

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.268.01  
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И  
РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ  
КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК**

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 20.12.2016 № 33/16

О присуждении Стручкову Сергею Михайловичу, гражданину Российской Федерации, учёной степени кандидата технических наук.

Диссертация «Методика конформных отображений для моделирования полосковых линий передачи и проектирование устройств на их основе» по специальности 05.12.07 – «Антенны, СВЧ устройства и их технологии» принята к защите 18.10.2016 протокол № 24/16 диссертационным советом Д 212.268.01 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники» (далее – ТУСУР); адрес: 634050, г.Томск, пр. Ленина, д.40, приказ №714/нк от 02.11.2012.

Соискатель Стручков Сергей Михайлович 1989 года рождения, в 2011 году окончил ТУСУР. В августе 2015 г. окончил заочную аспирантуру в ТУСУРе.

Диссертация выполнена на кафедре Компьютерных систем в управлении и проектировании (КСУП) ТУСУРа.

Научный руководитель – доктор технических наук, ст.н.с. Сычев Александр Николаевич, профессор каф. КСУП ТУСУРа.

Официальные оппоненты – **Аристархов Григорий Маркович**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедры «Электроники», Ордена Трудового Красного Знамени Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский технический университет связи и информатики», г. Москва; **Антипов Владимир Борисович**, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник лаборатории «Методы, системы и технологии безопасности» Сибирского физико-технического института имени академика В.Д. Кузнецова Национального исследовательского Томского государственного университета, г. Томск – дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация — Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», г. Новосибирск, в своём положительном заключении, подписанным Хрустальевым В.А.,

доктором технических наук, профессором, деканом факультета; **Горбачевым А.П.**, доктором технических наук, профессором; утвержденная доктором технических наук, профессором, проректором по научной работе **Вострецовым А.Г.**, указала, что рассмотренная диссертационная работа «Методика конформных отображений для моделирования полосковых линий передачи и проектирование устройств на их основе» отвечает требованиям Положения ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, **Стручков Сергей Михайлович**, заслуживает присуждения ему степени кандидата технических наук по специальности 05.12.07 – «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии».

Соискатель имеет по теме диссертации 22 научные работы общим объемом 9,4 п.л., авторский вклад 3,2 п.л. в том числе 15 статей в научных журналах и изданиях, которые включены в российскую базу научного цитирования РИНЦ; 3 статьи в журналах, рекомендованных ВАК для опубликования основных научных результатов диссертаций; 7 публикаций, индексируемых в базе SCOPUS. Соискателем получены 2 патента на изобретение, 1 патент на полезную модель, 2 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Sychev A.N. Combining the Partial-Capacitance and the Conformal Mapping Techniques for Analysis of the Multiconductor Microstrip Lines / A.N. Sychev , M.A. Chekalin , S.M. Struchkov // European Microwave Week 2014 Conf. Proc. – Eur. MC 2014. – 6-9 Oct. 2014, Rome, Italy. – P. 410–413.

2. Сычев А.Н. Системы параметров одинаковых связанных линий с неуравновешенной электромагнитной связью / А.Н. Сычев, С.М. Стручков // Доклады ТУСУР. – 2014. – № 1 (31). – С. 39-50.

3. Sychev A.N. A Novel Trans-Directional Coupler Based on Vertically Installed Planar Circuit / A.N. Sychev , S.M. Struchkov, V. N. Putilov , N. Yu. Rudyi // European Microwave Week 2015 Conf. Proc. – Eur. MC 2015. – 7-10 Sept 2015, Paris, France. – P. 283–286.

4. **Стручков С.М.** Методика измерения погонных параметров симметричных связанных линий / С.М. Стручков, А.Н. Сычев // Электронные средства и системы управления. Материалы междунар. науч.-практ. конф. – Томск: 2015. – Ч. 2. – С. 159-163.

5. Сычев А.Н. Трёхкаскадный транснаправленный ответвитель X-диапазона / А.Н. Сычев, С.М. Стручков, Н.Ю. Рудый // Доклады ТУСУР. – 2015. – № 4 (38). – С. 12-16.

На автореферат диссертации поступило 7 отзывов: от **В.А. Хана** (доктор технических наук, ведущий научный сотрудник ИОА СО РАН, г. Томск); **В.И. Носова** (доктор технических наук, заведующий кафедрой систем радиосвязи, Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Новосибирск); **И.Б. Вендик** (доктор физико-математических наук, профессор Санкт-Петербургский

государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина), г. Санкт-Петербург); **А.А. Ладур** (кандидат технических наук, ведущий инженер ООО «НПК ТАИР», г. Томск); **С.А. Ходенкова** (кандидат технических наук, Доцент кафедры физики Сибирского государственного аэрокосмического университета имени М.Ф. Решетнева, г. Красноярск); **В.П. Мещанова** (доктор технических наук, профессор, Заслуженный деятель науки РФ, ООО «Научно-производственное предприятие «НИКА-СВЧ», г. Саратов); **В.В. Лучинина** (доктор технических наук, заведующий кафедрой микро- и нанoeлектроники, директор центра микротехнологии и диагностики, Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина), г. Санкт-Петербург); **Все отзывы положительные.**

В качестве критических замечаний указывается: полностью не раскрыта технология введения редуцирующих разрезов, введение которых напрямую зависит от точности проводимых расчетов; отсутствует сравнение скорости работы алгоритма по сравнению с существующими подходами к анализу полосковых и других проводных структур; не исследованы более сложные структуры с большим количеством проводников и более сложным поперечным сечением с известными методами моделирования полосковых структур.

