

«УТВЕРЖДАЮ»

Заместитель директора Федерального государственного
бюджетного учреждения науки

Физического института им. П.Н. Лебедева РАН

д.ф.-м.н. С.Ю. Савинов




2016 г.

ОТЗЫВ

Ведущей организации о диссертационной работе Лобановой Инны Игоревны
«Электронный транспорт и квантовое критическое поведение в твердых растворах
замещения $Mn_{1-x}Fe_xSi$ », представленной на соискание ученой степени кандидата
физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного
состояния

Системы, в которых при изменении какого-либо параметра наблюдается фазовый переход при нулевой температуре – квантовый фазовый переход, обладают весьма необычными характеристиками и интересны для исследования. Определить механизмы появления квантового критического поведения в системах с сильными электронными корреляциями непросто. Не существует простых теорий, которые могли бы описать квантовое критическое поведение. Поэтому именно экспериментальное исследование таких систем, их необычных транспортных, тепловых и магнитных свойств, позволяет разбираться в механизмах появления квантового критического поведения. Хотя соединения ряда $MnSi - FeSi$ исследуются довольно давно, до сих пор нет полной ясности в природе магнетизма в них и однозначной идентификации различных магнитных фаз. Также не ясно, что именно происходит при замещении железом атомов марганца.

Представленное в диссертации сочетание транспортных и магнитных измерений дает новую информацию о свойствах носителей, взаимодействии магнитных моментов в твердых растворах $Mn_{1-x}Fe_xSi$, позволяет установить связь между поведением различных типов отклика в околоскритической области. Некоторые результаты вполне могут оказаться полезными и для разработки практических устройств с управляемыми

магнитными свойствами. Тематика диссертации И.И.Лобановой, несомненно, является актуальной и практически значимой.

Если говорить о диссертации в целом, то надо отметить, что автор хорошо представляет себе особенности применяемых экспериментальных установок и возможные ошибки методики измерений. В тексте диссертации обсуждается ряд деталей, важных для сравнения результатов теории с экспериментом, таких как контроль состава твердых растворов, величина размагничивающего фактора и т.д.

Новые экспериментальные результаты автора приведены в 3-5 главах диссертации. Из измеренных магнитных и транспортных характеристик была восстановлена магнитная фазовая H - T диаграмма $MnSi$. Для определения положения границ фаз были изучены особенности на магнитных и транспортных характеристиках. При этом было дано объяснение связи между положениями максимумов на производной сопротивления по температуре и производной намагниченности по полю и показано, что они не определяют линию фазового перехода.

Был обнаружен удивительный факт, что внутри ядра A -фазы магнитной фазовой диаграммы магнитосопротивление становится полностью изотропным и не зависит от ориентации магнитного поля. В то же время, вне ядра A -фазы решетка скирмионов оказывается сильно привязанной к конкретному кристаллографическому направлению. Это наблюдение еще ждет теоретического объяснения.

При исследовании твердых растворов были найдены две критические концентрации железа, при которых происходит два квантовых перехода: из магнитоупорядоченной в частично упорядоченную (с близким порядком) фазу, а затем в неупорядоченную фазу типа фазы Гриффитса.

Интересная часть работы связана с разделением нормального и аномального вкладов в эффект Холла. Показано, что при переходе из магнитоупорядоченной в парамагнитную фазу меняется механизм аномального эффекта Холла. Из полученных данных был сделан вывод о том, что коэффициенты нормального и аномального эффекта Холла меняют знак при разных концентрациях железа, соответствующих двум критическим точкам.

Из работ автора видно, что сочетание измерений магнитосопротивления и намагниченности дает более общую картину фазовых состояний, эти измерения дополняют друг друга и позволяют извлекать информацию, недоступную из одних лишь измерений намагниченности.

Некоторые замечания касаются следующего. Определение точки перехода в другую фазу по экстремумам (особенностям) зависимости магнитосопротивления от температуры, вообще говоря, есть некоторое правдоподобное предположение. В принципе, возможны случаи, когда за счет того, что в разных температурных диапазонах действуют разные механизмы рассеяния, могли бы возникать особенности на температурных зависимостях без изменения магнитной фазы.

Практически не обсуждается тот факт, что полученная линейная связь между величиной магнитосопротивления и квадратом намагниченности в парамагнитной фазе предполагает существование локализованных спинов, в то время как MnSi считается зонным магнетиком.

Несколько отделено описание особенностей магнитной восприимчивости и сопротивления $\text{Mn}_{1-x}\text{Fe}_x\text{Si}$ в 4 главе от установленного в 5 главе факта появления зарядов другого знака и смене знака нормальной и аномальной холловских постоянных при добавлении железа. Хотя в последнем параграфе представлены соображения, объясняющие, как процессы легирования могут быть связаны с магнитными свойствами, все-таки эти две группы измерений выглядят в диссертации скорее как независимые части.

Высказанные замечания не влияют на общую положительную оценку диссертации. Уровень выполненных работ безусловно высок. Хорошо отработанные в лаборатории, в которой готовилась диссертация, методики магнитотранспортных измерений обеспечивают достоверность полученных результатов. Сравнение ряда данных с имеющимися в литературе также подтверждает надежность выводов работы. Основные результаты диссертационной работы И.И.Лобановой получены автором самостоятельно и опубликованы в 8 статьях в ведущих российских и зарубежных журналах, рекомендованных ВАК России и индексируемых в базах данных Web of Science и Scopus. В опубликованных статьях полностью изложены положения диссертации, выносимые на защиту.

Результаты, вошедшие в диссертацию, докладывались также на большом количестве семинаров, российских и международных конференций. Выводы и заключения, сделанные автором, обоснованны. В автореферате правильно и полностью изложено содержание диссертационной работы.

Таким образом, диссертация Лобановой Инны Игоревны «Электронный транспорт и квантовое критическое поведение в твердых растворах замещения $\text{Mn}_{1-x}\text{Fe}_x\text{Si}$ », полностью удовлетворяет всем требованиям Положения о порядке

присуждения ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, безусловно, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния.

Отзыв составил



Арсеев Петр Иварович

Гнс Отделения теоретической физики им. И.Е. Тамма
Физического института им. П.Н. Лебедева РАН
д.ф.-м.н., член-корреспондент РАН
Почтовый адрес: 119991 Москва,
Ленинский проспект 53
Тел. 499-1326271
ars@lpi.ru

Отзыв обсужден и утвержден на заседании Ученого совета ОТФ ФИАН, протокол №01-11-2016 от 10.11.2016г.

Секретарь Ученого совета
д.ф.-м.н.



А.А.Полежаев