

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.243.01 НА БАЗЕ
ФГБОУ ВПО «САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО» ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕ-
ПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 26.12.2014 № 33

О присуждении Воронину Денису Викторовичу, гражданину Российской Федера-
ции, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Когерентные и некогерентные магнитные возбуждения СВЧ-
диапазона в нанокompозитных покрытиях, сформированных методом последователь-
ной адсорбции гидрофобных наночастиц магнетита и гидрофильных полимерных мо-
лекул» по специальности 01.04.03 – Радиофизика принята к защите 23 октября 2014,
протокол № 30, диссертационным советом Д 212.243.01 на базе ФГБОУ ВПО «Сара-
товский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского», 410012, г. Сара-
тов, ул. Астраханская 83, совет утвержден приказом Министерства образования и
науки Российской Федерации от 15.02.2013, № 75-нк.

Соискатель Воронин Денис Викторович 1988 года рождения, в 2010 году окончил
ГОУ ВПО «Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского», в
2013 году освоил программу подготовки научно-педагогических кадров в очной аспи-
рантуре по специальности 01.04.03 – Радиофизика на кафедре физики полупроводни-
ков ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный университет имени
Н.Г. Чернышевского». Работает в должности младшего научного сотрудника лабора-
тории «Дистанционно управляемые системы для тераностики» Образовательно-
научного института наноструктур и биосистем ФГБОУ ВПО «Саратовский государ-
ственный университет имени Н.Г. Чернышевского» Министерства образования и
науки Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре физики полупроводников ФГБОУ ВПО «Са-
ратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского» Министерства
образования и науки Российской Федерации.

Научный руководитель кандидат физико-математических наук, доцент Бегинин Евгений Николаевич, доцент кафедры нелинейной физики ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского».

Официальные оппоненты:

1. Доктор физико-математических наук, доцент Купцов Павел Владимирович, профессор кафедры "Приборостроение" ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный технический университета имени Гагарина Ю.А.»
2. Кандидат физико-математических наук Тимошенко Павел Евгеньевич старший преподаватель кафедры "Нанотехнология" ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация ФГБУН «Саратовский филиал Института радиотехники и электроники имени В.А. Котельникова РАН», г. Саратов, в своем положительном заключении, подписанном директором СФ ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН, доктором физико-математических наук, профессором Филимоновым Юрием Александровичем и заведующим лабораторией магнитоэлектроники СВЧ, кандидатом физико-математических наук Хивинцевым Юрием Владимировичем, указала, что диссертация соответствует критериям п. 9 – 14, установленными «Положением о присуждении ученых степеней» в редакции Постановления Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 для кандидатских диссертаций, а соискатель заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 – Радиофизика.

Соискатель имеет 12 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 12, из них 3 работы опубликованных в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки РФ, и 9 в сборниках трудов научных конференций. Работы обладают научной новизной и актуальностью, соискатель участвовал в получении результатов, опубликованных в работах. Список основных работ:

1. **Voronin D.V.**, Borisova D., Belova V., Gorin D.A., Shchukin D.G. Effect of Surface Functionalization of Metal Wire on Electrophysical Properties of Inductive Elements // *Langmuir*. – 2012. – Vol. 28. – P. 12275-12281 (*Впервые предложена методика формирования магнитных нанокompозитных покрытий методом последовательной адсорб-*

ции гидрофобных наночастиц магнетита и гидрофильных молекул полиэтиленimina на подложках различной конфигурации).

2. Воронин Д.В., Садовников А.В., Шукин Д.Г., Горин Д.А., Бегинин Е.Н., Шаравский Ю.П., Никитов С.А. Исследование спектров тепловых магнонов в композитных материалах, содержащих наночастицы магнетита, методом бриллюэновского рассеяния света // *Письма в ЖТФ.* – 2013. – Т. 39. – № 16. – С. 6-13 (*Впервые методом бриллюэновской спектроскопии проведены исследования спектров тепловых магнитных возбуждений СВЧ-диапазона в нанокompозитных покрытиях, содержащих гидрофобные наночастицы магнетита. Показано, что параметры спектров мандельштам-бриллюэновского рассеяния света на некогерентных (тепловых) возбуждениях магнитной подсистемы нанокompозитных покрытий в СВЧ-диапазоне радиоволн зависят от числа циклов адсорбции магнитных наночастиц и величины внешнего магнитного поля*).

