

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Дудникова Вячеслава Анатольевича

“Взаимосвязь структурных, магнитных и электронных свойств в редкоземельных кобальтитах $\text{La}_{1-x}\text{Gd}_x\text{CoO}_3$ ”,

представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.11 - физика магнитных явлений

Диссертация **Вячеслава Анатольевича Дудникова** “ Взаимосвязь структурных, магнитных и электронных свойств в редкоземельных кобальтитах $\text{La}_{1-x}\text{Gd}_x\text{CoO}_3$ ” посвящена экспериментальному и теоретическому исследованию физических явлений протекающих в редкоземельных кобальтитах. Неослабевающий интерес к изучению материалов со структурой перовскита на основе оксидов кобальта обусловлен несколькими причинами. С одной стороны эти материалы обладают высокой электронно-ионной проводимостью, что может дать предпосылки для применения этих материалов в качестве кислородных мембран, катализаторов в процессах окисления метана и твердооксидных топливных элементов. С другой стороны, присущие данным материалам разнообразные физические явления, такие как переходы металл-диэлектрик, конкуренция антиферромагнитного и ферромагнитного обменов, взаимосвязь спиновых и орбитальных степеней свободы и гигантское магнитосопротивление требуют понимания происходящих в этих веществах физических процессов. Помимо проблемы спинового состояния ионов Co^{3+} , представляет интерес изучение вкладов в свойства кобальтитов, которые привносятся магнетизмом самих редкоземельных элементов. Одним из важнейших вопросов в изучении редкоземельных кобальтитов является вопрос перехода между низкоспиновыми (LS, $S=0$, t_{2g}^6), промежуточнospиновыми (IS, $S=1$, $t_{2g}^5e_g^1$) и высокоспиновыми (HS, $S=2$, $t_{2g}^4e_g^2$) состояниями. Флуктуации между этими состояниями приводят к изменениям магнитных, электрических и структурных свойств кобальтитов. Кроме того, ионы кобальта могут иметь не только различные спиновые состояния при фиксированной валентности, но и различную валентность, что еще более увеличивает сложности изучения этих соединений. Из всего вышесказанного следует, что получение, экспериментальное и теоретическое исследование структуры магнитных и электронных свойств редкоземельных кобальтитов $\text{La}_{1-x}\text{Gd}_x\text{CoO}_3$ является **актуальной и целесообразной** задачей.

Научная новизна работы заключается в том, что **В.А.Дудниковым** проведено экспериментальное и теоретическое исследование структурных, магнитных и

электронных свойств редкоземельных кобальтитов с изменением спинового состояния ионов кобальта. В редкоземельных кобальтитах впервые обнаружено сосуществование высокоспинового (HS) и низкоспинового (LS) состояний в промежуточной области температур ($T=200 - 800$ K). Для состава $GdCoO_3$ впервые в области гелиевых температур подробно исследован спин - флип переход и построена фазовая диаграмма. Обнаружен большой объем элементарной ячейки в высокоспиновом состоянии чем в низкоспиновом. Обнаружена связь аномалий теплового расширения кристаллической решетки $GdCoO_3$ с изменением спинового состояния ионов кобальта, которая объяснена при сравнении с первопринципными расчетами энергии основного состояния методом функционала плотности в GGA приближении. При измерениях магнитной восприимчивости в широком диапазоне температур $2 - 1000$ K выделен вклад кобальта и впервые показано, что сложную температурную зависимость магнитной восприимчивости ионов кобальта можно представить в виде закона Кюри-Вейса с температурно-зависящими параметрами. При помощи этой зависимости определена спиновая щель между высокоспиновыми и низкоспиновыми состояниями, обращающаяся в ноль в точке спинового кроссовера при 800 K.

Научная и практическая значимость. Проведенные в диссертации экспериментальные и теоретические исследования приводят к прогрессу в понимании существующих представлений о спиновых переходах ионов Co^{3+} в редкоземельных кобальтитах и влиянии ионов гадолиния на формирование магнитных свойств образцов ряда $La_{1-x}Gd_xCoO_3$. Результаты диссертации Дудникова В.А., безусловно, имеют важное значение для понимания процессов происходящих в исследуемых материалах и могут быть использованы для решения практических задач, направленных на изменение магнитных характеристик редкоземельных кобальтитов с изовалентным замещением.

Степень достоверности и обоснованности научных положений выводов и заключений соискателя не вызывает сомнений. При исследовании структуры, магнитных и электронных свойств редкоземельных кобальтитов использовались разнообразные методы измерения и современное научное оборудование. В работе исследовались аттестованные образцы. Повторные измерения показывали хорошую воспроизводимость результатов. Диссертационная работа В.А. Дудникова по существу носит комплексный характер, и это важное ее достоинство. Взаимная согласованность результатов, полученных различными методами, квалифицированный анализ экспериментальных и теоретических данных убеждают в достоверности полученных результатов и правильности основных выводов диссертации.

Степень завершенности и оценка содержания диссертации. В целом диссертация представляет полностью завершенное и логически выстроенное исследование, в котором последовательно изложены результаты исследований структурных, магнитных и электронных свойств редкоземельных кобальтитов, проведенных диссертантом в течение нескольких лет. В диссертации соискателем отмечена роль соавторов в проведении совместных работ и личный вклад автора. Основные результаты исследования опубликованы в 4 журналах из перечня ВАК и в трудах научных конференций.

Рекомендации по использованию результатов диссертации

Учитывая общефизический интерес к полученным и исследованным в работе В.А.Дудникова структурным, магнитным и электронным свойствам редкоземельных кобальтитов, трудно отдать предпочтение конкретным научным учреждениям для рекомендации к использованию результатов диссертации. Данные, полученные соискателем, могут быть использованы в работах учреждений, изучающих транспортные и магнитные свойства, магнитоэлектрические явления, в частности, на кафедрах физических факультетов Московского, Казанского и Омского госуниверситетов, Сибирского федерального университета, Институтов физики полупроводников СО РАН, химии твердого тела и неорганической химии СО РАН, а также научных учреждений Уральского отделения РАН: Институте физики металлов и Институте электрофизики.

