

## ОТЗЫВ

**официального оппонента на диссертацию Красикова Александра Александровича  
“Экспериментальное исследование магнитных свойств наночастиц на основе  
оксида железа ( $\varepsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и нано – ферригидрит)”, представленной на соискание  
ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности  
01.04.07 – физика конденсированного состояния.**

Диссертационная работа Красикова А.А. посвящена экспериментальному и теоретическому исследованию магнитных параметров и процессов перемагничивания наночастиц на основе оксида железа на примере  $\varepsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и нано – ферригидрита. Тема работы актуальна по многим причинам, имеющим как научный, так и прикладной характер. Во-первых, уменьшение размеров магнитных частиц до нанометрового размера позволяет проследить принципиальную роль поверхностных эффектов в формировании магнитных свойств наноматериалов. Во – вторых, исследуемые в работе материалы существуют только в наноразмерном виде. Поэтому принципиально важным является установление причин возникновения магнетизма в таких системах. В третьих, исследуемые магнитные материалы могут оказаться весьма перспективными материалами с точки зрения их практического использования, в частности, при создании устройств высокоплотной магнитной записи, использования в медицине, в химической промышленности, и т.д. Поэтому всесторонние исследования таких материалов с целью оптимизации их магнитных параметров, несомненно, имеют несомненную актуальность.

Из всего вышесказанного следует, что появление работ Красикова А.А., на которых основана его диссертация, было весьма важным и своевременным.

Целью работы явилось экспериментальное исследование магнитных свойств наноматериалов на основе оксида железа, в частности, ферригидрита бактериального происхождения и  $\varepsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Для достижения поставленной цели автором решались серьезные технические и научные задачи, связанные с модернизацией установки, генерирующей сильные импульсные магнитные поля, созданием импульсного магнитометра, изучением процессов динамического намагничивания наночастиц  $\varepsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> при различной длительности импульса, исследованием статических магнитных свойств ферригидрита, изучением модификации магнитных свойств наночастиц ферригидрита после воздействия термообработки.

21.03.2017 г.  
365-03/6215-91

Цель и задачи, решаемые в процессе выполнения работы, несомненно, соответствуют уровню кандидатской диссертации

Перейдем к более подробному рассмотрению представленной диссертационной работы. Работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка цитируемой литературы.

**Во введении** обоснована актуальность темы исследования, определены объекты исследований, представлены цель работы и решаемые в ней задачи, сформулированы научная новизна и практическая ценность полученных результатов, обоснование достоверности полученных результатов. Приведены публикации по теме диссертационной работы, аprobация. Представлены личный вклад автора и научные положения, выносимые на защиту, приводятся сведения о структуре диссертации.

**В первой главе** диссертации автором работы приведён обзор научных публикаций, посвященных исследованию магнитных свойств однодоменных частиц. Рассматриваются подходы к описанию свойств однодоменных магнитных частиц, их магнитная анизотропия, полевые зависимости намагничивания, суперпарамагнитная релаксация, гистерезисные свойства однодоменных частиц и т.д. Особое внимание уделено анализу причин появления нескомпенсированного магнитного момента в антиферромагнитных наночастицах, в том числе, у наночастиц ферригидрита. В обзоре также анализируются магнитные свойства наночастиц  $\epsilon\text{-Fe}_2\text{O}_3$ .

На основании подробного литературного анализа дается заключение о недостаточности ранее проведенных исследований для объяснения фундаментальных свойств наночастиц  $\epsilon\text{-Fe}_2\text{O}_3$  и ферригидрита. Указываются проблемы, которые не имеют в настоящий момент своего решения. В связи с этим, автором работы, обосновывается цель и задачи диссертационного исследования.

**Вторая глава** диссертации посвящена описанию экспериментальных установок, при помощи которых были выполнены представленные в работе измерения: вибрационный магнитометр со сверхпроводящим магнитом и импульсная установка с импульсным магнитометром. В главе дано подробное описание принципов и условий работы вибрационного магнитометра, описаны принципы генерации сильных импульсных полей, дан краткий анализ проблем, возникавших при создании импульсных магнитов. Приводится схема экспериментальной импульсной установки, используемой автором при проведении исследований. На основании приведенных данных может быть сделан вывод о высокой технической оснащенности проводимых исследований. Что касается автора работы, то из приведенного в диссертации

материала следует, что он на высоком уровне и с высокой степенью надежности способен проводить научные исследования описанными методами.

