

Заключение

диссертационного совета Д 212.141.17, созданного на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 19 июня 2019 г. № 5

О присуждении Тун Тун Лин, гражданину Республики Союза Мьянма, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Разработка методов стабилизации частот магнитных колебаний и волн в ферритовых пленках относительно изменения температуры и химического состава» по специальности 01.04.07 — Физика конденсированного состояния принята к защите 17.04.2019 г. (протокол заседания № 3) диссертационным советом Д 212.141.17, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 105005, г. Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1, приказ № 105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель Тун Тун Лин, 1988 года рождения.

В 2013 году соискатель окончил магистратуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана» по направлению подготовки «Конструирование и технология электронных средств», в 2018 году – аспирантуру по направлению подготовки 03.06.01 – Физика и астрономия. В настоящее время соискатель является стажером кафедры проектирования и технологии производства электронных приборов Калужского филиала МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Диссертация выполнена на кафедре проектирования и технологии производства электронных приборов Калужского филиала ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (нацио-

нальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук Шагаев Владимир Васильевич, Калужский филиал ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», профессор кафедры проектирования и технологии производства электронных приборов.

Официальные оппоненты:

Головнев Юрий Филиппович доктор физико-математических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого», профессор кафедры общей и теоретической физики;

Никифоров Дмитрий Константинович, кандидат физико-математических наук, доцент, Калужский филиал федерального государственного образовательного бюджетного учреждения высшего образования «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», заместитель директора по научной работе дали положительные отзывы на диссертацию.

В то же время официальные оппоненты сделали ряд критических замечаний, на которые соискатель ученой степени Тун Тун Лин дал убедительные разъяснения.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского», г. Брянск, в своем положительном отзыве, подписанном Горбачевым Василием Ивановичем, кандидатом физико-математических наук, доктором педагогических наук, профессором, директором Естественно-научного института ФГБОУ ВО «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского», Новиковым Владимиром Васильевичем, доктором физико-математических наук, профессором, директором УИЦ «Брянская физическая лаборатория» Естественно-научного института ФГБОУ ВО «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского», профессором кафедры экспериментальной и теоретической физики физико-математического факультета; Поповым Павлом Аркадьевичем, доктором физико-математических наук, доцентом,

профессором кафедры экспериментальной и теоретической физики физико-математического факультета, и утвержденном Антюховым Андреем Викторовичем, доктором филологических наук, профессором, ректором, указала, что диссертация Тун Тун Лин, посвященная разработке методов, повышающих стабильность частотных характеристик устройств, работа которых основана на явлении возбуждения и распространения магнитостатических спиновых волн в ферритовых пленках, актуальна и представляет большой интерес как с общефизической, так и с прикладной точек зрения. Она является законченной научно-квалификационной работой, в которой исследована возможность использования размагничивающего поля и поля кристаллографической магнитной анизотропии ферритовой пленки для стабилизации частот магнитных колебаний и волн. Научная новизна результатов диссертационной работы заключается в разработке математических моделей, которые позволяют анализировать и прогнозировать влияние кристаллографической ориентации ферритовой пленки и ориентации намагничивающего поля относительно плоскости пленки и ее кристаллической решетки на частотные характеристики возбуждений в магнитной подсистеме феррита. Результаты диссертации могут быть использованы в исследовательских лабораториях, изучающих пленочные ферриты, на предприятиях, в научно-исследовательских центрах и институтах, занимающихся разработкой функциональных СВЧ-устройств, (таких как АО «НПП «Исток», НИИ «Феррит-Домен», ОАО «Завод Магнетон», АО «НПП «Фаза», МИРЭА, МФТИ, С.-ПГТУ, ИРЭ РАН и т.п.).

Критические замечания, высказанные в отзыве ведущей организации, Тун Тун Лин подробно прокомментировал.

