

Протокол № 4

заседания диссертационного совета 24.2.288.03

от 20.03.2024

Состав диссертационного совета утвержден в количестве 22 человек. Присутствовали на заседании 15 человек.

Председательствующий: председатель д.ф.-м.н., профессор Овчинников О.В.

Присутствовали: д.ф.-м.н. Овчинников О.В. (1.3.6), д.ф.-м.н. Фролов М.В. (1.3.3), д.ф.-м.н. Турищев С.Ю. (1.3.8), к.ф.-м.н. Голощапов Д.Л. (1.3.8), д.ф.-м.н. Головинский П.А. (1.3.6), д.ф.-м.н. Даринский Б.М. (1.3.8), д.ф.-м.н. Домашевская Э.П. (1.3.8), д.ф.-м.н. Дрождин С.Н. (1.3.8), д.ф.-м.н. Корнев А.С. (1.3.6), д.ф.-м.н. Меремьянин А.В. (1.3.3), д.ф.-м.н. Рябцев С.В. (1.3.8), д.ф.-м.н. Середин П.В. (1.3.6), д.ф.-м.н. Сидоркин А.С. (1.3.8), д.ф.-м.н. Смирнов М.С. (1.3.6), д.ф.-м.н. Чернов В.Е. (1.3.6)

Повестка дня: Защита диссертационной работы Пешкова Ярослава Анатольевича «Фазовый состав, электронное строение и электротранспортные свойства многослойных наноструктур на основе CoFeV и CoFeZr», представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния.

По рассматриваемой специальности присутствовали 6 докторов наук.

Официальные оппоненты:

Яловега Галина Эдуардовна, доктор физико-математических наук, доцент, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет», физический факультет, кафедра физики наносистем и спектроскопии, заведующий.

Калинин Юрий Егорович, доктор физико-математических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный технический университет», факультет радиотехники и электроники, кафедра твердотельной электроники, профессор.

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Удмуртский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук», г. Ижевск;

Слушали:

Защиту диссертационной работы Пешкова Ярослава Анатольевича «Фазовый состав, электронное строение и электротранспортные свойства многослойных наноструктур на основе CoFeV и CoFeZr», представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния.

Вопросы по защищаемой диссертации задали:

д.ф.-м.н. Фролов М.В., д.ф.-м.н. Корнев А.С., д.ф.-м.н. Даринский Б.М.

В дискуссии приняли участие:

д.ф.-м.н. Домашевская Э.П., д.ф.-м.н. Середин П.В., д.ф.-м.н. Даринский Б.М.

(стенограмма заседания прилагается)

Постановили:

На основании протокола № 1 счетной комиссии считать, что диссертация Пешкова Ярослава Анатольевича отвечает всем требованиям, предъявляемым ВАК РФ к

докторским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния.

Результаты тайного голосования по вопросу присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук Пешкову Ярославу Анатольевичу:

«за» - 15

«против» - нет,

недействительных бюллетеней – нет.

(*протокол счётной комиссии прилагается*)

Председатель
Диссертационного совета

Учёный секретарь
Диссертационного совета



/Овчинников О.В./

/Голошапов Д.Л./

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.288.03,
созданного на базе федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования «Воронежский
государственный университет» Минобрнауки России, по диссертации на
соискание ученой степени кандидата наук

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 20.03.2025 № 4

О присуждении Пешкову Ярославу Анатольевичу, гражданину Российской Федерации ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Фазовый состав, электронное строение и электротранспортные свойства многослойных наноструктур на основе CoFeV и CoFeZr» по специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния принята к защите 16 января 2025 года (протокол заседания №1) диссертационным советом 24.2.288.03, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный университет», Минобрнауки России, 394018, г. Воронеж, Университетская пл. 1, приказ Минобрнауки России №714/нк от 02.11.2012.

