

## ОТЗЫВ

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

Смирнов Андрей Николаевич в 2018 г. окончил магистратуру Воронежского государственного технического университета по направлению подготовки 16.04.01 «Техническая физика». С 2018 г. по 2022 г. обучался в очной аспирантуре кафедры физики твердого тела по специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния. В настоящий момент работает инженером-исследователем в научно-образовательной лаборатории «Функциональные материалы», факультета радиотехники и электроники, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Воронежский государственный технический университет".

Диссертация Смирнова А.Н. посвящена важной и актуальной теме - исследованию закономерностей формирования, термической устойчивости и электрических свойств, многослойных наноструктур металл/оксид. Актуальность темы диссертации подтверждается тем, что часть исследований проводилась в рамках выполнения государственного задания № FZGM-2020-0007 и FZGM-2023-0006. В 2021 был выигран конкурс в рамках программы «УМНИК» на создание водородопоглощающей ленты на основе многослойных наноструктур.

В диссертации автору удалось продемонстрировать возможность получения многослойных наноструктур металл/оксид с толщинами бислоя менее 10 нм. Установлены закономерности формирования многослойных наноструктур и показано, что послойное нанесение материала позволяет формировать дискретные слои из неокисленных магниевых наночастиц, если в качестве диэлектрических слоёв использовать оксид циркония. Изучены фазовые и структурные превращения, происходящие при нагреве многослойных наноструктур, определены механизмы наблюдаемых изменений. Установлены границы термостойкости полученных наноструктур.

В период обучения в аспирантуре и последующей подготовки диссертации Смирнов А.Н. проявил упорство и целеустремленность. Продемонстрировал способность осваивать новые методики исследования тонкопленочных структур, включая работу с криогенными жидкостями и газообразным водородом. Показал себя способным самостоятельно планировать и реализовывать физический эксперимент, разобрался в теоретических вопросах, связанных с механизмами электропереноса в сложных гетерогенных наноструктурах.

Результаты выполненных исследований хорошо апробированы. Они докладывались и обсуждались на международных, всероссийских и вузовских конференциях. По результатам исследований опубликовано 22 работы, из 4 в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 3 в изданиях, индексируемых в международных базах Scopus (WoS), 1 патент и 14 тезисов докладов.

Помимо исследовательской деятельности, во время обучения в аспирантуре Смирнов А. Н. выполнял научно-педагогическую работу, которая включала в себя руководство НИР студентов, проведение консультаций по выпускным работам бакалавров и магистров.

Представленная работа является законченным научным исследованием, характеризуется высокой степенью научной новизны и практической значимостью. Диссертация «Структура, термостойкость и электрические свойства многослойных наноструктур  $(\text{Mg}/\text{NbO}_n)_{82}$ ,  $(\text{Mg}/\text{ZrO}_2)_{52}$ ,  $(\text{Ni}/\text{ZrO}_2)_{72}$ » соответствует требованиям «Положения о присуждении учёных степеней», предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям, а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния.

**Научный руководитель,**

Доктор физико-математических наук, профессор,  
профессор кафедры твердотельной электроники  
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»  
Научная специальность: 01.04.07 - Физика конденсированного состояния

 Стогней Олег Владимирович

13.12.2024

Тел.: +7(473)246-66-47

E-mail: tte-vrn@yandex.ru

Адрес организации:

394006, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84, ФГБОУ ВО «ВГТУ».

Подпись Стогней О.В. заверяю:  
Проректор по науке и инновациям, д.т.н.





Башкиров А. В.