Работа не свободна и от некоторых недостатков, например;

1. В работе досконально изучены структурные свойства состава $GdCoO_3$, на основании чего и было сделано предположение о сосуществовании ионов Co^{3+} в низкоспиновом и высокоспиновом состояниях в промежуточной области температур. Однако, для составов $La_{1-x}Gd_xCoO_3$ с изовалентным замещением, на которых впоследствии проводились магнитные измерения, не представлено ни одного подобного результата. Было бы логично представить такие данные в диссертационной работе.

2. На странице 38 диссертации сказано «уширение успешно моделируется включением второй фазы, предполагая наличие в образцах неоднородностей в виде протяженных областей (доменов) с одинаковой симметрией решетки, но различающимися параметрами решетки». Было бы разумно указать размеры этих областей, а изменение параметров решетки уже на этом этапе описания связать с отличием ионных радиусов при различных спиновых состояниях кобальта.

3. Все представленные экспериментальные данные получены в результате измерений, выполненных только на поликристаллических образцах. Неясно, связано ли

это с невозможностью вырастить монокристаллы этих составов или данная цель просто не ставилась.

Однако сделанные замечания ни в какой мере не умаляют достоинства диссертационной работы и не снижают высокой ценности полученных результатов и положительную оценку диссертационной работы в целом. Полученные в диссертационной работе **Дудникова В.А.** результаты обладают необходимой новизной, оригинальностью и представляют как научный, так и практический интерес.

Основные результаты исследования опубликованы в ведущих отечественных и зарубежных научных журналах, индексируемых Web of Science и входящих в список ВАК. Они неоднократно докладывались и обсуждались на всероссийских и международных научных конференциях. Автореферат и публикации автора соответствуют содержанию работы и достаточно полно отражают содержание диссертации.

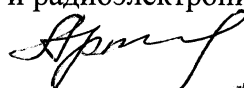
Диссертация **Дудникова Вячеслава Анатольевича** "Взаимосвязь структурных, магнитных и электронных свойств в редкоземельных кобальтитах $La_{1-x}Gd_xCoO_3$ " является законченным научным исследованием, выполненным на высоком профессиональном уровне. Полученные в ней результаты имеют научную и практическую значимость и являются вкладом в развитие существующих представлений о спиновых переходах ионов Co^{3+} в редкоземельных кобальтитах и влиянии ионов гадолиния на формирование магнитных свойств $La_{1-x}Gd_xCoO_3$. По научной актуальности поставленных задач, объему и новизне полученных результатов, их достоверности и значимости работа **Дудникова Вячеслава Анатольевича** полностью удовлетворяет требованиям ВАК Российской Федерации, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, а ее автор, безусловно, заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.11 – физика магнитных явлений.

Официальный оппонент

Доктор физико-математических наук, профессор кафедры физика №2

Института инженерной физики и радиоэлектроники Сибирского

Федерального университета



Артемьев Евгений Михайлович

aem49@yandex.ru 660074, г. Красноярск, Сул. Копынского 26, корпус Г, к.3-43

Подпись Е.М.Артемьева заверяю, начальник отдела кадров



ФГАУ ВПО СОУ

Артемьев

01

12

2019 г.

СПИСОК

опубликованных научных и учебно-методических работ

Артемьев Евгений Михайлович

Фамилия, имя, отчество

№ п/п	Наименование работы	Вид работы	Выходные данные	Соавторы
1	Влияние атомного упорядочения на магнитные свойства пленок сплавов FePd, FePt, Fe50Pd50-xPtx	Печ.	Известия РАН, серия физическая 2010, том 74, №8, с.1186-1188.	Живаева Л.В., Артемьев М.Е., Волкова П.Е.
2	Перпендикулярная магнитная анизотропия в тонких пленках Co50Pt50, Co50Pd50 и Co50Pt50-xPdx	Печ.	ФТТ, 2010. Т. 52, №11, с.2128-2130.	М.Е.Артемьев
3	Influence of Atomic Ordering on the Magnetic Properties of FePd, FePt, and Fe50Pd50-xPtx Alloy Films	Печ.	Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics, 2010, vol. 74, No.8, pp. 1135-1137 Allerton Press, Inc., 2010	L.V.Zhivaeva, M.E.Artem'ev, and P.E.Volkova
4	Perpendicular Magnetic Anisotropy in the Co50Pt50, Co50Pd50, and Co50Pt50-xPdx Thin Films	Печ.	Physics of the Solid State, 2010, Vol.52. No. 11, pp.2271-2273. Pleiades Publishing. Ltd.,2010.	М.Е.Artem'ev
5	Структура гетерогенных состояний и магнитные свойства в нанокристаллических пленках CoPd	Печ.	Поверхность, рентгеновские синхротронные и нейтронные исследования, 2012, №7, с. 1-4.	Артемьев М.Е., Рузанова Л.Н.
6	Магнитные свойства и метастабильные состояния в пленках Co-Ir	Печ.	Известия РАН, серия физическая 2014, том 78, №2, с. 203-204.	А.Е.Бузмаков, К.П.Полякова, Л.Е.Якимов
7	Perpendicular magnetic anisotropy and atomic ordering in FePd, Fe50Pd50-xPtx alloy films	Печ.	Solid State Phenomena Vol. 215 (2014) pp 242-245.	L.E.Yakimov

Соискатель _____

Ученый секретарь _____



Иванов

Т.С. Трыкова