

О Т З Ы В

на автореферат диссертации Лобановой Инны Игоревны "Электронный транспорт и квантовое критическое поведение в твёрдых растворах замещения $\text{Mn}_{1-x}\text{Fe}_x\text{Si}$ ($0 \leq x < 0.3$)", представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния

В современной физике конденсированного состояния важное место занимает исследование сложных магнитных структур, таких как геликоидальные магнетики, фрустрированные магнитные соединения, спиновые стёкла, низкоразмерные магнитные материалы. Популярными объектами таких исследований являются моносилицид марганца и твёрдые растворы на его основе, которые принято относить к типичным представителям класса зонных магнетиков с геликоидальным упорядочением. Наблюдающийся в настоящее время активный интерес к данному классу материалов связан, главным образом, со скирмионной проблематикой. С теоретической точки зрения скирмион представляет собой особое пространственное спиновое образование нанометрового размера, и может рассматриваться в качестве магнитного аналога вихря Абрикосова в сверхпроводнике второго рода. Предполагается, что в объёмных монокристаллах MnSi скирмионы возникают в так называемой А-фазе, существующей в узкой окрестности температуры Кюри. Интересно, что присутствие скирмионов проявляется не только в образовании экзотических магнитных структур в определенной области магнитной фазовой диаграммы, но и может приводить к нетривиальным особенностям транспортных характеристик, в частности, аномального эффекта Холла. Другой источник интереса к MnSi лежит в области квантовых критических явлений – одного из наиболее бурно развивающихся направлений в современной низкотемпературной физике конденсированного состояния. По определению, квантовым фазовым переходом является фазовый переход, происходящий при нулевой температуре, однако его влияние простирается на область конечных температур, для которой характерен набор аномальных температурных зависимостей термодинамических, магнитных и транспортных характеристик. Поэтому предпринятое в диссертации И.И. Лобановой многостороннее экспериментальное исследование магнитотранспортных и термодинамических характеристик моносилицида марганца и его твёрдых растворов, направленное на нахождение общих закономерностей в поведении подобных систем, является важным, актуальным и вносящим существенный оригинальный вклад в эту активно разрабатываемую область. Надо отметить, что результаты работы И.И. Лобановой отражены в большом числе публикаций в наиболее авторитетных физических журналах, в частности, в *Physical Review Letters*, *Physical Review B*, Письмах в *ЖЭТФ*, *Успехах физических наук*, а также в материалах примерно трёх десятков конференций, и хорошо известны специалистам.

В диссертации получен целый ряд новых фундаментальных результатов, среди которых особо следует отметить следующие. В парамагнитной фазе моносилицида марганца выявлена прямая пропорциональность между магнитосопротивлением и квадратом намагниченности с коэффициентом пропорциональности, практически не зависящим от температуры. Основанный на этом тщательный анализ полученных автором данных по магнитосопротивлению продемонстрировал наличие настоящего фазового перехода между парамагнитной и магнитоупорядоченной фазами, а не кроссовера, как считалось ранее. Важнейшим результатом является идентификация в твёрдом растворе железа в моносилициде марганца двух квантовых критических точек и построение феноменологической модели, описывающей особенности поведения таких необычных систем. Для дальнейших практических применений весьма перспективен разработанный автором новый алгоритм разделения нормального и аномального вкладов в эффект Холла.

У меня имеется несколько замечаний. При подробном описании транспортных и магнитных характеристик, на которых основывается построение обсуждаемой в главе 3 фазовой диаграммы моносилицида марганца, не приводится сама эта фазовая диаграмма, что

затрудняет понимание приводимого материала. Не поясняется, чем ядро скирмионной А-фазы отличается от неё самой, и в чём именно состоят особенности промежуточного магнитного порядка. При рассмотрении вопроса о выделении аномальной компоненты Холла, как мне кажется, следовало бы упомянуть, что используемые параметрические зависимости холловского сопротивления от обычного справедливы, вообще говоря, только для диффузионного режима проводимости, а в случае прыжковой проводимости, характерной для низких температур, ситуация может быть иной. Приведённые выше замечания касаются скорее формы изложения, чем сути результатов работы, и не влияют на общую положительную оценку диссертации, которая представляет собой законченное комплексное исследование, посвященное актуальной проблеме физики конденсированного состояния и выполненное на высоком научном уровне.

По объёму и оригинальности полученных результатов, достоверности, научной и практической ценности диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, а её автор И.И. Лобанова несомненно заслуживает присуждения ей учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния.

Ведущий научный сотрудник лаборатории теоретической
электродинамики конденсированных сред,

ФГБУН Институт теоретической и прикладной электродинамики РАН

к. ф.-м. н.

Климент Ильич Кугель

125412 Россия, г. Москва, ул. Ижорская 13, ИТПЭ РАН

тел: 8 495 3625147, e-mail: kugel@orc.ru

"Подпись К.И. Кугеля удостоверяю"

Учёный секретарь ИТПЭ РАН

к. ф.-м. н.

А.Т. Кунавин

125412 Россия, г. Москва, ул. Ижорская 13, ИТПЭ РАН

тел: 8 495 4859172, e-mail: akunavin45@mail.ru

