

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 004.003.01 НА БАЗЕ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ  
НАУКИ ИНСТИТУТА ФИЗИКИ МЕТАЛЛОВ ИМЕНИ М.Н. МИХЕЕВА  
УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
(ИФМ УрО РАН) ФЕДЕРАЛЬНОГО АГЕНСТВА НАУЧНЫХ  
ОРГАНИЗАЦИЙ ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ  
СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 14.10.2016, №8

О присуждении МОСТОВЩИКОВОЙ Елене Викторовне, гражданину  
России, ученой степени доктора физико-математических наук.

Диссертация «Взаимосвязь зарядовой и магнитной подсистем в сложных оксидах 3d-металлов по данным ИК спектроскопии» по специальности 01.04.11 – физика магнитных явлений принята к защите 01.06.2016, протокол № 5 диссертационным советом Д004.003.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физики металлов имени М.Н. Михеева Уральского отделения Российской Академии наук (ИФМ УрО РАН), Федеральное агентство научных организаций, 620990, Екатеринбург, ул.С.Ковалевской,18, приказы Минобрнауки РФ № 714/нк от 02.11.2012 и № 188/нк от 26.02.2015.

Соискатель Мостовщикова Елена Викторовна, 1977 года рождения, в 2003 году защитила кандидатскую диссертацию «Оптическая спектроскопия неоднородных состояний в манганитах с колоссальным магнетосопротивлением» в диссертационном совете, созданном на базе Института физики металлов УрО РАН, работает в должности старшего научного сотрудника лаборатории магнитных полупроводников в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Института физики металлов имени М.Н. Михеева Уральского отделения Российской академии наук, Федеральное агентство научных организаций.

Диссертация выполнена в лаборатории магнитных полупроводников Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физики металлов имени М.Н. Михеева Уральского отделения Российской академии наук, Федеральное агентство научных организаций.

Научный консультант – доктор физико-математических наук, Лошкарева Наталья Николаевна, до 31 декабря 2015 года работала главным научным сотрудником лаборатории магнитных полупроводников Института физики металлов имени М.Н. Михеева Уральского отделения Российской академии наук, с 1 января 2016 г. вышла на пенсию.

Официальные оппоненты:

1. Никифоров Анатолий Елеферьевич, доктор физико-математических наук, профессор кафедры компьютерной физики Института естественных наук Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург;
2. Митрофанов Валентин Яковлевич, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории статики и кинетики процессов ФГБУН Института металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург;
3. Шалыгина Елена Евгеньевна, доктор физико-математических наук, профессор кафедры магнетизма Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, г. Москва

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики имени Л.В. Киренского Сибирского отделения Российской академии наук в своем положительном заключении, подписанном Исхаковым Рауфом Садыковичем, доктором физико-математических наук, профессором, заведующим лабораторией физики магнитных пленок, указала, что диссертационная работа Мостовщиковой Е.В. «посвящена актуальной теме, содержит ряд новых, важных в научном и практическом плане результатов, которые вносят значительный вклад в понимание взаимосвязи зарядовой и магнитной подсистем в сложных



оксидах 3d металлов. Диссертационная работа Мостовщиковой Е.В. удовлетворяет требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013г. № 842, предъявляемым к докторским диссертациям, и является завершенным научным исследованием, которое может быть квалифицировано, как новое крупное достижение в области физики магнитных явлений. Таким образом, диссертационная работа «Взаимосвязь зарядовой и магнитной подсистем в сложных оксидах 3d металлов по данным ИК спектроскопии» удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым ВАК к докторским диссертациям, а ее автор, Мостовщикова Елена Викторовна, несомненно заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.11. – физика магнитных явлений».

Соискатель имеет 53 опубликованных работы, в том числе по теме диссертации 26 статей, опубликованных в рецензируемых российских и зарубежных научных изданиях. Общий объем научных изданий 7.3 печатных листов. Автором получены экспериментальные данные об оптических свойствах легированных манганитов и кобальтитов, проведено сопоставление с магнитными и транспортными данными, получены выводы о неоднородном зарядовом состоянии и его связи с магнитным состоянием исследуемых сложных оксидов 3d металлов. Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Mostovshchikova, E. V. Volume of metallic phase in lightly doped lanthanum manganite single crystals. / E.V.Mostovshchikova, N.G.Bebenin, N.N.Loshkareva // Physical Review B. – 2004. – V.70. – P.012406.

