

ОТЗЫВ

**официального оппонента на диссертацию Жаркова Сергея Михайловича
“Структурные свойства и фазовые превращения в наноматериалах на основе
переходных 3d-металлов (Fe, Co, Ni, Cr, Cu)”, представленной на соискание
ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.07 –
физика конденсированного состояния.**

Диссертационная работа Жаркова С. М. посвящена экспериментальному исследованию установления корреляции между исходным составом вещества для получения магнитных наноматериалов, условиями их получения, особенностями полученной структуры и свойствами полученных материалов. Тема работы актуальна по многим причинам, имеющим как научный, так и прикладной характер. Во-первых, следует отметить, что, несмотря на более чем 30 летний период интенсивного исследования нанокристаллических магнетиков, взаимосвязь условий их получения со структурными параметрами и магнитные свойства изучены крайне недостаточно. До сих пор остается неясным, какими конкретными микроскопическими механизмами определяется влияние условий получения нанокристаллического магнитного материала на его структурное состояние и магнитные свойства. Решение этого вопроса имеет принципиальное значение для физики как нанокристаллических сплавов, так и физики магнитно-мягких материалов. Эта задача особенно важна для понимания свойств широкого класса нанокристаллических твердых тел. Во-вторых, свойства нанокристаллических магнетиков весьма чувствительны не только к составу, но и ко многим другим факторам, начиная от технологии их изготовления и условий дальнейшей обработки до геометрической формы нанокристаллических частиц и нанокластеров, содержащихся в их объеме. Из вышесказанного следует, что появление работ С. М. Жаркова, на которых основана его диссертация, было весьма важным и своевременным.

Целью работы явилось выявление корреляции между морфологическими характеристиками структуры наноматериалов на основе переходных металлов, полученных различными технологиями, их фазовым составом, а также магнитными и электрическими свойствами при помощи электронно – микроскопических методов. Для решения этой задачи автор исследовал значительный набор нанокристаллических материалов, отличающихся условиями получения, морфологическими и структурными характеристиками, а также магнитными и электрическими свойствами. Несомненным достоинством работы является то, что автор для каждого объекта и для каждого

05.05.2017 г.

356-03/6215-132

эксперимента дает конкретное физическое объяснение, предлагает конкретные модели и доведенные, в основном, до количественного результата расчеты. Именно такой подход и позволил получить новые важные и полезные результаты высокого уровня и определил новизну работы.

Цель и уровень задач, решаемых в диссертационной работе, несомненно, соответствуют уровню докторской диссертации.

В отзыве невозможно остановиться на всех многочисленных новых и полезных результатах, полученных в диссертации, поэтому ниже остановимся на некоторых из них, имеющих, по мнению оппонента, наибольшее значение.

1. Установлено, что формирование нанокластеров из наночастиц халькогенидных шпинелей хрома, полученных химическим синтезом, оказывает влияние на их магнитные свойства, в частности, на понижение температуры Кюри. Данное обстоятельство, на мой взгляд, справедливо, связывается с повышенной дефектностью кристаллической структуры шпинели.

2. Показано, что в ионно - синтезированных материалах Ni/SiO_2 и Co/SiO_2 обнаружены наночастицы “ядро – оболочка”. Оболочка состоит из кристаллического никеля или кобальта. Выдвинуто предположение, что “ядро” представляет собой совокупность объединившихся вакансий. Это очень интересная идея, которая, безусловно, является дискуссионной, и нуждается в дальнейшей проверке.

3. Все исследованные наночастицы в ионно - синтезированных материалах Ni/SiO_2 и Co/SiO_2 являются суперпарамагнитными при комнатной температуре. Показано, что чем больше доза имплантации ионов Ni и Co , тем больший размер имеют наночастицы, и, тем выше температура их перехода в суперпарамагнитное состояние.

4. Показано, что в результате твердофазной реакции между нанослоями Fe_2O_3 Zr , формируются ферромагнитные композиционные нанопленки $\alpha\text{-Fe/ZrO}_2$, представляющие собой наночастицы альфа – железа, равномерно распределенные в аморфной матрице ZrO_2 . В работе продемонстрировано насколько сложен этот эффект, зависящий от многих факторов, и, тем не менее, автору удалось объяснить всю совокупность полученных данных. Определены температуры и интервалы последовательности фазовых реакций, приводящие к формированию композиционных нанопленок $\alpha\text{-Fe/ZrO}_2$.

5. Обнаружено и дано объяснение процессу взрывной кристаллизации, проходящих под действием пучка электронов в нанокристаллических пленках состава Fe-C . Для объяснения механизма взрывной кристаллизации использована модель

жидкой зоны, формирующейся на фронте кристаллизации. Независимо от интерпретации, эффект является новым и важным для физики фазовых переходов.