Соискатель, Пешков Ярослав Анатольевич, 07 августа 1992 года рождения, работает младшим научным сотрудником совместной учебно-научной лаборатории физики наногетероструктур и полупроводниковых материалов ВГУ, ФТИ им. А.Ф. Иоффе и СПБАУ РАН им. Ж.И. Алферова федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный университет» Минобрнауки России.

В 2018 году окончил магистратуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный университет» по направлению 03.04.02 «Физика».

В 2023 г. окончил очную аспирантуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный университет» по направлению подготовки 03.06.01 «Физика и астрономия».

Диссертация выполнена на кафедре физики твердого тела и наноструктур физического факультета в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Воронежский государственный университет» Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник, Юраков Юрий Алексеевич, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный университет», физический факультет, кафедра физики твердого тела и наноструктур, профессор.

Официальные оппоненты:

1. Яловега Галина Эдуардовна, доктор физико-математических наук, доцент, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение

высшего образования «Южный федеральный университет», физический факультет, кафедра физики наносистем и спектроскопии, заведующий;

2. Калинин Юрий Егорович, доктор физико-математических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный технический университет», факультет радиотехники и электроники, кафедра твердотельной электроники, профессор;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Удмуртский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук», г. Ижевск в своем положительном отзыве, подписанном Валеевым Ришатом Галеевичем, кандидатом физико-математических наук, ведущим научным сотрудником Физико-технического института, указала, что диссертационная работа выполнена на высоком профессиональном уровне и вносит существенный вклад в активно развивающуюся область физики наносистем, изучающую влияние структурно-фазовых превращений на функциональные свойства наноматериалов. По объёму выполненной работы, актуальности полученных результатов, новизне и значимости основных положений, выносимых на защиту, диссертационное исследование является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится новое решение научной проблемы проектирования магниторезистивных устройств, имеющих важное значение для дальнейшего развития спинтроники и микроэлектроники. Новые научные результаты и установленные закономерности важны для оптимизации методов формирования и управления электромагнитными свойствами функциональных наноматериалов. Достоверность результатов и научная обоснованность выводов, представленных в диссертации, подтверждается применением известных экспериментальных и теоретических методов физики конденсированного состояния.

Работа соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, в том числе критериям, установленным п.9-11, 13, 14 Положения «О порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24 сентября 2013 г. (с изменениями постановления Правительства Российской Федерации от 11 сентября 2021 г. №1539), а её автор, Пешков Ярослав Анатольевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния.

Соискатель имеет 55 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 17 работ из них в рецензируемых научных изданиях опубликованы 4 работы. Работы посвящены экспериментальным исследованиям влияния фазового состава, периодичности, электронного строения многослойных наноструктур на основе ферромагнитных композитных нанослоёв CoFeB-SiO_2 и $\text{CoFeZr-Al}_2\text{O}_3$ с различными полупроводниковыми прослойками (аморфный кремний, гидрированный аморфный кремний, оксиды

индия и цинка) на их электротранспортные и магниторезистивные характеристики.

В диссертации Пешкова Ярослава Анатольевича отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

Авторский вклад составляет 80%. Общий объем научных изданий по теме диссертации составляет 3 п.л..

Наиболее значительные работы:

1. Phase composition of the buried silicon interlayers in the amorphous multilayer nanostructures $[(\text{Co}_{45}\text{Fe}_{45}\text{Zr}_{10})/\text{a-Si:H}]_{41}$ and $[(\text{Co}_{45}\text{Fe}_{45}\text{Zr}_{10})_{35}(\text{Al}_2\text{O}_3)_{65}/\text{a-Si:H}]_{41}$ / E.P. Domashevskaya, **Y.A. Peshkov**, V.A. Terekhov, Yu.A. Yurakov, K.A. Barkov // Surface and Interface Analysis 50(12-13) (2018) 1265-1270.