2. Mostovshchikova, E. V. Optical evidence for lattice polarons in lightly doped lanthanum manganites in paramagnetic state. / E.V.Mostovshchikova // Solid State Communications. – 2010. – V.150. – P.1884-1887

3. Large infrared magnetotransmission effect in composite and nano-composite based on  $\text{Nd}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{MnO}_3$ . [Текст] / E.V.Mostovshchikova,

N.N.Loshkareva, A.V.Telegin, S.V.Naumov, B.A.Gizhevskii, L.I.Naumova // Journal of Applied Physics. – 2013. – V.113. – P.43503

4. Magnetic and structural transitions in  $\text{CaMn}_{0.96}\text{Mo}_{0.04}\text{O}_3$ . [Текст] / E.V.Mostovshchikova, R.I.Zainullina, N.G.Bebenin, T.I.Arbuzova, N.I.Solin, S.V.Naumov // Journal of Alloys and Compounds. - 2014. - V.615. – P.761–764.

На диссертацию и автореферат поступило 10 отзывов. Все отзывы положительные. В них отмечается актуальность темы диссертационной работы, научная новизна полученных результатов, их теоретическая и практическая значимость. Отзыв без замечаний поступил: от Бержанского Владимира Наумовича, доктора физ. - мат. наук, зав. кафедрой экспериментальной физики Физико-технического института ФГАОУВО «Крымский федеральный университет им. В.И.Вернадского», г.Симферополь.

Замечания содержатся в следующих отзывах:

1. От Ауслендера Марка Ильича, доктора физ.-мат. наук, профессора департамента электрической и компьютерной инженерии, Университет имени (Давида) Бен-Гуриона в Негеве, Израиль

Замечания: 1. Подробно реферируется исследование магнитных и транспортных свойств электронно-легированных манганитов, и практически не касается такового для дырочно-легированных манганитов, что вызывает ощущение неполноты анализа.

2. Представлено недостаточно данных о разделении фаз в дырочно-легированных манганитах (рассмотрены только составы, легированные Sr и Ca, и отсутствуют данные для замещения ионами Ва). На мой взгляд, эти результаты позволили бы более ясно понять общность и различие дырочно-легированных манганитов с разными ионами замещения.

2. От Новоторцева Владимира Михайловича, академика РАН, доктора химических наук, Зав.лабораторией магнитных материалов, Институт общей и неорганической химии РАН, г. Москва и Аминова Тельмана Газизовича, доктора химических наук, профессора, ведущего научного сотрудника той же лаборатории.



Замечание: В работе отсутствует сравнение объемов проводящей и ферромагнитной фаз соответственно в полупроводниковой и антиферромагнитной матрицах

3. От Рахманова Александра Львовича, доктора физ.-мат. наук, Зав.лабораторией теоретической электродинамики конденсированного состояния ФГБУН Институт теоретической и прикладной электродинамики РАН, г. Москва и Кугеля Климента Ильича, кандидата физ.-мат. наук, ведущего научного сотрудника той же лаборатории.

Замечания: 1. При анализе решеточного вклада в спектры отражения  $\text{LaMnO}_3$  отмечается, что "по нашему предположению он не меняется при легировании манганита". Хотелось бы тут увидеть более убедительные аргументы, чем "наше предположение".

2. Во второй главе при расчёте объёма металлической фазы полагалось, что её проводимость соответствует минимальной металлической проводимости. Следовало бы уточнить, как такое предположение влияет на полученные результаты.

3. Что же касается терминологии, то для явления образования мелкомасштабных неоднородностей автор использует термины разделение фаз (калька с английского phase separation) и фазовое расслоение. Следует отметить, что именно последний термин является общепринятым в отечественной литературе.

4. От Голика Леонарда Леонидовича, доктора физ.-мат. наук, доцента, Зав.лабораторией функциональной электроники, Фрязинский филиал Института Радиотехники и Электроники им. В.А. Котельникова РАН, г. Фрязино.

Замечания: Автор объясняет изменение свойств манганита  $\text{Nd}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{MnO}_3$  после размола появлением разупорядоченного слоя, но не обсуждает изменение содержания кислорода в манганите после наноструктурирования. На наш взгляд, окисление/восстановление также должно влиять на изменение магнитных и оптических свойств.

