

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Петржика Андрея Михайловича «Магнитотранспортные свойства манганитных тонких плёнок, бикристаллических контактов и многослойных ферромагнитных структур», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния

Открытие в 1994 году эффекта колоссального магнетосопротивления (КМС) в допированных двухвалентными элементами манганитах редкоземельных металлов резко повысило интерес к их изучению, в настоящее время эти вещества являются предметом весьма интенсивных исследований. КМС имеет большой научный и практический интерес, однако непосредственное практическое применение эффекта КМС в этих соединениях затруднено тем, что «колоссальный» эффект наблюдается лишь в узком температурном интервале при низких температурах и в сильных (несколько Тесла) магнитных полях. В большей степени для применений подходит обнаруженное сравнительно недавно значительное туннельное магнетосопротивление, проявляющееся в слабых магнитных полях и в более широкой области температур мелкокристаллическими объёмными или тонкоплёночными поликристаллами манганитов, а также туннельными магнитными контактами рассматриваемых материалов.

Практически 100% поляризация свободных носителей заряда при низких температурах в бикристаллических переходах в плёнках манганитов и слоистых структурах, содержащих слои манганитов, позволяет рассчитывать на получение в них высокого значения магнетосопротивления. Свойства тонких плёнок манганитов сильно отличаются от свойств объёмных образцов, что связывается, в основном, с возникновением напряжений, вызванных рассогласованием параметров кристаллической решетки подложки и выращенной на ней плёнки. Эти различия имеют существенное значение для анализа магнитотранспортных и других свойств бикристаллических переходов и слоистых структур, содержащих слои манганитов.

Дискуссионность предложенных механизмов возникновения уникальной взаимосвязи магнитных и транспортных свойств в тонких эпитаксиальных пленках манганитов и структурах на их основе и реальная перспектива практического применения та-

ких материалов в устройствах спинтроники обуславливают необходимость дальнейших исследований их спин-зависимых транспортных и магнитных свойств.

В этой связи диссертационная работа А.М. Петрижа, посвященная изучению особенностей магнитотранспортных свойств тонких плёнок, бикристаллических контактов и многослойных структур на основе манганитов лантана- стронция - кальция является актуальным исследованием. Безусловный интерес представляют также исследования транспортных свойств гетероструктур манганит/ высокотемпературный сверхпроводник. Интерес к таким гетероструктурам подкрепляется хорошей химической совместимостью и близкими параметрами кристаллических решеток ВТСП и манганитной фаз.

Диссертация состоит из введения, шести глав и заключения, она изложена на 76 страницах машинописного текста, включающих 36 иллюстрации, 3 таблицы и список цитируемой литературы из 67 наименований.

Первая глава содержит обзор литературы по теме диссертации. В ней приводятся литературные сведения о структуре и свойствах монокристаллов и эпитаксиальных тонких пленок допированных манганитов редких земель со структурой перовскита $La_{1-x}A_xMnO_3$, $A = Sr, Ca, Ba$. Рассмотрены имеющиеся в литературе данные о магнетосопротивлении эпитаксиальных тонких плёнок манганитов, о влиянии на их магнитные и транспортные свойства механических напряжений, о магнитных туннельных переходах на основе манганитов и эффекте близости в структуре сверхпроводник – манганит. На основе проведенного анализа литературных данных по теме диссертации сформулированы задачи исследований.

Во второй главе представлены методики экспериментальных исследований. В ней описаны методы и условия изготовления, а также структурные характеристики исследованных эпитаксиальных тонких плёнок манганитов, гетероструктур и бикристаллических контактов на их основе, методики рентгеноструктурных исследований и рефлектометрии поляризованных нейтронов, а также методы и оборудование для измерений электрофизических и магнитных свойств образцов.

Последующие 3 – 6 главы посвящены описанию результатов экспериментальных исследований влияния механических напряжений на магнитное состояние манганитных тонких плёнок (3), изучения магнитотранспортных свойств бикристаллических контактов из $La_{0.7}Sr_{0.3}MnO_3$ (4), магнитотранспортных свойств гетероструктур

манганит / рутенат (5), эффекта близости в гибридных гетероструктурах купратный сверхпроводник / ниобий с манганитной прослойкой (6).

В заключении представлены основные результаты и выводы работы.

К наиболее значимым результатам диссертационной работы следует отнести:

1). Обнаружение одноосной магнитной анизотропии в плёнках $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{MnO}_3$, выращенных на орторомбической подложке из NdGaO_3 . Одноосная анизотропия может оказаться полезной для последующего создания спинтронных устройств на основе манганитов.

2). Получение достаточно высокого значения (до 30%) магнетосопротивления в наклонных бикристаллических контактах манганитов. Данные о зависимости величины магнетосопротивления от угла разворота бикристаллической подложки.

3). Обнаружение и подробное изучение методами ФМР и рефлектометрии поляризованных нейтронов ферромагнитной металлической фазы в прослойке LaMnO_3 , разделяющей слои $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{MnO}_3$ и SrRuO_3 .