**Третья глава** посвящена исследованию динамического магнитного гистерезиса наночастиц  $\epsilon\text{-Fe}_2\text{O}_3$  со средним размером 9 нм. В этой главе автором работы описываются приготовление и характеризация исследованных образцов, детали магнитных измерений. Приводятся результаты измерений магнитных свойств наночастиц  $\epsilon\text{-Fe}_2\text{O}_3$ . Получены магнитные петли гистерезиса при  $T=300$  К и 77.4 К, а также определена эффективная коэрцитивная сила при различных скоростях изменения магнитного поля. Предложена теоретическая модель динамического перемагничивания однодоменных частиц. Проводится сопоставление полученных результатов с экспериментом. Наиболее важными результатами, представленными в этой главе следует, на мой взгляд, можно считать следующие:

1. Показано, что значения коэрцитивной силы наночастиц  $\epsilon\text{-Fe}_2\text{O}_3$  при импульсном перемагничивании значительно превосходят коэрцитивную силу, измеренную в квазистатическом режиме, что имеет место и при комнатной температуре и при температуре кипения жидкого азота.
2. Выявлена роль поверхностной анизотропии в магнитных свойствах наночастиц  $\epsilon\text{-Fe}_2\text{O}_3$ . Проведена оценка значения константы поверхностной анизотропии при разных температурах. Показано, что даже при полном отсутствии объемной анизотропии, поверхностная анизотропия сама по себе способна обеспечить высокую коэрцитивную силу у частиц диаметром в несколько нанометров.

**В четвертой главе** приведены экспериментальные и теоретические результаты исследования магнитных свойств наночастиц бактериального ферригидрита. Для характеристики образцов, идентификации кристаллической структуры и т.д. автором работы была использована мессбауровская спектроскопия и просвечивающая электронная микроскопия. Измерения статических магнитных параметров (полевые и температурные зависимости намагниченности) проводились на вибрационном магнитометре. В главе представлен целый ряд интересных научных результатов, среди которых хочется выделить следующие:

1. При проведении низкотемпературного отжига наночастиц ферригидрита происходит увеличение их температуры блокировки, в то время как кардинальных изменений в окружение ионов железа не произошло. Такой результат указывает на увеличение размеров частиц под воздействием термообработки.

2. Показано, что нескомпенсированный магнитный момент в наночастицах антиферромагнитного ферригидрита возникает благодаря дефектам как на поверхности, так и в объеме наночастиц.

Несомненным достоинством диссертационной работы является то, что автор для каждого объекта и для каждого эксперимента дает физическое объяснение, подкрепленное теоретическим расчетами, и предлагает конкретные модели. Именно такой подход позволил получить ему новые важные и полезные результаты и определил новизну работы.

Все полученные автором результаты по своей значимости и научному уровню соответствуют кандидатской диссертации. Достоверность всех полученных результатов также не вызывает сомнений.

В **заключении** представлены основные выводы диссертационной работы, адекватно и в полной мере отражающие полученные автором основные научные результаты.

Несмотря на очевидные достоинства, работа Красикова А.А., к сожалению, не свободна от недостатков, в качестве которых, на мой взгляд, необходимо отметить следующее:

1. В главе 4, при описании кривых намагничивания были получены температурные зависимости нескомпенсированного магнитного момента и показано, что такая зависимость описывается выражением типа  $\mu(T) = \mu(T=0) - \text{const} \times T^n$  ( $n \sim 1.5-2$ ). В то же время для образцов, прошедших длительный отжиг (24 и 240 часов) видно (рис.34а), что точки, соответствующие наименьшим температурам, плохо описываются данной зависимостью. Хотелось бы узнать мнение автора о причине такого поведения.

2. Также в главе 4 было получено, что антиферромагнитная восприимчивость практически линейно уменьшается с ростом температуры, и указано, что такое поведение наблюдалось и другими авторами при исследовании ферритина и химического ферригидрита. Между тем вопрос о причинах такого поведения температурной зависимости также остаётся неосвещённым.

