

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Смирнова Андрея Николаевича «Структура, термостойкость и электрические свойства многослойных наноструктур  $(\text{Mg}/\text{NbO}_n)_{82}$ ,  $(\text{Mg}/\text{ZrO}_2)_{52}$ ,  $(\text{Ni}/\text{ZrO}_2)_{72}$ », представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния.

Многослойные композиты из слоев металла и оксида металла находят значительный интерес благодаря своей эффективности в многочисленных практических приложениях. Одной из серьезных проблем многослойных наноструктур является низкая термическая устойчивость. В связи с чем, установление закономерностей их формирования, а также влияния морфологии и толщины металлических слоёв на термическую устойчивость и транспортные свойства полученных наноструктур является актуальной задачей.

Достоверность представленных соискателем результатов не вызывает сомнений, поскольку они получены с помощью различных методов исследования с применением современных экспериментальных методик и базируются на большом объёме экспериментальных данных.

Среди наиболее важных и отличающихся новизной экспериментальных результатов, полученных соискателем, можно выделить следующие:

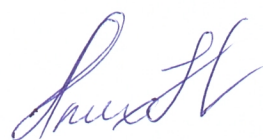
1. Экспериментально показано, что кислородные вакансии стабилизируют метастабильные модификации диоксида циркония (орторомбическую и кубическую фазы) при комнатной температуре без введения в оксид стабилизирующих примесей.
2. В многослойных наноструктурах  $(\text{Ni}/\text{ZrO}_2)_{72}$  с дискретными металлическими слоями обнаружено туннельное магнитосопротивление достигающее 0.16 % в поле 8 кЭ.
3. Образование сплошных проводящих слоев за счет коалесценции никелевых гранул в многослойных наноструктурах  $(\text{Ni}/\text{ZrO}_2)_{72}$  с толщинами бислоев от 2.9 до 4 нм в результате отжига при температуре 823 К приводит к появлению анизотропного магниторезистивного эффекта.

Результаты работы в достаточной мере обсуждены и апробированы на российских и международных научных конференциях, представлены в 22 работах, в том числе 4 – индексируемых в базах данных WoS и Scopus, а также имеется патент.

В целом работа оставляет хорошее впечатление по уровню и качеству проведенных исследований. Считаю, что диссертация Смирнова Андрея

Николаевича «Структура, термостойкость и электрические свойства многослойных наноструктур  $(\text{Mg}/\text{NbO}_n)_{82}$ ,  $(\text{Mg}/\text{ZrO}_2)_{52}$ ,  $(\text{Ni}/\text{ZrO}_2)_{72}$ » отвечает всем требованиям ВАК РФ и Постановления Правительства РФ «О порядке присуждения ученых степеней», а ее автор Смирнов А.Н. заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния.

Старший научный сотрудник  
кафедры физики конденсированного  
состояния и наносистем  
Дагестанского государственного университета  
кандидат физико-математических наук  
Алиханов Нариман Магомед-Расулович



20.03.2012.

Адрес: 367000, Россия, РД, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева 43а

Тел.: 89896740535

E-mail: [alihanov.nariman@mail.ru](mailto:alihanov.nariman@mail.ru)

Специальность, по которой защищена диссертация, 01.04.07 Физика конденсированного состояния.

Подпись Алиханова Н. М.-Р.



Макс/Максимова  
Лар. УК ЯТУ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Дагестанский государственный университет»**

367000, Северо-Кавказский федеральный округ, Республика Дагестан, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, 43а

Контактный телефон: +7(8722) 68-23-26

Факс: 8(8722) 68-23-26

Адрес электронной почты: [dgu@dgu.ru](mailto:dgu@dgu.ru)