

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по научной и
инновационной работе ФГБОУ ВО
«Башкирский государственный
университет», доктор химических наук,
профессор


В.И. Захаров

" 8 " *октябре* 20 *19* г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Башкирский государственный университет».

Диссертация «Магнитоэлектрический эффект в окрестности магнитных неоднородностей в пленках типа ферритов-гранатов» выполнена на кафедре теоретической физики физико-технического института Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Башкирский государственный университет».

В период подготовки диссертации соискатель МаксUTOва Филюзa Абдрахимовна являлась аспирантом очной формы обучения в аспирантуре Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Башкирский государственный университет» по направлению подготовки 03.06.01 – Физика и астрономия, направленности 01.04.02 – Теоретическая физика (с 01.10.2016 г.- по настоящее время). В настоящее время МаксUTOва Ф.А. является аспирантом четвертого года обучения на кафедре теоретической физики физико-технического института ФГБОУ ВО «Башкирский университет».

В 2016 году окончила магистратуру очной формы обучения Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Башкирский государственный университет» по направлению подготовки 03.04.02 – Физика.

Справка о сдаче кандидатских экзаменов выдана в 2019 г. Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Башкирский государственный университет» и Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Челябинский государственный университет».

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, доцент Гареева Зухра Владимировна, работает в Институте физики молекул и кристаллов – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра в должности заведующего лабораторией теоретической физики, ведущего научного сотрудника.

По итогам обсуждения принято следующее заключение: диссертационная работа посвящена исследованию проявления различных механизмов неоднородных магнитоэлектрических эффектов в ферромагнитных пленках с параметрами ферритов – гранатов, а также расчету электрической поляризации в области магнитных неоднородностей вида 180° , 90° и 0° доменных границ.

Поскольку в работе рассматриваются магнитные неоднородности, возникающие в одноосных ферромагнитных пленках и магнитоэлектрические явления в них, можно обосновано утверждать, что работа соответствует специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния.

Научная новизна диссертационной работы состоит в следующем:

1. Впервые исследована электрическая поляризация двухслойной обменно-связанной ферромагнитной структуре с ферро- и

антиферромагнитным взаимодействием спинов на границе раздела сред с учетом кубической анизотропии пленок.

2. Обнаружено, что учет кубической магнитной анизотропии выделяет направление электрической поляризации. Показано, что переключение электрической поляризации пленок может осуществляться за счет магнитного поля, приложенного в направлении оси трудного намагничивания.

3. Впервые рассчитаны магнитные конфигурации блоховского, неелевского и смешанного типов в двухслойной ферромагнитной структуре с антиферромагнитным упорядочением спинов на границе раздела, исследована электрическая поляризация, возникающая в окрестности магнитных неоднородностей данных типов.

4. Развита теоретическая модель, показывающая, что электрическая поляризация реализуется в пленках ферритов-гранатов в окрестности 180° блоховских доменных границ.

5. Впервые исследованы электрические свойства микромагнитных структур в ферромагнитных пленках с одноосной магнитной анизотропией при локальном воздействии электрического поля на определенные участки её поверхности.

6. Впервые выявлен вклад парциальных частей неоднородного магнитоэлектрического взаимодействия, обусловленных наличием в них $div\mathbf{m}$ и $rot\mathbf{m}$, на электрические свойства микромагнитных структур, возникающих под действием локального электрического поля в одноосных ферромагнитных пленках.

7. Впервые показано, что в неоднородном электрическом поле в одноосных ферромагнитных пленках возможно возникновение двух видов 0° ДГ: с квазиблоховской структурой и неелевского типа.

Личный вклад Максумовой Ф. А. состоит в проведении численных расчетов неоднородных магнитных структур и сопутствующей электрической поляризации в двухслойной ферромагнитной пленке, пленках

ферритов - гранатов и одноосных ферромагнетиков с флексомагнитоэлектрическим эффектом, проведении анализа полученных результатов. Содержание диссертации, основные результаты и положения, выносимые на защиту, отражают персональный вклад автора в опубликованные работы. Обсуждение результатов исследований, подготовка публикаций осуществлялись совместно с соавторами.

