

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу

Антропова Николая Олеговича «**Кристаллическая структура и магнитное упорядочение в сверхрешетках Dy/Gd**», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности

01.04.11 – физика магнитных явлений

Актуальность темы диссертации

Несмотря на большое количество исследований в области магнетизма и кристаллической структуры редкоземельных металлов и сплавов, сверхрешетки на основе двух редкоземельных металлов Dy и Gd остаются слабоизученными. Известно, что в объемном Dy при определенных условиях возникает геликоидальное магнитное упорядочение, параметры которого изменяются с температурой и величиной внешнего магнитного поля. Использование Dy в комбинации с другим редкоземельным металлом – Gd, в качестве основы для сверхрешеток, делает возможным появление неспецифических для объемных металлов неколлинеарных магнитных фаз, которые впоследствии могут быть использованы в новых устройствах наноспинтроники. Исходя из этого, можно утверждать, что работа Антропова Н. О. выполнена на **актуальную** тему.

Структура и основное содержание работы

Диссертация изложена на 107 страницах. Состоит из введения, четырех глав, заключения, списка сокращений, условных обозначений и списка литературы. Список литературы включает 102 наименований. Материал изложен четко и последовательно, логично распределен по главам. В целом диссертация Антропова Н.О. является **законченной** научной работой. **Достоверность**, полученных в работе, результатов обеспечивается использованием аттестованных образцов и взаимодополняющих методик исследования, согласием и непротиворечивостью результатов с данными, опубликованными в литературе другими авторами. Основные результаты диссертации докладывались на 5 международных и всероссийских конференциях, опубликованы в 3 научных статьях, входящих в перечень ВАК.

Во **введении** обоснована актуальность темы диссертационной работы, показана научная новизна, сформулирована цель работы и положения, выносимые на защиту. **Первая глава** представляет собой обзор литературы, отражающий современное состояние в области многослойных структур на основе Dy и Gd. **Во второй** главе описаны методы, используемые в настоящей работе для исследования кристаллической структуры и магнитных свойств образцов. **Третья глава** посвящена росту образцов, их рентгеноструктурной аттестации и изучению кристаллической структуры. В **четвертой главе** описаны исследования магнитной структуры с помощью SQUID - магнитометрии, XMCD измерений и рефлектометрии поляризованных нейтронов. В **заключении** перечислены основные результаты, полученные в работе.

Практическая значимость полученных результатов

Научные результаты, полученные в рамках данной работы, позволяют глубже понять механизмы формирования магнитного веерного порядка в редкоземельных сверхрешетках, что, несомненно, будет способствовать развитию дальнейших исследований редкоземельных сверхрешеток Dy/Gd, которые могут быть использованы для создания новых материалов наноспинтроники.

Замечания по диссертационной работе

Необходимо отметить ряд недостатков в содержании и небрежностей в оформлении диссертации:

1. Как известно, ядро атома гадолиния имеет самое высокое значение сечения нейтронного поглощения среди элементов Периодической таблицы. Никак не обсуждается влияние поглощения нейтронов в слоях гадолиния сверхрешетки $[\text{Dy}(60\text{\AA})/\text{Gd}(60\text{\AA})]_{20}$ на результаты нейтронных рефлектометрических исследований и интерпретацию данных «о веерном магнитном упорядочивании в слоях Dy, когерентно распространяющемся по всей сверхрешетке».

2. Для исследования сверхрешетки $[\text{Dy}(60\text{\AA})/\text{Gd}(60\text{\AA})]_{20}$ используется схема полного нейтронного поляризационного анализа. Но, к сожалению, анализируется лишь две компоненты коэффициента отражения (R_{++} и R_{--}) из четырех, т.к. «рассеяние R_{+-} и R_{-+} было незначительно». Нет количественных оценок уровней экспериментальных величин R_{+-} и

R_+ и их соответствия с расчетными уровнями?

