

**РЕШЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА УрФУ 01.02.11
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК**

от «17» декабря 2020 г. № 3

о присуждении Членовой Анне Александровне, гражданство Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Магнитные свойства и гигантский магнитный импеданс многослойных пленочных элементов на основе пермаллоя» по специальности 01.04.11 – Физика магнитных явлений принята к защите диссертационным советом УрФУ 01.02.11 06 ноября 2020 г., протокол № 2.

Соискатель, Членова Анна Александровна 1993 года рождения, в 2016 г. окончила ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина» по направлению подготовки 03.04.02 – Физика;

в 2020 г. окончила очную аспирантуру ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина» по направлению подготовки 03.06.01 – Физика и астрономия (физика магнитных явлений);

работает в должности младшего научного сотрудника Лаборатории перспективных магнитных материалов ФГБУН Институт физики металлов имени М.Н. Михеева Уральского отделения РАН, а также ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина» в должности младшего научного сотрудника отдела магнетизма твердых тел НИИ ФПМ Института естественных наук и математики (по совместительству).

Диссертация выполнена на кафедре магнетизма и магнитных наноматериалов Института естественных наук и математики ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина», Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, Курляндская Галина Владимировна, ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина», Институт естественных наук и математики, кафедра магнетизма и магнитных наноматериалов, профессор-исследователь.

Официальные оппоненты:

Комогорцев Сергей Викторович, доктор физико-математических наук, доцент, Институт Физики им. Л.В. Киренского Сибирского отделения Российской академии наук - обособленное подразделение ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», г. Красноярск, лаборатория физики магнитных пленок, заведующий;

Елфимова Екатерина Александровна, доктор физико-математических наук, доцент, ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», кафедра теоретической и математической физики, заведующий;

Шалыгина Елена Евгеньевна, доктор физико-математических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», Физический факультет, главный научный сотрудник

дали положительные отзывы на диссертацию.

Соискатель имеет 26 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации – 19 работ, из них 15 статей, опубликованных в рецензируемых научных изданиях и проиндексированных в международных базах цитирования Scopus и Web of Science. Другие публикации представлены в виде материалов научных конференций – 4. Общий объем опубликованных работ – 6,27 п.л., авторский вклад – 1,02 п.л.

Наиболее значительные научные работы по теме диссертации:

статьи, опубликованные в рецензируемых научных журналах и изданиях, определенных ВАК и Аттестационным советом УрФУ:

1. **Chlenova, A. A.** $\text{Fe}_x\text{Ni}_{100-x}$ thin film systems with slight deviations from zero magnetostriction compositions: focus on pressure sensor applications / **A. A. Chlenova**, I. P. Novoselova, R. Salikhov, M. Farle, V. N. Lepalovskij, G. J. Toticaguena, G. V. Kurlyandskaya // *Key Engineering Materials*. – 2019. – Vol. 826. – P. 11-18; 0,50 п.л./0,07 п.л. (Scopus).
2. **Chlenova, A. A.** Demagnetization processes in multilayered permalloy-based film structures / **A. A. Chlenova**, D. S. Neznakhin, G. Yu. Melnikov, V. N. Lepalovskij, V. O. Vas'kovskiy, G. V. Kurlyandskaya // *Inorganic Materials: Applied Research*. – 2019. – Vol. 11, I. 4. – С. 838-843; 0,38 п.л./0,06 п.л. (Scopus).
3. **Chlenova, A. A.** Peculiarities of the giant magnetoimpedance in permalloy-based film structures in the important temperature range for practical applications / **A. A. Chlenova**, A. A. Moiseev, M. S. Derevyanko, A. V. Semirov, V. N. Lepalovskij, G. V. Kurlyandskaya // *Technical Physics*. – 2018. – Vol. 63. – P. 67-72; 0,38 п.л./0,06 п.л. (Scopus, Web of Science).
4. Buznikov, N. A. Modelling of magnetoimpedance response of thin film sensitive element in the presence of ferrogel: Next step toward development of biosensor for in-tissue embedded magnetic nanoparticles detection / N. A. Buznikov, A. P. Safronov, I. Orue, E. V. Golubeva, V. N. Lepalovskij, A. V. Svalov, **A. A. Chlenova**, G. V. Kurlyandskaya // *Biosensors and Bioelectronics*. – 2018. – Vol. 117. – P. 366-372; 0,44 п.л./0,05 п.л. (Scopus, Web of Science).
5. Kurlyandskaya, G. V. Nanostructured materials for magnetic biosensing / G.V. Kurlyandskaya, D. S. Portnov, I. V. Beketov, A. Larrañaga, A. P. Safronov, I. Orued, A. I. Medvedev, **A. A. Chlenova** // *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - General Subjects*. – 2017. – Vol. 1861, I. 6. – P. 1494-1506; 0,81 п.л./0,10 п.л. (Scopus, Web of Science).
6. **Chlenova, A. A.** Magnetoimpedance effect in multilayered permalloy structure with different magnetostriction: Small-pressure sensor / **A. A. Chlenova**, V. N. Lepalovsky, V. O. Vas'kovskiy, A. V. Svalov, G. V. Kurlyandskaya // *American institute of physics: Conference Proceedings*. – 2017. – Vol. 1886. – P. 020005 (6 pp.); 0,38 п.л./0,08 п.л. (Scopus, Web of Science).

