

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.165.01 НА БАЗЕ

Федерального государственного бюджетного образовательного

учреждения высшего образования

«Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева»

Министерство образования и науки Российской Федерации

ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА

НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 22.03.2018 № \_\_\_\_\_

**О присуждении** Гаранину Сергею Михайловичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

**Диссертация** «Метод интегральных уравнений, основанный на лемме Лоренца, для расчета трехмерно-нерегулярных экранированных направляющих СВЧ-структур» по специальности 05.12.07 – «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии» принята к защите 15.01.2018, протокол № 1 диссертационным советом Д 212.165.01 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ), Министерство образования и науки Российской Федерации, 603950, г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24; приказ № 714/н.к. от 02.11.2012.

**Соискатель** Гаранин Сергей Михайлович 1991 года рождения, гражданин Российской Федерации, инженер-исследователь 3 категории филиала Федерального государственного унитарного предприятия «Российский федеральный ядерный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики» «Научно-исследовательский институт измерительных систем им. Ю.Е. Седакова», г. Нижний Новгород.

В 2014 году соискатель окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

«Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева» Министерства образования и науки Российской Федерации.

С 01.10.2014 г. по настоящее время соискатель обучается в очной целевой аспирантуре Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева» Министерства образования и науки Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре «Физика и техника оптической связи» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева» Министерства образования и науки Российской Федерации.

**Научный руководитель** – доктор технических наук, доцент, **Седаков Андрей Юлиевич**, первый заместитель директора РФЯЦ-ВНИИЭФ – директор филиала РФЯЦ-ВНИИЭФ «НИИИС им. Ю.Е. Седакова», профессор кафедры «Физика и техника оптической связи» ФГБОУ ВО «НГТУ им. Р.Е. Алексеева» (по совместительству).

**Официальные оппоненты:**

1. **Клюев Дмитрий Сергеевич**, доктор физико-математических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики», г. Самара, заведующий кафедрой «Радиоэлектронных систем»;

2. **Мальшев Григорий Сергеевич**, кандидат технических наук, акционерное общество «Опытное конструкторское бюро машиностроения им. И.И. Африкантова», г. Нижний Новгород, инженер-испытатель 1 категории **дали положительные отзывы на диссертацию.**

**Ведущая организация** – закрытое акционерное общество «Научно-производственное предприятие «Салют-27» (г. Нижний Новгород), в своём положительном заключении, подписанном Александром Ивановичем

Чижовым, доктором технических наук, начальником лаборатории 282; Геннадием Алексеевичем Крисламовым, кандидатом технических наук, заместителем директора по науке; Сергеем Анатольевичем Бабунько, кандидатом технических наук, начальником лаборатории 212; Евгением Дмитриевичем Шором, первым заместителем генерального директора, техническим директором ЗАО «НПП «Салют-27» и утвержденном Александром Александровичем Быкадоровым, кандидатом технических наук, генеральным директором ЗАО «НПП «Салют-27» указала, что диссертация четко структурирована, хорошо оформлена. Результаты работы указывают на то, что диссертант обладает глубокими теоретическими знаниями и практическими навыками в решении конкретных технических задач. Диссертационная работа представляет собой законченную научно-квалификационную работу и соответствует требованиям пунктов 9 – 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г. Содержание работы соответствует специальности 05.12.07 – Антенны, СВЧ-устройства и их технологии, а ее автор Гаранин Сергей Михайлович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

**Соискатель имеет 18 опубликованных работ**, в том числе 18 по теме диссертации. Из них 4 – в журналах, включенных в перечень изданий, рекомендуемых ВАК для опубликования результатов диссертационных работ, 2 – в других научных периодических изданиях, 12 – в сборниках тезисов докладов Международных конференций. **Общий объем научных изданий составляет 4,6 усл. п. л. Авторский вклад составляет 2,8 усл. п. л.**

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Гаранин, С. М. Методика расчета плавного перехода между двумя круглыми экранированными волноводами, основанная на интегральном соотношении Лоренца / С. М. Гаранин, И. Н. Данилов, В. К. Майстренко // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. – 2014. – Т.17. – №2. – С. 18-31.

2. Гаранин, С. М. Метод интегральных уравнений для расчета волноводов с нерегулярной экранирующей поверхностью / С. М. Гаранин, Н. А. Новоселова, С. Б. Раевский // Антенны. – 2016. – № 11. – С. 62-67.

3. Гаранин, С. М. Расчет плавных переходов между прямоугольными несоосными волноводами / С. М. Гаранин, И. Н. Данилов, Н. А. Новоселова // Антенны. – 2017. – № 4. – С. 55-61.

