

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Радиоэлектроника и телекоммуникации»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
по дисциплине

М.1.3.4.1 «Электродинамика СВЧ»

направления подготовки

«11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи»
Профиль 2 «Радиофизические и оптические системы связи»

форма обучения – очная
курс - 1
семестр - 2
зачетных единиц - 3
часов в неделю - 2
в том числе:
лекций - 18
коллоквиумы - нет
практические занятия - 18
самостоятельная работа - 72
зачет – 2 семестр
экзамен - нет
РГР - нет
курсовая работа - нет
курсовой проект - нет
Всего часов 108

1. Цели и задачи дисциплины

Цели изучения дисциплины - изучение электронно-компонентной базы, теоретических основ разработки элементов и устройств СВЧ-техники, базовых параметров и приемов электродинамического моделирования СВЧ-систем, средств экранировки РЭС, видов обеспечения систем компьютерного проектирования.

Научной основой дисциплины является теория следующих фундаментальных вопросов: электродинамика и распространение радиоволн, математическое моделирование, теория антенно-фидерных СВЧ-устройств, базовые принципы проектирования электродинамических СВЧ-систем.

Теоретической базой студентов, изучающих дисциплину, должны быть следующие вопросы: теория цепей и линий передачи, теория электромагнитного поля, теория активных и пассивных СВЧ устройств.

При изучении дисциплины используется следующий методический аппарат: уравнения математической физики, исследование функций, дифференциальное и интегральное исчисление, комплексные числа, статистический анализ.

Специальными методами изложения объективно существующих законов природы и причинных связей по дисциплине служат: аналитические и численные методы анализа электромагнитных процессов, методы оптимизации и синтеза, принципы и методы моделирования СВЧ систем.

Система обучения по дисциплине «Электродинамика СВЧ» объединяет следующие виды занятий и формы учебной работы: лекции, практические занятия, консультации, самостоятельная работа и непрерывный контроль со стороны преподавателя процесса усвоения материала по дисциплине на всех видах занятий в течение всего периода изучения дисциплины.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Изучение дисциплины базируется на знаниях, полученных при изучении курсов «Математический анализ», «Физика», «Теория цепей», «Электромагнитные поля и волны», «Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства», «Техническая электродинамика». Приобретаемые в ходе обучения по дисциплине «Электродинамика СВЧ» знания, умения и компетенции необходимы для успешного изучения дисциплин: «Проектирование элементов устройств и систем СВЧ-техники», «Оптоэлектроника».

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

ОПК-3 (способностью осваивать современные и перспективные направления развития ИКТиСС);

ПК-8 (готовностью использовать современные достижения науки и передовые инфокоммуникационные технологии, методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в научно-исследовательских работах в области ИКТиСС)

В результате изучения дисциплины магистранты должны знать:

особенности распространения ЭМ волн микроволнового диапазона в различных средах;

основы проектирования микроволновых систем;

этапы построения математических моделей СВЧ устройств;

характеристики активных приборов;

характеристики антенн и базовых линий передачи;

методы расчета СВЧ-систем;

стандарты для линий передачи;

аналитические соотношения для односвязных и двусвязных линий передачи.

основы теории поляризации радиоволн;

процессы распространения и рассеяния ЭМ волн на границе раздела сред;

Уметь:

проводить анализ и синтез СВЧ-устройств по заданным параметрам;

идентифицировать различные типы волн в однородных и неоднородных линиях передачи;

проводить расчет основных характеристик волноведущих структур: волнового сопротивления, постоянной распространения, затухания и т.д.;

осуществлять автоматизированное проектирование различных СВЧ элементов;

пользоваться пакетами прикладных программ математического моделирования микроволновых устройств;

решать задачи рассеяния и дифракции.

4. Распределение трудоемкости (час) дисциплины по темам и видам занятий:

№ Мо-ду-ля	№ Не-де-ли	№ Те-мы	Наименование темы	Часы					
				Всего	Лек-ции	Коллок-виумы	Лабора-торные	Прак-тичес-кие	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
6 семестр									
1	1-6	1	Основные электродинамические характеристики СВЧ-систем	51	6			9	36
2	7-18	2	Методы расчета СВЧ-систем	57	12			9	36
Всего				108	18			18	72

5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	6		Основные электродинамические характеристики СВЧ-систем	
1	2	1	Л.1. Особенности применения ЭМ волн СВЧ-диапазона	
			Введение. Области применения СВЧ излучения.	1, 3, 5, 7
1	2	2	Л.2. Характеристики активных и пассивных СВЧ приборов и устройств	
			Классификация активных СВЧ приборов. Их функции. Параметры СВЧ приборов: ширина полосы пропускания, рабочая мощность,	10

