

“УТВЕРЖДАЮ”

Проректор по науке ФГАОУ ВПО
«Уральский федеральный университет
имени первого Президента России
Б.Н. Ельцина»

В.В. КРУЖАЕВ

03 октября 2014 года

ОТЗЫВ

ведущего предприятия на диссертацию Гребеньковой Юлии Эрнестовны «Магнитооптика тонких пленок манганитов $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{MnO}_3$ и $\text{Pr}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ », представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.11 – физика магнитных явлений

В последние годы большое внимание исследователей и разработчиков техники нового поколения обращено к магнитным, транспортным и магнитооптическим свойствам разбавленных магнитных полупроводников (РМП) в связи с перспективами их интеграции в современные полупроводниковые устройства. За относительно короткий период исследования таких материалов накоплено значительное количество экспериментальных данных и проведены важные теоретические разработки, проясняющие физическую природу возникновения ферромагнетизма и его связь с транспортными свойствами в РМП на основе немагнитных оксидов. Однако целый ряд вопросов, связанных, в частности, с деталями электронной структуры РМП, ее изменениями при вариации концентрации и типа допирующих элементов, остаются еще нерешенными. Изучение особенностей электронной структуры указанных веществ на современном уровне предполагает высокую квалификацию исследователя, наличие прецизионных аппаратно-методических средств и анализа большой базы экспериментальных и теоретических данных. Все эти элементы актуального и достоверного исследования присутствуют в рецензируемой диссертации Ю.Э. Гребеньковой, которая посвящена изучению магнитных и магнитооптических свойств тонкопленочных манганитов $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{MnO}_3$ и $\text{Pr}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$. Важно подчеркнуть, что в данном случае общенаучный интерес к проблеме подкреплен определённой практической значимостью исследований замещенных манганитов. Семейство $\text{A}^{3+}_{1-x}\text{B}^{2+}_x\text{MnO}_3$ оксидов проявляет при замещении широкий спектр изменений физических свойств (переход металл – изолятор, переход антиферромагнетик – ферромагнетик с температурой Кюри выше комнатной, переход парамагнетик – ферромагнетик с необычными транспортными свойствами, колоссальное отрицательное магнитосопротивление, а также структурные фазовые переходы), многие из которых уже нашли свое применение в современных технологиях.

Диссертационная работа Ю.Э. Гребеньковой имеет традиционную структуру и включает введение, обзор литературы, описание методик эксперимента, три оригинальных главы и список использованной литературы. Ее чтение показывает, что автор в достаточной мере владеет научным материалом и современным стилем его представления. В частности, в обзорной части со знанием дела и с привлечением большого количества источников описаны основные особенности структурных, магнитных, оптических и магнитооптических свойств манганитов типа $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ и $\text{Pr}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$, а также приведены предполагаемые виды зонных структур данных материалов. При этом подчеркнуто, что имеющихся экспериментальных и теоретических данных

недостаточно для более полного и адекватного описания электронной структуры замещенных манганитов.

Для решения поставленных в работе задач диссертантом привлечены современные аналитические и исследовательские методики: атомная силовая микроскопия; просвечивающая электронная микроскопия; рентгеновская дифракция; СКВИД-магнитометрия; ряд оптических и магнитооптических методик. Это свидетельствует о достаточно высокой достоверности полученных экспериментальных результатов. Особенно следует отметить применение методов спектроскопии магнитного кругового дихроизма (МКД), который обладает определёнными преимуществами перед традиционно используемыми магнитооптическим эффектом Фарадея и обычной оптической спектроскопией. В отличие от эффекта Фарадея, МКД дает прямую информацию об электронных переходах между основным и возбужденными состояниями: энергии максимумов МКД соответствуют энергиям электронных переходов. А по сравнению с оптическими спектрами МКД обладает существенно более высоким разрешением. Надо заметить, что магнитооптические свойства разбавленных манганитов лантана, которые обсуждаются в третьей главе диссертации, исследовались и исследуются довольно интенсивно. Однако применение спектроскопии МКД позволило Ю.Э. Гребеньковой выявить в $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{MnO}_3$ новые, ранее не наблюдавшиеся, электронные переходы и обнаружить различие в температурных зависимостях интенсивности переходов при различных энергиях возбуждающего облучения. Еще большее количество переходов удалось выявить при включении в эксперимент магнитного линейного дихроизма, который, вообще, крайне редко используется при изучении магнитных материалов, а для исследования манганитов, насколько можно судить по литературе, он впервые применён в рассматриваемой работе. Остается только сожалеть, что этот метод не был задействован при исследовании манганитов празеодима.

