

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.285.24 НА БАЗЕ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ «УРАЛЬСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ  
ПЕРВОГО ПРЕЗИДЕНТА РОССИИ Б.Н. ЕЛЬЦИНА», МИНИСТЕРСТВО  
ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ  
НА СОИСКАНИЕ  
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета

от 18 декабря 2014 года, протокол № 6

О присуждении Кулеш Никите Александровичу, гражданство Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Магнитная анизотропия и магнитоупругие эффекты аморфных пленок с редкоземельными компонентами и пленочных структур на их основе» по специальности 01.04.11 – Физика магнитных явлений принята к защите 06 октября 2014 года, протокол № 5, диссертационным советом Д 212.285.24 на базе ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина», Минобрнауки России, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19, приказ Минобрнауки России о создании диссертационного совета № 714/нк от 02.11.2012 г.

Соискатель Кулеш Никита Александрович, 1988 года рождения. В 2011 году соискатель окончил ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина». В 2014 году соискатель окончил очную аспирантуру ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина» по специальности 01.04.11 – Физика магнитных явлений. Работает в должности младшего научного сотрудника в отделе магнетизма твердых тел научно-исследовательского Института физики и прикладной математики Института естественных наук

ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина», Минобрнауки России.

Диссертация выполнена на кафедре магнетизма и магнитных наноматериалов и в отделе магнетизма твердых тел научно-исследовательского Института физики и прикладной математики Института естественных наук ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина», Минобрнауки России.

Научный руководитель - доктор физико-математических наук, профессор, Васьковский Владимир Олегович, ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина», Институт естественных наук, кафедра магнетизма и магнитных наноматериалов, заведующий кафедрой.

Официальные оппоненты:

- Эдельман Ирина Самсоновна, доктор физико-математических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики им. Л.В. Киренского Сибирского отделения Российской академии наук, лаборатория физики магнитных явлений, главный научный сотрудник;
- Миляев Михаил Анатольевич, кандидат физико-математических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики металлов Уральского отделения Российской академии наук, лаборатория электрических явлений, отдел наноспинтроники, ведущий научный сотрудник,

дали **положительные** отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск, в своем **положительном** заключении, подписанном Патриным Геннадием Семеновичем, доктором физико-математических наук, профессором, директором Института инженерной

физики и радиоэлектроники, указала, что работа удовлетворяет всем требованиям Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Кулеш Никита Александрович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.11 – Физика магнитных явлений.

Соискатель имеет 46 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации – 38 работ, из них опубликованных в рецензируемых научных журналах – 9. Другие публикации по теме диссертации представлены в виде 29 тезисов докладов, опубликованных в материалах международных (14) и всероссийских (15) научных конференций. Общий объем - 4,8 п.л./2,4 п.л. – авторский вклад.

Наиболее значительные научные работы по теме диссертации:

1. Васьковский В.О., Балымов К.Г., Свалов А.В., Кулеш Н.А., Степанова Е.А., Сорокин А.Н. Магнитная анизотропия аморфных пленок Tb–Co// ФТТ.- 2011.- Т.53(11).- С. 2161-2168.

2. Kulesh N.A., Balymov K.G., Sorokin A.N., Vas'kovskiy V.O. Influence of permalloy layer and Ti spacer thicknesses on magnetic and magnetoresistive properties of Fe<sub>19</sub>Ni<sub>81</sub>/Ti/Tb-Co films// Solid State Phenomena.- 2012.- Vol. 190.- P. 451-454.

3. Васьковский В. О., Свалов А. В., Балымов К. Г., Кулеш Н.А. Влияние отжига на магнитную анизотропию и гистерезисные свойства пленочных структур, содержащих аморфные слои Tb-Co// ФММ.- 2012.- Т. 113(9).- С. 908-912.

4. Vaskovskiy V.O., Lepalovskij V.N., Gor'kovenko A.N., Savin P.A., Kulesh N.A., and Shchegoleva N.N. Influence of Interlayer Interfaces on Exchange Coupling in Multilayer Magnetoresistive Films with Fe<sub>50</sub>Mn<sub>50</sub> Layers// IEEE Trans. Magn.- 2014.- Vol. 50(11).- P. 4800504.