6. Автором диссертационной работы предложена модель нанокристаллической пленки, состоящей из кластеров на основе железа и кобальта, окруженных углеродной оболочкой. Модель выглядит вполне логичной при учете других результатов автора, хотя и несколько дискуссионной.

7. Определены температуры начала твердофазных реакций и последовательности образования фаз при структурных фазовых превращениях в многослойных тонких пленках Si/Fe/Si, полученных методом вакуумного осаждения. Установлена область термической стабильности таких пленок и температурная область постоянства фазового состава.

Несмотря на очевидные достоинства, работа С. М. Жаркова не свободна от недостатков, в качестве которых необходимо отметить следующее:

- 1) Понижение температуры Кюри в наночастицах CuCr_2S_4 , CuCr_2Se_4 по сравнению с массивными образцами в диссертации объясняется дефектностью кристаллической структуры шпинели (диссертация – стр.69, 91). При этом не проведено анализа экспериментально полученных картин дифракции электронов на предмет оценки типа и количества структурных дефектов в исследованных наночастицах, что делает невозможным установление количественной взаимосвязи между величиной температуры Кюри и степенью дефектности кристаллической структуры.
- 2) В диссертации (см. стр. 148-149, рис.4.20а) уменьшение величины намагниченности насыщения композиционного наноматериала $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{Zr}$ после отжига при 500°C объясняется формированием неферромагнитных фаз, однако никаких структурных данных, подтверждающих формирование таких фаз, в диссертации не приводится.
- 3) В случае наночастиц никеля и кобальта с морфологией "ядро/оболочка", сформировавшихся в матрице SiO_2 в результате имплантации ионов Ni, Co, не установлена структура "ядра". Предположение о том, что это пустота (стр.114, 131 диссертации) не подкреплено данными просвечивающей электронной микроскопии.

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.

Достоверность результатов работы не вызывает сомнений. Она обусловлена использованием современных и хорошо апробированных методов и оборудования для получения исследованных наноматериалов, использованием многочисленных взаимодополняющих прецизионных методов исследований их структуры и магнитных свойств. Научная и практическая значимость работы в основном определяется новыми установленными закономерностями, определяющими взаимосвязь исходного состава для получения наночастиц, технологических методов и условий их получения со структурой и магнитными свойствами. Но нельзя не отметить и некоторые конкретные результаты, как например, результаты исследований твердофазных реакции на границы раздела двухслойных наноматериалов, инициированных термическим нагревом, обнаружение в нанокристаллических пленках Fe-C и Co-C взрывной кристаллизации и т.д. Полученные результаты способствуют определению безопасных условий работы микро- и нанoeлектронных устройств и приборов, функционирующих на основе таких структур.

Результаты проведенных работ могут быть использованы организациями, в которых проводятся исследования в области получения и применения магнитных нанонаноструктур: МГУ им. М.В. Ломоносова (г. Москва), Российский научный центр «Курчатовский институт» (г. Москва), Институт физики твердого тела РАН РФ (п. Черноголовка Московская обл.), ФТИ РАН РФ им. Иоффе (г. С-Петербург), РФЯЦ-ВНИИЭФ (г. Саров, Нижегородская обл), Институт Теоретической и Прикладной Электродинамики РАН (Москва), Институт катализа им Г. К. Берескова (г. Новосибирск), и др.

Результаты работы опубликованы в 26 статьях из перечня ВАК РФ, многократно докладывались на ведущих российских и международных конференциях по физике конденсированного состояния и физики магнитных явлений.

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

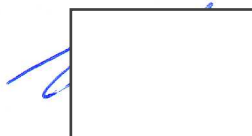
На основании вышеизложенного считаю, что диссертационная работа «Структурные свойства и фазовые превращения в наноматериалах на основе переходных 3d-металлов (Fe, Co, Ni, Cr, Cu)», является завершенным научным исследованием. Результаты проведенных исследований могут быть квалифицированы как решение крупной задачи в области физики конденсированного состояния и

физического материаловедения (выявление основных закономерностей взаимосвязи между исходным составом, условиями получения, структурой и свойствами широкого класса магнитных наноматериалов). По объему проведенных исследований, основным положениям, выносимым на защиту, новизне и практической значимости, работа отвечает всем требованиям «Положения о присуждении ученых степеней» постановления Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор Жарков Сергей Михайлович, несомненно, заслуживает присуждения ученой степени доктор физико-математических наук по специальности 01.04.07 - физика конденсированного состояния.

Официальный оппонент

д.ф.-м.н., доцент

ФГБОУ ВО Иркутский государственный
университет, профессор



Гаврилюк А.А.

