

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.285.24 НА БАЗЕ  
Федерального государственного автономного образовательного учреждения  
высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого  
Президента России Б.Н. Ельцина», Министерства образования и науки  
Российской Федерации  
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА  
НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 22.06.2016 г., № 3

О присуждении Незнахину Дмитрию Сергеевичу ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Фундаментальные и гистерезисные магнитные свойства нано- и микрокристаллических сплавов РЗМ-3d-металл-бор при термических воздействиях и гидростатическом давлении» по специальности 01.04.11 – Физика магнитных явлений принята к защите 21 апреля 2016 г., протокол № 2 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; созданного приказом Минобрнауки России № 714/нк от 02.11.2012 г.).

Соискатель, Незнахин Дмитрий Сергеевич, 1988 года рождения.

В 2012 году соискатель окончил ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»; обучается в очной аспирантуре ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по специальности 01.04.11 – физика магнитных явлений с 1 сентября 2012 г. по настоящее время (срок окончания аспирантуры – 31 августа 2016 г.); работает в должности младшего научного сотрудника отдела магнетизма твердых тел в НИИ физики и прикладной математики, в должности ассистента кафедры магнетизма и магнитных наноматериалов (по совместительству) Института естественных наук ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Минобрнауки России.

Диссертация выполнена в отделе магнетизма твердых тел НИИ физики и прикладной математики и на кафедре магнетизма и магнитных наноматериалов Института естественных наук ФГАОУ ВО «Уральский федеральный

университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник Кудреватых Николай Владимирович, ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Институт естественных наук, НИИ физики и прикладной математики, отдел магнетизма твердых тел, заведующий.

Официальные оппоненты:

Лилеев Алексей Сергеевич, действительный член Российской академии естественных наук, доктор физико-математических наук, профессор, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» (г. Москва), кафедра физического материаловедения, профессор;

Терёшина Ирина Семёновна, доктор физико-математических наук, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова» (г. Москва), кафедра физики твердого тела, ведущий научный сотрудник

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет» (г. Тверь) в своем положительном заключении, подписанном Пастушковым Юрием Григорьевичем, доктором физико-математических наук, профессором, заведующим кафедрой физики конденсированного состояния, указала, что диссертация написана на актуальную тему, удовлетворяет требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.11 – физика магнитных явлений.

Соискатель имеет 28 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 26, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, 5. Другие публикации по теме диссертации представлены в виде 21 тезиса докладов, опубликованных в материалах всероссийских (8) и международных (13) конференций и симпозиумов. Общий объем – 3,7 п.л. / 2,0 п.л. – авторский вклад.

Наиболее значительные научные работы по теме диссертации:

1. Bolyachkin A.S., **Neznakhin D.S.**, Bartashevich M.I. Effect of Magnetization Anisotropy and Paramagnetic Susceptibility on Magnetization Process // Journal of Applied Physics. – 2015. – Vol. 118. – P. 213902.

2. **Neznakhin D.S.**, Bolyachkin A.S., Volegov A.S., Markin P.E., Andreev S.V., Kudrevatykh N.V. Magnetization Jumps in Nanostructured Nd-Fe-B Alloy at Low Temperatures // Journal of Magnetism and Magnetic Materials. – 2015. – Vol. 377. – P. 477-479.

3. Андреев С.В., Козлов А.И., **Незнахин Д.С.**, Маркин П.Е., Волегов А.С., Кудреватых Н.В. Структура и магнитные свойства быстрозакаленных сплавов  $Nd_9Fe_{14}B_{12}Ti_4C$ , полученных спиннингованием расплава по методу центрифуги // Перспективные материалы.– 2013. – Т. 9. – С. 5-13.

4. Kudrevatykh N.V., Volegov A.S. Glebov A.V., Andreev S.V., Pushin V.G., Markin P.E., **Neznakhin D.S.** Microstructure and Magnetic Hysteresis in Nanocrystalline Nd-Fe-Co-B Alloys on the Base of  $Nd_2Fe_{14}B$  Phase // Solid State Phenomena. – 2011. – Vols. 168-169. – P. 420-423.

5. Кудреватых Н.В., Волегов А.С., **Незнахин Д.С.**, Сабирьянова Э.А. Магнитный гистерезис в микро- и наноструктурированных сплавах системы РЗМ-3d-металл-бор на основе фазы  $Nd_2Fe_{14}B$  в широком диапазоне температур // Перспективные материалы. Специальный выпуск. – 2011. – Т. 11. – С. 185-190.

