

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 004.003.01 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
НАУКИ ИНСТИТУТА ФИЗИКИ МЕТАЛЛОВ ИМЕНИ М.Н. МИХЕЕВА
УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
(ИФМ УрО РАН) ФЕДЕРАЛЬНОГО АГЕНТСТВА НАУЧНЫХ
ОРГАНИЗАЦИЙ ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ
СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 31.03.2017, № 4

О присуждении Прошкину Алексею Игоревичу, гражданину России,
ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Тепловые и магнитные свойства многовершинных
моделей Поттса» по специальности 01.04.11 – физика магнитных явлений
принята к защите 23.12.2016, протокол № 14 диссертационным советом
Д 004.003.01 на базе Федерального государственного бюджетного
учреждения науки Института физики металлов имени М.Н. Михеева
Уральского отделения Российской Академии наук (ИФМ УрО РАН),
Федеральное агентство научных организаций, 620990, Екатеринбург, ул.
С. Ковалевской, 18, приказы Минобрнауки РФ № 714/нк от 02.11.2012 и №
188/нк от 26.02.2015.

Соискатель Прошкин Алексей Игоревич, 1990 года рождения, в 2012
году окончил Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего профессионального образования «Уральский
федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»,
по окончании решением Государственной аттестационной комиссии
присуждена квалификация «физик» по специальности «Физика». Освоил
программу подготовки научно-педагогических кадров в очной аспирантуре
при Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте
физики металлов имени М.Н. Михеева Уральского отделения Российской

Академии наук, год окончания аспирантуры 2016, работает в должности младшего научного сотрудника в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте физики металлов имени М.Н. Михеева Уральского отделения Российской академии наук, Федеральное агентство научных организаций.

Диссертация выполнена в лаборатории квантовой теории конденсированного состояния Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физики металлов имени М.Н. Михеева Уральского отделения Российской академии наук, Федеральное агентство научных организаций.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук Кассан-Оглы Феликс Александрович, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Института физики металлов имени М.Н. Михеева Уральского отделения Российской академии наук, лаборатория квантовой теории конденсированного состояния, главный научный сотрудник.

Официальные оппоненты:

1. Михеенков Андрей Витальевич, доктор физико-математических наук, доцент, руководитель отдела теоретической физики Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физики высоких давлений им. Л.Ф. Верещагина Российской академии наук, г. Троицк.
2. Никифоров Анатолий Елеферьевич, доктор физико-математических наук, профессор кафедры физики конденсированного состояния и наноразмерных систем Института естественных наук и математики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования Уральского федерального университета имени первого президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург.

Ведущая организация Институт физики им. Л.В. Киренского Сибирского отделения Российской академии наук – обособленное

подразделение Федерального исследовательского центра «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» в своем положительном заключении, подписанном Вальковым Валерием Владимировичем, доктором физико-математических наук, профессором, заведующим теоретическим отделом, указала, что диссертационная работа Прошкина А.И. «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».

Соискатель имеет 29 опубликованных работ по теме диссертации, из них: статей, опубликованных в рецензируемых российских и зарубежных научных изданиях – 11; статей, опубликованных в сборниках тезисов и докладов в материалах всероссийских и международных конференции – 18. Общий объем научных изданий по теме диссертации 9 печатных листов. Автором детально исследованы термодинамические и магнитные свойства высокоанизотропных материалов, описываемых в рамках моделей Изинга и Поттса. Установлены критерии существования фрустраций и фазовых переходов в рассматриваемых системах, получены точные аналитические формулы для точек и полей фрустраций. Исследовано общее поведение магнитокалорического эффекта в пара-, ферро- и антиферромагнитных материалах рассматриваемого класса соединений.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Магнитокалорический эффект в одномерных магнетиках / Ф.А. Кассан-Оглы, М.В. Медведев, А.И. Прошкин, А.В. Зарубин // Известия РАН, серия физическая. – 2013. – Т.77, № 10. – С.1449-1451.
2. Прошкин А.И. Особенности намагниченности поликристаллов магнетиков с сильной анизотропией / А.И. Прошкин, Ф.А. Кассан-Оглы // ФММ. – 2014. – Т.115, № 3. – С.227-241.

3. Ising model on a square lattice with second-neighbor and third-neighbor interactions / F.A. Kassan-Ogly, A.K. Murtazaev, A.K. Zhuravlev, M.K. Ramazanov, A.I. Proshkin // J. Magn. Magn. Mat. – 2015. – V.384. – Pp.247-254.
4. Proshkin A.I., Kassan-Ogly F.A. Four-state standard Potts model // J. Magn. Magn. Mat. – 2015. – V.383. – Pp.212-215.
5. Proshkin A. Exact solution of 1D Ising model on linear chain with arbitrary spin / A. Proshkin, F. Kassan-Ogly // Material Science Forum. – 2016. – V.845. – Pp.93-96.