Отмеченные недостатки носят скорее характер пожеланий и ни в коей мере не ставят под сомнение достоверность результатов и корректность выводов, не снижают общей высокой оценки работы.

Результаты проведенных работ могут быть использованы организациями, в которых проводятся исследования в области магнитных нанокристаллических материалов: Московский государственный университет, Институт физики металлов им.

М.Н.Михеева УрО РАН (г. Екатеринбург), Институт механики сплошных сред УрО РАН (г. Пермь), НИУ “Московский институт электронной техники” (г. Москва), и др.

Результаты диссертационной работы опубликованы в 5 статьях из перечня ВАК РФ, входящих также в перечень WoS и Scopus. Результаты диссертационной работы неоднократно докладывались на представительных всероссийских и международных конференциях по физике конденсированного состояния. Таким образом, количество и тематика публикаций в журналах ВАК удовлетворяют пунктам 11-13 Положения о присуждении ученых степеней.

Автореферат диссертации точно и в полной мере отражает содержание и выводы проделанной работы.

По цели исследований, задачам, решаемым при их выполнении, методам проведения исследований, основным полученным результатам, защищаемым положениям и выводам диссертационная работа Красикова А.А.«**“Экспериментальное исследование магнитных свойств наночастиц на основе оксида железа ( $\varepsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и нано – ферригидрит)”»** соответствует паспорту специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния по отрасли – физико-математические науки.

В связи с этим считаю, что Красиков Александр Александрович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния.

д.ф.-м.н., доцент ФГБОУ ВО Иркутский государственный университет,  
(ИГУ), профессор

Гаврилюк А.А.

Гаврилюк Алексей Александрович,  
профессор кафедры общей и экспериментальной физики  
ФГБОУ ВО Иркутский государственный университет  
раб. адрес: 664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, д.  
раб. тел.   
сот. тел.   
e-mail



Список научных работ за 2012-2017 гг. Гаврилюка Алексея Александровича

**I. Научные работы**

Статьи в рецензируемых журналах из списка ВАК					
№п/п	Название работы	Вид	Выходные данные	Кол-во стр.	Соавторы
1.	Возбуждение магнитоупругих колебаний в аморфных металлических лентах с одноосной наведенной анизотропией	Печ	Известия вузов. Физика. – 2012. Т.55, №6. –с.62-68	7	Семенов А.Л., Голыгин Е.А., Морозова Н.В., Гаврилюк А.В., Ярычева З.Л., Гафаров А.Р.
2.	Влияние температуры на $\Delta E$ -эффект в аморфных металлических лентах состава $Fe_{64}Co_{21}B_{15}$	Печ	Физика металлов и металловедение. – 2013.- Т.114, В.4 . - С. 325 - 328.	7	Семенов А.Л., Голыгин Е.А., Зинченко А.А., Гафаров А.Р.
3.	Влияние температуры на $\Delta E$ – эффект в аморфных металлических лентах $Fe_{67}Co_{10}Cr_3Si_5B_{15}$	Печ	Материаловедение. – 2013. – В. 3. - С.13-18.	7	А.Л. Семенов, А.В. Гаврилюк, Е.А. Голыгин, А.Р. Гафаров, М.Ю. Просекин, И.Г. Просекина, Б.В. Гаврилюк, Н.В. Морозова,
4.	Влияние термоциклирования на динамические магнитные характеристики быстрозакаленных лент $FeCoCrSiB$ и $FeCoB$	Печ	Вестник БГУ. - 2013. - В. 3. - С. 119-123.	5	Семенов А.Л., Е.А. Голыгин, А.Р. Гафаров, Н.В. Морозова, Ю.В. Пузанков
5.	Влияние термомагнитной обработки на температурную стабильность динамических магнитных характеристик аморфных металлических лент	Печ	Известия вузов. Чёрная металлургия - 2013. - № 12. - С. 65-67	3	А.Л.Семенов, А.А. Гафаров, Е.А. Голыгин, А.Ю. Моховиков, Н.В. Морозова
6.	Зависимость коэрцитивной силы от размеров зерна в лентах нанокристаллических сплавов $Fe_{64}Co_{21}B_{15}$	Печ	Известия РАН. Серия физическая - 2013.- т.77 - №10.- С.1458 - 1460	3	С.В.Комогорцев Р.С.Исхаков А.Д.Балаев
7.	Влияние температуры на $\Delta E$ -эффект в аморфных металлических проволоках $Fe75Si10B15$	Печ	Физика металлов и металловедение. – 2014. – т.115, № 9. –С. 1–7	7	А.Л. Семенов, Е. А. Голыгин, А. Р. Гафаров, А. А. Зинченко, Н. В. Морозова, А. В. Гаврилюк, А. Ю. Моховиков
8.	Influence of heating temperature on the $\Delta E$ -effect of amorphous $Fe75Si10B15$ wires	Печ	Solid State Phenomena. – 2014. – V. 215. – P. 264-267.	4	E.Golygin, A.Semenov, A. Mokhovikov, A.Gafarov N. Morozova
9.	Temperature stability of $\Delta E$ -effect in amorphous Fe-based metal wires treated by direct current	Печ	Inorganic Materials: Applied Research. 2015. T. 6. № 1. С. 16-21.	6	A.LSemenov E.A.Golygin, Y.V.Agrafov, N.V.Morozova, A.R.Gafarov, A.V.Gavrilyuk, A.Y.Mokhovikov
10.	The manifestations of the two-dimensional magnetic correlations in the nanocrystalline ribbons $Fe64Co21B15$	Печ	Journal of Magnetism and Magnetic Materials. – 2015. – V.374. –P. 423–426	4	R.S. Iskhakov, S.V. Komogortsev, A.D. Balaev

