

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.168.11 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НОВГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
ЯРОСЛАВА МУДРОГО» ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ
СТЕПЕНИ КАНДИДАТА ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 21.03.2019 № 53

о присуждении гражданке Российской Федерации Снисаренко Дарье
Валерьевне ученой степени кандидата физико-математических наук

Диссертация «Исследование магнитоэлектрического микроволнового эффекта в слоистых феррит-пьезоэлектрических структурах» в виде рукописи по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния принята к защите 16.01.2019 (протокол № 52) диссертационным советом Д 212.168.11 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого», 173003, г. Великий Новгород, ул. Большая Санкт-Петербургская, д. 41, приказ Минобрнауки № 105нк-775 от 2012-04-11.

Соискатель Снисаренко Дарья Валерьевна 1990 года рождения, окончила: в 2011 году бакалавриат Новгородского государственного университета имени Ярослава Мудрого по направлению подготовки «Конструирование и технология электронных средств»; в 2013 году магистратуру Новгородского государственного университета имени Ярослава Мудрого по направлению подготовки «Конструирование и технология электронных средств», профиль «Микроэлектроника и техника СВЧ».

Диссертация выполнена на кафедре «Проектирование и технология радиоаппаратуры» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого».

Научный руководитель – Татаренко Александр Сергеевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Проектирование и технология радиоаппаратуры» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого», г. Великий Новгород.

Официальные оппоненты:

1. Кукушкин Сергей Арсеньевич, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий лабораторией Структурных и фазовых превращений в конденсированных средах ИПМаш РАН, лауреат премии им. П.А. Ребиндера президиума РАН, премии А.Ф. Иоффе, г. Санкт-Петербург;

2. Карпенков Дмитрий Юрьевич, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник кафедры функциональных наносистем и высокотемпературных материалов Национального исследовательского технологического университета «МИСиС», г. Москва;

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный технический университет», г. Воронеж, в своём положительном заключении указала, что диссертационная работа является законченной научно-квалификационной работой, выполненной автором самостоятельно, на высоком научном уровне, посвященной актуальной тематике, содержащей целый ряд новых с научной точки зрения и важных для практики результатов.

Соискатель имеет 14 научных работ, опубликованных в научных рецензируемых изданиях (три из которых опубликованы (в соавторстве) в журналах, входящих в перечень ВАК). Восемь публикаций в виде *тезисов докладов* всероссийских и международных конференций, получены 3 патента на полезную модель.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. A.S. Tatarenko, D.V. Lavrentieva, M.I. Bichurin. Dual tunable magnetoelectric resonator in a slot line for microwave applications // PIERS Proceedings, Shanghai, China, 2016, 2831 - 2833.
2. Татаренко А.С., Лаврентьева Д.В., Семенов Г.А., Семенов Д.А. СВЧ фазовращатель миллиметрового диапазона на основе магнитоэлектрической слоистой структуры $Zn_2Y/PMN-PT$ // Вестник НовГУ. – 2011. - № 65. - С. 36-38.
3. Лаврентьева Д.В., Татаренко А.С. Магнитоэлектрический управляемый копланарный СВЧ вентиль-аттенюатор // Вестник НовГУ. – 2014. - № 81. - С. 55-58.
4. A. Tatarenko, D. Snisarenko, M. Bichurin. Modeling of Magnetoelectric Microwave Devices // FACTA UNIVERSITATIS Series: Electronics and Energetics, vol. 30, no. 3, pp. 285 – 293, September 2017.

На автореферат диссертации поступило пять отзывов.

1) От профессора кафедры физической электроники и технологии Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ», доктора физико-математических наук Устинова Алексея Борисовича.
Замечания:

В описании 2 главы диссертации не представлены результаты теоретического исследования МЭ микроволнового эффекта в слоистой феррит-пьезоэлектрической структуре на основе биморфной пьезоэлектрической фазы при приложении к данной структуре электрического поля с частотой ЭМР, а также слоистой феррит-пьезоэлектрической структуры на основе ферритовой фазы, состоящей из двух слоев ферритового материала с различными

значениями намагниченности. Кроме того, было бы логичным получить выражение для сдвига линии ФМР слоистой феррит-пьезоэлектрической структуры на основе биморфной пьезоэлектрической фазы также и для формы образца в виде диска (а не только для длинной пластины). Хочется также обратить внимание на неточность формулировки: в тексте автореферата сообщается, что теоретическая зависимость, полученная без учета диссипации (рис. 1), близка к линейной, хотя данное утверждение справедливо не для всего участка кривой.

