

ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-
математических наук Перовой Натальи Николаевны
на тему: «Магнитооптическое зондирование наноструктурированных
магнитных материалов»
по специальности 1.3.12 Физика магнитных явлений

Актуальность темы исследования

Уровень развития современных технологий позволяет изготовление искусственных материалов и наноструктур, открывает возможности для управления их свойствами. На сегодняшний день наноматериалы нашли применение и продолжают разрабатываться в качестве устройств квантовой оптики (однофотонные источники излучения и среды для генерации излучения на основе квантовых точек), биосенсоров (плазмонные наноструктурированные подложки для изучения молекул и клеток, наноматериалы для солнечной энергетики, оптоэлектроники и безопасности (сверхчувствительные датчики).

Особое место занимают магнитные наноматериалы, свойствами которых можно управлять магнитным полем или изготавливать наноструктуры с запроецированной намагниченностью или магнитооптическим откликом. Интерес к таким магнитным материалам обусловлен тем, что при переходе в наноразмерное состояние (обычно менее 100 нм) магнитные свойства вещества кардинально меняются по сравнению с объемным аналогом. Этот факт приводит к проявлению новых свойств магнитных материалов, поэтому необходимы исследования, направленные на дальнейшее развитие как материалов, так и методов их изучения и технологий изготовления.

Таким образом, актуальность темы диссертационной работы Перовой Н.Н. сомнений не вызывает.

Общая характеристика работы

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, основных результатов и выводов, списка работ диссертанта по теме диссертации и списка литературы. Общий объем работы составляет 157 страниц, включая 59 рисунков, 6 таблиц и список литературы из 196 наименований.

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи исследования, раскрыта научная новизна и практическая значимость работы, сформулированы положения, выносимые на защиту, приведены сведения о достоверности результатов, апробации и публикациях, а также описаны личный вклад автора и структура диссертации.

Первая глава носит обзорный характер и посвящена анализу современных представлений о наноструктурированных магнитных материалах, включая нанокompозиты, многослойные структуры, аморфные и нанокристаллические системы. Рассматриваются способы получения таких материалов, механизмы формирования их магнитных свойств, роль морфологии, межфазных границ и размерных эффектов.

Во второй главе подробно описаны экспериментальные методики, использованные в работе, включая магнитооптическую Керр-спектроскопию, Керр-микроскопию и вибрационную магнитометрию. Следует отметить, что комплексный подход, основанный на сочетании взаимодополняющих методов, позволяет получить всестороннюю информацию о магнитных свойствах исследуемых систем.

Третья глава посвящена исследованию нанокompозитных и многослойных систем на основе CoFeB и Co/CoO . Рассматриваются концентрационные зависимости, перколяционные переходы, особенности магнитооптического отклика и доменной структуры. Описаны закономерности перехода от суперпарамагнитного к ферромагнитному состоянию и показана роль морфологии и межфазных взаимодействий. Сформулированы выводы, обобщающие полученные результаты.

В четвертой главе представлены результаты исследований аморфных и нанокристаллических материалов. Рассматривается влияние термообработки и поверхностной модификации на магнитные свойства, доменную структуру и процессы перемагничивания. Особое внимание уделено формированию приповерхностной анизотропии и магнитной неоднородности. В конце главы приведены выводы, сформулированные на основе полученных результатов.

В заключении сформулированы основные результаты и выводы диссертационной работы в целом.

Научная новизна и значимость результатов

К научным результатам работы, представляющим особый интерес, следует отнести:

- разработку комплексного подхода к магнитооптическому зондированию, объединяющему Керр-магнитометрию, Керр-спектроскопию и Керр-микроскопию с вибрационной магнитометрией
- установление закономерностей изменения магнитооптического отклика в нанокompозитах при изменении концентрации магнитной фазы;
- выявление концентрационных порогов перехода между суперпарамагнитным, суперферромагнитным и ферромагнитным состояниями;
- установление влияния параметров многослойных структур на спектральные особенности магнитооптического отклика;
- выявление роли приповерхностных эффектов, включая нанокристаллизацию и структурную модификацию, в формировании магнитных свойств аморфных материалов;
- демонстрацию высокой чувствительности магнитооптических методов к локальной магнитной неоднородности.

Полученные результаты обладают научной новизной и представляют интерес для дальнейшего развития фундаментальных исследований в области физики магнитных явлений и магнитооптики, а также для практического использования.

Достоверность результатов

Достоверность полученных результатов обеспечивается использованием комплекса современных экспериментальных методов, взаимным сопоставлением данных магнитооптических и магнитометрических измерений, а также согласованностью полученных результатов с данными, представленными в научной литературе.

Результаты работы апробированы на международных и российских конференциях и опубликованы в рецензируемых научных изданиях.

Замечания и вопросы

При ознакомлении с диссертационной работой возникли следующие замечания:

1. Для интерпретации особенностей в спектральных зависимостях ЭЭК полезен анализ оптических спектров отражения. Позволяет ли методика измерение спектров отражения? Если да, проводился ли анализ корреляции интенсивности отраженной волны и максимумов/минимумов в зависимостях ЭЭК?
2. К выводам на стр. 86: «усиление сигнала в многослойных структурах при толщине слоя в 1 нм происходит за счет интерференционных вкладов. На основании чего сделано утверждение?
3. Возможно ли сосуществование нестехиометрических оксидов кобальта (т.е. с дефицитом кислорода) на границе металл-оксид в гетерофазных композитах $(\text{Co})_x(\text{CoO})_{100-x}$? Существуют ли исследования по магнитооптическим/магнитным свойствам нестехиометрических CoO_{1-x} и $\text{Co}_2\text{O}_{3-x}$?

4. Нет информации о технологии изготовления лент CoSiFeCrAl . К рис. 57с, что известно о характерных размерах сформировавшейся наноструктуры: период, глубина лунок?
5. В тексте присутствуют опечатки и неудачные формулировки. Положение 2 содержит величины концентраций, данные в атомных процентах и процентах, причём используется знак пропорциональности. ЭЭЖ наблюдается для p поляризации, это не отмечено в тексте. Перпендикулярное падение. Обозначения на рис. 21 и в тексте одной и той же характеристики. Рис. 29 и другие рисунки, включая текст “ n ” вместо “ x ”.

Автореферат и публикации автора точно и полностью отражают полученные в диссертационной работе результаты.

Общее заключение по диссертации

Диссертация Перовой Натальи Николаевны является завершённой научно-квалификационной работой, содержащей решение актуальной научной задачи в области физики магнитных явлений, связанной с использованием магнитооптических методов при изучении наноструктурированных магнитных материалов.

Диссертационная работа отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует пп. 3, 4 паспорта специальности 1.3.12 Физика магнитных явлений (по физико-математическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении учёных степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова. Диссертационное исследование оформлено согласно требованиям Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Таким образом, соискатель Перова Наталья Николаевна заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.12 Физика магнитных явлений.

Официальный оппонент:

доктор физико-математических наук, профессор
начальник оптической лаборатории ФГУП «ВНИИА»

Александр Валерьевич Барышев

«28» апреля 2026 г.

ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт автоматики им.
Н.Л. Духова»,
127030, Москва, ул. Сущевская, д. 22,
тел.: +7 (917) 563-88-99, e-mail: baryshev@vniia.ru

Подпись Барышева А.В. удостоверяю

Учёный секретарь спец. дис. совета на базе ФГУП «ВНИИА»

Д 74.1.002.02, к.т.н.

_____ Л.В. Феоктистова