5. От Глушкова Владимира Витальевича, доктора физ.-мат. наук, доцента, Зав.лабораторией низких температур, Институт общей физики им. А.М.Прохорова, г. Москва.

Замечания: 1. Отсутствует информация о диапазоне частот, соответствующем приведенному значению высокочастотной диэлектрической проницаемости  $\epsilon_{\infty}=4.7$  (стр.14)

2. Отсутствует информация о составе дырочно-легированных манганитов на Рис.2 (стр.17)

3. Мостовщикова Е.В. ошибочно включила в список публикаций три работы (позиции 1-3, стр.44), автором которых она не является

6. От Бамбурова Виталия Григорьевича, члена-корреспондента РАН, доктора химических наук, профессора, главного научного сотрудника лаборатории химии соединений редкоземельных элементов, Институт химии твердого тела УрО РАН, г. Екатеринбург

Замечания: 1. В разделе, посвященном дырочно-легированным манганитам, явно не достаточно данных по магнитному состоянию исследованных манганитов для сравнения особенностей неоднородных состояний в зарядовой и магнитной подсистеме.

2 Утверждение об асимметрии дырочного и электронного легирования твердых растворов  $\text{La}_{1-x}\text{Ca}_x\text{MnO}_3$  также требует более широкого привлечения экспериментальных доказательств.

7. От Поповой Марины Николаевны, доктора физ.-мат. наук, профессора, главного научного сотрудника Института спектроскопии РАН, г. Троицк

Замечания: 1. Было бы удобно иметь ссылки на работы по теме диссертации по ходу изложения (список приведен в конце автореферата)

2. В подписях к Рис.2 и 3 не расшифрованы обозначения, имеющиеся на рисунке. В подписях к Рис.4 и 5 следовало бы указать, каков размер зерен в образце N0. Рис. 4(в): в каких единицах «Пропускание t».

3. На стр.14 читаем: «Определены значения продольного и поперечного оптических фононов ...» (пропущено слово «частот»). В соединении, о котором идет речь ( $\text{LaMnO}_3$ ) много оптических фононов. Почему говорится только об одном?

4. Стр.19: «реальная и мнимая части комплексной диэлектрической проницаемости» В русской терминологии – не «реальная», а «действительная».

8. От Никифорова Константина Георгиевича, доктора физ.-мат. наук, профессора кафедры общей физики Калужского государственного университета им. К.Э.Циолковского, г. Калуга



Замечания: В автореферате следовало бы детальнее оценить физические преимущества и недостатки различных твердых растворов манганитов и кобальтитов, изученных автором

9. От Троянчука Игоря Олеговича, члена-корреспондента Национальной академии наук Беларуси, доктора физ.-мат. наук, Зав.лабораторией неметаллических ферромагнетиков, Научно-практический центр по материаловедению НАН Беларуси, г. Минск.

Замечания: К недостаткам можно отнести некоторую небрежность в выводах. «Спектры поглощения и магнитопротекания манганита  $\text{Nd}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{MnO}_3$  объяснены существованием ионов Mn разной валентности.» Что в этом нового? Лишнее предложение. «Получено доказательство существования металлической проводимости в ферромагнитных кластерах, а также получено доказательство спинового перехода в ионах  $\text{Co}^{3+}$  в промежуточнospиновое состояние.» Увы, теоретики в последних статьях, опубликованных в Physical Review Letters, утверждают, что промежуточного спинового состояния почти нет, а ферромагнетизм ближе к высокоспиновому состоянию.

В дискуссии приняли участие:

1. Ермаков Анатолий Егорович, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник лаборатории прикладного магнетизма Института физики металлов УрО РАН,

2. Москвин Александр Сергеевич, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой теоретической физики Уральского федерального университета им. 1-ого Президента России Б.Н. Ельцина,

3. Бебенин Николай Георгиевич, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник лаборатории электрических явлений Института физики металлов УрО РАН,

4. Сухоруков Юрий Петрович, доктор физико-математических наук, заведующий лабораторией магнитных полупроводников Института физики металлов УрО РАН,

5. Устинов Владимир Васильевич, доктор физико-математических наук, академик РАН, директор Института физики металлов УрО РАН,

