



«УТВЕРЖДАЮ»

Ректор ТУСУРа,

доктор технических наук, профессор

Ю.А. Шурыгин

« » 2014 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

научно-технического семинара кафедры компьютерных систем в управлении и проектировании (КСУП) Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР).

Диссертация «Автоматизация измерений, построение моделей и библиотек элементов СВЧ монолитных интегральных схем на базе отечественных GaAs и GaN технологий» выполнена в ТУСУРе на кафедре компьютерных систем в управлении и проектировании (КСУП).

В период подготовки диссертации соискатель Сальников Андрей Сергеевич работал в ТУСУРе в должности младшего научного сотрудника лаборатории интеллектуальных компьютерных систем, обучаясь в очной аспирантуре ТУСУРа.

В 2010 г. окончил магистратуру ТУСУР по направлению электроника и микроэлектроника. Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов выдано в 2013 г. ТУСУРОм.

Научный руководитель – Бабак Леонид Иванович, доктор технических наук, заместитель директора НОЦ «Нанотехнологии», профессор кафедры КСУП Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники.

Заслушав и обсудив доклад соискателя А.С. Сальникова, семинар отмечает:

Общая оценка диссертации

Диссертация является законченной научно-исследовательской работой, в которой найдено решение проблемы построения библиотек элементов СВЧ монолитных интегральных схем на базе отечественных GaAs и GaN технологий. Для этого был решен ряд научных и практических вопросов из области автоматизации измерений и систематизации хранения их результатов, построения параметрических моделей пассивных элементов, построения библиотек элементов и их интеграции в САПР. Предложена новая методика построения параметрических моделей элементов СВЧ МИС, позволяющая уменьшить количество необходимых для построения модели тестовых структур. Исследован метод обратного средневзвешенного расстояния для построения поведенческих моделей элементов СВЧ МИС. Впервые построены поведенческие модели активных и пассивных элементов СВЧ МИС по методу обратного средневзвешенного расстояния. Обобщение полученного практического опыта позволило предложить формализованную методику разработки библиотек элементов СВЧ МИС.

Выполненные исследования имеют научную ценность и большое практическое значение. Разработанные библиотеки элементов позволяют повысить эффективность проектирования СВЧ МИС на основе отечественных GaAs и GaN технологий.

Личное участие автора в получении результатов.

Все представленные в диссертации результаты исследований получены лично автором либо при его непосредственном участии. В работах, опубликованных в соавторстве, автором получены существенные теоретические и практические результаты.

Постановка задач выполнена научным руководителем Бабаком Л. И.

Степень достоверности результатов проведенных исследований.

Достоверность полученных результатов и положений диссертационной работы обеспечиваются качественным сопоставлением полученных результатов с имеющимися современными теоретическими и экспериментальными данными. Проведенные численные эксперименты и результаты измерений подтверждают работоспособность предложенных методик и подходов.

Научная новизна диссертации.

1. Предложена новая методика построения параметрических моделей пассивных элементов СВЧ МИС с помощью электромагнитного моделирования, использующая небольшое количество изготовленных тестовых элементов для определения электрофизических параметров элемента и верификации модели.

2. Впервые показано, что метод обратных средневзвешенных расстояний при его применении к построению поведенческих моделей СВЧ транзисторов имеет сравнимую с другими методами точность и быстродействие при значительно меньшем (до 500 раз) времени построения модели.

3. Впервые построены поведенческие модели пассивных и активных элементов СВЧ МИС на основе метода обратных средневзвешенных расстояний, отличающиеся малым временем построения модели и достаточным для практики быстродействием и точностью.

Практическая значимость заключается в следующем:

1. Предложенная методика позволяет использовать при построении параметрических моделей пассивных элементов ограниченное число изготовленных тестовых элементов, что приводит к снижению стоимости за счёт экономии места на полупроводниковой пластине и снижению трудозатрат на проектирование и измерение тестовых элементов.

2. Разработано программное обеспечение для построения поведенческих моделей элементов СВЧ МИС методом ОСР.

3. Предложенная формализованная методика позволяет на систематической основе разрабатывать библиотеки элементов, используя типовые шаблоны для ускорения процесса разработки.