На автореферат поступило 5 **положительных** отзывов: (1) от доктора физико-математических наук, профессора, профессора кафедры физики низкоразмерных

структур ФГАОУ ВПО Дальневосточный федеральный университет Чеботкевич Людмилы Алексеевны; (2) от доктора физико-математических наук, заведующего лабораторией нанокompозитных мультиферроиков Института физики металлов им. М.Н. Михеева Уральского отделения РАН Носова Александра Павловича; (3) от доктора физико-математических наук, доцента, заведующего кафедрой электроники твердого тела ФГБОУ ВПО “Иркутский государственный университет”, Гаврилюка Алексея Александровича; (4) от доктора физико-математических наук, профессора, заведующего отделом физики и химии наноматериалов Физико-технического института Уральского отделения РАН Елсукова Евгения Петровича; (5) от кандидата физико-математических наук, доцента, заведующей лабораторией новых магнитных материалов инновационного парка физико-технического института Балтийского федерального университета им. Иммануила Канта Родионовой Валерии Викторовны.

Отзывы содержат следующие критические замечания:

- На рис. 7 значения полей на оси абсцисс заканчиваются  $\pm 3$  кЭ, а на самой петле гистерезиса стоят значения 10, 15 и 25 кЭ. Ни в тексте, ни в подписи к рисунку объяснения этому факту нет. (Чеботкевич Л.А.)

- Из текста автореферата не ясно, на какую работу/работы ссылается автор на стр. 4, строки 18-19 сверху приводя только фамилии первых авторов. Сопоставляя упомянутые фамилии со списком цитируемой литературы на стр. 21 можно догадываться, что, по-видимому, речь идет о работах [2-4]. Как представляется, следовало бы дать прямые нумерованные ссылки на каждую из работ по мере упоминания. (Носов А.П.)

- Создается впечатление, что сформулированные задачи работы 1) и 5) на стр. 5 если не совпадают, то достаточно близки. Необходимо конкретно разъяснить, в чем отличие “... методик неразрушающего элементного анализа...” (задача 1) и “... анализа профиля элементного состава...” (задача 5). (Носов А.П.)

- Из материалов автореферата диссертации неясно, описываются ли полученные экспериментальные результаты какими-либо, разработанными автором, математическими моделями или предложенные объяснения носят скорее качественный характер. На мой взгляд, построение адекватных математических моделей еще более увеличило бы научную значимость полученных результатов. Вместе с тем, сказанное выше, несколько не уменьшает общей высокой оценки диссертационной работы. (Гаврилюк А.А.)

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обоснован тем, что в выбранных организациях (Институт физики металлов им. М.Н. Михеева УРО РАН, Институт физики им. Л.В. Киренского СО РАН и Сибирский федеральный университет) традиционно существуют и развиваются направления связанные с изучением магнитных свойств слоистых пленочных объектов, в том числе содержащих редкоземельные компоненты. Официальные оппоненты Эдельман Ирина Самсоновна и Миляев Михаил Анатольевич, а так же составитель отзыва ведущей организации Патрин Геннадий Семёнович являются признанными специалистами в области исследования магнитных материалов, к которой относится диссертационная работа, и демонстрируют высокую публикационную активность.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- **разработаны** модификации методики определения ионных магнитных моментов компонентов в тонких пленках RE-TM и методики идентификации межслойной диффузии в плёнках RE-TM/TM с использованием рентгенофлуоресцентного элементного анализа на полном внешнем отражении, отличающейся повышенной точностью и неразрушающим характером;
- **предложено** экспериментальное обоснование условий реализации наведённой магнитной анизотропии в плоскости аморфных плёнок Tb-Co, способ повышения термической устойчивости функциональных

характеристик пленочных структур типа  $\text{Fe}_{20}\text{Ni}_{80}/\text{Tb-Co}$  путем введения прослойки Ti;

- **доказано** отсутствие магнитоупругого вклада в наведённую анизотропию аморфных плёнок Tb-Co, наличие корреляции между изменением гистерезисных свойств и межслойной диффузией в плёночных структурах типа  $\text{Fe}_{20}\text{Ni}_{80}/\text{Tb-Co}$  при термообработке;
- **введено** представление об изменении локализации межслойного магнитного интерфейса, образующегося при перемагничивании плёнок с однонаправленной анизотропией, под действием внешних факторов и при введении прослоек.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