Гаврилюк Алексей Александрович,
профессор кафедры общей и экспериментальной физики
ФГБОУ ВО Иркутский государственный университет (ИГУ)
раб. адрес: 664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, д.1.
раб. тел: 8(3952)521253
сот. тел: 89148724985
e-mail: zubr@api.isu.ru.



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., Гольгин Е.А., Морозова Н.В., Гаврилюк А.В., Ярычева З.Л., Гафаров А.Р.
2.	Влияние температуры на ΔE-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., Гольгин Е.А., Зинченко А.А., Гафаров А.Р.
3.	Влияние температуры на ΔE – эффект в аморфных металлических лентах Fe ₆₇ Co ₁₀ Cr ₃ Si ₅ B ₁₅	Печ	Материаловедение. – 2013. – В. 3. - С.13-18.	7	А.Л. Семенов, А.В. Гаврилюк, Е.А. Гольгин, 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. Гольгин, 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. Гольгин, 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 δE-эффект в аморфных металлических проволоках Fe ₇₅ Si ₁₀ B ₁₅	Печ	Физика металлов и металловедение. – 2014. – т.115, № 9. –С. 1–7	7	А.Л. Семенов, Е. А. Гольгин, А. Р. Гафаров, А. А. Зинченко, Н. В. Морозова, А. В. Гаврилюк, А. Ю. Моховиков
8.	Influence of heating temperature on the ΔE-effect of amorphous Fe ₇₅ Si ₁₀ B ₁₅ 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 ΔE-effect in amorphous Fe-based metal wires treated by direct current	Печ	Inorganic Materials: Applied Research. 2015. Т. 6. № 1. С. 16-21.	6	A.L.Semenov E.A.Golygin, Y.V.Agrafonov, 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 Fe ₆₄ Co ₂₁ B ₁₅	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 ΔE -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.
Д р у г и е п у б л и к а ц и и					
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., Гольгин Е.А., Моховиков А.Ю., Просекин М.Ю., Пузанков Ю.В.
15.	Влияние температуры на дЕ-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., Гольгин 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. Гольгин, 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 дЕ-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., Гольгин 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

			сентября. С. 62		
20.	Магнитоупругие свойства аморфных лент Fe ₆₇ Co ₁₀ Cr ₃ Si ₅ B ₁₅	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 Fe ₆₄ Co ₂₁ B ₁₅ , 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 в наноструктурированных металлических лентах состава Fe ₆₇ Co ₁₀ Cr ₃ Si ₅ B ₁₅		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 Fe ₇₅ Si ₁₀ B ₁₅ 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 Fe ₇₅ Si ₁₀ B ₁₅ 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 Fe _{81.5} B _{13.5} Si ₃ C ₂ 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 Fe ₇₅ Si ₁₀ B ₁₅ 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 Conference. August, 27-	7	Семенов А.Л., Голыгин Е.А., Морозова Н.В., Моховиков А.Ю. Гаврилюк Б.В.

			30, 2014. – Ulan-Ude, Russia, 2014. – С. 222-228.		
29.	Estimation of the effective field of the circular anisotropy in amorphous Fe-rich wires	Печ	6th Baikal International Conference “Magnetic Materials. New Technologies” 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 Technologies” 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 MISM (29 June – 3 July, 2014). – Moscow, Russia, 2014. – P. 1PO-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 MISM (29 June – 3 July, 2014). – Moscow, Russia, 2014. – P. 1PO-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 ₆₄ Co ₂₁ B ₁₅ ribbons	Печ	23th International Seminar on Relaxation Phenomena in Solids (RPS-23): Book of Abstracts. 16-19 September, 2015. – Voronezh, 2015. – С-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 ₇₅ Si ₁₀ B ₁₅	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 ₆₇ Co ₁₀ Cr ₃ Si ₅ B ₁	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., Гольгин Е.А., Морозова Н.В., Моховиков А.Ю.
36.	The influence of plastic deformation on magnetic and magnetoelastic properties	Печ	VI-th International Conference “Deformation	2	Semenov A.L., Morozova N.V.,

	of amorphous metallic wires Fe75Si10B15		and Fracture of Materials and Nanomaterials” Presidigs of DFMN-2015: 10-13 November, 2015. – Moscow, 2015. – P.O.5.		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 E-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 Gavriiliuk, Aleksandr Seredkin, Aleksandr Mokhovkov, 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 August. 2016. - 2016.-	2	N.V. Morozova, I.L. Morozov, B.V. Gavriiliuk. A.L/ Semenov

			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. Gavriiliuk I.L. Morozov, A.V. Gavriiliuk
46.	The influence of deomagnization factor and the slope of the easy magnetization axis on ΔE -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.

Н.М. Буднев

Ученый секретарь

Н.Г. Кузьмина