Существенной новизной отличается материал четвертой главы, в которой представлены результаты исследования магнитооптических свойств плёнок $\text{Pr}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$. Целью автора в данном случае было изучение влияния допирования, приводящего, в частности, к изменению типа проводимости, на характер спектра МКД. Тщательно проведённый эксперимент позволил установить специфику спектральных характеристик МКД для плёнок разного состава. Среди прочего заслуживают внимания факт смены знака МКД при изменении x от 0.2 до 0.4. Автор высказывает физически оправданное предположение о том, что наличие спектральной полосы противоположного знака по отношению ко всем остальным наблюдаемым полосам, отражает участие носителей заряда в формировании спектра МКД. Представляется также интересным резкое возрастание величины МКД в высокоэнергетической части спектра для $x=0.4$, не коррелирующее прямо с изменением намагниченности, и различие в температурных зависимостях интенсивности разных полос МКД. Качественное объяснение этих эффектов, данное автором, можно принять как рабочую гипотезу, требующую дальнейшей экспериментальной и теоретической разработки.

Наряду с перечисленными выше важнейшими результатами, являющимися принципиальными для физики замещенных манганитов, в работе получены и результаты более частного порядка, относящиеся больше к типу и структуре исследованных образцов. В том числе обнаружен ряд особенностей гистерезисных свойств при температурных испытаниях пленок манганитов $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{MnO}_3$ и $\text{Pr}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ ($x = 0.2$ и 0.4). К ним относятся: различие в температурных зависимостях намагниченности, определенных по методике FC-ZFC; зависимость величины магнитного насыщения от толщины в случае $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{MnO}_3$; температурное изменение формы петель гистерезиса. Детальный анализ указанных особенностей позволил автору выявить наличие в плёнках немагнитного слоя и оценить его толщину (~ 12 нм). Кроме того, в работе дано логически непротиворечивое толкование температурного поведения намагниченности исследованных объектов в режиме ZFC. В случае пленок $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{MnO}_3$ оно исходит из хаотического распределения

осей легкого намагничивания кристаллитов и конкуренции между энергиями магнитной кристаллографической анизотропии и Зеемановской энергией. Для пленок $\text{Pr}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ предложен механизм, подразумевающий сосуществование спин-стекольной и ферромагнитной фаз при температурах, ниже T_C .

Рецензируемая диссертационная работа не свободна от недостатков, которые состоят в следующем.

1. Название диссертации не полностью отражает суть полученных результатов и выводов. По нашему мнению, работа в большей мере посвящена изучению связи магнитных свойств и электронной структуры манганитов, а магнитооптика скорее выступает как инструмент установления такой связи.
2. Недостаточно обоснована аппроксимация спектров суммой гауссовских и лоренцевских компонент.
3. Все магнитооптические измерения проведены в максимальном магнитном поле 3 кЭ. Следовало бы также получить МКД и МЛД спектры в полях различной напряжённости. Как известно, исследуемые материалы проявляют уникальные магниторезистивные свойства, и измерение полевых зависимостей магнитооптических эффектов могло бы дать дополнительную информацию о их связи с носителями тока.

Указанные замечания не носят принципиального характера. Они не ставят под сомнение основные положения диссертации, а лишь указывают на ряд аспектов, которые целесообразно принять во внимание в дальнейших исследованиях. В целом данную работу можно квалифицировать как законченное научное исследование, выполненное на актуальную тему. Ее результаты широко представлены научной общественности на конференциях и в форме журнальных публикаций. Они могут быть использованы в Институте физических проблем им. Капицы РАН (Москва), Физико-техническом институте им. А.Ф. Иоффе (С.-Петербург), МГУ им. Ломоносова (Москва), Институте полупроводников СО РАН (Новосибирск), Институте физики им. Л.В. Киренского СО РАН (Красноярск), Физико-техническом институте им. Завойского РАН (Казань) и других организациях.

Автореферат и опубликованные работы адекватно отражают материал, представленный в диссертации. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 01.04.11 – физика магнитных явлений

В целом можно заключить, что представленная диссертационная работа «Магнитооптика тонких пленок манганитов $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{MnO}_3$ и $\text{Pr}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ » удовлетворяет требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней ВАК РФ», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Гребенькова Юлия Эрнестовна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.11 – физика магнитных явлений.

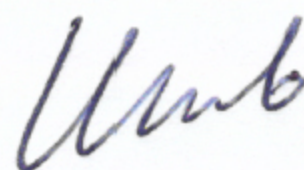
Диссертационная работа Ю. Э. Гребеньковой «Магнитооптика тонких пленок манганитов $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{MnO}_3$ и $\text{Pr}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ » заслушана и одобрена на объединенном семинаре кафедры магнетизма и магнитных наноматериалов и отдела магнетизма твердых тел НИИ ФПМ Института естественных наук УрФУ. Протокол №47 от 19.09. 2014.