Соискатель имеет 14 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 14 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликованы 7 работ. Общий объем опубликованных работ по теме диссертации 4,0 п. л., из которых 1,62 п. л. принадлежат лично соискателю. Требования п.п. 11 и 13 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемые к публикации основных научных результатов диссертации, выполняются. Требования, установленные п. 14 действующего Положения о присуждении ученых степеней, соблюдаются. Сведения об опубликованных работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации, достоверны.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Шагаев В.В., Тун Тун Лин. Частотно-полевые зависимости в спектре поверхностной магнитостатической волны и их использование для определения магнитных параметров ферритовых пленок // Журнал радиоэлектроники (электронный журнал). 2015. №1. URL: <http://jre.cplire.ru/jre/jan15/16/text.pdf> (дата обращения 01.09.2018).

2. Шагаев В.В., Тун Тун Лин. Поверхностные магнитостатические волны в пленках кубических ферритов, ориентированных вдоль кристаллографических плоскостей симметрии // Наука и образование (МГТУ им. Н.Э. Баумана) (электронный журнал). 2015. №5. С. 1-25. DOI: 10.7463/0515.0771109.

3. Шагаев В.В., Тун Тун Лин. Ферритовые плёнки с повышенной стабильностью частоты ферромагнитного резонанса // Журнал технической физики. 2017. Т. 87, вып. 3. С. 378-382.

4. Шагаев В.В., Детюк В.И., Тун Тун Лин. Двойная стабилизация частот магнитных колебаний в ферритовых пленках // Журнал радиоэлектроники (электронный журнал). 2018. №1. URL: <http://jre.cplire.ru/jre/jan18/2/text.pdf> (дата обращения 01.09.2018).

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от: **Панькина Н.А.**, кандидата физико-математических наук, доцента кафедры физики твердого тела ФГБОУ «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева»; **Есаулова Н.П.**, доктора технических наук, профессора, профессора кафедры метрологии и стандартизации Физико-технологического института ФГБОУ «МИРЭА – Российский технологический университет»; **Ткаченко А.Л.**, кандидата технических наук, доцента кафедры «Бизнес-информатика и информационные технологии» Калужского филиала федерального государственного образовательного бюджетного учреждения высшего образования «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации»; **Безбаха И.Ж.**, кандидата физико-математических наук, старшего научного сотрудника Лаборатории космического материаловедения института кристаллографии им. А.В. Шубникова РАН – филиала федерального государственного учреждения «Федеральный научно-исследовательский центр «Кристаллография и фотоника» Российской академии наук».

Все отзывы положительные. В качестве замечаний отмечено, что в автореферате нет данных о смещениях частот, обусловленных изменением намагничивающего поля, и данный фактор нестабильности может возникнуть при

использовании в качестве источника поля постоянного магнита с температурной зависимостью намагничивающего поля (Панькин Н.А.). Отмечено, что было бы интересно узнать об эффективности использования разработанных методов не только в феррогранатах, но и в феррошпинелях (Безбах И.Ж.).

На все критические вопросы, содержащиеся в отзывах на автореферат диссертации, Тун Тун Лин дал аргументированные ответы.

В отзывах сделан вывод о том, что диссертация Тун Тун Лин отвечает требованиям, предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

Выбор официальных оппонентов обоснован тем, что они являются компетентными специалистами в области физики конденсированного состояния (теоретическое исследование электронных и спиновых возбуждений в ферромагнитных полупроводниках – Головнев Ю.Ф., теоретическое и экспериментальное исследование пленочных структур – Никифоров Д.К.).

Выбор ведущей организации обоснован тем, что ФГБОУ ВО «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского» имеет свою научную школу, развивающую вопросы влияния температуры и химического состава материалов на их свойства, в том числе магнитные. В штате университета состоят высококвалифицированные специалисты, способные объективно и всесторонне оценить результаты и выводы диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана математическая модель ферритовой пленки, позволившая выработать новые подходы к решению задачи по стабилизации частот магнитно-дипольных возбуждений;

предложен нетрадиционный подход к выбору кристаллографической ориентации ферритовой пленки, в котором критерием оптимальности выбора является стабилизация частот магнитно-дипольных возбуждений;

доказано, что стабильность частоты ферромагнитного резонанса в плёнке кубического феррита относительно изменений температуры и химического состава может быть повышена путем выбора кристаллографической ориентации плёнки и ориентации магнитного поля относительно пленки, причем возможны варианты как раздельной, так и совместной стабилизации относительно

указанных изменений;

введены уточнения в уравнения радиоспектроскопического метода определения магнитных параметров (метода частотно-полевых зависимостей) пленок кубических ферритов.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказано, что кристаллографическая ориентация вектора намагниченности ферритовой пленки существенно влияет на значение температурного коэффициента частоты поверхностной магнитостатической волны;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использованы методы теории магнитостатических волн в ферритовых пленках, в рамках которой были получены аналитические зависимости частот волн от материальных параметров пленки;

изложены теоретические основы методов стабилизации частотных характеристик магнитных колебаний и волн в ферритовых пленках относительно изменения значений магнитных параметров феррита.

