

УТВЕРЖДАЮ

Директор Института физических
проблем им. П. Л. Капицы РАН



академик _____ В.В. Дмитриев

« 13 » декабря 2018 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации 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 работы. Измерение упругого рассеяния нейтронов на различных материалах является одним из основных методов определения их структуры, прежде всего ядерной плотности, а также, благодаря магнитному взаимодействию спина нейтрона и спина электронов, магнитной структуры. Эта область физики имеет длительную историю и стала рутинным методом анализа кристаллов и тонких плёнок. Следует отметить, что магнитная нейтронография в настоящее время широко применяется и для исследования кристаллов, в которых реализуются некомпланарные распределения намагниченности (например, MnSi и др.). Таким образом, теоретический и экспериментальный поиск новых эффектов рассеяния нейтронов, обусловленных именно некомпланарностью распределения поля, безусловно, является актуальной задачей.

Научная новизна исследований и полученных результатов

1. Впервые теоретически показано, что дифференциальное сечение упругого рассеяния нейтронов может являться невзаимным в случае, когда пространственное распределение магнитной индукции в рассеивателе некомпланарно.

2. Предложена и рассчитана система трех магнитных зеркал, в которой существует невзаимность при последовательном отражении пучка неполяризованных нейтронов.

3. Предложено и рассчитано малоугловое рассеяние нейтронов на кристалле с геликоидальным распределением намагниченности. Показано, что невзаимность приводит к малому сдвигу дифракционного пика.

4. Предложен и реализован эксперимент по измерению невзаимности прохождения неполяризованных нейтронов через систему двух зеркал, находящихся во внешнем магнитном поле.

Достоверность полученных результатов. Необходимое условие наблюдения невзаимности рассеяния нейтронов доказано для самого общего случая распределения магнитного поля. В диссертационной работе приводятся примеры, когда невзаимность может наблюдаться в самых разных случаях рассеяния нейтронов, как в случае некогерентного последовательного отражения от магнитных зеркал, так и в случае динамической дифракции на периодической геликоидальной структуре. Таким образом, теоретические результаты, полученные в работе, согласуются друг с другом.

Наконец, необходимо отметить и эксперимент. В диссертационной работе проведён анализ всех факторов, которые могут влиять на измерение невзаимности. Полученный экспериментальный результат хорошо согласуется с расчётом прохождения нейтронов через систему двух зеркал во внешнем поле, с учётом экспериментальных факторов, влияющих на измеряемую величину. Таким образом, проведённый эксперимент является в полной мере достоверным.

Общая оценка диссертационной работы. Как показано в диссертации эффект невязности является визитной карточкой некомпланарных спиновых структур, в которых помимо общего для всех магнитных систем нарушения симметрии относительно изменения знака времени, имеется особая характеристика - магнитная киральность. Проведён теоретический анализ для случая, когда длина волны нейтрона велика по сравнению с атомным расстоянием, но мала по сравнению с характерным расстоянием, на котором меняется спиновая поляризация. Таковыми являются ферромагнетики, в которых имеется геликоидальная неустойчивость, проводящая к большому периоду. Магнитная киральность у такой структуры возникает при приложении внешнего магнитного поля.

В качестве простейшего примера для экспериментального исследования эффекта невязности в диссертации рассмотрена искусственная конструкция, состоящая из двух магнитных нейтронных зеркал и постоянное магнитное поле пустоте между ними. Однородные намагниченности зеркал и магнитное поле составляет некомпланарную тройку векторов. Эта конструкция была реализована в диссертационном исследовании Д.А. Татарского и предсказанный эффект невязности был обнаружен.

Несмотря на общую положительную оценку диссертационной работы, следует отметить ряд замечаний:

1) Диапазон длин волн в 1-10 ангстрем, скорее нужно относить к т.н. холодным нейтронам, а не тепловым.

2) Для обсуждаемых в диссертации длин волн нейтронов нужно учитывать точечный характер ядерного потенциала и модуляцию на атомных размерах электронной спиновой плотности. В результате, полученные результаты должны быть применимы здесь лишь качественно, количественно же они верны для т.н. ультрахолодных нейтронов.

3) Демонстрируемая на рисунке 3.6(б) шероховатость поверхности зеркал делает проблематичной применимость к ним теории для рассматриваемых длин волн. Скорее отражение от них должно быть в основном диффузным. Поэтому

здесь следует ожидать количественной применимости теории снова для ультрахолодных нейтронов.

Указанные недочеты являются или чисто терминологическими, или лишь сдвигают область количественной применимости полученных результатов, не изменяя их сущности, и не снижают общий высокий уровень диссертационной работы.

В целом диссертационная работа заслуживает положительной оценки. Д.А. Татарский получил интересные теоретические и экспериментальные результаты при решении актуальной научной задачи интерпретации упругого рассеяния нейтронов в магнетиках с некомпланарной спиновой структурой. Работа, по своему научному уровню, знанию и достоверности новых результатов, полностью соответствует требованиям ВАК, предъявленным к кандидатским диссертациям и паспорту специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния в п.1 (Теоретическое и экспериментальное изучение физической природы свойств металлов и их сплавов, неорганических и органических соединений, диэлектриков и в том числе материалов световодов как в твердом, так и в аморфном состоянии в зависимости от их химического, изотопного состава, температуры и давления). Д.А. Татарский несомненно заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук.

Ведущий научный сотрудник Института

доктор физ.-мат. наук  В.И. Марченко


Настоящий отзыв заслушан и утвержден на заседании Учёного Совета
Института 12 декабря 2018 года, протокол № ...672...

Почтовый адрес: 119334, Москва, ул. Косыгина, 2

Тел.: 8 (499)137-32-48

E-mail: office@kapitza.ras.ru

Ученый секретарь ИФП РАН

кандидат физ.-мат. наук  О.А. Андреева