На автореферат поступили следующие отзывы.

1. От доктора физико-математических наук, профессора, главного специалиста-советника лаборатории ферромагнитных сплавов Ермоленко Александра Семеновича, ФГБУН Институт физики металлов имени М.Н. Михеева УрО РАН, г. Екатеринбург. Замечания: 1) не разъяснен термин «флейкс» (иногда «флекс»); 2) встречаются громоздкие, трудно воспринимаемые предложения; 3) в списке литературы после названия статьи следует непонятное: [Текст].

2. От доктора физико-математических наук, профессора, заведующего отделом интеллектуальных материалов и нанотехнологий НИИ физики Резниченко Ларисы Андреевны и кандидата физико-математических наук, ис-

полняющего обязанности директора НИИ физики Вербенко Ильи Александровича, ФГБОУ ВО «Южный федеральный университет», г. Ростов-на-Дону. Отзыв замечаний не содержит.

3. От доктора технических наук, профессора, главного научного сотрудника лаборатории «Физика неравновесных металлических систем» Ульянова Александра Ивановича, Физико-технический институт УрО РАН, г. Ижевск. Отзыв замечаний не содержит.

4. От доктора физико-математических наук, профессора, заведующего лабораторией физики пленок Исхакова Рауфа Садыковича и кандидата физико-математических наук, старшего научного сотрудника лаборатории физики пленок Комогорцева Сергея Викторовича, ФГБУН Институт физики им. Л.В. Киренского СО РАН, г. Красноярск. Отзыв замечаний не содержит.

5. От кандидата технических наук, ведущего научного сотрудника НПК 2 Каневского Евгения Иогановича, АО «НПП «Исток» им. Шокина», г. Фрязино. Замечание: к недостаткам автореферата следует отнести некоторое несоответствие между намеченными целями и проведенными исследованиями. Так, на стр.3 в пункте 3 делается намёк на тщательное исследование «энергетических характеристик интерфейсов между фазовыми компонентами – магнитотвердой фазой типа  $Nd_2Fe_{14}B$  и магнитомягкой фазой  $\alpha-Fe$ , часто присутствующей в нанокристаллических системах». Однако о результатах таких исследований в автореферате ничего не сказано.

6. От доктора физико-математических наук, директора Педагогического института, заведующего кафедрой физики Семирова Александра Владимировича и от кандидата физико-математических наук, доцента кафедры физики Моисеева Алексея Анатольевича, ФГБОУ ВПО «Иркутский государственный университет», г. Иркутск. Замечание: следует отметить, что из текста автореферата не ясно, каким образом реализовано исследование влияния гидростатического давления при низких температурах, а также чем обусловлен выбор значений создаваемого давления.

7. От доктора физико-математических наук, заслуженного профессора МГУ Никитина Сергея Александровича и от кандидата физико-математических наук, старшего научного сотрудника Панкратова Николая Юрьевича,

ФГОУ ВПО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова», г. Москва. Замечания: 1) в тексте автореферата не приведены значения коэрцитивной силы и остаточной намагниченности сплавов  $\text{Nd}_9\text{Fe}_{74}\text{B}_{12}\text{Ti}_4\text{C}$  до процесса тепловой обработки, которые необходимы для оценки влияния электрического тока в процессе спиннингования; 2) в тексте автореферата не представлено объяснение явления анизотропии намагниченности насыщения монокристаллов  $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$  и  $\text{Y}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ ; 3) автореферат не лишен опечаток и стилистических недостатков. При изложении материала автор не всегда указывает верхние и нижние пределы температуры и давления для наблюдаемых эффектов. В тексте присутствуют указания на рисунки, которые не представлены в автореферате.

8. От кандидата физико-математических наук, старшего научного сотрудника, ведущего научного сотрудника лаборатории ферромагнитных сплавов Королёва Александра Васильевича, ФГБУН Институт физики металлов имени М.Н. Михеева УрО РАН, г. Екатеринбург. Замечания: 1) на мой взгляд, особого внимания заслуживают низкотемпературные эксперименты, позволившие обнаружить скачкообразный вид функции  $M(H)$ ... Однако явную периодичность процесса перемагничивания, рис.5, с характерной постоянной величиной энергии  $\Delta M \cdot \Delta H / 2$  (...), в рамках такой модели объяснить, по-видимому, не представляется возможным; 2) в работе показано, что пропускание электрического тока через расплав в процессе спиннингования оказывает определенное влияние на структуру. ... Однако, на мой взгляд, вопросы физики этого интересного эффекта остались открытыми.

