

ОТЗЫВ

На автореферат диссертации Вавиловой Евгении Леонидовны «Взаимодействие низкоразмерности, магнитной фрустрации и дефектов в квантовых спиновых магнетиках, исследованное методом ядерного магнитного резонанса» представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.12 Физика магнитных явлений

Диссертация Е.Л. Вавиловой посвящена обобщению результатов многостороннего экспериментального исследования основного состояния, спиновых возбуждений и температурной эволюции систем на основе сложных оксидов $3d$ -металлов со спиновой решеткой различной размерности в присутствии дефектов и фрустрации обменных взаимодействий. Основной упор сделан на особенности поведения низкоразмерных систем.

Следует отметить, что физика низкоразмерных соединений (квазиодномерных и квазидвумерных) привлекает в настоящее время значительный интерес исследователей. Появляются новые журналы, посвященные исключительно этой проблематике, а журналах более общего профиля возникают соответствующие разделы. Регулярно проводятся крупные международные конференции и школы по низкоразмерной физике. Пристальное внимание к низкоразмерным системам связано с существенным вкладом квантовых эффектов в их термодинамику и кинетику, приводящих к богатой и разнообразной фазовой диаграмме и множеству необычных характеристик. Фактически, исследование низкоразмерных систем, особенно в низкотемпературной области, оказывается принципиально важным для большинства областей физики конденсированного состояния, включая магнетизм, сверхпроводимость и нелинейные процессы. В ряду исследуемых соединений ведущее место занимают низкоразмерные магнетики. Существенная особенность этих материалов состоит в тесной взаимосвязи их магнитных и упругих характеристик, привлекающей к ним интерес, как с точки зрения фундаментальной физики, так и возможных приложений. Низкоразмерные магнетики являются, в частности, важными модельными объектами, на которых отрабатываются теоретические и экспериментальные методы физики магнитных явлений. Для понимания всей совокупности и взаимосвязи физических процессов, характерных для данного класса материалов, и их теоретического осмысления необходимы целенаправленные систематические исследования особенностей локальной магнитной структуры и магнитных взаимодействий. Метод ядерного магнитного резонанса прекрасно подходит для этой цели. Поэтому несомненна важность и актуальность поставленной в работе Е.Л. Вавиловой проблемы развития методов ядерного и других видов магнитного резонанса для изучения механизмов и вида обменных взаимодействий, определения параметров этих взаимодействий, а также выявления особенностей весьма нетривиальных магнитных структур. Полученные результаты оказываются даже несколько шире первоначально поставленной задачи, поскольку такие вещества, как кобальтиты со структурой перовскита, обычно не относят к низкоразмерным соединениям, хотя, как показано в диссертации, в них реализуются нульмерные объекты – магнитные поляроны. Разработанные в диссертации методики анализа спектров магнитного резонанса представляются весьма перспективными и, по сути дела, открывают новую главу в изучении рассматриваемого класса соединений. Надо отметить, что работы Е.Л. Вавиловой хорошо известны специалистам и активно цитируются.

В диссертации получен целый ряд новых фундаментальных результатов, среди которых особо следует отметить следующие.

Показано, что в одномерных спиновых цепочках наличие фрустрации порождает нетривиальные состояния, например, состояние спинового нематика в LiCuSbO_4 и сильную взаимосвязь спиновой и зарядовой подсистем, как в $\gamma\text{-Li}_2\text{ZrCuO}_4$. Наличие дефектов ведет к микроскопическому фазовому расслоению и конкуренции разных типов основного состояния.

Продemonстрировано, что для квазидвумерных систем с фрустрациями имеющиеся дефекты способствуют сложной многоступенчатой температурной эволюции магнитных свойств, сопровождающейся возникновением промежуточных квазистатических состояний с ближним низкоразмерным магнитным порядком или значительной длиной корреляции. При наличии достаточно большого количества дефектов, когда дальний порядок невозможен, основное состояние такой системы будет не обычным, а кластерным спиновым стеклом.

Для трехмерных систем с фрустрацией и/или смешанным валентным или спиновым состоянием магнитных ионов, таких, например, как допированные стронцием кобальтиты LaCoO_3 , обнаружено, что внедренные дефекты индуцируют локальное фазовое расслоение, выражающееся в образовании тем или иным образом нульмерного объекта – области с существенно иными характеристиками, нежели основная 3D матрица. Появление таких нульмерных объектов вносит существенный вклад в магнитные характеристики вещества.

У меня имеется несколько замечаний. В начале автореферата отмечено, что «достаточно часто основное состояние фрустрированной системы не является статическим, а представляет собой спиновую жидкость». Тут следует отметить, что состояние спиновой жидкости, теоретически предсказанное Андерсоном более 50 лет назад, пока не нашло еще убедительного экспериментального подтверждения. Поэтому здесь надо было выразиться поосторожнее. При описании двумерных систем в главе 5 указано, что там наблюдаются признаки топологического перехода Березинского-Костерлица-Таулесса, но какие именно признаки там наблюдаются, не очень понятно. В формуле (1) введен показатель степени $\beta = 2k - 1$, но что означает буква k , не указано. Приведенные замечания касаются скорее формы изложения, чем сути результатов работы, и не влияют на общую положительную оценку диссертации, которая представляет собой законченное комплексное исследование, посвященное актуальным проблемам физики магнитных явлений и выполненное на высоком научном уровне.

Список публикаций из 24 статей в основном в журналах первого квартала в полной мере отражает содержание работы. Такой высокий уровень публикаций является дополнительным свидетельством достоверности, актуальности и новизны представленных в диссертации результатов.

По объему и оригинальности полученных результатов, изложенных в автореферате, их достоверности, научной и практической ценности можно сделать вывод, что диссертационная работа удовлетворяет всем критериям, необходимым для её успешной защиты. Автореферат диссертации отвечает требованиям, предъявляемым при защите докторских диссертаций, а его автор Вавилова Евгения Леонидовна заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.03.12 – физика магнитных явлений.

Заведующий лабораторией теоретической электродинамики
конденсированного состояния

Института теоретической и прикладной электродинамики РАН

д. ф.-м. н.

А.Л. Рахманов

Ведущий научный сотрудник

к. ф.-м. н.

К.И. Кугель

"Подписи А.Л. Рахманова и К.И. Кугеля заверяю"

Заместитель директора ИТПЭ РАН

д. ф.-м. н.

А.М. Мерзликин