На диссертацию и автореферат поступило 5 отзывов. Все отзывы положительные. В них отмечается актуальность темы диссертационной работы, научная новизна полученных результатов, их теоретическая и практическая значимость. Отзыв без замечаний поступил от Муртазаева Акая Курбановича, доктора физико-математических наук, члена-корреспондента РАН, профессора, директора Института физики им. Х.И. Амирханова ДНЦ РАН, г. Махачкала.

Замечания содержатся в следующих отзывах:

От Медведева Михаила Владимировича, доктора физико-математических наук, главного научного сотрудника лаборатории теоретической физики Института электрофизики УрО РАН, г. Екатеринбург.

1. ... небрежности некоторых формулировок и оформления. Например, на стр.9 (1-ая строка сверху) при описании модели Изинга на квадратной решетке говорится об учете «взаимодействий между ближайшими соседями вплоть до третьих» (??), тогда как в оригинале названия опубликованной статьи [A4] говорится о «second-neighbor and third-neighbor interactions». С каким пор это соседи второго и третьего порядков стали именоваться ближайшими? На рис.5 для теплоемкости трехвершинной модели приведена дополнительная вставка, но какие-либо комментарии о ее смысле в тексте реферата отсутствуют. В конце автореферата на

стр.20-21, как полагается, приводится список выполненных автором работ, но при поглавном изложении материала диссертации на предшествующих страницах полностью отсутствуют ссылки на авторские работы из этого списка, что безусловно затрудняет установление соответствия между излагаемым материалом и его опубликованностью в научных журналах.

2. ... одним из необычных экспериментальных фактов по монопниктидам и монохалькогенидам редких земель и актиноидов, вдохновивших диссертанта на проведение теоретических расчетов, является необычность кривых намагничивания, включая и перекрещивание кривых намагничивания в различных кристаллографических направлениях. Судя по тексту автореферата, эта проблема затрагивается как в четвертой главе диссертации, причем в автореферате результаты четвертой главы хорошо иллюстрируются рисунком намагничивания в четырехвершинной модели Поттса со скачками намагниченности и промежуточными плато, так и в седьмой главе. Увы, обширные результаты расчетов намагничивания в седьмой главе для трехмерных кубических ферро- и антиферромагнетиков в различных вариантах модели Поттса не пояснены ни одной иллюстрацией, что вызывает большое сожаление. И, кстати говоря, диссертант нигде в автореферате не оговаривает метод расчета этих кривых намагничивания из седьмой главы диссертации - неужели ему удалось обобщить метод трансфер-матрицы Крамерса-Ваннье на трехмерный случай? Или в трехмерном случае кубических магнетиков это все делалось в приближении среднего поля?

От Кугеля Климента Ильича, кандидата физико-математических наук, ведущего научного сотрудника лаборатории теоретической электродинамики конденсированных сред Института теоретической и прикладной электродинамики РАН, г. Москва.

1. В автореферате не приведены определения рассматриваемых моделей и соответствующие им гамильтонианы. Возможно, по мнению автора, это вещи общеизвестные и тривиальные. Но отсутствие определений несколько затрудняет восприятие содержания автореферата.
2. Особенностью фрустрированных модельных систем является ненулевая энтропия при абсолютном нуле температуры. Однако реальные равновесные системы такие, как рассмотренные пниктиды и халькогениды, подчиняются третьему началу термодинамики, согласно которому энтропия стремится к нулю при понижении температуры. Следовало бы обсудить, в какой мере и в каком температурном интервале изучаемые модели дают хорошее описание свойств конкретных веществ.
3. Важным результатом работы является обнаружение дополнительного куполообразного пика на температурной зависимости теплоемкости ряда фрустрированных систем. К сожалению, не дано обсуждение физического смысла этого результата.

От Бабаева Альберта Бабаевича, кандидата физико-математических наук, ведущего научного сотрудника лаборатории вычислительной физики и физики фазовых переходов Института физики Дагестанского научного центра РАН, г. Махачкала.

1. В автореферате не приведены температурные зависимости энтропии для модельных систем, демонстрирующие стремление энтропии к нулю или отличному значению от нуля при $T \rightarrow 0$.
2. Наличие одной точки фрустрации или области фрустрационных точек зависит только от исследуемой модели? Или же и от других факторов?

От Вахитова Роберта Минисламовича, доктора физико-математических наук, профессора, заведующего кафедрой теоретической физики ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет».

