

**Заключение диссертационного совета Д 01.015.01 на базе  
Государственного учреждения «Донецкий физико-технический институт  
им. А.А. Галкина»  
Министерства образования и науки Донецкой Народной Республики по  
диссертации на соискание учёной степени кандидата наук**

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета Д 01.015.01

от 20 декабря 2018 г. № \_\_\_\_\_

**О ПРИСУЖДЕНИИ**

**Тихому Александру Александровичу  
учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности  
01.04.07 - физика конденсированного состояния**

Диссертация “Оптические и резистивные свойства нестехиометрических магнитных пленок на основе манганит-лантановых соединений” по специальности 01.04.07 - физика конденсированного состояния принята к защите «18» октября 2018 г., протокол № 2 диссертационным советом Д 01.015.01 на базе Государственного учреждения «Донецкий физико-технический институт им. А.А. Галкина» Министерства образования и науки Донецкой Народной Республики, адрес: 283114, Донецк-114, ул. Розы Люксембург, 72 (приказ о создании диссертационного совета № 15 от 18 января 2016 г.).

Соискатель Тихий Александр Александрович, 1985 года рождения, закончил Луганский национальный педагогический университет имени Тараса Шевченко в 2007 году. Работает зав. лабораторией кафедры физики и нанотехнологий Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования Луганской Народной Республики (ГОУ ВПО ЛНР) "Луганский национальный университет имени Тараса Шевченко".

Диссертация выполнена в Государственном учреждении «Донецкий физико-технический институт им. А.А. Галкина» (ГУ ДонФТИ им. А.А. Галкина) Министерства образования и науки Донецкой Народной Республики и в ГОУ ВПО ЛНР "Луганский национальный университет имени Тараса Шевченко".

**Научный руководитель** – кандидат физико-математических наук, доцент, старший научный сотрудник Жихарев Игорь Васильевич, старший научный сотрудник отдела физики высоких давлений и перспективных технологий ГУ ДонФТИ им. А.А. Галкина.

**Официальные оппоненты:**

1. Милославский Александр Григорьевич, доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры теоретической физики и нанотехнологий ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»;

2. Васильев Сергей Владимирович, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник отдела электронных свойств металлов ГУ ДонФТИ дали положительные отзывы о диссертации.

**Ведущая организация** – Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Донецкий национальный университет» (ГОУ ВПО ДонНУ, г. Донецк) в своем положительном заключении, подписанном Безус Алексеем Викторовичем, кандидатом физико-математических наук, зам. заведующего кафедрой общей физики и дидактики физики, указала, что диссертационная работа “Оптические и резистивные свойства нестехиометрических магнитных пленок на основе манганит-лантановых соединений” соответствует требованиям ВАК при Министерстве образования и науки ДНР, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Работа отвечает требованиям п.2.2 Положения о присуждении учёных степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Тихий Александр Александрович, заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния.

Соискатель имеет 47 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 33 научные статьи, опубликованные в рецензируемых научных

изданиях, из них 10 статей в профильных научных журналах.

Наиболее значимые работы:

1. Оптические и магниторезистивные свойства поликристаллических LSMO-пленок на кристаллических подложках  $Al_2O_3$  и  $Gd_3Ga_5O_{12}$  / **А.А. Тихий**, В.А. Грицких, С.В. Кара-Мурза, Н.В. Корчикова, Ю.М. Николаенко, Ю.Ф. Ревенко, И.Ю. Решидова, И.В. Жихарев // ФНТ. – 2014. – Т. 40, № 8. – С. 968–974.
2. Определение уровня кислородной нестехиометрии пленок  $La_{0.7}Sr_{0.3}MnO_{3-\alpha}$  на оксидных подложках методом структурной рефрактометрии / **А.А. Тихий**, С.В. Кара-Мурза, Ю.М. Николаенко, В.А. Грицких, Н.В. Корчикова, И.В. Жихарев // Неорганические материалы. – 2015. – Т. 51, № 9, – С. 1008–1012.
3. Эллипсометрический метод определения оптических параметров тонкопленочных покрытий со сложной структурой / **А.А. Тихий**, В.А. Грицких, С.В. Кара-Мурза, Н.В. Корчикова, Ю.М. Николаенко, В.В. Фарапонов, И.В. Жихарев // Оптика и спектроскопия. – 2015. – Т. 119, № 2, – С. 282–286.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. Официального оппонента **Милославского Александра Григорьевича** с **4 (четырьмя)** замечаниями:

1.1. Недостаточно представлены результаты рентгеноструктурного анализа. Возможно, рентгеновские исследования образцов в области больших углов дифракции с использованием излучения  $Cr_{\alpha}$  позволили бы получить более подробную информацию о кристаллической структуре исследованных плёнок.

1.2. В работе не поясняется, почему в предложенном варианте оптимизационного метода интерпретации результатов эллипсометрических измерений искомому значению толщины плёнки соответствует совпадение минимумов целевых функций с учётом и без учёта величины оптического пропускания.

1.3. Кроме того, следовало бы привести подробное объяснение обработки экспериментальных результатов с использованием новшеств в методе Малина-Ведама.