4. Гаранин, С. М. Представление компонент полей на поверхности нерегулярной области при расчете характеристик передачи плавно-нерегулярного несоосного волноводного перехода с помощью метода интегральных уравнений / С. М. Гаранин, И. Н. Данилов, Н. А. Новоселова, С. Б. Раевский // Антенны. – 2017. – № 11. – С. 50-62.

**На диссертацию и автореферат поступили отзывы:**

кандидата технических наук, старшего научного сотрудника, первого заместителя генерального директора АО «Нижегородское научно-производственное объединение им. М.В. Фрунзе» – начальника НТО РИА Белозерова Сергея Юрьевича; доктора технических наук, доцента, главного научного сотрудника «Научно-исследовательского центра» ФНПЦ АО «Научно-производственное предприятие «Полет» Кейстовича Александра Владимировича; доктора физико-математических наук, профессора кафедры радиотехники ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» Шкелева Евгения Ивановича; доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой радиофотоники и микроволновых технологий ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ» Морозова Олега Геннадьевича; доктора физико-математических наук, заведующего лабораторией ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук» Кузикова Сергея Владимировича; доктора физико-математических наук, доцента, проректора по информатизации и образовательным технологиям ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики»

Осипова Олега Владимировича; кандидата технических наук, начальника лаборатории управляющих устройств научно-производственного отделения «Твердотельные приборы и модули» АО «Научно-производственное предприятие «Салют» Китаевой Елены Ивановны; кандидата физико-математических наук, старшего научного сотрудника, заведующего лабораторией научно-исследовательского радиофизического института ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» Белова Юрия Ивановича; доктора технических наук, профессора, доцента кафедры «Радиофизика, антенны и микроволновая техника» ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» Темченко Владимира Степановича; доктора технических наук, профессора, заместителя директора Института информационных технологий и радиоэлектроники ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых» Самойлова Александра Георгиевича; доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой общепрофессиональных дисциплин технических специальностей Уральского технического института связи и информатики (филиал ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики») в г. Екатеринбурге Панченко Бориса Алексеевича; кандидата физико-математических наук, заместителя начальника отдела «Учебный центр» АО «ФНПЦ «Нижегородский научно-исследовательский институт радиотехники» Лысякова Дениса Николаевича и инженера 2 категории отдела № 4 АО «ФНПЦ «Нижегородский научно-исследовательский институт радиотехники» Ускова Александра Николаевича.

**Все отзывы положительные** и содержат заключение, что Гаранин Сергей Михайлович достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.07 – «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии».

В качестве основных критических замечаний отмечено:

- нет исчерпывающего обоснования выбора положения и количества источников, создающих вспомогательные поля;
- при вычислении несобственных интегралов первого рода соискатель использует метод Гаусса, который эффективен для определенных интегралов, в то время, как для вычисления интегралов с бесконечными пределами интегрирования следовало бы использовать более эффективные численные методы;
- в списке публикаций соискателя все работы представлены с соавторами, поэтому трудно судить о личном вкладе автора в разработанные материалы;
- в автореферате не приведены ограничения и недостатки предложенных методов и методик;
- не указана погрешность измерительного прибора, применяемого при экспериментальном исследовании характеристик тестируемых электродинамических структур;
- не указано, каким конкретно методом были проведены расчеты в системе автоматизированного проектирования CST Microwave Studio;
- из текста диссертационной работы неясно, какой метод был использован при численном решении задачи многомерной минимизации погрешности выполнения закона сохранения энергии.

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации** обосновывается их компетентностью в вопросах диссертации, подтверждающейся публикациями официальных оппонентов и сотрудников ЗАО «Научно-производственное предприятие «Салют-27». Официальный оппонент, доктор физико-математических наук Клюев Дмитрий Сергеевич является высококвалифицированным специалистом в области разработки устройств СВЧ- и КВЧ-диапазонов. Официальный оппонент, кандидат технических наук Малышев Григорий Сергеевич является специалистом в области решения самосогласованных электродинамических задач, сводящихся к интегральным уравнениям.

Выбор ведущей организации обоснован тем, что она является современным научно-техническим центром в области разработки и производства изделий СВЧ-техники для систем связи, навигационных комплексов, радиометрических устройств для научных и медицинских исследований.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

**предложено** развитие метода интегральных уравнений, основанного на лемме Лоренца, заключающееся в его адаптации к решению внутренних задач дифракции электромагнитных волн в трехмерно-нерегулярных направляющих структурах СВЧ- и КВЧ-диапазонов;

**получена** система интегральных уравнений Фредгольма второго рода, применимая для расчета характеристик передачи нерегулярных участков экранированных направляющих структур СВЧ- и КВЧ-диапазонов;

**разработаны** алгоритмы расчета характеристик передачи переходов, согласующих волноводы с несовпадающими продольными осями, и скруток, выполненных на базе волноводов прямоугольного поперечного сечения;