4). Вольт-амперные характеристики, снятые на структуре $\text{Nb/La}_{0.7}\text{Ca}_{0.3}\text{MnO}_3/\text{YBaCuO}$ при гелиевых температурах, показали особенности, объясняющиеся возникающим на границе ниобий-манганит эффектом близости. Кривые ВАХ, снятые при более низких температурах (до 0,3 К), имеют особенности, связанные с влиянием магнитоактивного характера манганитной прослойки. Сверхпроводящий ток между манганитом и ВТСП не обнаружен вплоть до 0,3 К, что автор связывает с высоким барьером, образующимся на границе сверхпроводник/манганит.

Научная новизна представленных выше результатов не вызывает сомнения.

Практическая значимость работы заключается в разработке методики анализа структурных, магнитных и транспортных свойств тонких пленок манганитов и гетероструктур на их основе. Полученные в диссертации результаты представляют интерес для специалистов, занимающихся физикой спин-зависимых транспортных явлений в твердых телах и соответствуют уровню результатов, необходимых для получения ученой степени кандидата наук.

При оценке степени достоверности результатов диссертации следует отметить, что экспериментальные исследования выполнены с использованием хорошо апробированных экспериментальных методов, а также комплексный характер исследований свойств с привлечением различных взаимно дополняющих друг друга эксперимен-

тальных методик. Можно поэтому заключить, что полученные при выполнении Петриком А.М. диссертационных исследований результаты достоверны, сделанные на их основе выводы достаточно обоснованы и непротиворечивы.

В качестве замечаний, следует отметить следующее:

1). Неудачно сформулирована цель исследований (стр. 3 автореферата), в качестве которой приводится ряд частных задач исследований (создание экспериментальной установки, обработка методики измерения и др.). В параграфе 1.6 диссертации (стр. 15) они правильно названы задачами исследований.

2). В обзоре литературы приведено лишь несколько обзорных статей, причём далеко не последних лет. Частично это компенсируется ссылками на свежие экспериментальные работы, однако отсутствие в списке литературы последних обзоров выглядит странным.

3). Диссертационная работа написана крайне сжато. В частности, кривые дифрактограмм следует представлять в более широком диапазоне углов отражения, чтобы читатель мог судить об отсутствии посторонних фаз, степени монокристалличности пленок и ориентации в них кристаллографических осей опираясь не только на утверждения, представленные в тексте.

4). Первый пункт выносимых на защиту положений « Создана экспериментальная установка измерения магнетосопротивления тонких плёнок во вставке в транспортный гелиевый дьюар. Температурный диапазон 4.2-300К, магнитные поля до 1Тл» (стр. 4 автореферата) не обладает никакой научной новизной и его следовало бы опустить.

5). Не приведена методика определения параметров элементарной ячейки и их погрешностей, что имеет существенное значения для анализа данных таблицы 3.1 (стр. 31) о вариации размеров элементарной ячейки кристаллической решетки в слоях LSMO при изменении состава подложки. К тому же длина волны использованного рентгеновского излучения приведена с низкой точностью ($\lambda = 1,54 \cdot \text{Å}$, стр. 24), не позволяющей определить на какой из компонентов K_{α} -излучения проводились рентгенодифракционные исследования.

6). Имеются неудачные выражения и стилистические погрешности. Например, в первом предложении формулировок новизны научных результатов слово «что» приводится три раза (стр. 5 автореферата), в подписи к рис. 6 – «площади линий пропорциональна» и др. Список литературы оформлен не по ГОСТу.

Отмеченные недостатки не влияют на общую положительную оценку рассматриваемой работы. Диссертация написана достаточно понятным языком и хорошо структурирована. В целом она представляет собой законченный научный труд. Результаты работы опубликованы в ведущих рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ, неоднократно докладывались на российских и международных конференциях. Полученные в диссертации результаты представляют интерес для специалистов, занимающихся физикой спин-зависимых транспортных явлений в твердых телах и соответствуют уровню результатов, необходимых для получения ученой степени кандидата наук.

Автореферат отражает содержание диссертации, а сама диссертация соответствует специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния.

Основываясь на изложенном выше анализе можно заключить, что диссертация Петржика А.М. «Магнитотранспортные свойства манганитных тонких плёнок, бикристаллических контактов и многослойных ферромагнитных структур» является научно-квалификационной работой, в которой изложены результаты экспериментального изучения магнитотранспортных свойств манганитных тонких плёнок, бикристаллических контактов и многослойных ферромагнитных структур, имеющие существенное значение для современной физики конденсированного состояния. Диссертация соответствует требованиям ВАК предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Петржик Андрей Михайлович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния.

Официальный оппонент

Буш Александр Андреевич

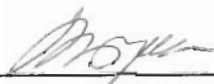
директор НИИ «Материалов твердотельной электроники»
ФГБОУ ВПО «Московский государственный технический
университет радиотехники, электроники и автоматики»
(МГТУ МИРЭА),

д.т.н., профессор

адрес: 119454, Москва, пр-кт Вернадского, д.78, Россия

Электронная почта: aabush@yandex.ru

Телефон: 7(495)365-40-35

 А.А. Буш
18.11.2014

Подпись проф., д.т.н. Буш А.А. удостоверяю
проректор по научной работе МГТУ МИРЭА





И.В. Соловьев