			коэффициент усиления, коэффициент шума. Примеры использования СВЧ приборов. Базовые параметры СВЧ линий передачи и резонаторов. Основные электродинамические характеристики антенн.	
2	2	3	Л.3. Базовые принципы моделирования СВЧ систем	
			Многоуровневое моделирование и проектирование СВЧ устройств. Схемотехническое, функциональное и техническое проектирование. Стандарты.	5, 11
2	12		Методы расчета СВЧ-систем	
2	2	4	Л.4. СВЧ-устройства на прямоугольном волноводе	
			Аналитические соотношения для расчета однородных и неоднородных ПрВ. Понижение размерности. Многофакторные зависимости.	1, 5-10
2	2	5	Л.5. СВЧ-устройства на круглом волноводе	
			Расчетные соотношения для однородных и неоднородных КВ. Аксиально-симметричные модели.	5, 10
2	2	6	Л.6. СВЧ-устройства на волноводах сложных сечений	
			Классификация волноводов сложных сечений (ВСС). Формулы для расчета некоторых ВСС. СВЧ-устройства на ВСС.	1, 7
2	2	7	Л.7. Коаксиальные и интегральные СВЧ-системы	
			Типы волн в однородных и неоднородных коаксиальных линиях (КЛ). Расчетные соотношения. Примеры коаксиальных СВЧ-устройств. Конструктивные особенности интегральных СВЧ-устройств. Эффективная диэлектрическая проницаемость. Фрактальные структуры.	1, 5, 10
2	2	8	Л.8. Методы обеспечения ЭМС РЭС СВЧ	
			Параметры для оценки качества экранирования. Металлические экраны. Волновой метод расчета экранов. Радиопоглощающие материалы.	1, 5, 10

2	2	9	Л9. Основы проектирования микроволновых систем	
			Виды описаний микроволновых систем. Виды обеспечения систем автоматизированного проектирования. Машинный и интерактивный синтез. Математические модели.	3, 4, 8

6. Содержание коллоквиумов
не предусмотрено учебным планом

7. Перечень практических занятий

№ темы	Всего часов	Наименование лабораторной работы. Задания, вопросы, отрабатываемые на лабораторном занятии	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
2	6	Моделирование собственных параметров СВЧ линий передачи методом конечных элементов. <u>Вопросы:</u> теория метода конечных элементов, этапы реализации геометрических и электродинамических моделей волноведущих структур, решение проблемы собственных значений, приложение MATLAB PDE Toolbox, постпроцессорная обработка данных.	1-4
2	6	Исследование планарных СВЧ фильтров методом моментов. <u>Вопросы:</u> метод моментов, метод интегральных уравнений, планарные структуры, полосовые фильтры, пакета программ Sonnet Lite.	1-5
2	6	Использование пакета μ Wave WISARD для расчета и оптимизации пассивных СВЧ устройств. <u>Вопросы:</u> элементы СВЧ-техники на ПрВ, индуктивные, емкостные и резонансные диафрагмы, схемотехнический подход к построению моделей.	1, 10

8. Перечень лабораторных работ
не предусмотрены учебным планом

9. Задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Всего Часов	Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
1	18	Линии передачи, формирующие элементную базу современных систем СВЧ-техники.	1-10
2	18	Численные методы расчета ЭМ полей: метод конечных элементов, метод конечных разностей во временной области, метод матриц линий передачи.	4
2	18	Пакеты программ ANSYS, HFSS (www.ansoft.com), Sonnet (www.sonnetsoftware.com).	8
2	18	Примеры использования пакетов компьютерного проектирования СВЧ-устройств.	1, 3, 4, 8, 9
2	18	Расчет микрополосковых линий СВЧ-диапазона	1-10
2	18	Примеры моделирования открытых СВЧ систем.	4-9

10. Расчетно-графическая работа

Не предусмотрена учебным планом

11. Курсовая работа

Не предусмотрена учебным планом

12. Курсовой проект

Не предусмотрен учебным планом

13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине «Электродинамика СВЧ» позволяют оценить знания, умения и уровень приобретённых компетенций.

Фонд оценочных средств по дисциплине включает в себя:

- Контрольные вопросы;
- Задания для расчетов;
- Задания для проведения занятий в интерактивной форме.

Оценка качества освоения программы дисциплины «Электродинамика СВЧ» включает текущий контроль успеваемости, промежуточную и итоговую аттестацию.

Контрольные вопросы по дисциплине:

1. Области применения микроволнового излучения.
2. Многоуровневое моделирование.
3. Активные СВЧ-приборы.
4. Пассивные СВЧ-устройства.
5. Антенные системы и их характеристики.
6. Проектирование СВЧ-устройств на ПрВ.
7. Разработка СВЧ-устройств на круглом волноводе.
8. Волноводы сложных сечений в СВЧ-технике.
9. Расчет коаксиальных СВЧ-устройств.
10. Планарные СВЧ-устройства.
11. Экранирование РЭС СВЧ.
12. Металлические экраны.
13. Радиопоглощающие материалы.
14. Виды обеспечения систем компьютерного проектирования.
15. Основные проектные процедуры. Интерактивный и машинный синтез.

