ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу
Изотова Андрея Викторовича «Магнитная анизотропия и динамика намагниченности нанокристаллических тонких пленок для СВЧ-приложений»,
представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.12. «Физика магнитных явлений»

Диссертационная работа А.В. Изотова посвящена изучению особенностей магнитной анизотропии и магнитных динамических свойств тонкопленочных образцов, имеющих потенциал в сфере приложений в сверхвысокочастотном диапазоне. Выбранная тема работы актуальна по целому ряду причин, имеющих как научное, так и прикладное значение. Возрастающий интерес к тонкопленочным материалам и функциональным элементам на их основе обусловлен широким спектром технических применений данных сред. Развитие физики и технологий получения тонких магнитных пленок, многослойных структур и элементов на их основе важно для фундаментального понимания явлений, наблюдаемых в планарных магнитных наноструктурах. Для развития указанных направлений необходимо не только детальное понимание механизмов, ответственных за формирование структуры, магнитных свойств и особенностей динамического поведения функциональных компонент, но и современная инструментальная основа высокочастотных измерений и математической обработки экспериментальных данных в сочетании с развитыми методами математического моделирования. Из всего вышесказанного следует, что тема диссертации А.В. Изотова актуальна, а работы, на которых она основана, важны и могут быть интересны широкому кругу научных работников, студентов, аспирантов и инженеров. Поставленные задачи содержат элементы новизны, ряд полученных результатов, безусловно, можно отнести к оригинальным и вносящим вклад в понимание особенностей протекания динамических процессов в планарных наноструктурированных материалах.

Диссертация состоит из введения, семи глав, заключения двух приложений и списка цитируемой литературы. Общий объем диссертации составляет 296 страниц и включает 91 рисунок, 12 таблиц, и список литературы из 346 наименований.

В результате проведения систематических экспериментальных исследований и моделирования в сочетании с их сравнительным анализом в работе получен ряд интересных и значимых результатов. Среди них особенно выделяются следующие:

1. Предложен способ решения двух связанных нелинейных уравнений, определяющих условие равновесия намагниченности и условие ФМР однородно намагниченной в плоскости анизотропной магнитной пленки.
2. Обнаружен эффект резкого уширения и смещения линии ФМР, возникающий на определенной частоте в нанокристаллических тонких магнитных пленках с размером кристаллитов, превышающим некоторое пороговое значение. Предложено объяснение наблюдаемого эффекта – рассеяние спиновых волн на квазипериодической магнитной структуре, возникающей в тонких магнитных пленках из-за случайной ориентации осей магнитной анизотропии отдельных кристаллитов.
3. Предложены концепция и конструкция микрополоскового магнитометра слабых квазистационарных и высокочастотных магнитных полей с магнито-

Вх. № 287-03/6224/36
от 25.04.2023 г.

чувствительным элементом на основе пленочной многослойной структуры со слабомагнитными прослойками.

В качестве замечаний следует отметить:

1. Выполненные исследования находятся на стыке нескольких дисциплин, таких как, радиофизика, физическая электроника, физика магнитных материалов, физика магнитных явлений. При несомненном соответствии содержания данной работы паспорту специальности 1.3.12. «Физика магнитных явлений», ее практическое изложение оставляет желать лучшего. Материала слишком много (7 глав и 2 приложения) для того, чтобы каждая из обсуждаемых проблем могла быть детально и полностью доказательно изложена. В ряде глав преобладает уклон в инженерный подход и стиль изложения, который допустим, но не является удачным. Так, например, разработка и регистрация программы «MultiLayer» — это полезное дополнение, но не предмет для выводов в докторской диссертации на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.12. «Физика магнитных явлений», а вывод «Предложен оригинальный метод создания с помощью алмазного резца параллельной периодической текстуры…» вызывает удивление для работы на соискание степени доктора физико-математических наук. Кроме того, подобные структуры (слово «текстура» здесь не очень удачно), пусть и полученные другими способами, были в последние годы нередко описаны в отечественной и зарубежной литературе по магнонным кристаллам, гигантскому магнитному импедансу и магнитодинамике сред с высокой магнитной проницаемостью.

