

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.133.01,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТА ФИЗИКИ  
МЕТАЛЛОВ ИМЕНИ М.Н. МИХЕЕВА УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК (ИФМ УрО РАН)  
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ  
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ  
НАУК**

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 02.12.2022, № 18

О присуждении Теплову Валентину Сергеевичу, гражданину России, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Возбуждение и распространение слабозатухающих магнитных колебаний в пленках железо-иттриевого граната» по специальности 1.3.12. Физика магнитных явлений принята к защите 16.09.2022, протокол № 14, диссертационным советом 24.1.133.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физики металлов имени М.Н. Михеева Уральского отделения Российской академии наук (ИФМ УрО РАН), Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 620108, Екатеринбург, ул. С. Ковалевской, 18, приказы Минобрнауки РФ № 714/нк от 02.11.2012 и № 188/нк от 26.02.2015.

Соискатель Теплов Валентин Сергеевич, 1987 года рождения, в 2011 году окончил Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по специальности «Физика». Теплов В.С. освоил программу подготовки научно-педагогических кадров в очной аспирантуре при Федеральном

государственном бюджетном учреждении науки Институте физики металлов имени М.Н. Михеева УрО РАН, г. Екатеринбург, год окончания аспирантуры 2021, работает в должности младшего научного сотрудника лаборатории магнитных полупроводников Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физики металлов имени М.Н. Михеева УрО РАН, г. Екатеринбург.

Диссертация выполнена в лаборатории магнитных полупроводников Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физики металлов имени М.Н. Михеева Уральского отделения РАН, г. Екатеринбург.

Научный руководитель – кандидат физико-математических наук, Бессонов Владимир Дмитриевич, старший научный сотрудник лаборатории магнитных полупроводников Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физики металлов имени М.Н. Михеева УрО РАН, г. Екатеринбург.

#### Официальные оппоненты:

- 1) Гареева Зухра Владимировна, доктор физико-математических наук, заведующая лабораторией теоретической физики Института физики молекул и кристаллов Уфимского научного центра Российской академии наук (ИФМК УНЦ РАН), г. Уфа;
  - 2) Садовников Александр Владимирович, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры физики открытых систем Института физики Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского (ФГБОУ ВО «СГУ имени Н. Г. Чернышевского»), г. Саратов
- дали положительные отзывы на диссертацию В.С. Теплова.

Ведущая организация Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», (ФГАОУ ВО «УРФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» ) г. Екатеринбург в

своем положительном заключении, подписанном Памятных Лидией Алексеевной, кандидатом физико-математических наук, заведующей лабораторией магнитной доменной структуры, указала, что «диссертационная работа Теплова В.С. является законченной научно-квалификационной работой, а полученные результаты имеют практическую значимость для разработки новых СВЧ-устройств. Содержание диссертации полностью соответствует паспорту специальности 1.3.12. Физика магнитных явлений.

Автореферат правильно отражает содержание диссертации и изложенные в ней результаты.

По актуальности темы исследования, научной новизне, практической значимости и достоверности полученных результатов, обоснованности выводов и положений представленная диссертационная работа «Возбуждение и распространение слабозатухающих магнитных колебаний в пленках железо - иттриевого граната» полностью удовлетворяет требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Теплов Валентин Сергеевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.12. Физика магнитных явлений».

Соискатель имеет 14 (8.2 п.л.) опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 13 работ, из них статей, опубликованных в рецензируемых российских и зарубежных научных изданиях и входящих в перечень ВАК – 4 (1 статья опубликована в издании, не входящем в перечень ВАК), тезисов докладов в материалах российских и международных конференций – 8.

В результате проведённых исследований автором были решены задачи по экспериментальному и теоретическому анализу процессов возбуждения и распространения слабозатухающих магнитных колебаний в пленках железо - иттриевого граната.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Бессонов В.Д. Особенности распространения неотраженной волны в дефектных пленках ЖИГ / В. Д. Бессонов, В. С. Теплов, А. В. Телегин // Журнал радиоэлектроники. — 2019. — №10. — С. 4.

2. Micromagnetic modeling of autoresonance oscillations in yttrium-iron garnet films / V. S. Teplov, V. D. Bessonov, S. V. Batalov, A. V. Telegin // Journal of Physics: Conference Series. — 2019. — Vol. 1389. — P. 12141—12147.

3. 150-Degree Nonlinear Magnetic Oscillations in YIG Films / V. S. Teplov, V. D. Bessonov, S. V. Batalov, A. V. Telegin // Journal of Superconductivity and Novel Magnetism. — 2022. — Vol. 35. — P. 1389—1395.