Содержание диссертации достаточно изложено в 26 публикациях, из них 6 научных статей и 20 тезисов докладов научных конференций.

Основные публикации:

1. Gareeva Z.V, Mazhitova F.A., Doroshenko R.A., Shulga N.V. Electric polarization in bi-layered ferromagnetic film with combined magnetic anisotropy // Journal of Magnetism and Magnetic Materials. 2015. V. 385. P. 60-64.

2. Мажитова Ф.А., Гареева З.В. Электрическая поляризация (100)-ориентированной двухслойной ферромагнитной пленки // Вестник Башкирского университета. 2015 . Т. 20. №3. С. 832-83.

3. Gareeva Z.V, Mazhitova F.A., Doroshenko R.A. Ferroelectric polarization in antiferromagnetically coupled ferromagnetic film // Journal of Magnetism and Magnetic Materials. 2016. V. 414. P. 74-77.

4. Popov A.I., Zvezdin K. A., Gareeva Z. V., Mazhitova F. A., Vakhitov R. M., Yumaguzin A. R. and Zvezdin A. K. Ferroelectricity of domain walls in rare earth iron garnet films // J. Phys.: Condens. Matter. 2016. V. 28. P. 456004.

5. Popov A.I., Gareeva Z.V., Mazhitova F.A., Doroshenko R.A. Magnetoelectric properties of epitaxial ferrite garnet film //Journal of Magnetism and Magnetic Materials. 2018. V. 461. P. 128-131.

6. Вахитов Р.М., Гареева З.В., Солонецкий Р.В., Мажитова Ф.А. Микромагнитные структуры, индуцированные неоднородным электрическим полем, в магнитоодноосных пленках с флексомагнитоэлектрическим эффектом //Физика твердого тела. 2019. Т. 61. №6. С. 1120.

Научная и практическая значимость работы заключается в том, что результаты проведенных исследований представляют интерес для физики конденсированного состояния, теории магнетизма и магнитоэлектрических явлений. Микромагнитные объекты, обладающие магнитоэлектрическими свойствами, имеют все основания быть использованными в беспроводных датчиках, в спинтронике, в устройствах записи и считывания информации и т. д.

Достоверность полученных результатов обеспечивается применением апробированных методов теории микромагнетизма и численных методов, обоснованностью сделанных допущений, совпадением предельных переходов с известными ранее результатами, а также с качественным согласием с экспериментальными данными.

Диссертация «Магнитоэлектрический эффект в окрестности магнитных неоднородностей в пленках типа ферритов-гранатов» Максutowой Филюзы Абдрахимовны рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по научной специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния.

Диссертационная работа соответствует требованиям, установленным п. 14 Положения о присуждении учёных степеней. Текст диссертации представляет собой самостоятельную научно-квалификационную работу, не содержит заимствованного материала без ссылки на автора *и (или)* источник заимствования.

Заключение принято на заседании кафедры теоретической физики Башкирского государственного университета. Присутствовало на заседании 12 чел. Выступали при обсуждении диссертации: д.ф.-м.н., заведующий кафедрой теоретической физики Вахитов Р.М., д.ф.-м.н., профессор Гареева З.В., к.ф.-м.н., доцент Закирьянов Ф.К., д.ф.-м.н., профессор Екомасов Е.Г., к.ф.-м.н., доцент Харисов А.Т. , к.ф.-м.н., доцент Юмагузин А.Р., к.ф.-м.н., доцент Шарафуллин И.Ф.

В голосовании приняли участие 8 человек, имеющих право голоса.
Результаты голосования: "за" - 8 чел., "против" - 0 чел., "воздержалось" - 0 чел., протокол №1 от "30" августа 2019 г.

Ванс

Вахитов Роберт Миннисламович,
доктор физико-математических наук,
профессор, заведующий кафедрой
теоретической физики
ФГБОУ ВО «Башкирский
государственный университет»

Подпись *Р.М. Вахитова*
Заверяю: учредитель секретарь Ученого совета
Башкирского государственного университета
С.Р. Бамбаев
«08/08» 2019 г.