   Фактически в работе нет методической главы (в каждой главе есть некоторые методические комментарии), поэтому нет и списка/таблицы использованных образцов с обоснованием выбора состава и особенностей геометрии. Например, хорошо известно, что параметры тонких пленок пермаллоя зависят от рабочего давления аргона при их напылении. В диссертации нет обоснования выбора использованного рабочего давления. Понятие «нанокристаллическая пленка» нигде точно не определено, как и понятие многослойной пленочной структуры – в том виде, как это обычно делается в работах по физике магнитных явлений.

2. При большом количестве приведенных в диссертационной работе источников литературы, особенности выбора литературы для цитирования вызывают целый ряд вопросов. Количество источников цитирования научного консультанта (около 50) и сотрудников того же института вполне можно было сократить без ущерба качеству работы. Понятие «нанокристаллическая пленка» точно не определено, но анализ использованных образцов показывает, что рассматриваемые пленки пермаллоя относятся не к тому классу магнитомягких магнетиков, на которые дается большое количество ссылок в тексте диссертации, сконцентрированных на материалах типа FINEMET.

   В автореферате есть утверждение о том, что «достоверность полученных в диссертации результатов подтверждается соответствием экспериментальным и теоретическим результатам, представленным в открытой печати другими исследователями». В тексте такие сравнения даны в крайте урезанном объеме. Например, если уж конструкция «микрополоскового» магнитометра слабых квазистационарных и высокочастотных магнитных полей выносится в качестве одного из основных достижений, то совершенно необходимо подробное сравнение и приведение ссылок в списке литературы на существующие и подробно описанные в отечественной и зарубежной литературе научные работы.

3. Количество выводов (17 выводов на 4,5 страницах), приведенных в конце диссертации, превышает разумное количество. Часть из них относится к разряду второстепенных, ряд других можно было объединить и обобщить.

Диссертационная работа А.В. Изотова и автореферат хорошо оформлены, хотя и не лишены мелких технических погрешностей (например, в формате литературы). Автореферат отражает содержание диссертации, хотя выводы, приведенные в заключении диссертации и в автореферате даны в различной форме.

Диссертационная работа характеризуется сочетанием хорошего уровня технологической культуры, высокого уровня экспериментальных результатов, теоретического анализа и модельных оценок, она создаёт основу для применения исследованных наноматериалов в электронике и устройствах спинтроники. Это – интересное исследование с хорошей степенью достоверности.

Основное содержание диссертационной работы опубликовано в профильных реферируемых журналах, получен ряд свидетельств о регистрации в Роспатенте программ для ЭВМ. Результаты диссертации обсуждались на отечественных и международных конференциях, автор имеет достаточную репутацию среди магнитологов.

В целом, диссертация по актуальности, новизне, набору использованных экспериментальных и теоретических методик и модельных расчетов, а также по совокупности полученных результатов соответствует требованиям Положения о присуждении ученых степеней ВАК РФ, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора физико-математических наук, а её автор, Изотов Андрей Викторович, заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.12. «Физика магнитных явлений».

Официальный оппонент:
Курляндская Галина Владимировна,
доктор физико-математических наук по специальности 1.3.12. «Физика магнитных явлений», профессор-исследователь кафедры магнетизма и магнитных наноматериалов Института естественных наук и математики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина».

Адрес: 620083, РФ, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19
Тел.: +7 (343) 375-44-44; +7 (912) 262-61-56,
e-mail: galinakurlyandskaya@urfu.ru

«21 апреля» 2023 г. _______________ Г.В. Курляндская/

Сведения об официальном оппоненте

Курляндская Галина Владимировна

Ученая степень: доктор физико-математических наук по специальности 1.3.12. Физика магнитных явлений

Ученое звание: нет

Место работы: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

Должность: профессор-исследователь кафедры магнетизма и магнитных наноматериалов, Институт естественных наук и математики

Адрес: Адрес: 620083, РФ, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19

Тел.: +7 (343) 375-44-44; +7 (912) 262-61-56,

e-mail: galinakurlyandskaya@urfu.ru

Список основных публикаций по теме диссертации за 2019-2023 гг.:

1. Svalov A.V., Makarochkin I.A., Pasynkova A.A., Feshchenko A.A., Kudyukov E.V., Lepalovskii V.N., **Kurlyandskaya G.V.** Magnetic anisotropy of permalloy films prepared by oblique angle magnetron sputtering, Physics of Metals and Metallography, 2022, 123(11), 1068–1074.
2. Svalov A.V., Gorkovenko A.N., Larrañaga A., Volochaev M.N., **Kurlyandskaya G.V.** Structural and magnetic properties of FeNi films and FeNi-based trilayers with out-of-plane magnetization component, Sensors, 2022, 22(21), 8357.
3. Kozlov N.V., Volchkov S.O., Blyakhman F.A., Chestukhin V.V., **Kurlyandskaya G.V.** The Modeling of magnetic detection of iron oxide nanoparticles in the stream of patient-specific artery with stenotic lesion: the effects of vessel geometry and particle concentration, IEEE Transactions on Magnetics, 2022, 58(8), 5100305.
4. Svalov A.V., Buznikov N.A., Mel'nikov G.Y., Bhagat S.M., Larrañaga A., **Kurlyandskaya G.V.** Properties of the arrays of periodic microelements on the basis of permalloy films, Physics of Metals and Metallography, 2022, 123(7), 633–639.
5. Pasynkova A.A., Lepalovskii V.N., Svalov A.V., Volochaev M.N., **Kurlyandskaya G.V.** Magnetic properties and peculiarities of the domain structure of multilayer permalloy-based GMI elements, Physics of Metals and Metallography, 2022, 123(7), 715–720.
6. Melnikov G.Y., Lepalovsky V.N., **Kurlyandskaya G.V.** GMI-detection of a magnetic composite imitating a blood vessel clot, Russian Physics Journal, 2022, 64(10), 1880–1885.
7. Aguilar C.M.M., Svalov A.V., Kharlamova A.A., Shalygina E.E., Larranaga A., Orue I., **Kurlyandskaya G.V.** Magnetic and microwave properties of FeNi thin films of different thicknesses deposited onto cyclo olefin copolymer flexible substrates, IEEE Transactions on Magnetics, 2022, 58(2) 2200105.
8. Svalov A.V., Lepalovskii V.N., Stepanova E.A., Makarochkin I.A., Vas'kovskii V.O., Larañaga A., **Kurlyandskaya G.V.** Characteristic features of magnetization reversal of

exchange coupled Tb–Co/FeNi film structures in a temperature range including the compensation point of the ferrimagnetic layer, Physics of the Solid State, 2021, 63(10), 1558–1563.

9. **Kurlyandskaya G.V.**, Safronov A.P., Shcherbinin S.V., Beketov I.V., Blyakhman F.A., Makarova E.B., Korch M.A., Svalov A.V. Magnetic nanoparticles obtained by electrophysical technique: focus on biomedical applications, Physics of the Solid State, 2021, 63(10), 1447–1461.
10. Buznikov N.A., **Kurlyandskaya G.V.** Magnetoimpedance of Periodic Partly Profiled Multilayer Film Structures, Physics of Metals and Metallography, 2021, 122(8), 755–760.
11. Buznikov N.A., **Kurlyandskaya G.V.** A model for the magnetoimpedance effect in non-symmetric nanostructured multilayered films with ferrogel coverings, Sensors, 2021, 21(15), 5151.
12. Melnikov G.Yu., Lepalovskij V.N., Svalov A.V., Safronov A.P., **Kurlyandskaya G.V.** Magnetoimpedance thin film sensor for detecting of stray fields of magnetic particles in blood vessel, Sensors, 2021, 21(11), 3621.
13. Buznikov N.A., Svalov A.V., **Kurlyandskaya G.V.** Influence of the parameters of permalloy-based multilayer film structures on the sensitivity of magnetic impedance effect, Physics of Metals and Metallography, 2021, 122(3), 223–229.
14. **Kurlyandskaya G.V.**, Blyakhman F.A., Makarova E.B., Buznikov N.A., Safronov A.P., Fadeyev F.A., Shcherbinin S.V., Chlenova A.A. Functional magnetic ferrogels: From biosensors to regenerative medicine, AIP Advances, 2020, 10(12), 125128.
15. Shcherbinin S.V., Svalov A.V., Melnikov G.Yu., **Kurlyandskaya G.V.** Angular dependence of the ferromagnetic resonance parameters of [Ti/FeNi]6/Ti/Cu/Ti/[FeNi/Ti]6 nanostructured multilayered elements in the wide frequency range, Nanomaterials 2020, 10(3), 433.

«21 апреля» _____________ 2023 г. _____________ /Г.В. Курляндская/

Отдел по работе с документами

Подпись _____________
Заверяю: вед. документовед