

## ОТЗЫВ

официального оппонента о диссертационной работе Ю.Э. Гребеньковой «Магнитооптика тонких пленок манганитов  $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{MnO}_3$  и  $\text{Pr}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ », представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.11 – Физика магнитных явлений.

Диссертационная работа Ю.Э. Гребеньковой посвящена экспериментальному исследованию магнитооптических эффектов в тонких пленках замещенных манганитов  $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{MnO}_3$ ,  $\text{Pr}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ , а также установлению корреляции между магнитными и магнитооптическими свойствами исследуемых соединений.

Решение данной задачи необходимо для выяснения понимания электронной и магнитной структуры в замещенных манганитах и поиска новых функциональных материалов на их основе, интерес к которым обусловлен уникальными магнитными и транспортными свойствами, такими, как гигантское магнетосопротивление, зарядовое, спиновое и орбитальное упорядочение, что и определяет **актуальность работы**.

В диссертации для исследования различных свойств и явлений, связанных с тонкими пленками манганитов использовались различные методы и подходы: для изучения структуры - рентгеноструктурный анализ и растровая электронная микроскопия (РЭМ), химический анализ - методом Резерфордского обратного рассеяния, для изучения оптических свойств – метод магнитного дихроизма. Использование соискателем комплексного подхода, включающего в себя различные спектроскопические экспериментальные методы исследования свойств тонких пленок замещенных манганитов, определяет высокий уровень диссертационной работы.

**Научная новизна работы** соискателя состоит, прежде всего, в установлении корреляции между магнитными и магнитооптическими свойствами исследуемых соединений.

**О достоверности результатов** можно судить по сопоставлению экспериментальных данных, полученных различными методами, а также совпадению данных, полученных соискателем, с данными других исследователей. Основные результаты диссертационной работы обсуждались на российских и международных конференциях и опубликованы в ведущих отечественных журналах.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения и списка литературы.

Во введении сформулирована и обоснована цель исследований.

В первой главе автор приводит обзор литературы по физике структур в замещенных манганитах. Обзор литературных данных производит впечатление строгого и последовательного изложения и свидетельствует о высоком уровне теоретической подготовки диссертанта.

Во второй главе описаны условия эксперимента, экспериментальная оптическая установка, методики получения пленок  $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{MnO}_3$  и  $\text{Pr}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ . Описаны применявшиеся методы исследований структур.

В третьей главе автор проводит результаты по исследованию структуры, морфологии и магнитных свойств полученных пленок. Показано, что все пленки являются поликристаллическими со средним линейным размером кристаллитов в плоскости 48 нм. Изучены полевые зависимости намагниченности всех исследуемых пленок манганита лантана.

В четвертой главе изучены спектральные и температурные зависимости МКД и МЛД в пленках  $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{MnO}_3$ . Построены температурные зависимости интенсивностей полос в МКД спектрах  $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{MnO}_3$  в сравнении с температурным поведением намагниченности пленок.

В пятой главе исследованы спектральные и температурные зависимости магнитного кругового дихроизма в пленках  $\text{Pr}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{MnO}_3$  и  $\text{Pr}_{0.6}\text{Sr}_{0.4}\text{MnO}_3$ . Построены температурные зависимости интенсивностей полос в МКД спектрах  $\text{Pr}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{MnO}_3$  и  $\text{Pr}_{0.6}\text{Sr}_{0.4}\text{MnO}_3$  в сравнении с температурным поведением намагниченности пленок. Изучены температурные зависимости удельного сопротивления поликристаллических пленок  $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{MnO}_3$  и  $\text{Pr}_{0.6}\text{Sr}_{0.4}\text{MnO}_3$ , снятые при различных значениях внешнего магнитного поля.

К основным и наиболее интересным результатам можно отнести следующие:

1) показано, что при фазовом переходе металл – изолятор происходит изменение формы и числа линий спектров МКД и МЛД, что указывает на связь с изменением магнитной структуры пленок.

2) Идентифицированы электронные переходы в ионах марганца  $\text{Mn}^{3+}$  и  $\text{Mn}^{4+}$ . Проведена большая работа по обработке и анализу экспериментальных спектров МКД и МЛД.

3) Характер температурных зависимостей интенсивности полос магнитного дихроизма различен в пленках с разным типом проводимости: в диэлектрической фазе температурная зависимость спектров МКД отражает ход намагниченности, в то время как в металлической фазе значительно отличается.

Из вышесказанного следует, что автором выполнен большой объем исследовательских работ и получен ряд новых результатов. Работа выполнена на высоком научном уровне, с использованием современных методов физических исследований. Достоверность полученных результатов следует из высокого экспериментального уровня, на котором проводились исследования, воспроизводимости результатов и их соответствия данным, полученным другими исследователями.

Материалы диссертации опубликованы. Содержание автореферата соответствует основным положениям диссертации.