Выбор официальных оппонентов обосновывается тем, что **Аристархов Г.М.** является известным ученым в области моделирования СВЧ-устройств на многопроводных связанных линиях; **Антипов В.Б.** является высококвалифицированным специалистом в области разработки СВЧ приёмных и передающих устройств. Оппоненты имеют публикации в соответствующей диссертации сфере исследования и способны объективно оценить данную работу. Выбор ФГБУ ВО «Новосибирский государственный технический университет» в качестве ведущей организации обоснован тем, что этот университет является известной отечественным университетом, осуществляющим разработку и производство изделий СВЧ радиоэлектроники, а его квалифицированные сотрудники добились значительных результатов в области создания активных и пассивных СВЧ компонентов для передающих систем высокой мощности и способны аргументировано определить практическую и научную ценность работы.

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

**разработана методика вычисления первичных параметров многопроводных микрополосковых линий конечной толщины с использованием метода конформных отображений;**

**предложена концепция введения магнитных разрезов, которые позволяют многосвязную область поперечного сечения свести к односвязной и конформно**

отобразить аналитическим преобразованием Кристоффеля–Шварца, реализованного в форме компьютерных численных процедур;

**обобщены** методы **частичных емкостей** и **эффективной диэлектрической проницаемости** для учета неоднородности диэлектрического заполнения связанных линий передачи;

**показана** возможность применения предложенной методики для разработки различного вида пассивных устройств СВЧ на связанных линиях.

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

**предложена** новая методика модифицированных конформных отображений с использованием интеграла Кристоффеля–Шварца, которая позволяет моделировать многопроводные линии сложного поперечного сечения с преобразованием многосвязной области в односвязную;

**доказана** применимость обобщенной методики **частичных емкостей**, позволяющей учитывать неоднородность диэлектрического заполнения в многопроводных микрополосковых структурах при их моделировании;

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

**разработанная** программа расчета и перехода между базисными параметрами одинаковых связанных линий с неуравновешенной электромагнитной связью **использована** в процессе разработки СВЧ-устройств Департамента Информационно Измерительных Систем (ДИИС), ЗАО «Научно-производственная фирма Микран», г.Томск и внедрена в учебный процесс дисциплины «Устройства СВЧ и антенны» на кафедре радиотехники и информационных технологий физико-технического института ФГАОУ ВПО «Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова» (г. Якутск);

**впервые созданы и исследованы** новые конструкции пассивных СВЧ-устройств на связанных линиях: импульсный расщепитель – коэффициент связи 1,76 дБ; транснаправленный ответвитель с полной гальванической развязкой входа и выходов, коэффициентом связи  $(3,4 \pm 0,7)$  дБ в рабочей полосе 2,37–3,15 ГГц с применением разработанной методики моделирования многопроводных линий передачи и её компьютерных реализаций, имеющих редактор геометрии поперечного сечения;

**представлен** трёхкаскадный транснаправленный ответвитель, в изготовлении которого применялась технология поверхностного монтажа вертикальной вставки, с уровнем развязки и возвратных потерь более 20 дБ и полосой рабочих частот в X-диапазоне (8–12 ГГц) достигающей 40%.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

корректное сопоставление полученных результатов с имеющимися современными теоретическими и экспериментальными данными, полученными другими исследователями;

сравнительное использование известных экспериментально проверенных математических моделей базовых пассивных элементов СВЧ-устройств;

совпадение результатов моделирования с результатами экспериментального измерения характеристик, полученных на сертифицированном оборудовании;

наличие патентов на технические решения.

Личный вклад соискателя состоит в разработке инструментария, алгоритмов и программного обеспечения для реализации методики моделирования многопроводных связанных полосковых линий передачи со сложным поперечным сечением, в выявлении оптимального расположения конформного центра в исходной области при преобразовании на конечную область (внутренность круга) для выравнивания распределения образов угловых точек при конформном отображении грибообразной структуры, что существенно повысило точность вычислений, подготовке основных публикаций по данной работе.


На заседании 20 декабря 2016 г. диссертационный совет принял решение присудить Стручкову Сергею Михайловичу учёную степень кандидата технических наук. При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 17, против 1, недействительных бюллетеней 2.

Председатель диссертационного совета



  
Пустынский Иван Николаевич

Ученый секретарь диссертационного совета

  
Мандель Аркадий Евсеевич

20 декабря 2016 г.

МП