2) От старшего научного сотрудника НИТИ имени С.П. Капицы Ульяновского государственного университета, кандидата физико-математических наук Дадоевской Юлии Сергеевны.

Замечания:

При описании научной новизны полученных результатов (страница 6) было бы целесообразно акцентировать внимание на том, что они получены впервые.

Имеют место стилистические неточности и опечатки. например:

- «...для структуры состава ЖИГ и два слоя ЦТС с противоположными направлениями поляризации»;
- «Уточнено выражение учетом диссипации для сдвига линии ФМР слоистой феррит-пьезоэлектрической структуры...»;
- разный стиль нумерации рисунков (Рис. 1, Рис. 2, Рис. 3.5), пропущенные скобки в нумерации уравнения (5) на странице 12;
- описанная дважды аббревиатура «МПЛ» на странице 18, а также введённые (и, на мой взгляд, не обязательные) и не использованные в тексте аббревиатуры «КВ» и «ЩЛП»;
- в подписи к Рис. 3.5 введена величина « $\epsilon=10$ », смысл которой не объяснён.

3) От доцента кафедры Формирования и обработки радиосигнала ФБГОУ ВО Национальный исследовательский университет «МЭИ», кандидата физико-математических наук Сафина Ансара Ризаевича.

Замечания:

- не приведены конкретные физические выводы о влиянии диссипации на сдвиг линии ФМР под влиянием постоянного электрического поля. Получены необходимые выражения и приведены результаты моделирования, однако подробного физического обсуждения в автореферате не приведено.

- текст автореферата диссертации содержит некоторые орфографические и стилистические ошибки, например, на стр. 14 в последнем абзаце.

4) От инженера-исследователя 1 категории группы алгоритмического обеспечения отдела программирования АО «ЭЛСИ», кандидата физико-математических наук Соколова Олега Владимировича.

Замечания:

- при перечислении наименований постоянных и переменных величин к формулам (2)...(6) в формуле для внутреннего статического магнитного поля упущено обозначение тензора для параметра "N" или же отсутствует пояснение к обозначению данного параметра;

- слово "фаза" употреблено в неверном падеже (последний абзац стр. 14);

- упущены обозначения для параметров ε и h (рис. 3.5 стр. 19).

5) От помощника исполнительного директора АО «НИИ промышленного телевидения «РАСТР», кандидата технических наук Челпанова Валерия Ивановича.

Замечания:

- бросается в глаза формулировка цели диссертационного исследования, поскольку она не отражает конечный результат, который должен быть в итоге достигнут, реализуя сформулированные задачи;

- текст автореферата диссертации содержит несколько грамматических ошибок и опечаток.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их авторитетом в научном сообществе, наличием публикаций этих специалистов в области физики конденсированного состояния.

Выбор ведущей организации обосновывается наличием на кафедре физики твердого тела Воронежского государственного технического

университета высококвалифицированных специалистов, работающих в области физики конденсированного состояния, включая физику сегнетоэлектриков и пьезоэлектриков.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

1. Выполнен учет диссипации в выражении для сдвига линии ФМР слоистой феррит-пьезоэлектрической структуры под влиянием постоянного электрического поля.
2. Проведено сравнение результатов, выполненных методом компьютерного моделирования и расчета, с теоретическими и экспериментальными результатами зависимости сдвига линии ФМР под влиянием постоянного электрического поля от отношения толщин фаз слоистой феррит-пьезоэлектрической структуры.
3. Разработана теоретическая модель МЭ микроволнового эффекта в слоистой феррит-пьезоэлектрической структуре на основе биморфной пьезоэлектрической фазы и получены выражения для сдвига линии ФМР под влиянием постоянного электрического поля через материальные параметры и геометрические размеры фаз структуры для структуры в форме пластины.
4. Полученные выражения для сдвига линии ФМР через материальные параметры и геометрические размеры фаз слоистой феррит-пьезоэлектрической структуры на основе биморфной пьезоэлектрической фазы позволяют определить оптимальный состав данной структуры для достижения максимального значения данной величины сдвига. Полученные выражения для механических напряжений, индуцируемых в ферритовой фазе, через материальные параметры и геометрические размеры фаз слоистой феррит-пьезоэлектрической структуры на основе ферритовой фазы со ступенчатым изменением намагниченности, а также слоистой феррит-пьезоэлектрической структуры на основе биморфной пьезоэлектрической фазы при приложении к данной структуре электрического поля с частотой ЭМР, позволяют рассчитать величину сдвига линии ФМР под влиянием электрического поля.