11.	Температурная зависимость $\Delta E$ -эффекта лент из аморфных металлических сплавов с различной ориентацией оси легкого намагничивания	Печ	Известия Вузов. Физика. - 2016. - №5 - С.34-39.	6	Семенов А.Л., Гафаров А. Р., Гаврилюк А.В., Ковалева Н.П., Зубрицкий С.М., Гаврилюк Б. В., Морозова Н.В.
<b>Д р у г и е п у б л и к а ц и и</b>					
12.	Influence of thermocycling on dE-effect in amorphous Fe67Co10Cr3Si5B15 ribbons	Печ	Joint European Magnetic Symposia: Abstracts.– Parma, Italy. September, 9–14, 2012. P.-Fp-21	1	A. Semenov A. Mokhovikov, E. Golygin, A. Gafarov, N. Morozova, A. Zinchenko
13.	influence of thermomagnetic annealing and heating temperature on magnetoelastic properties of rapid-quenched Fe67Co10Cr3Si5B15 metal ribbons	Печ	The 3rd European Workshop on Self-Organized Nanomagnets: Abstracts. April, 16–20, 2012. – Madrid, Spain. – P. THU-04	1	A.L.Semenov, E.A. Golygin, A.Yu. Mokhovikov, A.A. Zinchenko, A.R. Gafarov
14.	Влияние термоциклирования на динамические магнитные характеристики наноструктурированных лент FeCoCrSiB и FeCoB, прошедших термомагнитную обработку	Печ	Сборник трудов конференции “Наноматериалы и технологии”. г. Улан-Удэ, 2012, 28-30 августа. С 144-149	6	Семенов А.Л. Гафаров А.Р., Морозова Н.В., Голыгин Е.А., Моховиков А.Ю., Просекин М.Ю., Пузанков Ю.В.
15.	Влияние температуры на дE-эффект в наноструктурированных металлических лентах состава Fe67Co10Cr3Si5B15	Печ	Сборник трудов конференции “Наноматериалы и технологии”. г. Улан-Удэ, 2012, 28-30 августа. С 186-191	6	Семенов А.Л., Голыгин Е.А., Гаврилюк Б.В., Гафаров А.Р., Просекина И.Г., Зинченко А.А.
16.	Динамические магнитные характеристики быстрозакаленных лент FeCoCrSiB и FeCoB, прошедших термомагнитную обработку	Печ	Материалы V-International Baikal Scientific Conference “Magnetic Materials. New Technologies”. г. Иркутск, 2012. 21-25 сентября. С 76-77	2	Семенов А.Л. А.Р. Гафаров, И.Л. Морозов, Б.В.Гаврилюк, Е.А. Голыгин, А.Ю. Моховиков, С.М. Зубрицкий, Ю.В. Пузанков
17.	Устойчивость магнитных доменов в ядре упругодеформированной аморфной металлической проволоки	Печ	Материалы V-International Baikal Scientific Conference “Magnetic Materials. New Technologies”. г. Иркутск, 2012. 21-25 сентября. С. 127	1	Н.В. Морозова, А.Л.Семенов А.В.Гаврилюк, А.Р. Гафаров, Б.В.Гаврилюк, С.М. Зубрицкий
18.	Влияние температуры на дE-эффект в аморфных металлических лентах на основе железа, прошедших термомагнитную обработку	Печ	Материалы V-International Baikal Scientific Conference “Magnetic Materials. New Technologies”. г. Иркутск, 2012. 21-25 сентября. С. 150-151	2	Семенов А.Л., Голыгин Е.А., Гафаров А.Р., Зинченко А.А. Гаврилюк Б.В., Морозова Н.В., Моховиков А.Ю.
19.	Изменение магнитных свойств лент аморфных сплавов Fe64Co21B15 в процессе рекристаллизации	Печ	Материалы V-International Baikal Scientific Conference “Magnetic Materials. New Technologies”. г. Иркутск, 2012. 21-25	1	С.В. Комогорцев, Р.С. Исхаков, А.Д. Балаев

