

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Горяинова Александра Евгеньевича «Автоматизированное построение моделей пассивных компонентов и их применение при структурно-параметрическом синтезе малошумящих СВЧ транзисторных усилителей», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.07 – «Антенны, СВЧ устройства и их технологии»

Проектирование СВЧ устройств радиоэлектронных систем в настоящее время не представляется возможным без применения специализированных систем автоматизированного проектирования (САПР). Важными составляющими программного обеспечения САПР являются библиотеки моделей компонентов, отражающих физические процессы в реальных компонентах с учетом технологии их изготовления, а также их топологические и конструктивные особенности. Несмотря на существование различных подходов к построению моделей активных и пассивных компонентов, решение задачи построения оптимальной модели остается слабо формализованной, и зачастую решается эвристически. Поэтому особую значимость в настоящее время приобретает разработка новых методик и алгоритмов построения моделей дискретных и интегральных пассивных СВЧ компонентов для современных САПР, а также структурно-параметрический синтез устройств на их основе. В связи с этим, тема диссертационной работы **является весьма актуальной.**

**Научная новизна работы** заключается в том, что в ней предложены новые методики автоматизированного структурно-параметрического синтеза моделей пассивных сосредоточенных интегральных и дискретных СВЧ компонентов в виде эквивалентных схем, в том числе, параметрических моделей, позволяющих описать поведение реального компонента в зависимости от его геометрических размеров и иных конструктивных параметров, а также впервые осуществлен структурно-параметрический синтез СВЧ малошумящих транзисторных усилителей на основе генетического алгоритма с использованием параметрических моделей реальных пассивных СВЧ компонентов.

**Практическая значимость результатов** состоит в том, что на основе предложенных методик разработано программное обеспечение с высокой степенью автоматизации процедуры построения моделей пассивных элементов, позволяющее значительно ускорить и облегчить процесс разработки моделей и библиотек компонентов современных отечественных и зарубежных технологий производства СВЧ интегральных схем, а также выполнить автоматический синтез принципиальных схем малошумящих СВЧ транзисторных усилителей на основе моделей реальных пассивных компонентов.

Особо следует отметить проведенный автором диссертации морфологический анализ представленных в литературе моделей пассивных СВЧ компонентов, который позволяет представить в систематическом виде множество вариантов построения моделей пассивных компонентов, позволяющих формализовать задачу структурно-параметрического синтеза моделей в виде эквивалентных схем.

Ценной особенностью диссертации можно считать полноту теоретического и экспериментального анализа, а также завершенность в практическом плане: приведены результаты разработки различных вариантов малошумящих транзисторных усилителей. Приведённые результаты экспериментальных исследований частотных характеристик разработанных усилителей подтверждают достоверность проведённых теоретических исследований.

В целом диссертационная работа Горяинова А.Е. выполнена на хорошем научном уровне, представляет собой завершённое научное исследование, решающее поставленные задачи, дающее теоретические и практические результаты для специалистов в области разработки СВЧ устройств.

Результаты исследований нашли **достаточно полное отражение в опубликованных научных статьях**, а также материалах международных научно-технических конференций.

К сожалению, представленный на рецензию автореферат не свободен от **недостатков**, среди которых необходимо отметить следующие.

1. Наличие стилистических ошибок, в частности, в сформулированной цели работы термин «отечественные библиотеки» целесообразно заменить на «библиотеки компонентов, изготовленных по отечественным технологиям производства интегральных схем». Кроме того, во втором пункте научной новизны работы используется термин «рассчитать полно», который лучше заменить на «расчет параметров элементов ЭС путем решения многомерных полиномов ...» и пр.

2. В предложенных методиках автоматизированного построения моделей предлагается использовать абсолютную среднеквадратичную ошибку параметров рассеяния, однако при верификации моделей представлена относительная ошибка.

3. Описание разработанной программы Extraction-P в автореферате имеет обобщенный характер, что затрудняет понимание её использования для решения задачи автоматизированного структурно-параметрического синтеза моделей пассивных элементов.

Однако отмеченные замечания не снижают высокой научной и практической ценности результатов диссертации. По научному уровню, практической значимости работа соответствует требованиям ВАК и соответствует критериям, установленным «Положением о порядке присуждения ученых степеней», а её автор заслуживает присуждения ему степени кандидата технических наук по специальности 05.12.07 – «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии».

Директор Инжинирингового центра изделий  
микро- и наноэлектроники  
ФГАОУ ВО  
«Севастопольский государственный университет»

В.В. Вертегел

Подпись В.В. Вертегела заверяю  
Ученый секретарь ученого совета  
ФГАОУ ВО  
«Севастопольский государственный университет»

З.Р. Сулейманова



« 20 » декабря 2016 г.

Адрес: 299053, г. Севастополь, ул. Университетская, д. 33  
Тел.: +7-978-788-98-32  
e-mail: VVVertegel@sevsu.ru