

ОТЗЫВ

официального оппонента Юрасова Алексея Николаевича на диссертацию Лобова Ивана Дмитриевича “Магнитооптика многослойных обменно-связанных наноструктур с гигантскими аномалиями магнитотранспортных свойств”, представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.11 – физика магнитных явлений

Диссертационная работа И.Д. Лобова посвящена изучению важной и перспективной темы – магнитооптике многослойных наноструктур. Наличие в таких системах гигантского магнитосопротивления, гигантского магнитоимпеданса, аномального эффекта Холла, большой магнитооптической активности, аномального оптического поглощения и др. представляет как фундаментальный, так и практический интерес. Объектами исследования в диссертационной работе являются магнитные металлические сверхрешетки и многослойные гетероструктуры металл/полупроводник, в которых были открыты ряд интересных в фундаментальном и практическом смысле эффектов, например, явление гигантского магнитосопротивления (ГМС), составляющего десятки процентов. Материалы с ГМС получили широкое применение в магнитных головках жестких дисков. Данный эффект позволяет на порядки увеличить плотность записи информации. Также можно говорить о фрагментарности данных по магнитооптике таких структур - данная работа ликвидировала данные пробелы. Таким образом, **актуальность** работы не вызывает сомнения.

Диссертация состоит из четырех глав, введения, заключения, списка аббревиатур и списка литературы.

Во введении обоснована актуальность выбранной темы диссертации, четко и грамотно сформулирована цель работы, обозначена ее научная новизна и практическая ценность, личный вклад автора а также

представлена степень апробации, количество публикаций и структура диссертации.

В первой главе, подробно рассмотрены теоретические и экспериментальные методики, используемые в диссертации, способы изготовления и аттестация образцов.

Во второй главе подробно исследованы магнитооптические свойства широкого спектра металлических сверхрешеток.

Третья глава посвящена магнитному упорядочению многослойных структур – сверхрешеток и наногетероструктур – при наличии обменного взаимодействия. Рассмотрена природа и особенности эффектов, основные методы.

Четвертая глава посвящена важной и интересной задаче – исследованию рассеяния электронов проводимости на интерфейсах. Исследованы параметры интерфейсного рассеяния для различных мультислойных наноструктур.

В заключении очень грамотно и полно сформулированы основные выводы работы.

Важно отметить, что диссертационная работа **хорошо структурирована и обладает внутренним единством.**

Научная обоснованность и достоверность полученных результатов обеспечена обоснованностью используемых в работе методов изучения магнитооптических свойств наноструктур, детальным анализом физических явлений и процессов, определяющих эти свойства, корреляцией результатов, полученных на различных образцах, согласием между экспериментально полученными данными и значениями, рассчитанными в рамках общепринятых физических моделей, а также воспроизводимостью результатов.

К наиболее важным результатам диссертационной работы можно отнести следующие:

1. Комплексное исследование высокочастотных свойств сверхрешеток на основе $3d$ -ферромагнетиков Fe и Co с прослойкой из Cu, Al и Cr позволило получить широкий спектр, отсутствовавших раньше, данных по магнитооптическим свойствам данных структур.

2. Наиболее важным экспериментальным результатом, на мой взгляд, является подтверждение, теоретически предсказанной на сверхрешетках Co/Cu, полосы осцилляционного типа, обусловленной обменным расщеплением $3d$ -зоны ГЦК-Co в УФ области спектра

3. Доказано существование косвенного межслоевого обменного взаимодействия в наногетероструктурах Fe/GaAs и Fe/ZnTe.

4. Основным результатом, с точки зрения **практической значимости** является новый метод определения параметров спин-зависящего рассеяния электронов проводимости на интерфейсах металлических слоистых структур, что позволит решать широкий спектр прикладных задач, связанных с разработкой новых материалов спинтроники.

Исходя из вышесказанного, **новизна** работы не вызывает сомнения.

