЭТФ. – 2016.- Т. 104. № 7. С. 512-517.
3. Вальков В.В., Дзебисашвили Д.М., Барабанов А.Ф. Спин-поляронная природа фермиевских квазичастиц и их d-волновое спаривание в купратных сверхпроводниках // Письма в ЖЭТФ. 2016. Т. 104, вып.10. С. 745-757.
4. Вальков В.В., Дзебисашвили Д.М., Коровушкин М.М., Барабанов А.Ф. Устойчивость сверхпроводящей $d_{x^2-y^2}$ -фазы ВТСП относительно межузельного кулоновского отталкивания кислородных дырок. // Письма в ЖЭТФ. 2016. Т. 103, С. 433.
5. Val'kov V.V., Zlotnikov A.O. Microscopic derivation of the Ginzburg-Landau equations for the periodic Anderson model in the coexistence phase of superconductivity and antiferromagnetism // J. Low Temp. Phys.- 2016.- V. 185. P. 439-442.
6. Val'kov V.V., Aksenov S.V. Electron transport through josephson junction containing a dimeric structure // J. Low Temp. Phys.- 2016.- V. 185. P. 446-452.
7. Val'kov V.V., Shustin M.S. Quantum Theory of Strongly Anisotropic Two- and Four-Sublattice Single-Chain Magnets // J. Low Temp. Phys.- 2016.- V. 185. P. 564-570.

8. Val'kov V.V., Dzebisashvili D.M. , Barabanov A.F. d-Wave Pairing in an Ensemble of Spin Polaron Quasiparticles in the Spin-Fermion Model of the Electronic Structure of the CuO₂-Plane // Physics Letters A. – 2015.- V. 379, pp. 421-426.
9. Вальков В.В., Валькова Т.А., Мицкан В.А. Сверхпроводящая фаза ансамбля фермионов Хаббарда с киральным (d+id) параметром порядка на треугольной решетке // Письма в ЖЭТФ. – 2015. Т. 102, С. 399-404.
10. Вальков В.В., Шустин М.С. Квантовые ренормировки в анизотропных многоподрешеточных магнетиках и модификация магнитной восприимчивости при облучении // ЖЭТФ.- 2015.- Т. 148, С. 984-1004.
11. Вальков В.В., Шустин М.С. Модификация температурной зависимости магнитной восприимчивости 1D магнетика под действием облучения // Письма в ЖЭТФ. – 2014. – Т.100. – С. 510-517.
12. Вальков В.В., Аксенов С.В., Уланов Е.А. Индуцирование спин-флип процессами резонанса Фано при туннелировании электрона через спиновые структуры атомного масштаба // ЖЭТФ. 2013. Т. 143. № 5. С. 984–990.
13. Вальков В.В., Аксенов С.В., Уланов Е.А. Эффекты многократного отражения при неупругом электронном транспорте через анизотропный магнитный атом // Письма в ЖЭТФ. 2013. Т. 98. № 7. С. 459–465.
14. Вальков В.В., Злотников А.О. Аномальные свойства и сосуществование антиферромагнетизма со сверхпроводимостью вблизи квантовой критической точки в редкоземельных интерметаллидах // ЖЭТФ. 2013. Т. 143. № 5. С. 941–947.
15. Вальков В.В., Злотников А.О. О реализации фазы сосуществования антиферромагнетизма и сверхпроводимости в тяжелофермионных интерметаллидах // Письма в ЖЭТФ. – 2012. – Т. 95. – № 7. – С. 390-396.

Заведующий теоретическим отделом
ИФ СО РАН,
доктор физ.-мат. наук, профессор

Вальков Валерий Владимирович

Ученый секретарь ИФ СО РАН,
к.ф.-м.н.

Поников Сергей Иванович