5. Разработаны рекомендации по практическому использованию слоистых феррит-пьезоэлектрических структур в невзаимных СВЧ устройствах, работающих на МЭ микроволновом эффекте.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

1. Установлено, что учет вклада диссипации в выражение для сдвига линии ФМР слоистой феррит-пьезоэлектрической структуры под влиянием постоянного электрического поля позволяет существенно уточнить зависимость сдвига линии ФМР от отношения толщин фаз структуры, а также оценить влияние диссипации в ферритовой фазе на величину сдвига линии ФМР в различных материалах.
2. Полученные выражения для сдвига линии ФМР через материальные параметры и геометрические размеры фаз слоистой феррит-пьезоэлектрической структуры на основе биморфной пьезоэлектрической фазы позволяют определить оптимальный состав данной структуры для достижения максимального значения величины сдвига. Полученные выражения для механических напряжений, индуцируемых в ферритовой фазе, через материальные параметры и геометрические размеры фаз слоистой феррит-пьезоэлектрической структуры на основе ферритовой фазы со ступенчатым изменением намагниченности, а также слоистой феррит-пьезоэлектрической структуры на основе биморфной пьезоэлектрической фазы при приложении к данной структуре электрического поля с частотой ЭМР, позволяют рассчитать величину сдвига линии ФМР под влиянием электрического поля.
3. Величины прямых потерь, обратных потерь и вентильного отношения реализованных на различных линиях передачи СВЧ вентилей-аттенюаторов на основе слоистой феррит-пьезоэлектрической структуры существенно зависят от геометрических размеров феррит-пьезоэлектрической структуры, увеличение которых, без учета влияния параметров линий передачи, приводит к росту прямых и обратных потерь данных устройств.

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

1. Разработаны усовершенствованные модели устройств СВЧ, которые позволили создать конструкции принципиально новых устройств твердотельной СВЧ электроники, работающих на МЭ микроволновом эффекте и обладающих улучшенными по сравнению с аналогами характеристиками («Вентиль сверхвысокочастотный магнитоэлектрический», патент на полезную модель №119940; «Аттенюатор магнитоэлектрический», патент на полезную модель №115125; «Компланарный вентиль-аттенюатор», патент на полезную модель № 148921).

2. Разработанные модели позволили сформировать практические рекомендации по выбору параметров конструкции планарных СВЧ вентиляй-аттенюаторов на основе слоистой феррит-пьезоэлектрической структуры. Созданные модели позволили определить зависимости значений прямых потерь, обратных потерь и вентильного отношения от размеров феррит-пьезоэлектрической структуры для МЭ СВЧ вентиляй-аттенюаторов, реализованных на микрополосковой линии передачи, копланарном волноводе и щелевой линии передачи. Полученные результаты позволяют подобрать оптимальные размеры слоистой феррит-пьезоэлектрической структуры для достижения достаточных для практического применения вентильного отношения и диапазона сдвига линии ФМР.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

Достоверность полученных результатов обеспечивается использованием апробированных методов теории конденсированных сред, обоснованностью принятых допущений, совпадением предельных переходов с известными ранее результатами, совпадением результатов теоретического исследования и компьютерного моделирования с экспериментальными данными.

Основные положения диссертации докладывались и обсуждались на международных, всероссийских и региональных научных конференциях, по результатам которых опубликовано 8 тезисов доклада, а также опубликованы 14 статей (из них 3 статьи в изданиях, входящих в перечень ВАК. Получены 3 патента на полезную модель.

Личный вклад соискателя состоит в построении математических и компьютерных моделей и выводе конечных аналитических формул, а также в разработке плана эксперимента и обработки экспериментальных данных. Обсуждение и формулировка цели и задач работы проведено совместно с научным руководителем. Подготовка и обсуждение публикаций проводились при участии соавторов.

Диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (в редакции постановления Правительства Российской Федерации от 28 августа 2017 г.).

На заседании 21.03.2019 г. диссертационный совет принял решение присудить Снисаренко Дарье Валерьевне ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07- физика конденсированного состояния.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, проголосовали: за – 13, против – нет (0), недействительных бюллетеней – 1.

Проректор по научной
работе и инновациям

Зам. председателя
диссертационного совета

Ученый секретарь
диссертационного совета

Ефременков А.Б.

Захаров А.Ю.

Коваленко Д.В.

21 марта 2019 года