4. Разработана программа для хранения, систематизации и статистического анализа результатов измерения характеристик СВЧ МИС.

5. Разработанные библиотеки элементов были использованы в процессе проектирования усилителей X-диапазона на 0,15 мкм GaAs pHEMT технологии ИСВЧПЭ РАН, усилителей мощности на 0,15 GaN HEMT технологии ОАО «НИИПП».

Ценность научных работ заключается в следующем:

1. На основе подходов к экстракции эквивалентной схемы СВЧ элемента, предложена обобщенная методика, позволяющая получать физические параметры материалов МИС непосредственно из результатов измерения параметров рассеяния.

2. Проведено сравнительное исследование метода обратных средневзвешенных расстояний с общепринятыми методами и доказана его применимость к задаче построения поведенческих моделей элементов СВЧ МИС. Используемый подход может использоваться также для сравнительного исследования других методов.

3. Впервые метод обратных средневзвешенных расстояний использован для построения поведенческих моделей пассивных и активных элементов СВЧ МИС. Выявленные преимущества данного метода могут быть использованы также и в сходных задачах, возникающих при проектировании СВЧ МИС.

Полнота изложенных материалов в печатных работах, опубликованных автором.

Все представляемые результаты опубликованы в работах:

1. Сальников А.С., Коколов А.А., Шеерман Ф.И. Разработка библиотек элементов в среде Microwave Office для отечественных технологий изготовления СВЧ МИС, Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием «Современные проблемы радиоэлектроники» – Красноярск: Из-во СФУ. – 2010. – С. 330-335

2. Коколов А. А., Сальников А. С., Шеерман Ф. И. Методика построения библиотек элементов СВЧ монолитных интегральных схем и автоматическая генерация топологий для электромагнитного анализа // 20-я Международная Крымская конференция «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии» (КрыМиКо'2010). Севастополь, 13-17 сентября 2010 г.: Материалы конф. в 2 т. – Севастополь: Вебер, 2010. – Т.1. – С.196-197.

3. Сальников А.С., Добуш И.М., Кошевой С.Е., Шеерман Ф.И. Автоматизация зондовых измерений параметров рассеяния и вольтамперных характеристик транзисторов с использованием программной среды Indesys-MS // Доклады ТУСУР. – Издательство ТУСУРа. – 2010 2 (22) – С. 140-144

4. Сальников А.С., Ющенко А.Ю. Обзор тестовых структур для измерения электрофизических параметров материалов при изготовлении СВЧ монолитных интегральных схем // Доклады ТУСУР. – Издательство ТУСУРа. – 2010 2 (22) – С. 145-148

5. Сальников А.С., Ющенко А.Ю. Обзор тестовых структур для измерения электрофизических параметров материалов при изготовлении СВЧ

монолитных интегральных схем // Доклады ТУСУР. – Издательство ТУСУРа. – 2010 2 (22) – С. 145-148

6. Сальников А.С., Коколов А.А., Шеерман Ф.И. Разработка библиотеки элементов для проектирования отечественных гетероструктурных СВЧ МИС в среде Microwave Office // Доклады ТУСУР. – Издательство ТУСУРа. – 2010 2 (22) – С. 157-160

7. Сальников А.С., Добуш И.М., Степачева А.В., Каратаев Е.П., Абрамов А.О. Программа автоматизации измерений и статического анализа параметров элементов СВЧ монолитных интегральных схем на основе среды Indesys-MS // сб. трудов Всерос. научн.-техн. конф. «Современные проблемы радиоэлектроники». – Красноярск: изд-во КГТУ. –2011. – С. 315

8. Сальников А.С., Каратаев Е.П., Добуш И.М. Программы для хранения и статистического анализа результатов измерений СВЧ монолитных интегральных схем // 21-я Международная Крымская конференция «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии» (КрыМиКо'2010). Севастополь, 12-16 сентября 2011 г.: Материалы конф. в 2 т. – Севастополь: Вебер, 2011. – Т.1. – С. 212-213.

