

ОТЗЫВ

официального оппонента, д.ф.-м.н., профессора Н.С.Перова
на диссертацию Мусорина Александра Игоревича
"Статическая и фемтосекундная магнитооптика магнитоплазмонных
решеток, магнитофотонных кристаллов и метаповерхностей",
представленную на соискание ученой степени кандидата физико-
математических наук
(специальность 01.04.21 - «Лазерная физика»)

Диссертация Мусорина А.И. посвящена экспериментальному и теоретическому исследованию магнитооптических эффектов в магнитофотонных кристаллах, метаповерхностях и магнитоплазмонных нанорешетках.

Магнитооптические методы исследования прозрачных сред и отражающих поверхностей получили в последние годы широкое распространение благодаря уникальным возможностям получения информации о электронных состояниях твердых тел. При этом исследования с помощью когерентного излучения методами нелинейной оптики и лазерной спектроскопии расширяют круг решаемых задач благодаря возможностям локализации электромагнитного поля и соответствующего увеличения магнитооптических откликов. Несколько слов необходимо сказать об объекте исследования - наноструктурированных системах, открывающих технологические возможности создания оптических устройств для обработки информации. Таким образом, актуальность решаемых в диссертации задач не вызывает сомнений.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, двух дополнительных страниц со списком обозначений и благодарностями, и списка литературы.

Во введении сформулированы цель работы, порядок изложения материала в диссертации, актуальность проблемы и новизна полученных результатов, перечислены используемые в работе методы исследований и

сформулированы защищаемые положения. Также приведена информация об апробации результатов публикациях автора.

В первой главе приводится обзор литературы, посвященной изучаемым эффектам и используемым методам исследований, а также дается характеристика изучаемых объектов. Кроме того, обсуждаются методы численного моделирования оптических и магнитооптических откликов.

Во второй главе описаны результаты моделирования эффекта Фарадея в магнитофотонных кристаллах, в том числе, с фемтосекундным временным разрешением. Результаты расчетов проверены экспериментально, для чего была разработана уникальная методика. Проведен анализ полученных результатов для разных длин волн, в частности показана возможность управления углом поворота плоскости поляризации фемтосекундных импульсов с помощью изменения добротности кристалла и толщины резонатора.

В третьей главе экспериментально доказана возможность многократного усиления магнитооптического отклика гибридной субволновой магнитофотонной поверхности за счет стимуляции "оптического магнетизма". В частности, показано, что магнитооптические эффекты в сильной степени зависят от фазы резонанса и при спектральном перекрытии резонансов суммарная фаза двух вкладов может привести к значительному усилению эффекта, причем в рассмотренной конфигурации образца сигнал в 30 раз превосходил полученный в предыдущей модели. Диссертантом предложено объяснение наблюдаемых эффектов.

В четвертой главе рассмотрены особенности магнитооптических эффектов при пропускании света через регулярный массив золотых наносфер, находящихся внутри магнитного диэлектрического материала. Определены азимутальные зависимости спектров пропускания для

которых проведено сопоставление с результатами теоретических расчетов. Предложено объяснение наблюдаемых аномалий.

В заключении сформулированы основные результаты.

В списке цитируемой литературы приведено 200 наименований, включая публикации автора. Следует отметить, что у Мусорина А.И. 12 работ индексируются в базе данных Scopus, индекс Хирша равен 4 (на момент подготовки отзыва), что для кандидатских работ является очень хорошим показателем.

Научные положения, сформулированные в диссертации, успешно подтверждаются описаниями проведенных экспериментов и расчетов, работа представляет собой законченное научное исследование и выполнена на хорошем научно-методическом уровне. Достоверность результатов подтверждается хорошим совпадением экспериментальных и теоретических результатов. Несомненна новизна результатов, полученных Мусориным А.И. Среди них следует отметить следующие:

- явление усиления магнитооптических эффектов в магнитофотонных метаповерхностях при возбуждении резонансов M_i ;
- экспериментально подтвержденную возможность управления величиной и спектральным положением резонансного магнитооптического эффекта в двумерных магнитоплазменных решетках в условиях резонансного возбуждения локализованных плазмонов, волноводных мод и их гибридизацией с дифракционными максимумами;
- разработку экспериментальной установки для измерения фемтосекундной динамики эффекта Фарадея.

К достоинствам диссертационной работы следует отнести гармоничное сочетание решаемых задач различного типа - методических, расчетных, экспериментальных и теоретических. Мусорин А.И. показал высокую

квалификацию как при разработке и проведении экспериментов, при численном моделировании, так и при анализе результатов.

К сожалению, в работе имеется ряд недостатков, связанных как с оформлением, так и нечеткими формулировками.

1. Так, в магнитооптике, магнитооптическими эффектами Керра называют эффекты, связанные с изменением параметров отраженного света, в отличие от электрооптических эффектов Керра, которые регистрируются на прохождение. Использование в диссертации выражений "магнитооптический эффект Керра" применительно к проходящему свету без специальных оговорок мне кажется неправильным.

2. Отмечая в автореферате личный вклад диссертант пишет о наладке экспериментальных установок и автоматизации эксперимента, написании программ, но в тексте диссертации об этой работе не говорится, что, на мой взгляд, для экспериментальной работы является недостатком.

3. В тексте диссертации отсутствуют описание личного вклада и ссылки по тексту диссертации на публикации диссертанта.