Заведующий кафедрой магнетизма
и магнитных наноматериалов ИЕН УрФУ,
доктор физико-математических наук,
профессор



В.О. Васьковский

Старший научный сотрудник
отдела магнетизма твердых тел
НИИ ФПМ ИЕН УрФУ,
кандидат физико-математических наук



В.Е. Иванов

СПИСОК

Опубликованных научных работ сотрудников ФГАОУ ВПН «Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина»

№ п/п	Наименование работы	Вид работы	Выходные данные	Соавторы
1	Structure and Electrical Resistivity of Sputtered Tb/Ti and Tb/Si Magnetic Multilayers	статья	IEEE Transactions on Magnetics. - 2010- Vol. 46. - N6.- P.1515-1518	D. Diercks, A.V. Svalov, M. Kaufman, V.O. Vaskovskiy, G.V. Kurlyandskaya
2	Особенности перемагничивания пленок Tb–Co/Fe ₁₉ Ni ₈₁ с однонаправленной анизотропией	статья	ФММ.-2010.- Т.110, №6. - С.550-555	К. Г. Балымов, В. О. Васьковский, А. В. Свалов, Е. А. Степанова, Н. А. Кулеш
3	Magnetoresistance in nanostructured Tb/Ti and Tb/Si multilayers	статья	J.of Appl.Phys.- 2011.- V. 109- P.023914 - 023920	A. V. Svalov, G. V. Kurlyandskaya, V. O. Vas'kovskiy A. N. Sorokin,D. Diercks
4	Structure and Magnetic Properties of Gd/Ti Nanoscale Multilayers	статья	Solid State Phenomena.- 2011.- V.168-169.- P 281-284	A.V. Svalov, V.O. Vas'kovskiy, J.M. Barandiaran, K.G. Balymov, A.N. Sorokin, I. Orue, A. Larranaga, N.N. Schegoleva and G.V. Kurlyandskaya
5	Magnetism in Rare Earth - Transition Metal Multilayers	статья	Encyclopedia of Nanoscience and Nanotechnology, edited by H.S. Nalwa (American Scientific Publishers) - 2011.- V.16.- P. 75-98	V.O. Vas'kovskiy, A.V. Svalov, G.V. Kurlyandskaya
6	Structure and magnetic properties of nanostructured GdT _b thin films	статья	Phys. Status Solidi A. - 2011.- 208, No. 10. – P. 2273–2276	A.V. Svalov, V.O. Vas'kovskiy, J.M. Barandiaran, K.G. Balymov, I. Orue, G.V. Kurlyandskaya
7	Влияние отжига на магнитную анизотропию и гистерезисные свойства пленочных структур, содержащих аморфные слои Tb–Co	статья	ФММ.- 2012. -Т. 113, №9.- С.1-5.	В.О. Васьковский, А.В. Свалов, К.Г. Балымов, Н.А. Кулеш

8	Magnetoresistive properties of Gd/Ti multilayers	статья	Solid State Phenomena. - 2012. - V.190.-P. 137-140	Svalov A.V., Vas'kovskiy V.O., Barandiarán J.M., Orue I., Sorokin A.N., Kurlyandskaya G.V.
9	Эффекты наноструктурирования в магнитомягких плёнках и плёночных элементах с магнитным импедансом	статья	ЖТФ.-2013.-Т. 83, вып.№1. - С.110-116	Васьковский В.О., Савин П.А., Волчков С.О., Лепаловский В.Н., Букреев Д.А., Бучкевич А.А.
10	Structure evolution and magnetic properties of annealed nanoscale Gd/Ti multilayers	статья	European Physical Journal (Electronic Edition). - 2013.- V.40.- P. 08005 1-4	Svalov A.V., Vas'kovskiy V.O., Larrañaga A., Kurlyandskaya G.V.
11	Exchange biased FeNi/FeMn bilayers with coercivity and switching field enhanced by FeMn surface oxidation	статья	AIP Advances.- 2013.- V.3, 092104	Svalov A.V., Savin P.A., Lepalovskiy V.N., Larranaga A., Vas'kovskiy V.O., Garcia Arribas A., Kurlyandskaya G.V.
12	Giant Magnetoimpedance of CuFe/FeCo Electroplated Wires: Focus on Angular Sensoric	статья	World Journal of Condensed Matter Physics.-2013.- №3.-P.21-27	Kurlyandskaya G.V., Jantaratana P., Cerdeira M.A., Vas'kovskiy V.O.
13	Эффект фазового расслоения в структуре Fe ₂₀ Ni ₈₀ /Fe ₅₀ Mn ₅₀ с обменным смещением	статья	ФММ.- 2014.- Т.115, № 9.- С. 913-920	Савин П.А., Лепаловский В.Н., Свалов А.В., Васьковский В.О., Курляндская Г.В.
14	Магнитный импеданс структурированных пленочных меандров в присутствии магнитных микро-и наночастиц	статья	ЖТФ.- 2014.- Т.84, № 2.- С. 76-82	Ювченко А.А., Лепаловский В.Н., Васьковский В.О., Сафронов А.П., Волчков С.О., Курляндская Г.В.
15	Гистерезисные свойства наноструктурированных пленок тербия	статья	ЖТФ.- 2014.- Т.84, № 4.- С. 63-67	Свалов А.В., Васьковский В.О., Балымов К.Г., Сорокин А.Н., Курляндская Г.В.

Список верен:

Проректор по науке УрФУ
В.В. Кружаев

Заведующий кафедрой магнетизма
и магнитных наноматериалов
В.О. Васьковский