3. Воронин Д.В., Садовников А.В., Бегинин Е.Н., Шукин Д.Г., Горин Д.А. Магнитные композиты с наночастицами магнетита: получение, управление физическими свойствами, применение // *Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Физика.* – 2013. – Т. 13 – № 2 – С. 50-54 (*Проведен обзор работ, посвященных получению магнитных композитных покрытий методом последовательной адсорбции из раствора. Показана возможность управления физическими свойствами нанокompозитов путем варьирования числа циклов адсорбции магнитных наночастиц. Проведен обзор вариантов радиофизического применения магнитных композитных материалов, основанных на их управляемых свойствах*).

На диссертацию и автореферат поступило 8 положительных отзывов:

из Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ» от д.ф.-м.н., профессора Калиникоса Б.А. и д.ф.-м.н., доцента Устинова А.Б.; из Московского государственного технического университета радиотехники, электроники и автоматики от д.ф.-м.н., профессора Фетисова Ю.К. и к.ф.-м.н., доцента Климова А.А.; из Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова от д.ф.-м.н., доцента Хомутова Г.Б.; из ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов» от д.т.н., доцента Юркова Г.Ю.; из НИЦ «Курчатовский институт» от к.ф.-м.н. Балякина А.А.; из ФГБУН «Физико-технический институт им. А.И. Иоффе РАН» от к.ф.-м.н., старшего научного

сотрудника Луцева Л.В.; из ОАО «НИИ «Феррит-Домен» от к.т.н. Николайчук Г.А.; из Института кристаллографии им. Шубникова РАН от к.х.н. Бородиной Т.Н.

В отзывах на автореферат содержатся замечания, касающиеся отсутствия:

- а) экспериментального подтверждения механизмов адсорбции гидрофобных наночастиц и факторов, приводящих к нелинейному росту толщины нанокompозитных покрытий;
- б) обоснования использования оптического метода бриллюэновской спектроскопии для решения радиофизических задач;
- в) выводов о возможности практического применения полученных в работе результатов;
- г) объяснения значительной шероховатости нанокompозитных покрытий и ее роста в процессе их получения;
- д) количественных характеристик полученных результатов в разделе «Научная новизна работы»; а также замечания стилистического характера.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их высокой профессиональной квалификацией и соответствием проводимых ими исследований тематике диссертационной работы, что подтверждается достаточным количеством публикаций в рецензируемых научных изданиях.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана методика получения магнитных нанокompозитных покрытий путем последовательной адсорбции гидрофильных молекул полиэтиленимина и гидрофобных наночастиц магнетита, которые характеризуются быстрым набором толщины и массы за минимальное число циклов адсорбции осаждаемых веществ и методика определения их материальных параметров по спектрам мандельштам-бриллюэновского рассеяния света на некогерентных (тепловых) возбуждениях магнитной подсистемы нанокompозитных покрытий в СВЧ-диапазоне радиоволн.

предложена теоретическая модель расчета спектра некогерентных магнитных возбуждений СВЧ-диапазона в нанокompозитных покрытиях, что позволило определить материальные параметры нанокompозитных покрытий (эффективная намагниченность, объемная фракция наночастиц, параметр потерь) по параметрам спектров бриллюэновского рассеяния фотонов (частотная ширина спектра и положение частотного максимума) на некогерентных возбуждениях СВЧ-диапазона магнитной подсистемы нанокompозитных покрытий.

доказана перспективность применения метода бриллюэновской спектроскопии для диагностики, контроля и оптимизации параметров нанокompозитных покрытий в СВЧ-диапазоне радиоволн, в микронных и субмикронных пространственных масштабах.

введен новый подход к решению радиофизической задачи по определению материальных параметров магнитных нанокompозитных покрытий в СВЧ-диапазоне радиоволн, основанный на применении оптического метода бриллюэновской спектроскопии.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

предложен метод решения обратной радиофизической задачи, позволяющий определить параметры нанокompозитных покрытий в СВЧ-диапазоне радиоволн по спектрам мандельштам-бриллюэновского рассеяния оптического излучения;

доказана связь спектральной плотности мощности тепловых колебаний намагниченности СВЧ-диапазона в нанокompозитной среде с тепловым флуктуационным магнитным полем через эффективный внешний тензор высокочастотной магнитной восприимчивости покрытия;

показано, что частоты, соответствующие положению частотного максимума спектра некогерентных магнитных возбуждений СВЧ-диапазона при касательном намагничивании нанокompозитного покрытия, зависят от величины объемной фракции наночастиц и приложенного внешнего статического магнитного поля линейно.