			Иркутск, 2012. 21-25 сентября. С. 62		
20.	Магнитоупругие свойства аморфных лент Fe67Co10Cr3Si5B15	Печ	Сборник трудов XXII Международной конференции "Новое в магнетизме и магнитных материалах", НМММ-2012, 17–21 сентября 2012 г., Астрахань. С. 105-107	3	Е.А. Голыгин, А.Л., Семенов А.Р.Гафаров, А.А. Зинченко
21.	Влияние лазерной обработки на магнитоупругие свойства аморфных лент на основе железа	Печ	Сборник трудов XXII Международной конференции "Новое в магнетизме и магнитных материалах", НМММ-2012, 17–21 сентября 2012 г., Астрахань. С. 97-100	4	А.Л.Семенов, Е.А. Голыгин, Б.В. Гаврилюк, А.А. Зинченко
22.	Особенности магнитных свойств аморфных и нанокристаллических сплавов Fe64Co21B15, указывающих на формирование двумерных стохастических магнитных доменов	Печ	Сборник трудов XXII Международной конференции "новое в магнетизме и магнитных материалах", НМММ-2012, 17–21 сентября 2012 г., Астрахань. С. 180-181	2	С.В. Комогорцев, Р.С. Исхаков, А.Д. Балаев,
23.	Влияние температуры на ΔE-эффект вnanoструктурированных металлических лентах состава Fe67Co10Cr3Si5B15		Материалы Всероссийской научной школы "Актуальные проблемы физики" Таганрог, Ростов-на-Дону. 2012, 19-21 сентября 2012 г. С. 29 - 34	5	А.Л. Семенов, Е.А. Голыгин, Б.В. Гаврилюк, А.Р. Гафаров, И.Г. Просекина, А.А. Зинченко
24.	Influence of the temperature on the ΔE-effect of rapid-quenched Fe75Si10B15 wires	Печ	Presidings of: DICNMA. - 2013. - San Sebastian. - Spain. -P.4A-13-6	1	A.L.Semenov, E.A. Golygin, A.Yu. Mokhovikov, A.R. Gafarov, N.V. Morozova
25.	Influence of the temperature on magnetoelastic parameters of rapid-quenched Fe75Si10B15 wires	Печ	Presidings of V Euro-Asian Symposium Trends in MAGnetism: . - 2013.- Vladivostok. – Russia. – P.303-304	2	E. Golygin, A Semenov, A. Mokhovikov, A. Gafarov, N. Morozova
26.	Influence of the thermocycling on dynamic magnetic parameters of rapid-quenched Fe81.5B13.5Si3C2 ribbons	Печ	Presidings of V Euro-Asian Symposium Trends in MAGnetism: 2013. - Vladivostok. - Russia.- P. 307-308	2	A. Semenov , E. Golygin, A. Mokhovikov, A. Gafarov, N. Morozova,
27.	Magnetic and magnetoelastic properties of amorphous Fe75Si10B15 wires	Печ	Presidings of JEMS-2013, Rhodes, Greece. Ref. Number 367.1367814949	1	A. Semenov A. Mokhovikov, A. Seredkin, E. Golygin, A. Gafarov, N. Morozova
28.	Магнитные и магнитоупругие свойства наструктурированных ферромагнитных проволок	Печ	Nanomaterials and Technologies-V: Proceedings of the International Scientific	7	Семенов А.Л., Голыгин Е.А., Морозова Н.В., Моховиков А.Ю.