3. На стр. 44 и далее по тексту используются неточные термины: вместо «длина когерентного ядерного рассеяния» используется «длина ядерного рассеяния», вместо «коэффициент отражения» используется «рефлектометрия».

4. На Рис. 2.16а, б подписи осей ординат графиков неточны: размерность величины ρ \AA^{-1} , вместо \AA^{-2} (Рис. 2.16а), «интенсивность, имп.» вместо безразмерной величины R (коэффициент отражения) (рис. 2.16б и в последующих соответствующих графиках далее по тексту).

5. В списке литературы не у всех журнальных ссылок указана последняя страница публикации.

Отмеченные недостатки не снижают общую высокую оценку проделанной работы, не уменьшают практическую ценность работы и не влияют на обоснованность защищаемых положений.

Заключение

В целом, диссертационная работа заслуживает положительной оценки. Н.О. Антропов получил **новые**, интересные экспериментальные результаты при решении **актуальной** научной задачи по установлению температурной зависимости магнитных свойств сверхрешеток Dy/Gd.

Профиль диссертации соответствует специальности 01.04.11 (физика магнитных явлений), а сама работа по своему научному уровню, знанию и достоверности новых результатов полностью соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям и удовлетворяет требованию п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842. Н.О. Антропов заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.11 – физика магнитных явлений.

Официальный оппонент
Старший научный сотрудник
ФГБУ ПИЯФ НИЦ КИ
кандидат физ.-мат. наук, доцент

В.Г. Сыромятников

3 декабря 2018 г.

Почтовый адрес: 188300, Ленинградская область, г. Гатчина, Орлова Роща.

Тел.: +7(81371) 46973

E-mail: syromyatnikov_vg@pnpi.nrcki.ru

Ученый секретарь ПИЯФ,
кандидат физ.-мат. наук

С.И. Воробьев

С отзывом ознакомлен

Андронов И.О. 05.12.18

Сведения об официальном оппоненте

ФИО: Сыромятников Владислав Генрихович

Ученая степень, звание: кандидат физико-математических наук, доцент, специальность 01.04.07 – физика конденсированного состояния.

Полное наименование организации: "Петербургский институт ядерной физики имени Б. П. Константинова Национального Исследовательского Центра "Курчатовский Институт" (ФГБУ ПИЯФ НИЦ КИ)

Должность: старший научный сотрудник

Почтовый адрес: 188300, Ленинградская область, г. Гатчина, Орлова Роша.

Тел.: +7(81371) 46973

E-mail: syromyatnikov_vg@pnpi.nrcki.ru

Публикации в сфере исследований, которым посвящена диссертация

1. Ю.В. Никитенко, В.Г. Сыромятников. Рефлектометрия поляризованных нейтронов. М.: Физматлит, 2013, 224с.
2. V.G. Syromyatnikov, B.P. Toperverg, E. Kentzinger, V.V. Deriglazov, R. Kampmann, N.K. Pleshanov, V.M. Pusenkov, A.F. Schebetov, R. Siebrecht, V.A. Ul'yanov. Off-specular polarized neutron scattering from periodic Co/Ti and aperiodic Fe/Al magnetic multilayers. - Physica B **297**/1-4 (2001) pp.175-179.
3. R.W.E. van de Kruijs, V.A. Ul'yanov, M.Th. Rekveldt, H. Fredrikze, S. Langridge, N.K. Pleshanov, V.M. Pusenkov, A.F. Schebetov, V.G. Syromyatnikov. Polarization analysis of off-specular neutron scattering from domains and rough interfaces in a FeCoV/TiZr multilayer. - Appl. Phys. A **74** [Suppl.] (2002) pp. S1550-S1553.
4. V.G. Syromyatnikov, Kyaw Zaw Lin. Neutron multimonochromator-bipolarizer based on magnetic multilayer Fe/Co and new scheme for the total neutron polarization analysis. - Journal of Physics: Conference Series **862** (2017) 012016.

Ученый секретарь ПИЯФ,
кандидат физ.-мат. наук



С.И. Воробьев