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

разработана модификация метода бриллюэновской спектроскопии для диагностики, контроля и оптимизации параметров поглощающих нанокompозитных покрытий СВЧ-диапазона радиоволн, пассивных элементов электронных устройств (интегрированных индуктивностей; полоснозаграждающих фильтров различного частотного диапазона, управляемых магнитным полем) и устройств спинтроники;

разработана методика получения магнитных нанокompозитных покрытий с управляемыми свойствами на подложках различной конфигурации и состава, которая может использоваться при создании поглощающих покрытий и частотно-селективных поверхностей в СВЧ-диапазоне и магнитопроводов, применяемых в индуктивных элементах, и устройствах на их основе.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

Результаты экспериментальных работ получены с применением стандартных методик характеристики коллоидов магнитных наночастиц и образцов нанокompозитных покрытий, использованием стандартных установок измерения спектров ферромагнитного резонанса и бриллюэновского рассеяния, и подтверждаются воспроизводимостью экспериментальных данных.

Теоретическое описание последовательной адсорбции гидрофильных полимерных молекул и гидрофобных наночастиц построено на известных литературных и справочных данных. Объяснение особенностей механизма роста нанокompозитных покрытий приведено в рамках устоявшихся моделей, описанных в литературе. Модель некогерентных магнитных возбуждений в композитных покрытиях опирается на известные уравнения динамики движения магнитного момента и дает совпадение с известным ранее результатом для предельного случая колебаний намагниченности в однородном сферическом магнетике.

В диссертационной работе **проведено** сопоставление результатов проведенных исследований с опубликованными ранее для подобных систем.

Применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс современных методов исследования материалов – сканирующая электронная микроскопия, рентгенофазовый анализ, пьезокварцевое микровзвешивание. Проведено комплексное исследование статических и динамических магнитных свойств нанокompозитных покрытий, содержащих наночастицы магнетита, в широком диапазоне частот и магнитных полей с применением методов магнитной виброметрии, ферромагнитного резонанса в СВЧ-резонаторе и на микрополосковой линии передачи и бриллюэновской спектроскопии в макро- и микро- конфигурациях.

Личный вклад соискателя состоит в: самостоятельном выполнении представленных в диссертации экспериментов и расчетов, связанных с получением нанокompозитных покрытий и изучением их физико-химических свойств. Эксперименты, связанные с изучением статических магнитных свойств нанокompозитных покрытий, а также когерентных и некогерентных магнитных возбуждений методами ферромагнитного резонанса и бриллюэновской спектроскопии, проведены совместно с научным руководителем. При использовании результатов других авторов или результатов, полученных в соавторстве, приведены ссылки на соответствующие источники.

Результаты работы рекомендуются к использованию в работах по созданию СВЧ нанокompозитных покрытий в ФГБОУ ВПО «Московский государственный технический университет радиотехники, электроники и автоматики»; ФГБУН «Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН», г. Москва; ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)»; ЗАО НПЦ «Алмаз-Фазотрон», г. Саратов; ОАО «НПП «Алмаз», г. Саратов; ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.».

Диссертация Воронина Д.В. является законченной научно-квалификационной работой, соответствующей критериям п. 9 – 14, установленными «Положением о присуждении ученых степеней» в редакции Постановления Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 для кандидатских диссертаций.

На заседании 26 декабря 2014г. диссертационный совет принял решение присудить Воронину Д.В. ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 21 человека, из них 9 докторов наук по специальности 01.04.03 – радиофизика, участвовавших в заседании, из 31 человека, входящих в состав совета, проголосовали: «ЗА» – 21, «ПРОТИВ» – *нет*, недействительных бюллетеней – *нет*.

Зам. председателя
диссертационного совета

Скрипаль Александр Владимирович



Ученый секретарь
диссертационного совета

Аникин Валерий Михайлович

26 декабря 2014 г.