- **выдвинуты и экспериментально обоснованы предположения** о превалировании одноионного механизма магнитной анизотропии, наведенной в плоскости пленок Tb-Co при их получении в присутствии магнитного поля; об определяющем влиянии тербиевой подсистемы ферромагнитного слоя на эффективность межслойной связи в пленках ТМ/Tb-Co (ТМ = Co,  $\text{Fe}_{20}\text{Ni}_{80}$ );
- **применительно к проблематике диссертации результативно использован** комплекс современных методов исследования магнитных и магниторезистивных свойств, а так же методов анализа элементного состава и структуры слоистых пленочных объектов, представления теории молекулярного поля;
- **изложено** экспериментальное обоснование решающей роли межслойной диффузии в изменении магнитных характеристик сред типа  $\text{Fe}_{20}\text{Ni}_{80}/\text{Tb-Co}$  под действием отжига;
- **раскрыта** связь между состоянием межслойного интерфейса и макроскопическими гистерезисными свойствами плёнок Tb-Co/ТМ;

- **изучены:** влияние физико-технологических факторов на наведенную магнитную анизотропию и особенности магнитной структуры аморфных пленок Tb-Co; закономерности формирования магнитных свойств магнитомягкого слоя в составе пленочных структур типа Fe<sub>20</sub>Ni<sub>80</sub>/Tb-Co при введении магнитных и немагнитных прослоек;
- **проведена модернизация** методики определения эффективных атомных магнитных моментов ряда аморфных систем RE-TM путем привлечения высокоточного метода рентгенофлуоресцентного анализа на полном внешнем отражении.

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

- **разработаны** способы контролируемого варьирования магнитного смещения в обменносвязанных плёночных структурах Tb-Co/TM;
- **определены** возможности и перспективы использования магнитных и немагнитных прослоек для оптимизации функциональных свойств пленочных магниторезистивных сред типа Fe<sub>20</sub>Ni<sub>80</sub>/Tb-Co, пригодных для использования в магнитной сенсорике;
- **создана** система практических рекомендаций по применению метода рентгенофлуоресцентного анализа на полном внешнем отражении для неразрушающего контроля состава пленок Gd-Co, Tb-Co, La-Co, FeNi/Tb-Co, а так же использованию метода рентгенофлуоресцентного анализа в скользящих углах падения первичного пучка для анализа межслойной диффузии;
- **представлены** методические рекомендации по созданию аморфных слоев Tb-Co, обладающих сильной магнитной анизотропией в плоскости образца.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

- **обоснованность результатов** достигается за счёт применения современных технологий для получения плёночных объектов исследования, их всесторонней структурной аттестации, использованием современного высокоточного исследовательского оборудования;
- **полученные результаты** согласуются с уже имеющимися в литературе теоретическими положениями и экспериментальными данными;
- **идеи базируются** на экспериментальных материалах, полученных при исследовании плёнок Tb-Co и Gd-Co с перпендикулярной магнитной анизотропией, а так же на результатах, полученных при исследовании многослойных сред с антиферромагнитными слоями в качестве источников внутреннего магнитного смещения;
- **установлено** качественное и количественное соответствие авторских результатов с данными, представленными в независимых источниках по данной тематике;
- **использованы** современные технологии для получения плёночных объектов исследования и их всесторонней структурной аттестации.

**Личный вклад соискателя** состоит в непосредственном участии в постановке задач, методическом обеспечении экспериментов, в том числе адаптации экспериментальных методик рентгенофлуоресцентного анализа на полном внешнем отражении и рентгенофлуоресцентного анализа в скользящих углах падения первичного пучка для исследуемых объектов, проведении измерений, обсуждении полученных результатов и подготовки публикаций по теме диссертации.

На заседании 18 декабря 2014 года диссертационный совет принял решение присудить Кулеш Н.А. ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 15 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человек, входящих



в состав совета, проголосовали: за 14, против нет, недействительных бюллетеней  
1.

Председатель

диссертационного совета

Памятных Евгений Алексеевич

Ученый секретарь

диссертационного совета

Овчинников Александр Сергеевич

18.12.2014 г.