

## ОТЗЫВ

научного руководителя на диссертацию Стручкова Сергея Михайловича «Методика конформных отображений для моделирования полосковых линий передачи и проектирование устройств на их основе», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.12.07 – Антенны, СВЧ-устройства и их технологии

В настоящее время традиционный процесс проектирования СВЧ устройств базируется на импортных коммерчески доступных САПР, например MWOOffice, CST-Studio и т.п. При этом рядовой разработчик должен, прежде всего, аккуратно вводить исходные данные и краевые условия. Он может управлять параметрами целевых функций и решать оптимизационные задачи, но не имеет возможности в полном объёме вмешиваться в процесс автоматизированного проектирования, модифицировать алгоритмы, заложенные в программные продукты и т.д. Это ведёт к тому, что проектирование оригинальных конструкций и решение специфических задач, не предусмотренных создателями САПР, существенно затягивает процесс проектирования, а иногда и вообще лишает разработчика новых СВЧ устройств возможности своевременно получить результат. Поэтому создание альтернативных подходов, методов, алгоритмов, инструментария проектирования СВЧ устройств и моделирования их компонентов представляет собой достаточно актуальную на сегодняшний день задачу.

Известно, что наиболее быстро адекватные решения можно получать с помощью корректного использования квазистатического подхода. Диссертант взял за основу при построении новых моделей классический метод конформных отображений, который для многоугольных областей базируется на интеграле Кристоффеля–Шварца. В результате обзора было выявлено, что наиболее удачные численные процедуры для ЭВМ написаны на Фортране математиком Трефесеном (Trefethen) в 80-е, а также в среде MATLAB его учеником Дрисколом (Driscoll) в 90-е, находящиеся в общественном достоянии, что открыло возможность их свободного использования, совершенствования и адаптации к решению задач моделирования СВЧ устройств.

Диссертант выполнил большой объём работы связанный с обзором существующей литературы по распределённым пассивным СВЧ компонентам, прежде всего многопроводным линиям передачи, выявил основные проблемы при их моделировании. Нашел, что известную методику Линнера–Гионе, также базирующуюся на отображении Кристоффеля–Шварца и предназначенную для моделирования многопроводных копланарных линий передачи, удаётся применить и для многопроводных микрополосковых линий, адекватно введя вертикальные подполосочные магнитные разрезы.

По большому счёту, в работе разрушается бытующее в научной среде мнение, что метод конформных отображений (КО) годится лишь для моделирования простых односвязных структур с бесконечно тонкими проводниками в однородной диэлектрической среде. Диссертантом было показано теоретически и практически, что метод численных КО не утратил

своих позиций в проектировании, и его удаётся применять для расчёта сложных многосвязных структур с учетом толщины проводников, и вообще, анализируемые проводники могут быть любого многоугольного сечения, даже круглого. Учёт неоднородности диэлектрического заполнения многопроводных микрополосковых линий при моделировании методом КО диссертантом впервые выполнен корректным обобщением методик эффективной диэлектрической проницаемости (Уилера) и частичных емкостей (Кочанова). Предложенную комбинированную методику удалось реализовать в виде компьютерных программ, позволивших получить численные результаты в виде погонных параметров связанных линий и характеристик их параметров рассеяния в частотной и временной областях.

Верификация методики моделирования была выполнена сопоставлением численных результатов и результатов экспериментальных измерений характеристик прототипов. Предложенный подход и методика, имея при компьютерной реализации высокую скорость вычислений, позволили выполнить моделирование известных (с целью тестирования) и новых типов связанных линий. Возможность редактирования геометрии поперечного сечения обеспечила параметрическое «конструирование» интеграла Кристоффеля–Шварца, что позволило вводить в программу новые структуры, подлежащие моделированию. На разработанные программы получены свидетельства Роспатента о регистрации программ для ЭВМ.

Предложенная методика отличается практической направленностью. Она позволила достаточно быстро промоделировать и оптимизировать структуру связанных круглых проводников со смещением в цилиндрическом экране, на основе которой был создан импульсный расщепитель, запатентованный в России. Также была разработана оригинальная конструкция связанных линий с сильно неоднородным диэлектрическим заполнением, на которой впервые был построен новый транснаправленный ответвитель, также запатентованный в Российской Федерации.

Следует отметить высокий уровень диссертанта в проведении исследований и большой объём выполненной работы, результаты которой широко опубликованы в отечественной и зарубежной научной печати.


Считаю, что работа Стручкова С.М. соответствует критериям для кандидатских диссертаций, установленным «Положением ВАК», а её автор заслуживает присвоения учёной степени кандидата технических наук.


Научный руководитель

Профессор кафедры «Компьютерные системы в управлении и проектировании» Томского университета систем управления и радиоэлектроники, доктор технических наук

Подпись А. Б. Сычева удостоверяю  
Учёный секретарь ТУСУР



 А.Н. Сычев  
5.10.2016

  
Е.В. Прокопчук