1.4. В «Заключении» (выводы) по работе в п.4 справедливо указано, что

«разработан и применен» модифицированный метод, а вот в п.2 «предложен и внедрен» метод контроля – где внедрен, не поясняется.

**2. Официального оппонента Васильева Сергея Владимировича с 2 (двумя) замечаниями:**

2.1. К сожалению, в работе не приводятся никаких суждений о наблюдаемом уширении рефлексов подложки после напыления плёнки. Кроме этого, в работе при рассмотрении эпитаксиальной плёнки, напылённой на монокристаллическую подложку совершенно не учтён тензорный характер диэлектрических проницаемостей этих двух сред, что, в свою очередь, должно приводить к изменению вида формул Френеля. Влияние этого изменения на эллипсометрические углы, а также на получаемые из них оптические показатели, толщину плёнки и кислородный индекс ни как не анализируется.

2.2. Также в работе присутствуют некоторые опечатки. Так на страницах 13 (6 строка сверху), 18 (5 строка снизу), 25 (4 строка сверху), 81 (6 строка сверху), 96 (3 строка снизу) предложение начинается с тире. На страницах 20 (9 строка снизу) и 53 (4 строка снизу) напечатан квадратик вместо знаков порядка и много меньше. Страница 25 (2 строка сверху) в слове «ферромагнитного» пропущена буква **е**, стр. 26 (5 строка снизу) в слове «гистерезиса» отсутствует окончание **а**, стр. 27 (11 строка сверху) в фразе «между полупроводниковым и металлическим типом» отсутствует союз **и**, стр. 54 (2 строка сверху) напечатано «s11» – должно **s<sub>11</sub>**, стр. 69 (10 строка снизу) в слове «принимает» пропущена буква **п**, стр. 90 (9 строка сверху) напечатано «рис.1.1» – должно быть **рис. 4.1**, соответственно подпись к этому же рисунку на стр. 91 должна быть изменена, стр. 92 (7 строка снизу) в слове «образец» пропущена буква **ц**, стр. 108 (9 строка снизу) предложение не согласовано; стр. 118 (13 строка снизу), стр. 119 (6 строка сверху), стр. 120 (4 строка сверху) слова «Молекулярная», «Температура», «Толщина» должны быть написаны с малой буквы. На странице 29 (12 строка снизу) утверждение о том, что «область ферромагнитной фазы из многосвязной превращается в односвязную (рис.18б)» неверно. В автореферате рис.1а и рис.1б являются идентичными.

**3. ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»** (ведущей организации) с **4 (четырьмя)** замечаниями:

3.1. В работе не нашел отражение вопрос о магнитооптических эффектах, наблюдаемых в манганитах.

3.2. Недостаточно проработан вопрос о возможности использования максимума оптической проводимости при энергиях вблизи 1 эВ для контроля содержания кислорода в поликристаллических плёнках.

3.3. Из текста работы недостаточно ясно, как с помощью эллипсометрических измерений на длине волны 633 нм удаётся измерять толщины покрытий около  $30 \div 100$  нм.

3.4. Приведенные данные не позволяют установить количественные взаимосвязи между толщиной и оптическими свойствами плёнок.

На диссертацию и автореферат диссертации поступило 4 (четыре) отзыва от специалистов и ученых ведущих профильных научных учреждений из Российской Федерации, Республики Беларусь, Луганской Народной Республики и Донецкой Народной Республики:

**4. Сирюк Юлия Андреевна**, доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник, ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», ведущий научный сотрудник научно-исследовательской части (отдел «Физика магнитных явлений и высокотемпературная сверхпроводимость») дала положительный отзыв на автореферат с **1 (одним)** замечанием:

4.1. К сожалению, в автореферате не рассмотрен вопрос о вкладе магнитооптических взаимодействий в наблюдаемые оптические свойства исследуемых плёнок. Однако на фоне полученных результатов это не является существенным недостатком.

**5. Стогний Александр Иванович**, кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник Государственного научно-производственного объединения «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по материаловедению» дал положительный отзыв на автореферат с **1 (одним)** замечанием:

5.1. Вместе с тем в работе, кроме данных литературных источников, не использованы методы контроля анализа состава, состояния и структуры исследованных объектов с применением синхротронных, электронных, ионных и сверхбыстрых лазерных методик.

**6. Мурга Валерий Владимирович**, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой радиофизики и электроники Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования Луганской Народной Республики «Донбасский государственный технический университет» дал положительный отзыв на автореферат с **1 (одним)** замечанием:

6.1. Но, к сожалению, из автореферата не ясно как при интерпретации результатов эллипсометрических измерений учитывалось изменение площади пятна лазерного излучения на поверхности образца, происходящее при изменении угла падения, а также какое влияние на резистивные свойства исследованных плёнок оказывают электрические контакты, используемые для их измерения.

**7. Павленко Анатолий Владимирович**, кандидат технических наук, научный сотрудник отдела интеллектуальных материалов и нанотехнологий НИИ физики Южного федерального университета, РФ, дал положительный отзыв на автореферат с **2 (двумя)** замечаниями:

7.1. Но, к сожалению, в автореферате отсутствует подробная информация о характере переходных слоёв на границах плёнки.