Выбор официальных оппонентов доктора физ.-мат. наук, профессора Никифорова А.Е, доктора физ.-мат. наук Митрофанова В.Я., доктора физ.-мат. наук, профессора Шалыгиной Е.Е. и ведущей организации обосновывается публикациями оппонентов, тематикой структурного подразделения ведущей организации и публикациями, относящимися к сфере исследований, которым посвящена диссертация.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

1. Разработан количественный метод обнаружения неоднородного зарядового состояния на основе сопоставления температурных зависимостей проводимости и поглощения света в среднем ИК диапазоне, что позволило рассчитать для дырочно-легированных манганитов на основе  $\text{LaMnO}_3$  относительный объем проводящей фазы, существующей внутри полупроводниковой матрицы ниже температуры Кюри. Установлено, что взаимосвязь зарядовой и магнитной подсистем в таких материалах проявляется в сосуществовании в магнитоупорядоченном состоянии фаз с разным типом проводимости.

2. Определены условия существования и параметры решеточных поляронов в дырочно- и электронно-легированных манганитах в парамагнитном состоянии. Для электронно-легированных манганитов определена концентрация легирующего элемента, при которой вместо носителей заряда поляронного типа появляются зонные носители заряда, дана оценка эффективной массы носителей заряда и ширины зоны проводимости.

3. Показано, что спектры поглощения и магнитопропускания манганита  $\text{Nd}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{MnO}_3$  и их изменения при наноструктурировании связаны с существованием ионов Mn разной валентности, соотношение которых изменяется в результате наноструктурирования.

4. Предложены уточненные фазовые диаграммы электронно-легированных манганитов на основе  $\text{CaMnO}_3$  с неизовалентным замещением



ионов. Определены уровни легирования, при которых на локализацию носителей заряда основное влияние оказывают искажения кристаллической решетки или разрыв Mn-O-Mn цепочек.

5. Установлено, что в легированных кобальтитах  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{CoO}_3$  в части ионов  $\text{Co}^{3+}$  происходит спиновый переход в промежуточнospиновое состояние.

**Теоретическая значимость** исследования состоит в том, что:

1 Проведенный анализ данных ИК спектроскопии, магнитных и транспортных свойств позволяет понять взаимосвязь зарядовой и магнитной подсистем сложных оксидов 3d-металлов, построить более полную картину свойств и дополнить фазовые диаграммы легированных манганитов.

2. Полученные новые экспериментальные данные позволяют указать область концентраций и температур существования неоднородного зарядового состояния, существования носителей заряда зонного или поляронного типа.

3. Анализ свойств манганитов до и после наноструктурирования позволяют объяснить природу наблюдаемых изменений при переходе в наносостояние.

**Практическая значимость** результатов исследования заключается в том, что:

Показана возможность использования композитов на основе манганита  $\text{Nd}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{MnO}_3$  для модуляторов ИК излучения, работающих на эффекте магнитопротекания, а при использовании наноструктурированного манганита – расширение спектрального и температурного рабочего интервала таких модуляторов. Получен патент на полезную модель модулятора инфракрасного излучения. Разработанный в работе метод, включающий совместный анализ температурных зависимостей проводимости и поглощения света, может быть использован при исследовании других сложных оксидов 3d-металлов, в частности, электронно-легированных манганитов, легированных кобальтитов.

Достоверность полученных в работе результатов обеспечивается использованием аттестованных образцов и методик исследования, изучением различных свойств на одних и тех же образцах, воспроизводимостью, согласием и непротиворечивостью результатов с данными, опубликованными в литературе другими авторами.

**Личный вклад** соискателя состоит в постановке цели и конкретных задач исследования, проведении оптических исследований в ближнем и среднем ИК диапазоне. Автором лично проведены анализ полученных экспериментальных результатов и математическая обработка оптических спектров с использованием существующих теоретических моделей, сопоставление с данными магнитных, транспортных, магнитотранспортных и упругих свойств.

На заседании 14.10.2016 года диссертационный совет принял решение присудить МОСТОВЩИКОВОЙ Елене Викторовне ученую степень доктора физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 6 докторов по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 17, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель диссертационного совета  
доктор физ.-мат. наук, академик РАН



  
В.В. Устинов

Ученый секретарь диссертационного совета,  
доктор физ.-мат. наук



  
Т.Б. Чарикова

17 октября 2016 г.