

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники» (ТУСУР)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине «Методы измерения характеристик СВЧ устройств и монолитных интегральных схем» (модуль 5.7)

Подготовлена в рамках проекта:

«Разработка и апробация программы опережающей профессиональной переподготовки и учебно-методического комплекса (УМК), ориентированных на инвестиционные проекты ГК «РоснаноТех» в области производства конкурентоспособной продукции наноэлектроники на основе наногетероструктурных монолитных интегральных схем СВЧ диапазона длин волн и дискретных полупроводниковых приборов».

Заказчик: Государственная корпорация «Российская корпорация нанотехнологий» (ГК «РоснаноТех»).

Распределение учебного времени:
Всего: 18 часов

Лекции – 12 часов
Лабораторные занятия – 6 часов

Томск – 2010

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании Совета по образовательной программе «_____» _____ 2010 г.

Разработчики:

доцент каф. КСУП ТУСУР _____ Ф.И. Шеерман

ведущий специалист ЗАО НПФ «Микран» _____ В.А. Ульянов

Координатор образовательной программы: _____ Н.Д. Малютин

Руководитель Совета образовательной программы:

Ректор ТУСУРа _____ Ю.А. Шурыгин

Рабочая программа согласована с проектной компанией ООО «Субмикронные технологии» и ЗАО «НПФ «Микран».

Представитель ООО «Субмикронные

технологии» _____

Представитель ЗАО НПФ «Микран» _____

1. Цель и задачи дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

Цель курса состоит в изучении общих принципов и методов измерения основных характеристик СВЧ монолитных интегральных схем (МИС).

1.2 Задачи изучения дисциплины

В результате изучения дисциплины слушатели должны:

- знать основные характеристики СВЧ МИС, методы и оборудование для их измерения, источники ошибок;
- иметь навыки: измерения параметров элементов МИС на постоянном токе и на СВЧ при помощи измерительного стенда на основе зондовой станции Cascade.

1.3 Перечень дисциплин, усвоение которых необходимо для изучения данной дисциплины

- общеобразовательные дисциплины (высшая математика, физика);
- электротехника и электроника, схемотехника.

2 Содержание дисциплины

2.1 Введение. Общие сведения (2 час.)

Предмет дисциплины. Примеры элементов СВЧ МИС. Основные характеристики элементов СВЧ МИС. Способы обеспечения связи между измерительными приборами и элементами СВЧ МИС.

Описание измерительных станков и зондовых станций для измерения параметров СВЧ МИС.

2.2 Измерения параметров рассеяния (2 час.)

Принцип измерения. Основные определения. Методы калибровки и калибровочные меры.

Особенности зондовых измерений параметров рассеяния. Измерения параметров рассеяния в импульсном режиме.

2.3 Измерения статических характеристик СВЧ транзисторов (2 час.)

Измерения статических характеристик СВЧ транзисторов в непрерывном и импульсном режимах, достоинства и недостатки данных методов.

2.4 Измерения шумовых и мощностных характеристик (4 час.)

Основные понятия. Методы измерения коэффициента шума. Шумовые параметры четырехполюсников. Измерение выходной мощности.

Зондовые «Load Pull» измерения. Типы измерительных «Load Pull» систем, достоинства и недостатки.

2.5 Программное обеспечение для автоматизации измерений (2 час.)

Стандарты взаимодействия с измерительным оборудованием. Обзор популярных систем для автоматизации измерений.

3 Лабораторные работы (6 час.)

1. Специализированный стенд для характеристики элементов СВЧ МИС. Освоение методик измерения параметров рассеяния и статических характеристик СВЧ транзисторов (2 час.).

2. Получение навыков зондовых измерений параметров рассеяния и статических характеристик СВЧ транзисторов (4 час.).

4 Учебно-методические материалы по дисциплине

Основная литература

1. **Хлопов В.** Зондовая измерительная платформа M150 – высокоточный и универсальный инструмент // Печатный монтаж. – 2008. – № 6. – С. 34–37

2. **Основы** векторного анализа цепей // . – URL: http://www.elvira.ru/_files/vektr.pdf

3. **Robertson I. D.** RFIC and MMIC Design and Technology. – London : The Institution of Electrical Engineers, 2001. – 562 p.

4. **CASCADE MICROTECH.** A Guide to Better Vector Network Analyzer Calibrations for Probe-Tip Measurements : Technical Brief // Cascade Microtech, Inc. – 1994. – URL: <http://www.cmicro.com/download.cfm?downloadfile=CFA9DC69-5056-B03B-BA1872DB1586F0E8>

5. **Rohde&Schwarz.** Operating Manual ZVA 40 // Rohde & Schwarz International. – 2009. – URL: http://www2.rohde-schwarz.com/file/ZVA_ZVB_ZVT_Operating_15_V2-70.pdf

6. **CASCADE MICROTECH.** On-Wafer Vector Network Analyzer Calibration and Measurements // . – URL: <http://www.cmicro.com/download.cfm?downloadfile=CFA9D93D-5056-B03B-BA2F71E758403426>

7. **ROHDE & SCHWARZ.** Calibration The Basics // . – URL: <http://www2.rohde->

schwarz.com/en/service_and_support/Downloads/Application_Notes/?letter=I&discontinued=

8. **Strid E.W.** Measurement of Losses in Noise-Matching Networks // IEEE Trans. Microwave Theory and Tech. – 1981. – Vol. 29. – № 3

9. **Jeffrey A., Roger B., Doug K.** Robust SOLT and Alternative Calibrations for Four-Sampler Vector Network Analyzers // IEEE Trans. on Microwave Theory and Tech. – 1999. – Vol. 47. – № 10. – P. 2008–2013

10. **Glenn F., Cletus A.** Analyzer, Thru-Reflect-Line: An Improved Technique for Calibrating the Dual Six-Port Automatic Network // IEEE Trans. on Microwave Theory and Tech. – 1979. – Vol. 27. – № 12. – P. 987–993

11. **Marks R.B.** A Multiline Method of Network Analyzer Calibration // IEEE Trans. on Microwave Theory and Tech. – 1991. – Vol. 39. – № 7. – P. 1205–1215

12. **Cascade** Microtech, Inc. – URL: <http://www.cmicro.com/products/calibration-tools/wincal-xe/wincal-xe-software>

13. **Aaen P.H., Pla J.A., Wood J.** Modeling and Characterization of RF and Microwave Power FETs. – New York : Cambridge University Press, 2007. – 363 p.

15. **Бомбизов А.А.,** Ладур А.А., Лоцилов А.Г., Малютин Н.Д., Мисюнас А.О., Семенов Э.В., Фатеев А.В., Усубалиев Н.А. Векторный импульсный измеритель характеристик цепей и проводных систем // Приборы. – 2007. – № 9. – С. 28–31.

16. **Лоцилов А.Г.,** Семёнов Э.В., Малютин Н.Д. Цифровой измерительный комплекс для измерения частотных и импульсных характеристик четырехполюсников // Известия Томского политехнического университета. – 2006. – Т.309, №8. – С. 37–41.