			Conference. August, 27-30, 2014. – Ulan-Ude, Russia, 2014. – С. 222-228.		Гаврилюк Б.В.
29.	Estimation of the effective field of the circular anisotropy in amorphous Fe-rich wires	Печ	6th Baikal International Conference “Magnetic Materials. New Techknologies” BICMM-2014: Book of Abstracts. August 19th -23rd 2014. – Irkutsk, 2014. – p. 84.	1	Golygin E.A., Semenov A.L. Mokhovikov A.Yu., Morozova N.V., Gavriliuk A.V., Gavriliuk B.V., Morozov I.L.
30.	ΔE-effect behavior at thermocycling in amorphous Fe-rich wires	Печ	6th Baikal International Conference “Magnetic Materials. New Techknologies” BICMM-2014: Book of Abstracts. August 19th -23rd 2014. – Irkutsk, 2014. – p. 162.	1	Golygin E.A., Mokhovikov A.Yu., Morozova N.V., Gavriliuk A.V., Gavriliuk B.V., Morozov I.L. Semenov A.L..
31.	Influence of the temperature on magnetic parameters sensitivity to tensile stresses for amorphous fecob ribbons	Печ	Moscow International Symposium on Magnetism: Presidings of MISIM ( 29 June – 3 July, 2014). – Moscow, Russia, 2014. – Р. IPO-P-1.	1	Semenov A.L. Mokhovikov A.Yu. Morozova N.V.
32.	Influence of the cryogenic pretreatment on dynamic magnetic properties of amorphous FeCoB ribbons	Печ	Moscow International Symposium on Magnetism: Presidings of MISIM ( 29 June – 3 July, 2014). – Moscow, Russia, 2014. – Р. IPO-P-2.	1	Semenov A.L. Mokhovikov A.Yu., Bukreev D.A., Morozova N.V.
33.	Easy axis influence on dynamic magnetoelastic and magnetic parameters in amorphous Fe <sub>64</sub> Co <sub>21</sub> B <sub>15</sub> ribbons	Печ	23th International Seminar on Relaxation Phenomena in Solids (RPS-23): Book of Abstracts. 16-19 September, 2015. – Voronezh, 2015. – C-5.2.	2	Semenov A.L. N.V.Morozova, A.Yu.Mokhovikov, A.O.Andreeva, A.R.Gafarov
34.	The influence of plastic deformation on magnetic and magnetoelastic properties of amorphous metallic wires Fe <sub>75</sub> Si <sub>10</sub> B <sub>15</sub>	Печ	VI-th International Conference “Deformation and Fracture of Materials and Nanomaterials” DFMN-2015: Book of Abstracts. 10-13 November, 2015. – Moscow, 2015. – P. 184-185.	2	Semenov A.L., Morozova N.V., Seredkin A.S., Seredkina D.A
35.	Влияние высоких значений растягивающих напряжений на магнитные и магнитоупругие свойства быстрозакаленных сплавов Fe <sub>67</sub> Co <sub>10</sub> Cr <sub>3</sub> Si <sub>5</sub> B <sub>1</sub>	Печ	Современные металлические материалы и технологии (СММТ'2015).- Сборник трудов международной научно – технической конференции. СПб.: Изд – во Спб. политех. ун – та. -2015. - С. 804-813.	10	Семенов А.Л., Голыгин Е.А., Морозова Н.В., Мокховиков А.Ю.
36.	The influence of plastic deformation on	Печ	VI-th International	2	Semenov A.L.,

