

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертацию

Воронина Дениса Викторовича

«Когерентные и некогерентные магнитные возбуждения СВЧ-диапазона в нанокompозитных покрытиях, сформированных методом последовательной адсорбции гидрофобных наночастиц магнетита и гидрофильных полимерных молекул»,

представленную на соискание учёной степени

кандидата физико-математических наук

по специальности 01.04.03 — радиофизика.

Большое практическое значение в настоящее время имеет поиск новых материалов для создания так называемых частотно-селективных покрытий, т. е. покрытий с заданными характеристиками поглощения радиоволн СВЧ-диапазона. Примером таких материалов являются композитные среды, представляющие собой магнитные наночастицы включенные в диэлектрическую матрицу. При создании новых композитных сред одной из важных задач является изучение колебательных и волновых феноменов, развивающихся в них под действием СВЧ-излучения. Изучение отклика таких сред на когерентное и некогерентное возбуждение позволяет определить, например, спектры поглощения СВЧ-мощности и характерные (резонансные) частоты. Исследование динамики магнитных моментов при некогерентном (тепловом) возбуждении системы позволяет получить информацию о спектре тепловых шумов. Таким образом, тема диссертации, в рамках которой осуществляется развитие теоретических и экспериментальных методов исследований магнитных возбуждений СВЧ-диапазона в нанокompозитных покрытиях и эффективных методов их формирования, является актуальной.

В диссертационной работе Воронина Д.В. рассматриваются магнитные композитные покрытия, содержащие наночастицы магнетита (Fe_3O_4). Предложен новый метод их формирования в основе которого лежит последовательная адсорбция гидрофильных молекул полиэлектролита полиэтиленimina и гидрофобных наночастиц магнетита.

Проведено исследование физико-химических свойств полученных на-

нокомпозитных покрытий. В частности, выявлен экспоненциальный характер роста толщины покрытий и массопереноса магнитных наночастиц при адсорбции.

Также получен ряд интересных результатов и закономерностей, связанных с поведением новых покрытий во внешнем поле. Были исследованы их статические магнитные свойства и когерентные магнитные возбуждения в них. Установлено отсутствие магнитного гистерезиса и суперпарамагнитный характер поведения наночастиц магнетита в покрытиях. Методом ферромагнитного резонанса проведено изучение спектров когерентных магнитных возбуждений и установлена связь резонансных частот и ширины линии ферромагнитного резонанса с материальными параметрами композитов (эффективной намагниченностью, полем анизотропии, объемной фракции магнетита). Получено выражение для расчета резонансной частоты нанопокрывтия с учётом величины объемной фракции наночастиц и влияния полей анизотропии.

Методом спектроскопии бриллюэновского рассеяния проведено экспериментальное исследование спектров некогерентных магнитных возбуждений в полученных нанокompозитных покрытиях. Для расчета спектров некогерентных возбуждений предложена теоретическая модель в приближении несвязанных осцилляторов, позволяющая установить связь между характерными параметрами спектров некогерентных магнитных возбуждений с материальными параметрами нанокompозитных покрытий. Проведено сравнение значений материальных параметров нанокompозитных покрытий, определенных по спектрам когерентных и некогерентных магнитных возбуждений. Получено хорошее совпадение.

Исследования в работе проведены систематически, с использованием разнообразных экспериментальных методов, позволяющих получить данные о статических и динамических магнитных свойствах исследуемых образцов нанокompозитных покрытий в широком диапазоне значений внешних магнитных полей и характерных частот.

Полученные в работе результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы. Анализ полученных в работе результатов дает основания утверждать, что работу отличает актуальность обсуждаемых проблем, адекватность используемых подходов и обстоятельность при про-

ведении научных исследований. Работа написана грамотно и аккуратно оформлена. Автореферат диссертации в полной мере отражает содержание работы. Проведённые исследования и полученные результаты являются новыми, они прошли апробацию на российских и международных конференциях и опубликованы в авторитетных реферируемых журналах. Работа содержит как экспериментальные, так и теоретические результаты, имеющие высокую значимость. Результаты работы могут быть использованы в фундаментальных исследованиях в области создания материалов с принципиально новыми свойствами. Также они будут полезны в качестве теоретической основы инженерных разработок. В числе организаций, где эти результаты могут найти применение, можно упомянуть СГУ, СГТУ, ИРЭ РАН, ИПФ РАН.

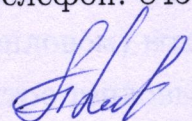
К недостаткам работы, на мой взгляд, следует отнести следующее:

1. В тексте диссертации автор не даёт явного определения для терминов «спектр когерентных» и «спектр некогерентных магнитных возбуждений», что затрудняет восприятие диссертационной работы.
2. Предложенная автором модель для расчета спектра некогерентных магнитных возбуждений основана на представлении нанокompозитного покрытия, как ансамбля несвязанных осцилляторов с затуханием. Однако, в работе не приведены оценки значений декремента затухания (характерных времён релаксации) магнитных возбуждений и сравнение их с периодом прецессии магнитного момента в наночастицах.
3. Во втором положении, выносимом на защиту, не указана область применимости полученного выражения для частотного максимума спектра некогерентных магнитных возбуждений. Следовало бы указать диапазон значений параметров, входящих в данное выражение, в котором оно справедливо.

Отмеченные замечания носят частный характер и не влияют на общее положительное впечатление от работы.

В целом, диссертационная работа «Когерентные и некогерентные магнитные возбуждения СВЧ-диапазона в нанокompозитных покрытиях, сформированных методом последовательной адсорбции гидрофобных наночастиц магнетита и гидрофильных полимерных молекул» представляет собой законченный научно-исследовательский труд, выполненный автором самостоятельно на высоком научном уровне. Диссертационная работа удовлетворяет критериям п. 9—14, установленными «Положением о присуждении ученых степеней» в редакции Постановления Правительства РФ от 24.09.2013 г. №842 для кандидатских диссертаций и соответствует специальности 01.04.03 – радиопизика. Автор диссертации, Воронин Денис Викторович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук.

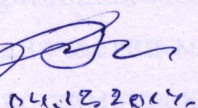
Профессор кафедры «Приборостроение» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А.» (Россия, 410054, Саратов, ул. Политехническая, 77, Эл. почта: p.kuptsov@rambler.ru, Телефон: 8452-99-88-14), д. ф.-м. н., доцент

 04.12.2014

Купцов Павел Владимирович

Подпись П. В. Купцова заверяю, Учёный секретарь Учёного совета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А.», д. т. н., проф.



 04.12.2014 Бочкарев Петр Юрьевич