Однако, диссертационная работа не свободна и от ряда замечаний:

1. В диссертации на стр. 25 сказано, что модель JV в рамках теории магниторефрактивного эффекта (МРЭ) разработана в приближении двух независимых токовых каналов, т.е не учитывается рассеяние с переворотом спина, но не обсуждается насколько сильно изменятся результаты, если произвести данный учет.
2. Во второй главе достаточно подробно обсуждается квантовый размерный эффект в рассматриваемых структурах, но не рассматривается роль квазиклассического размерного эффекта.
3. Для удобства чтения перечень основных аббревиатур лучше было представить в начале диссертации. Также непонятно, зачем было

вводить обозначение магнитосопротивления по-английски, если наравне с ней используется русская аббревиатура ГМС.

4. Диссертационная работа написана грамотно, но местами наблюдаются слишком громоздкие подписи к рисункам, например, на странице 217, а иногда слишком краткие, не дающие полной информации, например на странице 151.

Как следует из замечаний, они ни в коей мере не влияют на основные результаты диссертационной работы и, в основном, носят характер пожеланий.

Диссертация И.Д. Лобова представляет собой актуальное и завершённое исследование, выполненное на высоком научном уровне. Результаты исследования хорошо проиллюстрированы и полностью соответствуют поставленной цели исследования. Текст диссертации написан грамотным языком. На все заимствованные материалы и отдельные результаты, принадлежащих другим авторам даны ссылки, а также указан личный вклад автора.

Автореферат диссертации полностью соответствует содержанию работы.

Результаты, вошедшие в диссертацию, опубликованы в ведущих отечественных и зарубежных журналах, доложены на международных и российских конференциях и хорошо известны специалистам. Их можно рекомендовать для использования в организациях РАН, университетах и институтах, например, в ФТИ им. Иоффе РАН, Институте общей физики РАН, Московском, Санкт-Петербургском, Уральском, Тверском и других университетах.

Диссертация И.Д. Лобова полностью соответствует паспорту специальности 01.04.11 – физика магнитных явлений. По спектру решаемых задач и новизне тематики работа, несомненно, относится к разряду докторских.

Таким образом, можно сделать вывод, что диссертационная работа Лобова Ивана Дмитриевича “Магнитооптика многослойных обменно-

связанных наноструктур с гигантскими аномалиями магнитотранспортных свойств” по актуальности, новизне, научному уровню и практической значимости полностью соответствует специальности 01.04.11 – физика магнитных явлений, представляет собой законченную научно-исследовательскую работу, вносящую, как фундаментальный, так и практический, крупный вклад в исследование магнитных наноструктур. Она удовлетворяет всем требованиям ВАК, предъявляемым к докторским диссертациям, п.9 Положения о присуждении ученых степеней, 2013 г., а ее автор, Лобов Иван Дмитриевич, заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.11 – физика магнитных явлений.

Доктор физико- математических наук, профессор кафедры
наноэлектроники Физико-технологического института
МИРЭА-Российский технологический университет
(РТУ МИРЭА)

А.Н. Юрасов

15.11.2018

119454, г. Москва, проспект Вернадского, 78,
МИРЭА-Российский технологический университет
(РТУ МИРЭА)
yurasov@mirea.ru
Телефон: +7 499 215-65-65

Подпись А.Н. Юрасова удостоверяю

Президент РТУ МИРЭА

доктор физ.-мат. наук,

профессор

А.С. Сигов

с отзывом ознакомлен
19.11.2018г. Лобов И.Д.

Сведения об оппоненте

ФИО полностью: **Юрасов Алексей Николаевич**

ученая степень, отрасль наук, специальность с указанием номера:

доктор физико-математических наук, специальность 05.27.01

Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и наноэлектроника, приборы на квантовых эффектах - по физико-математическим наукам.