9. От доктора физико-математических наук, профессора, директора Института инженерной физики и радиоэлектроники Патрина Геннадия Семеновича и от доктора физико-математических наук, профессора Чжана Анатолия Владимировича, ФГБОУ ВО «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск. Замечание: Следует высказать замечание, которое касается стилистики изложения материала: применение громоздких предложений затрудняет понимание сути представленных результатов.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обоснован тем, что они являются специалистами в области магнитотвердых материалов, имеют публикации по тематике близкой теме диссертации.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

- *разработана* экспериментальная методика исследования нано- и микрокристаллических сплавов системы РЗМ- 3d металл-бор под действием гидростатического давления;
- *предложены* подход к исследованию необратимых процессов перемагничивания в нанокристаллических сплавах и объяснение обнаруженного явления;
- *доказано* отсутствие зависимости температуры спонтанного спин-переориентационного перехода от приложенного давления (величиной до 7,5 кбар) в соединении  $Nd_2Fe_{14}B$ . Также доказано, что пропускание электрического тока через расплав состава  $Nd_9Fe_{74}B_{12}Ti_4C$  в процессе спиннингования способствует более быстрому охлаждению затвердевшего продукта и, как следствие, реализации в нем более стабильного аморфного состояния.

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

- *создана* модель перемагничивания нанокристаллических сплавов в области низких температур;
- *доказаны* двухстадийность процесса перемагничивания в нанокристаллических сплавах в области низких температур, применимость моделей, описывающих необратимые процессы перемагничивания в нанокристаллических быстрозакаленных сплавах системы R-Fe-B (R=Nd, Pr), разработанных для микрокристаллических сплавов и доказано отсутствие влияния давления на величину константы анизотропии  $K_1$  в материале  $Nd_2Fe_{14}B$ , также изложены аргументы, объясняющие изменение величины коэрцитивной силы при увеличении давления из-за уменьшения межзеренного обменного взаимодействия;
- *проведено* модифицирование метода Саксмита-Томпсона, используемого для расчета констант магнитокристаллической анизотропии ( $K_1$  и  $K_2$ ).

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

- разработаны и внедрены методы изучения магнитных свойств нано- и микрокристаллических сплавов под действием гидростатического давления с контролем последней величины в процессе измерения;
- определены режимы получения быстрозакаленных сплавов систем РЗМ-3d-металл-бор при производстве магнитотвердых порошковых наполнителей для изготовления магнитоластов и магнитоэластов с повышенными магнитными характеристиками;
- представлены надежные экспериментальные данные о гистерезисных магнитных свойствах образцов магнитотвердых материалов нанокристаллических сплавов системы РЗМ-3d-металл-бор в условиях охлаждения до температур ниже 4 К и при действии гидростатического давления величиной до 7 кбар.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

- измерения выполнены на сертифицированном оборудовании, прошедшем калибровку, показана воспроизводимость результатов;
- идея двухстадийного процесса перемагничивания через скачки намагниченности базируется на обобщении новых экспериментальных данных для нанокристаллических сплавов системы Nd-Fe-B;
- использовано сравнение авторских новых результатов исследования с уже опубликованными результатами, полученными отечественными исследователями Н.В. Барановым, А.С. Лилеевым, А.В. Королевым, Е.В. Розенфельдом, Н.В. Мушниковым, А.В. Андреевым, зарубежными – Н. Barkhausen, А. Handstein, К.Н. Müller, G.C. Hadjipanayis, Y. Otani, M. Uehara, В. Barbara – по рассматриваемой научной тематике.

**Личный вклад автора состоит в:**

- постановке задач, методическом обеспечении;
- проведении магнитных измерений;
- выполнении обработки экспериментальных данных и участии в их интерпретации;
- личном участии соискателя в апробации результатов исследования;

– обсуждении и подготовке публикаций по теме исследования.

Диссертационная работа содержит новые научные результаты, имеющие значение для развития физики магнитных явлений, удовлетворяет требованиям п.9 Положения «О порядке присуждения ученых степеней» ВАК Министерства образования и науки РФ, предъявляемых к кандидатским диссертациям.

На заседании 22.06.2016 г. диссертационный совет принял решение присудить Незнахину Д.С. ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 17 докторов физико-математических наук, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, проголосовали: за 17, против нет, недействительных бюллетеней нет.

Председатель

диссертационного совета

Памятных

Евгений Алексеевич

Ученый секретарь

диссертационного совета

Овчинников

Александр Сергеевич

22.06.2016 г.