7.2. Кроме того, имеется техническая опечатка – рисунки 1а и 1б совпадают, а материал, который должен быть представлен на рис.1б, отсутствует.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что, во-первых, официальные оппоненты являются ведущими специалистами в области физики конденсированного состояния и исследования наноразмерных объектов; во-вторых, одним из основных научных направлений кафедры общей физики и дидактики физики Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Донецкий национальный университет» являются магнитооптические исследования тонких плёнок,

содержащих ионы редкоземельных металлов. Все это согласуется с темой исследований “Оптические и резистивные свойства нестехиометрических магнитных пленок на основе манганит-лантановых соединений”.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований получен целый ряд новых научно обоснованных фундаментальных и прикладных результатов, важных для развития физики конденсированного состояния. В частности:**

1. Экспериментально обнаружен рост показателя преломления плёнок состава  $\text{La}_{0,7}\text{Sr}_{0,3}\text{MnO}_{3-\alpha}$  с увеличением дефицита кислорода  $\alpha$ . Предложенное теоретическое описание количественной связи между этими величинами, согласуется с результатами эксперимента и применимо ко всей области существования ферромагнитной фазы в составах  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_{3-\alpha}$ .
2. Установлено, что величина оптической проводимости при энергии фотонов 2 эВ (при которой проводились эллипсометрические измерения) соответствует предельному значению величины проводимости на постоянном токе при температуре перехода «металл-полупроводник» стехиометрической по кислороду эпитаксиальной пленки.
3. Показано, что предложенный для интерпретации результатов эллипсометрических измерений модифицированный метод Малина-Ведама позволяет повысить точность определения характеристик наноразмерных LSMO плёнок, в том числе обладающих сложной структурой границ.
4. Предложен способ использования значения оптического пропускания в процедуре решения обратной задачи эллипсометрии оптимизационным методом, направленный на улучшение точности и однозначности её результата.
5. Установлено, что включения ферромагнитной фазы в наноразмерных поликристаллических LSMO плёнках сохраняются до комнатных температур несмотря то, что их температура Кюри составляет около 180 К.

#### **Теоретическая и практическая значимость работы.**

Результаты диссертационной работы могут быть использованы при изготовлении высокочувствительных наноразмерных малоинерционных датчиков

температуры и магнитного поля, электродов ввода спин-поляризованного тока в устройствах спинтроники, для получения плёнок с заданным содержанием кислорода, требуемыми поверхностными свойствами, а также слоёв в процессе изготовления гетероструктур.

**Достоверность результатов и обоснованность выводов диссертационного исследования** определяется достаточным количеством экспериментов с использованием общепринятых методов исследований, отвечающих поставленным в работе задачам, а также целенаправленным подбором образцов плёнок LSMO. Результаты обработки экспериментальных данных (с использованием предлагаемых методик) воспроизводимы и согласуются с данными, полученными другими методами исследований, а также с рядом результатов и теоретических моделей, опубликованных в литературе другими авторами.

**Личный вклад соискателя** состоит в определении способов решения поставленных задач, подготовке и проведении экспериментальных исследований свойств наноразмерных плёнок, проведении численных расчётов, обсуждении и анализе результатов. Соискатель проводил эллипсометрические и спектрофотометрические измерения, обрабатывал их результаты, готовил подложки для напыления и производил отжиг полученных плёнок системы La-Sr-Mn-O (LSMO). Принимал активное участие в написании статей и докладов, непосредственно выступал с докладами на научных конференциях. Автором предложены усовершенствованные методики обработки результатов эллипсометрических измерений и создан основанный на них комплекс программ для ПЭВМ.

По объёму выполненных исследований, весомости новых научных результатов и выводов диссертационная работа Тихого Александра Александровича “Оптические и резистивные свойства нестехиометрических магнитных пленок на основе манганит-лантановых соединений” является завершённой научно-квалификационной работой, в которой на основе проведенных экспериментальных и теоретических исследований решена



актуальная научно-исследовательская задача развития возможностей оптических методов контроля свойств наноразмерных нестехиометрических магнитных плёнок на основе манганит-лантановых соединений.

Диссертационный совет указывает соискателю и его научному руководителю на недостатки в подготовке диссертации и автореферата, связанные с наличием технических ошибок и опечаток.

Диссертация А.А. Тихого соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук (пункт 2.2 Положения о присуждении учёных степеней, принятого Постановлением Совета Министров ДНР от 27.02.2015 г. № 2-13).

На заседании 20 декабря 2018 г. диссертационный совет Д 01.015.01 принял решение присудить Тихому Александру Александровичу учёную степень кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 - физика конденсированного состояния.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 17 докторов наук по специальности 01.04.07 - физика конденсированного состояния, участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 18, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель диссертационного совета  
Д 01.015.01  
чл.-кор. НАНУ, д.ф.-м.н., проф.



В.Н. Варюхин

Учёный секретарь диссертационного совета  
Д 01.015.01, к.ф.-м.н., с.н.с.

Т.Н. Тарасенко

29 декабря 2018 г.