

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.063.02,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ЦЕНТРА «ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ  
ИМ. А.М. ПРОХОРОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»  
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ  
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 19 апреля 2021 г. № 146.

О присуждении Кожаеву Михаилу Александровичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Генерация спиновых волн сверхкороткими лазерными импульсами в диэлектрических магнитных материалах» по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния принята к защите 21 декабря 2020 (протокол заседания №142) диссертационным советом Д 002.063.02 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук» (119991 Москва, ул. Вавилова, 38, совет создан приказом Рособрнадзора № 2048-1308 от 19 октября 2007 г.).

Соискатель Кожаев Михаил Александрович 1989 года рождения. В 2013 году соискатель окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет».

В 2018 году соискатель окончил аспирантуру ИОФ РАН по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния. Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов выдано ИОФ РАН в 2019 г. В настоящее время работает в должности младшего научного сотрудника в Теоретическом

отделе Института общей физики им. А.М. Прохорова РАН. Диссертация выполнена в Теоретическом отделе ИОФ РАН.

Научный руководитель – Белотелов Владимир Игоревич, доктор физико-математических наук, профессор РАН, доцент кафедры фотоники и физики микроволн физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова.

Научный консультант – Звездин Анатолий Константинович, доктор физико-математических наук, профессор, главный научный сотрудник Теоретического отдела ИОФ РАН.

Официальные оппоненты:

Мишина Елена Дмитриевна, доктор физико-математических наук, профессор кафедры нанoeлектроники РТУ МИРЭА;

Калашникова Александра Михайловна, PhD (признаваемая в РФ как равная степени кандидата физ.-мат. наук), ведущий научный сотрудник Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе РАН

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики металлов имени М.Н. Михеева Уральского отделения Российской академии наук в своем положительном заключении, подписанном Носовым Александром Павловичем, доктором физико-математических наук, заведующим лабораторией нанокompозитных мультиферроиков, утвержденном директором Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физики металлов имени М.Н. Михеева Уральского отделения Российской академии наук, академиком РАН Мушниковым Николаем Варфоломеевичем, указала, что диссертация Кожаева М.А. соответствует требованиям ВАК, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

В отзыве указаны следующие замечания:

1. В работе делается вывод о возможности управления эффективностью

возбуждения поверхностных и обратных МСВ в диэлектрических магнитных пленках посредством управления размером области оптической накачки образца. Недостаточно подробно описано и проанализировано влияния толщины пленки на наблюдаемые эффекты, поскольку именно толщина определяет, в частности, величину оптических потерь, спектры МСВ, различные резонансные эффекты, многократное отражение и т.д.

2. В работе отсутствует прямое сравнение и подтверждение эффективности образования МСВ оптическим методом с традиционно используемым СВЧ-методом, а так же в зависимости от размеров пятна лазера.

3. В работе, в значительной степени, связанной с исследованиями оптических характеристик за исключением краткого параграфа 1.4.2, отсутствуют экспериментальные данные об оптических свойствах исследуемых образцов (например, спектральные зависимости поглощения и эффекта Фарадея), а так же не приведено обоснование выбора параметров возбуждающего и зондирующего пучков с учетом оптических свойств конкретных составов исследованных пленок.

4. Следует отметить следующие недостатки в оформлении диссертации.

Не всегда правильно использована терминология.

Страница 16, строка 3 снизу «... линии соответствуют симуляции на основе уравнения Ландау-Лифшица».

Страница 22, строка 6 сверху «...подрешетки редкой земли...».

В тексте диссертации имеются неудачные формулировки.

Например, страница 44, строки 11-12 снизу «Это связано с большой толщиной пленки по отношению к радиусу импульса накачки».

Страница 62, строка 2 сверху «вклад *HIFE* в возбуждение намагниченности пренебрежимо мал по сравнению с входом других компонентов...»

Страница 65, строка 8 снизу «... с изменением угла азимута света



накачки».

В диссертации не везде исправлены отпечатки. Например, стр. 60, строка 10 снизу «Из-за импульса  $HIFE(t)$  Намагниченность образца...».

Соискатель имеет 32 опубликованных работы, в том числе по теме диссертации опубликовано 5 работ, из них в рецензируемых научных изданиях из перечня ВАК опубликовано 5 работ.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Чернов А.И., Кожяев М.А., Ветошко П.М., Додонов Д.В., Прокопов А.Р., Шумилов А.Г., Шапошников А.Н., Бержанский В.Н., Звездин А.К., Белотелов В.И. Локальное зондирование магнитных пленок с помощью оптического возбуждения магнитостатических волн // Физика твердого тела.—2016.—Т. 58, № 6.—С. 1093-1098.
2. Chernov A.I., Kozhaev M.A., Savochkin I.V., Dodonov D.V., Vetoshko P.M., Zvezdin A.K., Belotelov V.I. Optical excitation of spin waves in epitaxial iron garnet films: MSSW vs BVMSW // Optics letters.—2017.—Vol. 42, no. 2.—P. 279-282.
3. Savochkin I.V., Jackl M., Belotelov V.I., Akimov I.A., Kozhaev M.A., Sylgacheva D.A., Chernov A.I., Shaposhnikov A.N., Prokopov A.R., Berzhansky V.N., Yakovlev D.R., Zvezdin A.K., Bayer M. Generation of spin waves by a train of fs-laser pulses: a novel approach for tuning magnon wavelength // Scientific Reports.—2017.—Vol. 7, no. 1.—P. 5668.
4. Kozhaev M.A., Chernov A.I., Sylgacheva D.A., Shaposhnikov A.N., Prokopov A.R., Berzhansky V.N., Zvezdin A.K., Belotelov V.I. Giant peak of the inverse faraday effect in the band gap of magnetophotonic microcavity // Scientific reports.—2018.—Vol. 8, no. 1.—P. 11435.
5. Chernov A.I., Kozhaev M., Khramova A., Shaposhnikov A.N., Prokopov A.R., Berzhansky V.N., Zvezdin A.K., Belotelov V.I. Control of the phase of the magnetization precession excited by circularly polarized femtosecond-laser pulses // Photonics Research. —2018.—Vol. 6, no. 11.—P. 1079-1083.