7. **Chlenova, A. A.** Magnetoimpedance of FeNi-based asymmetric sensitive elements / **A. A. Chlenova**, A. V. Svalov, G. V. Kurlyandskaya, S. O. Volchkov // Journal of Magnetism and Magnetic Materials. – 2016. – Vol. 415. – P. 87-90; 0,25 п.л./0,06 п.л. (Scopus, Web of Science).
8. Kurlyandskaya, G. V. FeNi-based flat magnetoimpedance nanostructures with open magnetic flux: New topological approaches / G. V. Kurlyandskaya, **A. A. Chlenova**, E. Fernandez, K. J. Lodewijk // Journal of Magnetism and Magnetic Materials. – 2015. – Vol. 383. – P. 220-225; 0,38 п.л./0,09 п.л. (Scopus, Web of Science).
9. **Chlenova, A. A.** Investigation of the special features of low-temperature carbon coating deposition on the permalloy film surface under normal conditions during interaction with aromatic solvents / **A. A. Chlenova**, A. V. Svalov, S. N. Shevyrtalov, K. A. Chichai, V. V. Rodionova, G. V. Kurlyandskaya // Russian Physics Journal. – 2017. – Vol. 60, № 1. – С. 157-162; 0,38 п.л./0,06 п.л. (Scopus, Web of Science).
10. Safronov, A. P. Carbon deposition from aromatic solvents onto active intact 3d metal surface at ambient conditions / A. P. Safronov, G. V. Kurlyandskaya, **A. A. Chlenova**, M. V. Kuznetsov, D. N. Bazhin, I. V. Beketov, M. B. Sanchez-Parduya, A. Martinez-Amesti // Langmuir. – 2014. – Vol. 30. – P. 3243-3253; 0,69 п.л./0,09 п.л. (Scopus, Web of Science).

На автореферат поступило 4 положительных отзыва: **Патрина Геннадия Семеновича**, доктора физико-математических наук, профессора, директора Института инженерной физики и радиоэлектроники ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск, отзыв не содержит замечаний и вопросов; **Сапожникова Максима Викторовича**, доктора физико-математических наук, ведущего научного сотрудника отдела магнитных наноструктур ФГБНУ Институт физики микроструктур РАН, г. Нижний Новгород. В отзыве содержатся следующие замечания:

- 1) Четвертое положение, выносимое на защиту сформулировано скорее как результат, а не как положение, которое можно защитить;

2) Автор выражает обоснованное сомнение в том, что большое количество и разнообразие методик, использованное для исследования образцов и перечисленное в описании содержания второй главы, именно *профилометрия, атомная силовая микроскопия, рентгенофлуоресцентный анализ, рентгенофазовый анализ (включая малоугловой диапазон), рентгеновский фотоэлектронный анализ, оптическая, сканирующая и просвечивающая электронная микроскопии, дифференциальный термический анализ с термогравиметрией, динамическое рассеяние света, метод низкотемпературной адсорбции азота, вибрационная и СКВИД магнитометрия, Керровская микроскопия, магнитотранспортные измерения, ФМР измерения магнитодинамических характеристик, магнитоимпедансная спектроскопия* может быть освоено на профессиональном уровне одним человеком за время выполнения диссертационной работы. Тем не менее, в разделе «личный вклад» указано «Лично автором были получены результаты исследований структурных и магнитных свойств». Не сомневаюсь, что лично автором был выполнен основной объем самых важных измерений различными методами, тем не менее в указанной ситуации было бы правильно более подробно и конкретно расписать пункт о личном вкладе.