**введен** новый термин «4W-кратный волновод сравнения», который обобщает используемый в методе поперечных сечений термин «волновод сравнения» и позволяет учесть при расчете характеристик передачи изменение формы волновой поверхности в нерегулярной области направляющей структуры.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

**применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использована** процедура встраивания методов численного интегрирования в методику алгебраизации системы исходных интегральных уравнений, что позволило осуществить расчет характеристик передачи нерегулярных участков направляющих структур, не имеющих плоскостей симметрии;

**изложена** процедура получения системы интегральных уравнений с использованием интегрального соотношения Лоренца, а также методика алгебраизации исходных интегральных уравнений, основанная на методе

коллокаций, в применении к дифракционным задачам расчета характеристик передачи трехмерно-нерегулярных направляющих структур;

**изучен** вопрос оптимизации расположения вспомогательных источников, решение которого позволило получить корректные результаты расчета характеристик передачи волноводных переходов и скруток прямоугольного поперечного сечения.

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

**разработаны и внедрены** алгоритмы расчета характеристик передачи плавно-нерегулярных несоосных согласующих волноводных переходов и волноводных скруток прямоугольного поперечного сечения, программы для ЭВМ, не требующие дорогостоящих быстродействующих процессоров и больших объемов оперативной памяти, а также методика измерения характеристик передачи нерегулярных участков волноводного тракта и алгоритм обработки экспериментальных данных, которые были использованы при создании новых согласующих устройств для бортовых радиотехнических систем и автоматизированных измерительных комплексов в ФГУП «ФНПЦ Научно-исследовательский институт измерительных систем им. Ю.Е. Седакова» и АО «ФНПЦ «Нижегородский научно-исследовательский приборостроительный институт «Кварц» им. А.П. Горшкова», что подтверждается актами внедрения;

**определены** перспективы практического использования разработанных расчетных алгоритмов для решения задач параметрической оптимизации и синтеза при разработке конкретных согласующих устройств и функциональных узлов СВЧ- и КВЧ-диапазонов;

**представлены** методические рекомендации для разработчиков СВЧ-аппаратуры по использованию разработанных алгоритмов при решении задач широкополосного согласования участков волноводного тракта.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**



**теория** расчета характеристик передачи трехмерно-нерегулярных экранированных направляющих структур построена на основе строго обоснованного метода интегральных уравнений;

**идея** получения системы исходных интегральных уравнений **базируется** на применении интегральной формы записи леммы Лоренца, которая является одним из фундаментальных соотношений классической электродинамики;

**установлено:** наличие сходимости решений поставленной дифракционной задачи; величина относительной погрешности выполнения закона сохранения энергии при решении задачи в конечном приближении не превышает заданного порогового значения; хорошее качественное и количественное совпадение результатов, полученных автором, с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике, и результатами математического моделирования в системе автоматизированного проектирования; хорошее соответствие результатов теоретического расчета и эксперимента;

при проведении экспериментальной проверки корректности результатов расчета **использовано** измерительное оборудование, имеющее свидетельство о поверке и внесенное в Государственный реестр средств измерений.


**Личный вклад соискателя состоит:** в постановке дифракционных задач расчета характеристик передачи трехмерно-нерегулярных экранированных направляющих структур; в создании методики алгебраизации системы полученных интегральных уравнений; в разработке алгоритмов и программ для ЭВМ; в решении задачи поиска оптимального месторасположения вспомогательных источников, обеспечивающего минимизацию погрешности выполнения закона сохранения энергии; во введении нового термина «4W-кратный волновод сравнения», обобщающего термин «волновод сравнения», используемый в методе поперечных сечений; в подтверждении корректности получаемых результатов путем их многосторонней проверки; в разработке макетов соосного и несоосного волноводных переходов прямоугольного поперечного сечения; в создании методики экспериментальных исследований и алгоритма обработки результатов эксперимента для исключения влияния

измерительного тракта на результаты измерений, а также в проведении эксперимента.

На заседании 22.03.2018 г. диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация Гаранина Сергея Михайловича представляет собой научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, так как в диссертации решена научная задача, имеющая важное значение для разработки устройств СВЧ- и КВЧ-диапазонов. На основе предложенного соискателем метода разработаны высокоэффективные расчетные алгоритмы, позволяющие ускорить процесс проектирования современных согласующих устройств и функциональных узлов СВЧ- и КВЧ-диапазонов как военного, так и гражданского назначения. Диссертационный совет принял решение присудить Гаранину Сергею Михайловичу ученую степень кандидата технических наук по специальности 05.12.07 – «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии».

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 26 человек, из них 10 докторов наук по специальности 05.12.07, участвовавших в заседании, из 28 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение ученой степени – 26, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель  
диссертационного совета,  
д.т.н., профессор

 Раевский Сергей Борисович

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
д.т.н., профессор

 Белов Юрий Георгиевич