4. Имеется ряд опечаток в тексте диссертации:

Оглавление, глава 1, заголовок раздела 3, написано "магинтооптического" вместо "магнитооптического" (аналогично на стр.70);

на стр.6, 3 стр.сверху написано "магнитнофотонные" вместо "магнитофотонные";

на стр. 97, стр.9 сверху написано "спекстроскопических" вместо "спектроскопических";

на стр.97, стр.2-4 снизу написано "Поляризация излучения ... повернута" вместо "Плоскость поляризации излучения ... повернута";

на стр.100 , стр.1 сверху написано "светоделителя" вместо "светоделителя";

на стр.104, 14 стр.снизу написано "перестаривается" вместо "перестраивается";

на стр.109, в подписи к рисунку 54 написано "диамтером" вместо "диаметром";

на стр.113, в подписи к рисунку 57 написано "фотоэлектонный" вместо "фотоэлектронный";

на стр.118, 7 стр.снизу написано "кривой насыщения" вместо "кривой намагничивания";

Указанные замечания не умаляют значимости выполненного исследования и новизны полученных результатов. Диссертация отвечает критериям, установленным Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова к работам подобного рода в пп. 2.1-2.5 "Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова".

Результаты, защищаемые Мусориным А.И., полностью опубликованы, автореферат адекватно отражает содержание диссертации.

Диссертация А.И. Мусорина "Статическая и фемтосекундная магнитооптика магнитоплазмонных решеток, магнитофотонных кристаллов и метаповерхностей" является законченной научно-квалификационной работой, а ее автор безусловно заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.21 - «лазерная физика».

Официальный оппонент:

доктор физико-математических наук, профессор

зав.кафедрой магнетизма

физического факультета Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования «Московский
Государственный университет имени М.В.Ломоносова»

Перов Николай Сергеевич

Подпись Н.С.Перова удостоверяю

Декан

физического факультета МГУ
профессор



Сысоев Н.Н.

Контактные данные:

тел.: 7(495)9391847, e-mail: perov@physics.msu.ru

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена
диссертация:

01.04.11 – физика магнитных явлений

Адрес места работы:

119991, Москва, ГСП-1, Ленинские горы, д.1, стр. 2, Московский
государственный университет имени М.В.Ломоносова, физический
факультет

тел.: 7(495)9391847, e-mail: perov@physics.msu.ru

Оппонент

Фамилия, имя, отчество: Перов Николай Сергеевич

Шифр и наименование специальности, по которой защищена диссертация:

01.04.11 - физика магнитных явлений

Уч. степень, уч. звание: доктор физико-математических наук, профессор

Место работы, подразделение и должность: физический факультет МГУ,
зав.кафедрой магнетизма

Даю свое согласие на публикацию предоставленных в настоящем

заявлении моих персональных данных на сайте МГУ имени

М.В.Ломоносова istina.msu.ru, а также их хранение и использование в
целях, связанных с обеспечением процедуры предстоящей защиты и
последующей отчетности о деятельности диссертационного совета.

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

1. Characteristics of Co_3O_4 and cobalt nanostructured microspheres: morphology, structure, reduction process and magnetic properties / N. Shatrova, A. Yudin, V. Levina et al. // *Materials Research Bulletin*. — 2018. — Vol. 99. — P. 189–195.
2. Influence of oxygen vacancies on magnetic and transport properties of thin $\text{Zn}_{1-x}\text{Co}_x\text{O}$ films / A. A. Lotin, A. S. Kuz'mina, O. A. Novodvorskyy et al. // *EPJ Web of Conferences*. — 2018. — Vol. 185. — P. 06013–10.
3. Superconductivity, magnetoresistance, magnetic anomaly and crystal structure of new phases of topological insulators Bi_2Se_3 and Sb_2Te_3 / V. A. Kulbachinskii, S. G. Buga, N. R. Serebryanaya et al. // *IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series*. — 2018. — Vol. 969. — P. 012152–1–012152–5.
4. Elaboration, characterization and magnetic properties of cobalt nanoparticles synthesized by ultrasonic spray pyrolysis followed by hydrogen

reduction / S. Nadezda, Y. Andrey, L. Vera et al. // *Materials Research Bulletin*. — 2017. — Vol. 86. — P. 80–87 –80–87.

5. Magnetism and magnetooptics features of $\text{Zn}_{1-x}\text{Co}_x\text{O}$ thin films grown by pulsed laser deposition / A. S. Kuz'mina, A. A. Lotin, O. A. Novodvorsky et al. // *Materials Chemistry and Physics*. — 2017. — Vol. 198. — P. 291–296.

6. The stress components effect on the Fe-based microwires magnetostatic and magnetostrictive properties / V. Rodionova, I. Baraban, K. Chichay et al. // *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*. — 2017. — Vol. 422. — P. 216–220.

7. Magnetic structure and magnetic properties of nanocrystalline and amorphous Fe–Zr–N films / E. N. Sheftel, E. V. Harin, V. A. Tedzhetov et al. // *Physica B: Condensed Matter*. — 2016. — Vol. 494. — P. 13–19.

8. Above room temperature ferromagnetism in Co- and V-doped TiO_2 - δ - revealing the different contributions of defects and impurities /

A. S. Semisalova, Y. O. Mikhailovsky, A. Smekhova et al. // *Journal of Superconductivity and Novel Magnetism*. — 2015. — Vol. 28. — P. 805–811.

9. Experimental setup for investigating topochemical transformations of ferromagnetic nanoparticles / P. A. Chernavskii, B. S. Lunin, R. A. Zakharyan et al. // *Instruments and Experimental Techniques*. — 2014. — Vol. 57, no. 1. — P. 78–81.

10. Magnetorefractive effect in the $\text{La}_{1-x}\text{K}_x\text{MnO}_3$ thin films grown by MOCVD / Y. P. Sukhorukov, A. V. Telegin, V. D. Bessonov et al. // *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*. — 2014. — Vol. 367. — P. 53–59.