4. Теплов В.С. Численное моделирование поведения намагниченности в одноосных магнитных пленках / В.С. Теплов, В.Д. Бессонов, А.В. Телегин // Журнал радиоэлектроники. — 2022. — №7. — С. 11.

На диссертацию и автореферат поступило 8 отзывов:

1. От к.ф.-м-н. Шапаевой Татьяны Борисовны, доцента кафедры магнетизма физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, г.Москва.

Замечание: «Отсутствие связи цветов и интенсивности сигнала Мандельштам-Бриллюэновского рассеяния света на рис. 3(а) и (б). Кроме того, на этом рисунке не указано положение дефектов, хотя упоминание о них в подписи к рисунку есть. Возможно, дефекты на рисунке отмечены, но на черном фоне они не видны.»

2. От д.ф.-м. наук, Исхакова Рауфа Садыковича, г.н.с., профессора Института физики им. Л.В. Киренского СО РАН, г. Красноярск.

Без замечаний.

3. От д.ф.-м. наук, Бержанского Владимира Наумовича, профессора Физико-технического института ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», г. Симферополь.

Замечание 1: «В защищаемом положении 1 говорится о величине угла между искусственно созданной линией дефектов и внешним магнитным полем. Однако ни в самом положении, ни автореферате в целом, не представлена информация о природе и структуре данных дефектов».

Замечание 2: «При написании химической формулы подложки гадолиний-галлиевого граната на стр. 9 допущена опечатка  $Ga_3Gd_5O_{12}$ , правильно  $Gd_3Ga_5O_{12}$ . На цветовых 2D диаграммах (рис. За,б) было бы хорошо представить шкалу цвета для интерпретации интенсивности».

4. От к.ф.-м.-н. Назарова Владимира Николаевича с.н.с. лаборатории теоретической физики ИФМК УФИЦ РАН г.Уфа.

Без замечаний.

5. От к.ф.-м.-н., Кузьмина Дмитрия Александровича, доцента кафедры радиофизики и электроники ФГБОУ ВО «Челябинского государственного университета», г. Челябинск.

Замечание: «Термин «неотраженная волна» не является общеупотребимым и его смысл не раскрыт в автореферате. Имеет ли тут место аналогия с термином «нарушенное полное внутренне отражение» - методом, используемом для возбуждения поверхностных плазмон-поляритонов, который заключается в том, что в ситуации, когда должен наблюдаться эффект полного внутреннего отражения от границы раздела двух сред, он не наблюдается из-за резонансного возбуждения поверхностных электромагнитных мод или диссипативных процессов в одном из материалов?»

6. От к.ф.-м.-н., Филановича Антона Николаевича, доцента кафедры физики ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург.

Без замечаний.

7. От д.ф.-м.н. Самардака Александра Сергеевича доцента, Проректора по научной работе ФГАОУ ВО «Дальневосточного федерального университета», г. Владивосток.

Без замечаний.

6. От PhD (признается в РФ как степень к.ф.-м-н.), Калашниковой Александры Михайловны, и.о. в.н.с. заведующей лабораторией физики ферроиков Физико-технического института им. А.Ф. Иоффе и к.ф.-м.н.,

Шелухина Леонида Андреевича, н.с. лабораторией физики ферроиков Физико-технического института им. А.Ф. Иоффе.

Замечание 1: «На рис. 1 (б) показаны данные интенсивности неотражённой волны как функции мощности возбуждающего поля в диапазоне мощностей СВЧ до 0.1 мВт. В тексте на стр. 10, ссылаясь на этот рисунок, автор пишет о линейном поведении интенсивности неотражённой волны уже в диапазоне мощностей уже до 1 мВт. Кроме того, показанная зависимость не выглядит линейной, в частности, есть участок, где при ненулевой мощности возбуждающего поля неотражённая волна не возбуждается.»

Замечание 2: «В тексте встречаются жаргонизмы («...на эксперименте наблюдается...») и опечатки. Кроме того, встречается ряд субъективных определений характеристик наблюдаемых явлений, например, «слабозатухающая спиновая волна.»

Выбор официальных оппонентов доктора физико-математических наук, З.В. Гареевой и кандидата физико-математических наук А.В. Садовникова, а также ведущей организации Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», (ФГАОУ ВО «УРФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина») г. Екатеринбург обосновывается публикациями оппонентов, тематикой структурного подразделения ведущей организации, относящимися к сфере исследований, которым посвящена диссертация.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

1. На основании экспериментальных данных Мандельштам-Бриллюэновского рассеяния света были определены амплитудно-частотная характеристика, длина волны, величина и направление групповой скорости, направление фазовой скорости и длина свободного пробега неотраженной волны в пленках железо-иттриевого граната (ЖИГ), возбуждаемой в линейном режиме при критической величине угла между линией дефектов и внешним магнитным полем, равной 43 градуса, на частоте возбуждения 4.34 ГГц.