9. Добуш И.М., Степачева А.В., Сальников А.С., Коколов А.А., Самуилов А.А., Бабак Л.И. Программы для автоматизации измерений, деэμβеддинга и построения линейных моделей СВЧ полевых транзисторов // 21-я Международная Крымская конференция «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии» (КрыМиКо'2010). Севастополь, 12-16 сентября 2011 г.: Материалы конф. в 2 т. – Севастополь: Вебер, 2011. – Т.1. – С. 214-215.

10. Сальников А.С., Каратаев Е.П. Использование средств статистического анализа при производстве СВЧ монолитных интегральных схем // Материалы докладов VII Международной научно-практической конференции «Электронные средства и системы управления» (10-11 ноября 2011 г). – Томск: В-Спектр, 2011. – С.68-75.

11. Сальников А.С., Ющенко А.Ю. Измерение электрофизических параметров материалов с помощью тестовых структур при изготовлении гетероструктурных СВЧ МИС // Материалы докладов VII Международной научно-практической конференции «Электронные средства и системы управления» (10-11 ноября 2011 г). – Томск: В-Спектр, 2011. – С.75-79.

12. Сальников А.С. Обзор программного обеспечения для хранения результатов измерений и статистического анализа при производстве СВЧ МИС // Материалы докладов VII Международной научно-практической конференции «Электронные средства и системы управления» (10-11 ноября 2011 г). – Томск: В-Спектр, 2011. – С.175-180.

13. Сальников А.С., Добуш И.М., Каратаев Е.П. Программное обеспечение для хранения результатов измерений СВЧ МИС и статистического анализа в составе системы INDESYS-MS // Доклады ТУСУР. – Томск: Изд-во ТУСУР, 2011. – Ч.2 (24) – С. 218-223.

14. Сальников А.С., Добуш И.М., Торхов Н.А. Экспериментальное исследование и построение моделей пассивных компонентов СВЧ

монолитных интегральных схем с учетом технологического разброса // Доклады ТУСУР.–2012.– № 2 (26), часть 2. – С.113–118. (ISSN 1818-0442)

15. Salnikov A.S., Dobush I.M., Stepacheva A.V., Karataev E.P., Abramov A.O. Software for Measurement Automatic and Statistical Analysis of MMIC Component Parameters // Innovations in Information and Communication Science and Technology ICST, 2012. – P. 204-208

16. Salnikov A.S., Kalentyev A.A., Goryainov A.E. Implementation of element model libraries in the Indesys Framework // Innovations in Information and Communication Science and Technology ICST, 2013. – P. 149-154.

17. Торхов Н.А., Божков В.Г., Свешников Ю.Н., Бабак Л.И., Добуш И.М., Коколов А.А, Сальников А.С., Новиков В.А. Влияние конструкции GaN/AlGaN-гетероструктур на приборные характеристики мощных НЕМТ Ка-диапазона // Известия вузов. Физика. – 2013. – Т.56. – №8/3. – С. 116-120.

18. Сальников А.С. Исследование поведенческих моделей элементов СВЧ МИС // Мат-лы конф. 24-я Международная Крымская конференция «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии» (КрыМиКо). – 2014. – Т.1. – С. 119-120.


По итогам обсуждения принято следующее заключение:

1. Представленная диссертационная работа представляет собой законченное научное исследование на актуальную тему, в работе решена проблема, имеющая важное теоретическое значение. Диссертация соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук. Материалы диссертации изложены в публикациях автора и соответствуют специальности.
2. Диссертация «Автоматизация измерений, построение моделей и библиотек элементов СВЧ монолитных интегральных схем на базе отечественных GaAs и GaN технологий» Сальникова Андрея Сергеевича рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.07 «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии».

Заключение принято на заседании научно-технического семинара кафедры КСУП.

Присутствовало на заседании 14 чел. Результаты голосования: «за» - 14 чел., «против» - 0., «воздержалось» - 0 чел., протокол № 6 от «4» сентября 2014 г.

Председатель научно-технического семинара,
к.т.н., доцент каф. КСУП


М.В. Черкашин

Ученый секретарь семинара,
к.т.н., с.н.с. ЛИКС


И.М. Добуш