2. A study of multilayer nanostructures $[(\text{Co}_{45}\text{Fe}_{45}\text{Zr}_{10})_{35}(\text{Al}_2\text{O}_3)_{65}/\text{a-Si:H}]_{100}$ and $[(\text{Co}_{45}\text{Fe}_{45}\text{Zr}_{10})_{35}(\text{Al}_2\text{O}_3)_{65}/\text{a-Si}]_{120}$ by means of XRD, XRR, IR spectroscopy, and USXES / Yu.A. Yurakov, **Y.A. Peshkov**, E.P. Domashevskaya, V.A. Terekhov, K.A. Barkov, A.N. Lukin, A.V. Sitnikov // The European Physical Journal Applied Physics 87(2) (2019) 21301.

3. The state of individual layers and interfaces in multilayer nanostructures $[(\text{Co}_{40}\text{Fe}_{40}\text{B}_{20})_{34}(\text{SiO}_2)_{66}/\text{ZnO/C}]_{46}$ / Yu.A. Yurakov, **Y.A. Peshkov**, S.A. Ivkov, S.V. Kannykin, A.V. Sitnikov, E.P. Domashevskaya // Surface and Interface Analysis 53(2) (2021) 244-249.

4. Microstructure and electrical transport properties of nanoscale $[(\text{Co}_{40}\text{Fe}_{40}\text{B}_{20})_{34}(\text{SiO}_2)_{66}/(\text{In}_2\text{O}_3)/\text{C}]_{46}$ multilayers / **Y.A. Peshkov**, S.A. Ivkov, A.S. Lenshin, A.V. Sitnikov, Yu.A. Yurakov // The European Physical Journal Applied Physics 98 (2023) 6.

На диссертацию и автореферат поступил отзыв:

Моисеев Константин Михайлович, кандидат технических наук, кафедра «Электронные технологии в машиностроении» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», доцент.

Замечание: «Отсутствие данных импедансной спектроскопии для многослойной наноструктуры $[(\text{Co}_{40}\text{Fe}_{40}\text{B}_{20})_{34}(\text{SiO}_2)_{66}/(\text{ZnO})/\text{C}]_{46}$ ».

Отзыв положительный. Отмечается актуальность, научная новизна и практическая ценность результатов, и апробация работы.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетенцией по специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния, способностью определить научную и практическую ценность диссертации, а также наличием публикаций по теме диссертации в рецензируемых научных журналах.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан и реализован новый подход к исследованию влияния межфазовых взаимодействий на границах раздела слоёв на электротранспортные свойства многослойных ферромагнитных наноструктур на основе CoFeB и CoFeZr, основанный на согласовании данных ультрамягкой рентгеновской эмиссионной спектроскопии и рентгеновской рефлектометрии, что позволило выявить новые закономерности в поведении подобных наносистем;

предложено: 1) уточнение модели электронного строения и формирования фазового состава многослойных наноструктур с полупроводниковыми прослойками из аморфного кремния и локального атомного окружения на межфазных границах трёхслойных наноструктур на основе нанокompозитного материала CoFeB-SiO₂ и полупроводниковых двухслойных систем ZnO/C и In₂O₃/C.

показано: 1) туннельное магнетосопротивление серии многослойных наноструктур [(Co₄₀Fe₄₀B₂₀)₃₄(SiO₂)₆₆/(In₂O₃)/C]₄₆ определяется процессами спин-зависимого туннелирования не только между ферромагнитными кластерами внутри слоев нанокompозита, но и между кластерами из соседних слоев через промежуточные слои In₂O₃/C; 2) нанослой непроводящей прослойки оксид/углерод имеют значение плотности существенно меньшее, чем у объёмных материалов.

