

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

о диссертационной работе соискателя Лопатина Артема Юрьевича «Электрические свойства и термовольтаический эффект в тонких пленках на основе оксида цинка и оксида никеля», представленной к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния

Лопатин Артем Юрьевич в 2020 г. окончил с отличием бакалавриат ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет» по направлению 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика», в 2022 году там же окончил с отличием магистратуру по специальности 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника». В 2026г. оканчивает аспирантуру ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет» по научной специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния.

В период подготовки диссертационной работы соискатель проявил себя как ответственный научный работник, что позволило достаточно успешно выполнить поставленные в диссертации цели и задачи. Диссертация Лопатина А.Ю. посвящена актуальной теме – установлению фундаментальных закономерностей электрических свойств тонких пленок ZnO, NiO и проявления термовольтаического эффекта в градиентных оксидных пленках на их основе.

В период подготовки диссертации и по настоящее время соискатель работает инженером-исследователем НИСа кафедры твердотельной электроники им. В.Г. Колесникова Воронежского государственного технического университета, а результаты его научных исследований могут быть использованы в практической деятельности ВГТУ.

К основным результатам работы, имеющим научную и практическую ценность, следует отнести разработанные технологические режимы синтеза тонких пленок ZnO и NiO, которые позволяют целенаправленно управлять их электрофизическими и термоэлектрическими свойствами.

Научная новизна полученных результатов заключается в том, что термовольтаический эффект в двухслойных тонкопленочных структурах на основе ZnO:Fe обусловлен внутренней неоднородностью электрофизических свойств, возникающей вследствие градиентного распределения легирующей примеси железа и связанного с ним градиента концентрации носителей заряда. Показано, что при равномерном нагреве таких структур возникает диффузионное перераспределение электронов между слоями с различной концентрацией носителей, формируется внутреннее электрическое поле, а величина термовольтаического напряжения определяется равновесием диффузионной и дрейфовой составляющих потока носителей заряда. Артем Юрьевич установил, что для пленок NiO при малом содержании кислорода, равном 6–10 %, в области умеренных температур доминирующий вклад в изменение электропроводности вносит термическая активация дырок с акцепторного уровня ($\sim 0,48$ эВ). При повышении температуры в таких

пленках возрастает вклад термоактивированной подвижности поляронов. При содержании кислорода 40–50 % сопротивление определяется прыжковой проводимостью между ближайшими центрами, связанными с ионами Ni^{3+} , которые расположены на акцепторном уровне ($\sim 0,21$ эВ).

По материалам диссертации им в соавторстве опубликована 14 печатных работ, в том числе 3 – в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 3 из которых индексируются в Web of Science и Scopus. Получен 1 патент и 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

За время выполнения работы Лопатин А.Ю. проявил целеустремленность, трудолюбие, умение работать с литературой, способность к глубокому и всестороннему анализу полученных в эксперименте результатов, а также показал себя грамотным исследователем, способным самостоятельно решать современные научно-технические задачи.

Представленная работа является законченным научным исследованием, характеризуется высокой степенью научной новизны и практической значимости, соответствует требованиям, предъявляемых ВАК РФ к кандидатским диссертациям. С учетом ценности полученных результатов, основных положений, выносимых на защиту, и выявленных закономерностей Лопатин Артем Юрьевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по научной специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния.

Научный руководитель

доктор физ.-мат. наук, профессор,

профессор кафедры твердотельной электроники имени В.Г. Колесникова
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»

Калинин Юрий Егорович

03.07.2026г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО «ВГТУ»).

Адрес организации: 394006, Российская Федерация, Воронежская область, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, д. 84.

Тел.: +7(473)246-66-47

e-mail: tte.kaf@cchgeu.ru

Адрес организации: 394006, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84

Подпись Калинина Ю.Е. заверяю Проректор по науке и инновациям ВГТУ,
д.т.н., доц. А.В. Башкиров