2. Установлено, что скорость распространения и длина свободного пробега неотраженной волны в пленке ЖИГ превосходит соответствующие параметры для поверхностной магнитостатической и каустических спиновых волн, возбуждаемых в пленке, при этом неотраженная волна распространяется за пределами формирующей ее структуры дефектов.

3. На основе решения уравнения Ландау-Лифшица-Гильберта методом микромагнитного моделирования установлены условия авторезонансного возбуждения нелинейных колебаний намагниченности в толще пленки ЖИГ с перпендикулярной магнитной анизотропией.

4. Показано, что метод микромагнитного моделирования позволяет учесть влияние дипольного взаимодействия, затухание Гильберта и определить условия авторезонансного возбуждения нелинейных колебаний намагниченности в пленках ЖИГ, имеющих ориентацию [100], [111], [210].

5. Установлено, что для возбуждения нелинейных колебаний намагниченности в пленках ЖИГ необходимо изменять частоту поля накачки величиной 1 Э со скоростью в пределах  $(2.0 - 4.0) \times 10^{16}$  Гц/с, при этом максимальный угол отклонения намагниченности от равновесного положения в толще пленки достигает  $160^\circ$ .

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что** полученные в работе данные о свойствах неотраженной волны продемонстрировали возникновение нового слабозатухающего волнового процесса, характеризующегося большей длиной пробега и групповой скоростью в линейном режиме возбуждения и обусловленного анизотропией распространения магнитостатических волн в пленках ЖИГ. Результаты микромагнитного моделирования продемонстрировали возможность авторезонансного возбуждения нелинейных колебаний намагниченности в пленках ЖИГ малым полем накачки, чем существенно дополнили существующую теорию данного явления.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что они дополняют существующие представления о способах энергоэффективного возбуждения и распространения магнитных колебаний в пленках ЖИГ: свойства неотраженной волны показывают перспективность ее использования для передачи информации в магнитных СВЧ-устройствах, а моделирование авторезонансного метода возбуждения нелинейных колебаний намагниченности малыми полями позволило определить условия экспериментального наблюдения эффекта в реальных магнитных пленках.**

**Оценка достоверности результатов исследования выявила, что** представленные результаты получены с использованием широко апробированных методов для расчета и теоретической интерпретации полученных экспериментальных данных, использованием современных приборов для изучения спин-волновых возбуждений в магнетиках. Анализ и трактовка полученных результатов выполнены с использованием актуальных общепризнанных методик в рамках современных физических моделей, не противоречат и согласуются с ранее опубликованным данным. Результаты диссертации были опубликованы в рецензируемых научных изданиях и широко представлены на научных конференциях высокого уровня.

**Личный вклад соискателя состоит** в том, что автор совместно с научным руководителем к.ф.-м.н. Бессоновым Владимиром Дмитриевичем участвовал в постановке цели и задач исследований, проводил эксперименты на установке Мандельштам-Бриллюэновского рассеяния света. Автор самостоятельно разработал модель пленки железо-иттриевого граната и код для моделирования авторезонансного возбуждения колебаний намагниченности в данной модели в программном пакете MiMax3, лично провел численные расчеты и проанализировал полученные данные, участвовал в обсуждении и презентации всех полученных результатов, написании статей и тезисов докладов.

Диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, посвящённую решению актуальной задачи по экспериментальному и теоретическому исследованию процессов возбуждения и распространения слабозатухающих магнитных колебаний в линейном и не линейном режиме в пленках железо-иттриевого граната, и соответствует критериям «Положения о присуждении ученых степеней» в редакции, утвержденной Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 с изменениями от 20.03.2021 № 426.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было.

На заседании 02.12.2022, проведённом в очном режиме, диссертационный совет принял решение присудить Теплову Валентину Сергеевичу учёную степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации 1.3.12. Физика магнитных явлений, 6 докторов наук по специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния, 6 докторов наук по специальности 2.6.1. Металловедение и термическая обработка металлов, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту – нет, проголосовали: «за» – 19, «против» – нет, «недейств.» – нет.

Председатель диссертационного совета,  
доктор физ.-мат. наук

В.В. Устинов

Ученый секретарь диссертационного совета,  
доктор физ.-мат. наук

Т.Б. Чарикова

05 декабря 2022 г.