установлено: 1) влияние на значение туннельного магнетосопротивления многослойных наноструктур [(Co₄₀Fe₄₀B₂₀)₃₄(SiO₂)₆₆/(In₂O₃)/C]₄₆ толщины двухслойной полупроводниковой системы In₂O₃/C; 2) исчезновение магниторезистивного эффекта при использовании немагнитной прослойки ZnO/C;

доказано: попеременное ионно-лучевое распыление составных мишеней позволяет получать слоистую наноструктуру с хорошей периодичностью, подтверждаемую результатами моделирования данных рентгеновской рефлектометрии многослойных наноструктур на основе CoFeB [(Co₄₀Fe₄₀B₂₀)₃₄(SiO₂)₆₆/(In₂O₃)/C]₄₆ и [(Co₄₀Fe₄₀B₂₀)₃₄(SiO₂)₆₆/(ZnO)/C]₄₆.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что **развиты** фундаментальные представления об особенностях межатомных взаимодействий на интерфейсах в многослойных наноструктурах, содержащих ферромагнитные аморфные сплавы CoFeB и CoFeZr типа “нанокompозитный магнитный слой / немагнитная полупроводниковая прослойка”;

установлено влияние основных параметров слоёв, таких как толщина, плотность и шероховатость, на процессы токопереноса и спин-зависимое электронное туннелирование в многослойных наноструктурах;

обоснована возможность применимости математического моделирования экспериментальных кривых рентгеновской рефлектометрии для исследования данных отдельных слоёв многослойных наноструктур сложного состава;

изложены экспериментальные закономерности формирования периодических аморфных наноструктур различного состава и варьируемыми толщинами слоёв и их влияние на объёмные электромагнитные свойства многослойных наносистем.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

показана применимость разработанного подхода к исследованию многослойных композитных наноструктур переменного состава;

установлены возможности для оптимизации технологических режимов получения композитных многослойных наноструктур различного состава;

предложены экспериментальные данные о межатомных взаимодействиях и фазовом составе в многослойных наноструктурах на основе композитных слоёв, позволяющие управлять электрическими и магнитными свойствами подобных наносистем.

Оценка достоверности результатов исследования выявила: достоверность результатов диссертационной работы обеспечена использованием современных апробированных методов исследования с использованием высокочувствительной регистрирующей аппаратуры, в том числе с использованием уникальной научной установки «Рентгеновский спектрометр монохроматор РСМ-500», многократной воспроизводимостью результатов экспериментальных исследований, в том числе полученных на установках в различных научных центрах, и использовании современного программного обеспечения для обработки и моделирования экспериментальных данных. Надежность и обоснованность научных положений, выносимых на защиту, подтверждены независимыми экспертными оценками рецензентов научных журналов, в которых опубликованы статьи, содержащие основные результаты диссертации. Апробация диссертационной работы выполнена на международных и всероссийских научных конференциях.

Личный вклад соискателя состоит в создании объектов многослойных наноструктур, выявлении основных закономерностей влияния морфологии, периодичности и плотности нанослоев на электротранспортные и магнитные свойства многослойных наноструктур, подготовке образцов для аналитических исследований, проведении комплекса исследований атомного и электронного строения, фазового состава и характера межатомных взаимодействий, а также магнитных свойств композитных многослойных наноструктур различного состава, обработке и расчете опытных данных, формулировке основных выводов диссертации и научных положений, выносимых на защиту. Обсуждение полученных результатов, их интерпретация, подготовка публикаций и докладов были выполнены совместно с научным руководителем и соавторами.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было.

Соискатель Пешков Я.А. ответил на заданные ему в ходе заседания вопросы и привёл собственную аргументацию.

На заседании 20.03.2025 г. диссертационный совет принял решение: за решение научной задачи, состоящей в определении закономерностей влияния фазового состава, межфазных взаимодействий на интерфейсах, основных параметров многослойных наноструктур (толщины и плотности отдельного нанослоя в периоде сверхрешётки) на их электротранспортные и магниторезистивные свойства, расширяющей фундаментальные знания об

особенностях формирования нанокompозитных систем сложного переменного состава, имеющей значение для развития спинтроники, присудить Пешкову Ярославу Анатольевичу ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 15, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета

Овчинников Олег Владимирович

Ученый секретарь
диссертационного совета

Голощاپов Дмитрий Леонидович

20 марта 2025 г.

