

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертационную работу Татарского Дмитрия Аркадьевича «Рассеяние тепловых нейтронов некомпланарными магнитными системами», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – «Физика конденсированного состояния»

Актуальность темы. Диссертационная работа посвящена теоретическому и экспериментальному исследованию упругого рассеяния медленных (тепловых) нейтронов в магнитно-некомпланарных системах. Такие магнитные структуры могут формироваться в металлических сверхрешетках – новом классе искусственных магнитных материалов, представляющих большой интерес как с фундаментальной точки зрения, так и с точки зрения приложений как элементы устройств микро- и наноэлектроники. Следует отметить, что рассматриваемые в диссертации некомпланарные магнитные системы хотя и остаются на сегодняшний день мало изученными по сравнению с обычными компланарными системами, активно исследуются в связи с открытием в них важных эффектов (например, магнитные скирмионы в геликоидальных наноструктурах). Это дает основание утверждать, что научная проблема, сформулированная в диссертации, является важной и актуальной.

Структура и основное содержание работы. Диссертационная работа состоит из Введения, трех глав, Заключения, трех приложений и списка литературы из 95 наименований. Отдельно приведен список публикаций автора по теме диссертации из 20 наименований. Во Введении обоснована актуальность диссертационной работы, сформулирована ее цель, определены

объекты исследования и конкретные задачи, сформулированы выносимые на защиту положения, подчеркнута научная новизна и практическая значимость работы.

Первая глава диссертационной работы носит обзорный характер – автор приводит обзор литературы, посвященной рассеянию нейтронов в тонких пленках и слоистых наноструктурах с неоднородным распределением намагниченности.

Во Второй главе проведено общее теоретическое рассмотрение рассеяния нейтронов в системах с неоднородным распределением вектора магнитной индукции (компланарным и некомпланарным), проведены оценки возможности наблюдения невзаимности рассеяния нейтронов в системах с некомпланарным распределением намагниченности. Проведены аналитические расчеты для двух модельных систем – системы из трех зеркал и системы с геликоидальным распределением намагниченности.

Третья глава посвящена экспериментальной проверке невзаимности отражения нейтронов от системы из некомпланарно ориентированных магнитных зеркал.

В заключительном разделе диссертации сформулированы выводы по представленной работе. В приложениях приведены полученные автором теоретические выражения для коэффициентов отражения и прохождения нейтронов при рассеянии на системе со спиральным распределением намагниченности, компьютерная программа моделирования отражения нейтронов от системы магнитных зеркал, результаты обработки экспериментальных данных.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации. В своей работе автор использует хорошо апробированную экспериментальную методику

нейтронной рефлектометрии, достаточно корректно использует известные теоретические подходы для проведения теоретических расчетов и моделирования, для анализа полученных экспериментальных результатов и для обоснования выводов и рекомендаций. Результаты и выводы диссертанта обоснованы и достоверны.

Оценка новизны и достоверности. Новизна полученных результатов и их научная ценность заключаются в том, что впервые теоретически обоснована и экспериментально продемонстрирована невзаимность рассеяния нейтронов на некомпланарно-упорядоченной магнитной системе. В числе наиболее значительных результатов работы следует отметить следующие:

- Теоретическое предсказание и экспериментальное доказательство невзаимности отражения неполяризованных нейтронов от системы некомпланарно ориентированных магнитных зеркал.
- Точный расчет коэффициентов малоуглового рассеяния нейтронов на геликоидальной магнитной структуре.

Полученные автором результаты представляются достаточно общими и могут быть использованы для описания рассеяния нейтронов в магнитных сверхрешетках на основе некомпланарно-упорядоченных магнетиков (например, редкоземельных металлов). Результаты работы имеют практическое значение, поскольку могут быть использованы для создания новых материалов спинтроники на основе некомпланарно-упорядоченных магнитных наноструктур.

Замечания по диссертационной работе в целом. В целом, диссертация представляет цельное, законченное исследование, выполненное на высоком теоретическом и экспериментальном уровне. Автором получены оригинальные результаты, имеющие несомненное фундаментальное и

практическое значение. Основные положения диссертации нашли отражение в публикациях автора, апробированы на международных и всероссийских научных конференциях. Вместе с тем, следует отметить ряд недостатков в содержании и оформлении диссертации:

- Наблюдается неаккуратность в использовании терминологии, например, автор часто употребляет выражение «неоднородное распределение магнитного поля». Оппонент считает, что в данном случае следует говорить о «неоднородном распределении вектора индукции магнитного поля».
- Стандартное определение взаимности рассеяния, приводимое во всех монографиях, предполагает, что дифференциальное сечение рассеяния не изменяется при одновременной инверсии пространственных координат и всех аксиальных векторов (в том числе магнитного поля и спина). Понимаемая таким образом взаимность не нарушается в рассматриваемых в диссертации магнитно-некомпланарных системах. Автор использует свое нестандартное определение взаимности рассеяния, для которого, на наш взгляд следовало бы использовать какое-либо другое определение во избежание путаницы.
- Исследование рассеяния нейтронов на некомпланарных, в частности, геликоидальных магнитных системах имеет давнюю историю. На наш взгляд, автор необоснованно не уделяет внимания классическим работам в данной области. Например, прохождение и отражение нейтронов в магнитных системах типа «коническая спираль» было подробно рассмотрено в работах Ch. Schwink and O. Scharpf *Z. Physik B* 21, 305 (1975) и O. Scharpf *J. Appl. Cryst.* 11, 631 (1978). В этих работах были получены общие формулы для коэффициентов отражения и прохождения, проведены модельные расчеты для геликоидальной системы

MnSi, рассматриваемой в данной диссертации. Дифракция неполяризованных нейтронов в спирально-упорядоченной системе теоретически и экспериментально исследована J. Felcher Solid State Comm. 12, 1167 (1973). Автору следовало бы проанализировать данные работы и сформулировать в чем заключается новизна предложенной им постановки задачи и полученных результатов применительно к спиральным магнитным системам.

Отмеченные недостатки не снижают практическую ценность работы и не влияют на обоснованность защищаемых положений.

Заключение. Диссертационная работа Татарского Дмитрия Аркадьевича «Рассеяние тепловых нейтронов некомпланарными магнитными системами» представляет собой завершённое научное исследование, выполненное автором самостоятельно на высоком научном уровне. Приведенные результаты можно классифицировать как новые, обоснованные и имеющие большое практическое и научное значение. Диссертация написана доходчиво, грамотно и аккуратно оформлена. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

Диссертационная работа отвечает всем требованиям и критериям Положения о присуждении учёных степеней №842 от 24 сентября 2013 года, а её автор, Татарский Дмитрий Аркадьевич, заслуживает присуждения ему научной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 - Физика конденсированного состояния.

Официальный оппонент
Главный научный сотрудник
лаборатории квантовой наноспинтроники
Института физики металлов УрО РАН
доктор физико-математических наук



Е.А. Кравцов

10 декабря 2018 г.



Адрес: ИФМ УрО РАН, ул. С. Ковалевской, 18, 620108, Екатеринбург

Тел. (343) 3783591

Факс (343) 374 5244

e-mail kravtsov@imp.uran.ru



Подпись 
заверяю
Ученый секретарь ИФМ УрО РАН
 И.Ю. Арапова
«10» декабря 2018 г.