1. В автореферате отсутствует какое-либо объяснение явлению фрустрации, хотя автор и говорит об этом как об особом состоянии магнитной системы, при котором намагниченность испытывает скачок, энтропия при стремлении температуры к нулю стремится к ненулевым значениям и т.д. Однако это есть следствия нахождения системы в состоянии фрустрации.
2. Автор вводит понятие «расщепление теплоемкости», которое, по мнению автора, происходит вблизи точек фрустрации. Однако для наглядности необходимо было представить такой график зависимости теплоемкости от температуры именно вблизи точки фрустрации, на котором было бы видно такое расщепление.
3. Авторский список и список цитируемой литературы ненадлежащим образом представлены: некоторые из них по стандартным нормам оформления, другие – несколько иначе.

Выбор официальных оппонентов доктора физико-математических наук, доцента, Михеенкова Андрея Витальевича и доктора физико-математических наук, профессора, Никифорова Анатолия Елеферьевича, а также ведущей организации обосновывается публикациями оппонентов, основными научными направлениями ведущей организации, тематикой структурного подразделения и публикациями, относящимися к сфере исследований, которым посвящена диссертация.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

1. Показано, что для описания физических свойств магнетиков, в которых энергия магнитокристаллической анизотропии значительно превосходит энергию обменного взаимодействия, в качестве отправной точки необходимо опираться не на изотропную модель Гайзенберга, а на

предельно анизотропные модели Изинга и Поттса, поскольку при таком подходе с самого начала присутствует жесткая связь магнитных моментов с кристаллической структурой.

2. Обнаружено, что вблизи точки фрустрации возникает расщепление максимума магнитной теплоемкости на два пика — острый лямбда-образный и широкий куполообразный.

3. Показано, что в поликристаллах пниктидов и халькогенидов актиноидов и редких земель при увеличении магнитного поля не все магнитные моменты ориентируются вдоль внешнего магнитного поля и, как следствие, намагниченность стремится к значению, которое всегда меньше максимально возможного.

4. Установлено, что в некоторых моделях фрустрации могут наблюдаться не только в отдельных точках и фрустрационных полях, но и в некоторых интервалах значений констант обменных взаимодействий и внешнего поля.

Теоретическая значимость исследования состоит в том, что:

1. Получены аналитические выражения для точек и полей фрустраций в моделях Изинга и Поттса. Установлены критерии существования фрустраций в рассматриваемых системах.

2. Исследовано общее поведение магнитокалорического эффекта в пара-, ферро- и антиферромагнитных материалах, описываемых в рамках рассматриваемых моделей. В частности, показано, что в антиферромагнетиках, благодаря наличию фрустраций, магнитокалорический эффект имеет особенность в каждой из критических точек.

3. Для одномерной модели Изинга впервые получены формулы для намагниченности и энтропии при нулевой температуре для произвольного спина и исследовано поведение парной спиновой корреляционной функции в магнитном поле.

Практическая значимость результатов исследования заключается в том, что:

1. Результаты исследования условий возникновения фрустраций и их влияния на фазовые переходы в пниктидах и халькогенидах лантаноидов и актиноидов могут быть использованы при анализе данных о поведении других высокоанизотропных магнитных систем.

2. Выяснена причина расхождения величины магнитного момента, определенного методами асимптотической намагниченности на поликристаллах и из нейтронографических экспериментов на монопниктидах и монохалькогенидах лантаноидов и актиноидов. Полученные аналитические значения асимптов намагниченности позволят сделать выбор в пользу той или иной модели для определения магнитной структуры при расшифровке нейтронограмм.

3. Результаты исследований могут быть использованы при создании магнитных материалов с высокой коэрцитивной силой, а также магнитных холодильных систем.

Достоверность полученных результатов обеспечивается обоснованностью принятых приближений, использованием широко разработанных и обоснованных в мировой литературе аналитических и численных методов, а также тем, что результаты находятся в согласии с теоретическими и экспериментальными работами других авторов.

Личный вклад соискателя состоит в том, что он участвовал в формулировке целей диссертации, под руководством научного руководителя решал поставленные задачи, участвовал в написании тезисов докладов и статей.

Представленная диссертационная работа является завершенным исследованием, выполнена на высоком научном уровне, написана грамотным научно-техническим языком, обладает теоретической и практической ценностью. В работе детально исследованы термодинамические (теплоемкость, энтропия, магнитокалорический эффект) и магнитные

(намагниченность, магнитная восприимчивость) свойства материалов, описываемых в рамках моделей Изинга и Поттса.

Диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, в которой дано решение задачи, имеющей важное значение для физики магнитных явлений. Диссертационная работа соответствует критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842.

На заседании 31.03.2017 года диссертационный совет принял решение присудить Прошкину Алексею Игоревичу ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 6 докторов по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, проголосовали: за – 16, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель диссертационного
совета, доктор физ.-мат. наук,
академик РАН

В.В. Устинов

Ученый секретарь
диссертационного совета,
доктор физ.-мат. наук

Т.Б. Чарикова

3 апреля 2017 г.