	magnetic and magnetoelastic properties of amorphous metallic wires Fe75Si10B15		Conference "Deformation and Fracture of Materials and Nanomaterials" Presidigs of DFMN-2015: 10-13 November, 2015. – Moscow, 2015. – P.O.5.		Morozova N.V., A.Yu.Mokhovikov, A.A. Zinchenko
37.	Easy axis influence on dynamic magnetoelastic and magnetic parameters in amorphous Fe64Co21B15 ribbons	Печ	23th International Seminar on Relaxation Phenomena in Solids (RPS-23). Book of Abstracts. 16-19 September, 2015. – Voronezh, 2015. – C-5.2.	2	Semenov A.L., Morozova N.V., Mokhovikov A.Yu.,
38.	Датчик температуры на аморфной металлической ленте	Печ	Патент на полезную модель №129634	3	Семенов А.Л., Моховиков А.Ю., Голыгин Е.А., Зубрицкий С.М.
39.	Датчик критических упругих растягивающих напряжений на аморфной металлической ленте	Печ	Патент на полезную модель №143655..	3	Семенов А.Л., Гафаров А.Р., Морозова Н.В., Зубрицкий С.М
40.	Температурные зависимости дельта Е-эффекта быстрозакаленных ферромагнитных лент на основе железа	печ	Современные проблемы физики и технологий Тезисы докладов. IV Международная научная школа-конференция. Москва, МИФИ - 2015. С. 184-185.	2	Кокорин В.И., Гафаров А.Р., Зинченко А.А., Семенов А.Л.,
41.	Влияние пластической деформации на магнитные и магнитоупругие характеристики быстрозакаленных наноструктурированных ферромагнетиков	Печ	Моделирование структур, строение вещества, нанотехнологии. Сборник материалов 3-ей Международной научной конференции . Тула, ТГПУ.- 2016. С. 142-146.	5	Семенов А.Л., Середкин А.С., Моховиков А.Ю., Морозова Н.В., Голыгин Е.А., Гаврилюк Б.В. Кокорин В.И.
42.	Effect of the plastic deformation on domain wall propagation in rapid quenched Co66Fe14Nb2.5Si12.5B15 wires	Печ	VI Euro-Asian Symposium "Trends in MAGnetism" (EASTMAG-2016). Abstracts. – Krasnoyarsk, Kirensky Institute of Physics.- 2016.- P. 474	1	Natalya Morozova, Andrey Semenov, Aleksandr Mokhovikov
43.	Influence of the plastic deformation and temperature on magnetic and magnetoelastic properties of amorphous Fe75Si10B15 wires	Печ	VI Euro-Asian Symposium "Trends in MAGnetism" (EASTMAG-2016): Abstracts. – Krasnoyarsk, Kirensky Institute of Physics.- 2016. - P. 473.	1	Andrey Semenov, Aleksey Gavriliuk, Aleksandr Seredkin, Aleksandr Mokhovikov, Natalya Morozova and Evgeny Golygin
44.	The domain wall propagation in the rapid quenched FE75SI10B15 wires	Печ	Abstracts of 7- th Baikal International Conference "Magnetic materials. New technologies (BICMM-2016)" Irkutsk.- 22-26	2	N.V. Morozova, I.L. Morozov, B.V. Gavriliuk. A.L/ Semenov

			August. 2016. - 2016.- P.90-91.		
45.	Effect of the plastic deformation on domain wall propagation in rapid quenched Co66Fe14Nb2.5Si12.5B15 wires	Печ	Abstracts of 7th Baikal International Conference "Magnetic materials. New technologies (BICMM-2016)" Irkutsk. - 22-26 August. 2016. - 2016. - P.84	2	N.Morozova, A.Semenov, B.V. Gavriliuk I.L. Morozov, A.V. Gavriliuk
46.	The influence of deomagnization factor and the slope of the easy magnetization exis on $\Delta E$ -effect amorphous metallic ribbons Fe64Co21B15	Печ	Abstracts of 7th Baikal International Conference "Magnetic materials. New technologies (BICMM-2016)" Irkutsk. - 22-26 August. 2016. - 2016.- P.92-93	2	A.R. Gafarov, A.L. Semenov, N.V.Morozova

Автор, д.ф.-м.н., доцент

А.А. Гаврилюк

Декан физического факультета, д.ф.-м.н., проф.

Н.М. Буднев

Ученый секретарь



Н.Г. Кузьмина