раскрыта необходимость учета влияния магнитной кристаллографической анизотропии ферритовых пленок при теоретической интерпретации экспериментальных зависимостей частот магнитных колебаний и волн от температуры и от химического состава;

изучена связь структуры спектра магнитостатических волн в касательно намагниченной ферритовой пленке с кристаллографической ориентацией пленки и вектора намагниченности;

проведена модернизация существующих моделей анизотропных ферритовых пленок, направленная на возможность аналитического анализа частотных характеристик магнитостатических волн.

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

разработаны новые методы стабилизации частот магнитных колебаний и волн в пленочных ферритах;

определены границы применимости радиочастотного метода определения магнитных параметров пленок кубических ферритов (метода частотно-полевых зависимостей);

создана система практических рекомендаций для прогнозирования частотных характеристик устройств на основе магнитостатических волн;

представлены рекомендации по разработке новых и совершенствованию существующих материалов спин-волновой электроники с целью повышения стабильности частотно-избирательных устройств.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

все теоретические положения и полученные результаты расчетов построены на признанных в научном сообществе физических закономерностях и согласуются с результатами известных и часто цитируемых экспериментальных исследований;

идея о возможности существенного повышения стабильности частот магнитных колебаний и волн пленочного феррита путем согласованного выбора кристаллографической ориентации пленки и ориентации намагничивающего поля базируются на опубликованных в научной литературе результатах экспериментальных исследований;

использовано сравнение авторских расчетов характеристик магнитостатических волн в предельных случаях (в изотропных пленках и в пленках кубических ферритов, ориентированных вдоль кристаллографических плоскостей типа $\{100\}$, $\{110\}$, $\{111\}$) с известными экспериментальными и теоретическими данными других авторов (Castera J.P.; Okada F. and Rai E.; Фетисов Ю.К.; Славин А.Н.; Луцев Л.В. и Березин И.Л.; Чивилева О.А., Гуревич А.Г. и Эмирян Л.М.; Шагаев В.В.);

установлено качественное и количественное соответствие авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике;

использованы методы исследования моделей, основанные на поиске численных решений моделирующих уравнений с помощью компьютерных технологий.

Личный вклад соискателя состоит в: разработке представленных в диссертации моделей и их анализе, разработке алгоритмов решения поставленных задач, в апробации результатов исследования, а также в подготовке основных публикаций по выполненной работе.

Диссертационная работа соответствует пункту 1 паспорта научной специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

Диссертационным советом сделан вывод о том, что диссертационная работа Тун Тун Лин «Разработка методов стабилизации частот магнитных колебаний и волн в ферритовых пленках относительно изменения температуры

и химического состава» соответствует критериям, установленным п.п. 9 и 10 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г. Она является самостоятельной завершенной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение важной для физики конденсированного состояния научной задачи, связанной с разработкой методов управления характеристиками магнитных возбуждений в пленочных ферритах с целью повышения стабильности устройств спин-волновой электроники. Диссертация Тун Тун Лин обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и свидетельствуют о личном вкладе автора в науку. Предложенные Тун Тун Лин решения аргументированы и оценены по сравнению с другими известными решениями.

На заседании 19 июня 2019 г. диссертационный совет принял решение присудить Тун Тун Лин ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 14 докторов наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния, участвовавших в заседании из 20 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены в состав совета 0 человек, проголосовали: за 15, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель

диссертационного совета

Коржавый Алексей Пантелеевич

Ученый секретарь

диссертационного совета

Лоскутов Сергей Александрович

Дата оформления Заключения 19 июня 2019 года.