Вопросы для зачета

1. Особенности применения ЭМ волн СВЧ-диапазона.
2. Основные параметры и характеристики активных СВЧ приборов
3. Базовые параметры линий передачи и резонаторов СВЧ диапазона.
4. Основные электродинамические характеристики СВЧ антенн.
5. Многоуровневое моделирование и проектирование СВЧ устройств.
6. Моделирование СВЧ-устройств на прямоугольном волноводе.
7. Моделирование СВЧ-устройств на круглом волноводе.
8. Моделирование СВЧ-устройств на волноводах сложных сечений,
9. Моделирование коаксиальных и планарных СВЧ-устройств.
10. Основные параметры оценки качества экранирования РЭС.
11. Радиопоглощающие материалы.
12. Виды описаний микроволновых систем.
13. Виды обеспечения систем компьютерного проектирования.
14. Проектные процедуры анализа, оптимизации и синтеза.

Вопросы для экзамена

Не предусмотрен учебным планом

14. Образовательные технологии

Для достижения планируемых результатов освоения дисциплины «Электродинамика СВЧ» используются следующие образовательные технологии:

Образовательные технологии	Лекция	Практические занятия	СРС
Информационно-развивающие технологии	+	+	+
Практико-ориентированные технологии		+	+
Развивающие проблемно-ориентированные технологии	+	+	+
Личностно-ориентированные технологии		+	

Интерактивные формы обучения

№ пп.	Модуль	Применение технологии интерактивного обучения	Количество часов
1	1	Практические занятия. Работа в команде. СРС. Подготовка и отчет по лабораторным работам. Дискуссия.	12
2	2	Практические занятия. Работа в команде. СРС. Подготовка и отчет по лабораторным работам. Дискуссия.	24

15. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

ОБЯЗАТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Нефедов Е.И. Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн. М.: Академия, 2008 - 212 с. *Экземпляров всего - 33.*
2. Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн: учебник / Г. А. Ерохин [и др.] ; под ред. Г. А. Ерохина. - 3-е изд. - М. : Горячая линия - Телеком, 2007. - 491 с. *Экземпляров всего - 10.*

3. Григорьев А.Д. Электродинамика и микроволновая техника. С.Пб. Лань, 2007 – 700 с. *Экземпляров всего - 35.*
4. Плотников К.Э. Вычислительные методы : теория и практика в среде MATLAB : курс лекций / К. Э. Плохотников. - М. : Горячая линия - Телеком, 2009. - 496 с. *Экземпляров всего - 30.*

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

5. Банков С.Е. Анализ и оптимизация трехмерных СВЧ структур с помощью HFSS / С. Е. Банков, А. А. Курушин, В. Д. Разевиг. - М. : СОЛОН-Пресс, 2004. - 208 с. : *Экземпляров всего - 1.*
6. Автоматизированное проектирование антенн и устройств СВЧ : учеб. пособие / С. Д. Кременецкий [и др.]. - М. : Радио и связь, 1988. - 240 с. : *Экземпляров всего - 2.*
7. Гупта К. Машинное проектирование СВЧ устройств / К. Гупта, Р. Гардж, Р. Чадха ; пер. с англ. С. Д. Бродецкой ; под ред. В. Г. Шейнкмана. - М. : Радио и связь, 1987. - 432 с. *Экземпляров всего - 2.*
8. Сверхширокополосные микроволновые устройства / под ред.: А. П. Креницкого, В. П. Мещанова. - М. : Радио и связь, 2001. - 560 с. *Экземпляров всего - 1.*
9. Микроэлектронные устройства СВЧ : учеб. пособие для радиотехнических специальностей вузов / ред. Г. И. Веселов. - М. : Высшая школа, 1988. - 280 с. : *Экземпляров всего - 17.*
10. Устройства поляризации радиоволн в терагерцевом диапазоне частот / Под ред. А.С. Якунина. – М.: Радиотехника, 2012, 180 с – 256 с. *Экземпляров всего - 2.*

ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

19. <http://exir.ru/3/info.htm>, www.2450mhz.com, www.ieee.org.

ИСТОЧНИКИ ИОС

20. УМКД по дисциплине " Электродинамика СВЧ " (<http://portal.sstu.ru>)

БАЗЫ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНЫЕ И ПОИСКОВЫЕ СИСТЕМЫ

www.google.com, <http://elibrary.ru/>, www.rambler.ru

16. Материально-техническое обеспечение

Лаборатория компьютерного моделирования радиотехнических систем с 15 персональными двухядерными компьютерами и лицензионным программным обеспечением (MathCad, MATLAB, MS Office и т.д.) и лекционная аудитория с цифровым проектором и компьютером.