На автореферат диссертации поступило два отзыва:

1. Из Федерального государственного бюджетного образовательное учреждения высшего образования «Санкт-Петербургского государственного университета», подписал отзыв руководитель научной группы «Информационная фотоника» старший преподаватель кафедры фотоники физического факультета, кандидат физико-математических наук Капитонов Юрий Владимирович. Отзыв положительный, содержит два замечания.

Во-первых, в описании третьей главы не приведена добротность резонатора (Q-фактор), ожидаемая для используемой структуры по результатам теоретического моделирования. Таким образом, не представляется возможным сравнить кратность увеличения обратного эффекта Фарадея с увеличением амплитуды электромагнитного поля в резонаторе.

Во-вторых, в четвертой главе указано, что большей вариации начальной фазы прецессии намагниченности можно достичь в пленках с большой магнитной анизотропией, однако не указано, какие существуют пути для ее увеличения.

2. Из Института физики молекул и кристаллов – обособленного структурного подразделения Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, подписал отзыв заведующий лабораторией теоретической физики, доктор физико-математических наук Гареева Зухра Владимировна. Отзыв положительный, замечаний нет.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что официальные оппоненты и сотрудники ведущей организации широко известны своими достижениями в соответствующей области науки и способны оценить научную и практическую значимость рассматриваемой в диссертации проблему.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

реализован метод определения локальных констант кубической и одноосной анизотропии в пленках магнитных диэлектриков, основанный на анализе зависимости спектра магнитостатических волн от азимутального угла поворота образца относительно магнитного поля;

разработан способ оптической генерации поверхностных и обратных объемных магнитостатических спиновых волн в магнитных диэлектриках, позволяющий варьировать соотношение начальных амплитуд спиновых волн в пленке феррита-граната толщиной 3,6 мкм в диапазоне от 1:2 до 1,25:1 при изменении диаметра пятна накачки от 5 до 17 мкм;

реализован метод управления фазой оптически генерируемой спиновой волны (до 15 градусов) путем изменения азимутального угла падения импульса накачки в пределах от  $-\pi/2$  до  $\pi/2$ ;

продемонстрировано пятикратное локальное усиление обратного магнитооптического эффекта Фарадея в магнитооптическом микрорезонаторе, окруженном брэгговскими зеркалами, на резонансной длине волны накачки структуры 640 нм;

реализована экспериментальная методика для исследования обратных магнитооптических эффектов с использованием лазерных импульсов с различными длинами волн в каналах накачки (500-700 нм) и зондирования (820 нм).

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

изучены механизмы управления типом и свойствами спиновых волн, оптически возбуждаемых посредством обратного эффекта Фарадея.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработана методика для анализа локальных параметров магнитокристаллической анизотропии тонких пленок магнитных диэлектриков с пространственным разрешением около 7 мкм;



предложен способ увеличения эффективности оптического возбуждения спиновых волн за счет применения брэгговских зеркал, окружающих магнитный слой, который позволяет увеличить амплитуду возбуждаемой обратной объемной магнитостатической спиновой волны в 2,6 раза в сравнении с аналогичной магнитной плёнкой без брэгговских зеркал.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что: экспериментальные данные получены с помощью современного научного оборудования, с использованием известных отработанных методов; показана воспроизводимость результатов; экспериментальные результаты хорошо согласуются с численными расчетами и литературными данными, а их интерпретация базируется на современных теоретических представлениях.

Личный вклад соискателя состоит в активном участии в постановке целей и задач исследований в рамках данной диссертации, в создании экспериментальных установок для исследования прямых и обратных магнитооптических явлений, в проведении экспериментальных измерений, в обработке и интерпретации полученных данных, в апробации результатов на конференциях и в подготовке публикаций по выполненной работе.

На заседании 19 апреля 2021 г. диссертационный совет принял решение присудить Кожаеву Михаилу Александровичу. ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за « 18 », против « 0 », недействительных бюллетеней « 1 ».

Председатель диссертационного совета  
член-корреспондент РАН



С.В. Гарнов

Ученый секретарь диссертационного совета  
канд. физ.-мат. наук

А.А. Ушаков

21 апреля 2021 г.