ученое звание: **доцент**

место работы: **федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «МИРЭА - Российский технологический университет» (РТУ МИРЭА)**

адрес официального сайта в сети «Интернет»: <https://www.mirea.ru/>

почтовый адрес с сайта с индексом: **119454, г. Москва, проспект Вернадского, 78, РТУ МИРЭА**

должность: **профессор кафедры наноэлектроники Физико-технологического института РТУ МИРЭА**

телефон оппонента: **+7 916 914-13-93**

адрес электронной почты: yurasov@mirea.ru

список основных публикаций по теме диссертации за последние 5 лет в рецензируемых научных изданиях :

1. Alexey Yurasov , Elena Gan'shina , Alexey Sokolov, Nikita Granovsky and Daria Zazymkina THE GRANULE SIZE DISTRIBUTION INFLUENCE IN NANOCOMPOSITES ON OPTICAL AND MAGNETOOPTICAL SPECTRA //EPJ Web of Conferences.2018. v.185. 02009.<https://doi.org/10.1051/epjconf/201818502009>.
2. А.Н. Юрасов, А.В. Телегин, Н.С. Банникова, М.А. Миляев, Ю.П. Сухоруков Особенности магниторефрактивного эффекта в многослойной металлической наноструктуре [CoFe/Cu]n//Физика твердого тела. 2018. том 60. вып. 2. с 276-282.
3. Юрасов А.Н., Яшин М.М. ТЕОРИЯ ЭФФЕКТИВНОЙ СРЕДЫ КАК ИНСТРУМЕНТ АНАЛИЗА ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НАНОКОМПОЗИТОВ //Российский технологический журнал. 2018. Том 6. № 2. с.56-66.
4. Telegin, A.V., Barsaume, S., Bessonova, V.A., Sukhorukov, Y.P., Nosov, A.P., Kimel', A.V., Gan'shina, E.A., Yurasov, A.N., Lysina, E.A. Magneto-optical response to tunnel magnetoresistance in manganite films with a variant structure (2018) Journal of Magnetism and Magnetic Materials, 459, pp. 317-321. DOI: 10.1016/j.jmmm.2017

5. Юрасов А.Н. Особенности магниторефрактивного эффекта в наноструктурах// Российский технологический вестник. 2017. т. 5, №2. С.32-39.
6. Юрасов А.Н., Телегин А.В., Сухоруков Ю.П. Модель магниторефрактивного эффекта в манганитах в рамках теории эффективной среды// Физика Твёрдого Тела.2016.т. 58.№4. с. 656-659.
7. Юрасов А.Н. О распределении по размерам гранул в нанокompозитах// Российский технологический вестник.2016.№1(10). С.25-27.
8. Юрасов А.Н. Теоретическое исследование магниторефрактивного эффекта в манганитах// Вестник МГТУ МИРЭА.2015. № 2 (7). С. 316-318.
9. Юрасов А.Н. Магниторефрактивный эффект, как бесконтактный метод исследования функциональных материалов// Материаловедение. 2014. №6. С. 32-38.
10. Sukhorukov Yu.P., Telegin A.V., Bessonov V.D., Gan'shina E.A., Kaul' A.R., Korsakov I.E., Perov N.S., Fetisov L.Yu., Yurasov A.N. Magnetorefractive effect in the $\text{La}_{1-x}\text{K}_x\text{MnO}_3$ thin films grown by MOCVD//Journal of Magnetism and Magnetic Materials. 2014. V.367. P. 53-59.
11. Сухоруков Ю.П., Телегин А.В., Бессонов В.Д., Ганьшина Е.А., Грановский А.Б., Кауль А.Р., Юрасов А.Н. Магнитоотражение и магнитопропускание света в манганитах с КМС// Известия Российской академии наук. Серия физическая. 2013. Т. 77. № 10. С. 14991502.

Сведения удостоверяю

Президент РТУ МИРЭА, академик РАН, доктор физ.-мат. наук,

профессор

А.С. Сигов