3) Второй абзац раздела «актуальность» содержит грамматически несогласованное предложение, затрудняющее понимание изложенного; **Маклакова Сергея Сергеевича**, кандидата физико-математических наук, старшего научного сотрудника лаборатории Нанотехнологии композиционных материалов и тонкопленочных структур ФГБУН Институт теоретической и прикладной электродинамики РАН, г. Москва. В отзыве содержатся следующие замечания:

1) Впечатляющее количество проделанной работы привело к тому, что в ограниченной форме автореферата, представление результатов потеряло конкретику. У читателя, не знакомого с работами автора, прочтение вызывает много вопросов, например: как изменяли состав пленок Fe_xNi_{100-x} на с. 14? Как именно была использована термогравиметрия для анализа

углеродсодержащих слоёв, упомянутых на с. 15? Чем отличается конденсация углерода на поверхности Fe от конденсации на поверхности NiFe на рис. 4? Реферат бы выиграл, если бы в конце описания каждой серии экспериментов состояла бы ссылка на статью, описывающую обсуждаемый вопрос более подробно.

2) При обобщении данных о характеристиках пленочных структур, универсальным свойством ферромагнитных слоев служит толщина. Из научной литературы по данному направлению известно, что микроструктура ферромагнитного слоя может играть не меньшую роль в формировании рабочих параметров тонкопленочного устройства, чем толщина. С этой точки зрения было бы интересно увидеть в автореферате хотя бы основные подробности технологии получения объектов исследования; **Букреева Дмитрия Александровича**, кандидата физико-математических наук, доцента кафедры физики Педагогического института ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет», и **Семирова Александра Владимировича**, доктора физико-математических наук, профессора, директора Педагогического института ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет», г. Иркутск. В отзыве содержатся следующие замечания:

- 1) Проблемы с единством в использовании обозначений. Например, в разделе «Цели работы и задачи» для обозначения зависимости импеданса от напряженности магнитного поля применяется обозначение «ГМИ», тогда как в «Основных результатах и заключении» – обозначение «МИ».
- 2) На рисунке 4 нет изображения поверхности пленки до обработки в метилбензоле, что может затруднить интерпретацию результатов.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их широкой известностью своими достижениями в данной отрасли науки, их высокой научной компетентностью в области физики магнитных явлений.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук

соответствует п. 9 Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ, является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований содержатся новые научно обоснованные технические решения в области разработки высокочувствительных пленочных детекторов с гигантским магнитоимпедансным эффектом.

Диссертация представляет собой самостоятельное законченное исследование, обладающее внутренним единством. Положения, выносимые на защиту, содержат новые научные результаты и свидетельствуют о личном вкладе автора в науку:

1. Впервые получены зависимости магнитоимпедансных свойств многослойных пленочных элементов на основе пермаллоя при варьировании толщины и типа подложки, установлена корреляция между магнитоимпедансными характеристиками и особенностями спектров ферромагнитного резонанса;

2. Обнаружена термоиницированная релаксация неоднородных упругих напряжений, как причина изменения магнитного импеданса наноструктурированных элементов при нагреве до 50 °С;

3. Впервые показана возможность реализации процесса низкотемпературной конденсации углерода на поверхности пленок Fe и FeNi при выдержке в метилбензоле в нормальных условиях;

4. Получена теоретически и подтверждена экспериментально концентрационная зависимость магнитоимпедансного эффекта пленочных структур в присутствии материалов-биомиметиков.

Предложенный в рамках данной работы новый научно обоснованный подход к созданию многослойных элементов на основе пермаллоя обеспечивает возможность для создания высокочувствительных детекторов слабых магнитных полей и получения функциональных сред с заданными свойствами.

На заседании 17 декабря 2020 г. диссертационный совет УрФУ 01.02.11 принял решение присудить Членовой А.А. ученой степень кандидата физико-математических наук.

При проведении открытого голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них в удаленном интерактивном режиме – 12, в том числе 8 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, проголосовали: за – 19, против – нет, воздержались – 1.

Председатель
диссертационного совета

УрФУ 01.02.11

Ученый секретарь
диссертационного совета

УрФУ 01.02.11

17 декабря 2020 г.



Германенко Александр Викторович

Овчинников Александр Сергеевич