Хотя в целом работа написана обстоятельно и четко, по диссертации можно сделать следующие замечания:

1. В работе не обсуждается выбор подложки, а также влияние ориентации подложки на структуру изучаемых пленок. Морфология поверхностей пленок замещенных манганитов не обсуждается в терминах среднеквадратичной шероховатости. Микроскопическая природа образования «мертвого слоя» толщиной 12 нм не ясна и не раскрывается в работе.
2. В методической части автор утверждает, что «Величина МКД определялась как разность сигналов для двух противоположных направлений внешнего магнитного поля при настройке усилителя на частоту колебаний модулятора.» (стр.42). Данный способ известен как метод вычитания спектров при фиксированной поляризации падающего излучения, однако возникают сомнения, что данный метод использовался в работе.
3. При разложении спектров МКД и МЛД на составляющие, в работе не обсуждается поведение ширины спектральных линий на полувысоте в зависимости от различных условий. В частности, температурная зависимость ширины линий оптических переходов,

отражающая электрон-фононное взаимодействие. Не ясна физическая причина разложения спектров МКД только на составляющие формы Гаусса, тогда как спектров МЛД только составляющие формы Лоренца.

4. Текст диссертационной работы не лишен недостатков в виде опечаток, например, «поскольку суммарное вращение данных эффектов» (стр.5), встречаются грамматические ошибки, например, стр.14, 25. В автореферате ссылки на публикации автора и цитируемую литературу обозначены одинаково, что затрудняет анализ текста. В частности, ссылку [10] на стр. 18 трудно отнести как к цитируемой литературе, так и ссылки самого автора.

Отмеченные недостатки не затрагивают основных выводов и защищаемых положений диссертации и не снижают хорошее впечатление от работы. Рассматриваемая диссертация является законченной научно-исследовательской работой, выполненной на высоком уровне. Особенно хотелось бы отметить умение автора сочетать экспериментальную работу, выполняемую на высоком уровне, с последующей математической обработкой данных, наблюдавшихся в экспериментах. Полученные автором результаты важны для понимания электронной и магнитной структуры в замещенных манганитах.

Совокупность представленных результатов и сформулированных автором выводов позволяют сделать вывод, что диссертационная работа Ю.Э. Гребеньковой удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 01.04.11 – Физика магнитных явлений, а её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук.

Старший научный сотрудник ИФП СО РАН  
д.ф.-м.н.

О.Е. Терещенко

Подпись О.Е. Терещенко заверяю

Ученый секретарь ИФП СО РАН  
к.ф.-м.н.



А.В. Каламейцев

25.09.2014

Терещенко Олег Евгеньевич  
630090 Новосибирск, пр. Ак.Лаврентьева 13,  
тел: +7(383)330-90-55  
teresh@thermo.isp.nsc.ru

**СПИСОК**  
**Опубликованных научных работ**

**Терещенко Олег Евгеньевич**

№ п/п	Наименование работы	Вид работы	Выходные данные	Соавторы
1	Preparation of As-rich (2x4) – III-As (001) surfaces by wet chemical treatment and vacuum annealing	статья	Phys. Stat. Sol. C – 2010. – Vol. 1-4. – P. 264-267.	-
2	Cs-induced charge transfer on (2x4)-GaAs(001) studied by photoemission	статья	Phys. Rev. B. – 2010. – Vol. 81. – P. 035304.	D. Paget, P. Chiaradia, F. Wiame, R. Belkhou, and A. Taleb-Ibrahimi
3	Реконструкционная зависимость травления и пассивации поверхности GaAs(001)	статья	Письма в ЖЭТФ – 2010. – Т.91. – С. 383-388.	С.В. Еремеев, А.В. Бакулин, С.Е. Кульков
4	Сурфактантные свойства цезия в молекулярно-лучевой эпитаксии GaAs(001)	статья	Письма в ЖЭТФ – 2011. – Т. 93. – С. 647-652.	Д.В. Дмитриев, А.И. Торопов, С.В. Еремеев, С.Е. Кулькова
5	Magnetic and transport properties of Fe/GaAs Schottky junctions for spin polarimetry applications	статья	J. of Appl. Phys. – 2011. – Vol. 109. – p. 113708 - 113708-7.	D. Lamine, G. Lampel, Y. Lassailly, X. Li, D. Paget, J. Peretti
6	Etching or stabilization of GaAs(001) under alkali and halogen adsorption	статья	The Journal of Physical Chemistry C. – 2012. – Vol. 116. – P. 8535-8540.	D. Paget, K.V. Toropetsky, V.L. Alperovich, S.V. Eremeev, A.V. Bakulin, S.E. Kulkova, B.P. Doyle, and S. Nannarone

7	Формирование границы раздела структуры Pd/Fe/GaAs/InGaAs для оптической регистрации спина свободных электронов	статья	Письма в ЖТФ – 2012. – Т. 38. – С. 27-36.	А.Г. Паулиш, М.А. Неклюдова, Т.С. Шамирзаев, А.С. Ярошевич, И.П. Просвирин, И.Э. Жаксылыкова, Д.В. Дмитриев, А.И. Торопов, С.Н. Варнаков, М.В. Рауцкий, Н.В. Волков, С.Г. Овчинников, А.В. Латышев
8	Backward reconstructions on GaAs(001) surfaces induced by atomic hydrogen reactions: surfactant assisted low-temperature surface ordering	статья	The Journal of Physical Chemistry C. - 2013. - Vol. 117. - P. 9723-9733.	A.V. Bakulin, S.E. Kulkova S.V. Eremeev
9	Динамика решетки BiTeI при высоких давлениях	статья	Письма в ЖЭТФ. -2013. –Т. 98. - С. 626 – 630.	Ю. С. Поносов, Т. В. Кузнецова, К. А. Кох, Е. В. Чулков

Список верен:

Ученый секретарь  
ИФП СО РАН



А.В. Каламейцев