

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
 УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**
**"РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
 В.Ф. УТКИНА"**

СОГЛАСОВАНО
 Зав. выпускающей кафедры

УТВЕРЖДАЮ
 Проректор по УР
 А.В. Корячко



Микрополосковые СВЧ устройства рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	Электронных приборов
Учебный план	11.03.03_23_00_МИРЭА.plx 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств
Квалификация	бакалавр
Форма обучения	очная
Общая трудоемкость	2 ЗЕТ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		Итого	
Недель	16			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	16		16	
Лабораторные	16		16	
Иная контактная работа	0,25		0,25	
Итого ауд.	32,25		32,25	
Контактная работа	32,25		32,25	
Сам. работа	31		31	
Часы на контроль	8,75		8,75	
Итого	72		72	

г. Рязань

Программу составил(и):

к.т.н., доц., Горлин Олег Анатольевич



Рабочая программа дисциплины

Микрополосковые СВЧ устройства

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 928)

составлена на основании учебного плана:

11.03.03 Конструирование и технология электронных средств
утвержденного учёным советом вуза от 28.04.2023 протокол № 11.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Электронных приборов

Протокол от 26.05.2023 г. № 5

Срок действия программы: 2023-2027 уч.г.

Зав. кафедрой Чиркин Михаил Викторович



Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры
Электронных приборов

Протокол от _____ 2024 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры
Электронных приборов

Протокол от _____ 2025 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры
Электронных приборов

Протокол от _____ 2026 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры

Электронных приборов

Протокол от _____ 2027 г. № ____

Зав. кафедрой _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
1.1	<i>Цель освоения дисциплины:</i> формирование твердых теоретических знаний о физических процессах, протекающих в микрополосковых СВЧ устройствах, о конструктивных особенностях устройств микроволнового диапазона, о методах теоретического анализа процессов.
1.2	Основные задачи освоения дисциплины:
1.3	Освоение физических основ микроволновых приборов, теорию физических процессов в приборах, типы, параметры, характеристики, конструкцию и технологические процессы при разработке и производстве приборов СВЧ, тенденции их развития;
1.4	Овладение у студентов навыков научного подхода к выбору и использованию различных методов при производстве и конструировании микроволновых приборов; Формирование навыков практического проектирования и конструирования микроволновых приборов с использованием пакетов прикладных программ;
1.5	Применение приобретенных практических знаний для решения конкретных задач при прохождении учебных практик, при выполнении выпускных работ, а также в дальнейшей профессиональной деятельности; Закрепление навыков самостоятельной учебной деятельности.
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В.ДВ.01
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Теория надежности электронных средств
2.1.2	Теория точности в разработке конструкций и технологий
2.1.3	Тепловые процессы в электронике
2.1.4	Технологическая (проектно-технологическая)
2.1.5	Микроэлектроника СВЧ
2.1.6	Пакеты прикладных программ
2.1.7	Электромагнитная совместимость
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
2.2.2	Преддипломная практика
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
ПК-3: Способен выполнять работы по конструированию блоков с низкой плотностью компоновки элементов	
ПК-3.1. Выполняет компьютерное моделирование конструкций блоков с низкой плотностью компоновки элементов	
Знать основные физические закономерности, лежащие в основе работы современных приборов автоматики и электроники. Уметь строить простейшие физические и математические модели приборов и устройств различного функционального назначения с использованием средств автоматизации проектирования. Владеть навыками компьютерного моделирования сложных физических процессов с использованием средств автоматизации проектирования	
ПК-4: Способен строить физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования и проводить анализ результатов	
ПК-4.1. Проводит моделирование и исследования функциональных, статических, динамических, временных, частотных характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения	

Знать
методы проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения;
Уметь
проводить сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием.
Владеть
навыками по расчету и проектированию электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	расчет дифференциальных уравнений, уравнений в частных производных, векторную алгебру;
3.1.2	разделы физики как электричество, магнетизм; теоретические основы электротехники;
3.1.3	основные методы численного решения дифференциальных уравнений;
3.1.4	основные уравнения расчета электромагнитных полей;
3.2	Уметь:
3.2.1	работать с электроизмерительными приборами;
3.2.2	анализировать характеристики и закономерности электронных приборов;
3.2.3	проводить компьютерное моделирование и расчеты физических процессов в приборах;
3.3	Владеть:
3.3.1	навыками экспериментального исследования характеристик электромагнитных процессов в различных системах;
3.3.2	навыками расчета результатов исследований.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)						
Код занят	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Форма контроля
	Общие сведения о микрополосковых линиях (МПЛ) и устройствах СВЧ диапазона. Основные особенности микрополосковых линий и устройств СВЧ диапазона.	7 семестр 4 курс				
1.1	Раздел 1. Виды МПЛ. Параметры симметричных и не симметричных микрополосковых линий. Структура электромагнитного поля в МПЛ. Связанные МПЛ. Материалы подложек и проводников микрополосковых линий и устройств СВЧ					
1.2	1 /Лек/	7	1	ПК-4.1-3 ПК-4.1-У	Л1.1 Л1.2 Л1.3	
1.3	/Ср/	7	4	ПК-4.1-3 ПК-4.1-У	Л1.1 Л1.2 Л1.3	
1.4	Измерение параметров микрополосковой линии /Лаб/	7	4	ПК-4.1-3 ПК-4.1-В	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1	
	Раздел 2. Расчет элементов микрополоскового тракта			ПК-3		
2.1	Пленочные резисторы сосредоточенные. Пленочные конденсаторы сосредоточенные. Пленочные катушки индуктивности сосредоточенные. Параметры прямого зазора в МП линиях. Широкополосная согласованная нагрузка. Узкополосная согласованная нагрузка. Атенюаторы фиксированные с сосредоточенными параметрами.					

2.2	/Лек/	7	1	ПК-3.1-3 ПК-3.1-У ПК-3.1-В	Л1.1 Л1.2Л2.1	
2.3	/Ср/	7	4	ПК-3.1-3 ПК-3.1-У ПК-3.1-В	Л1.1 Л1.2Л2.1	
	Раздел 3. Микрополосковые фильтры, их топология и конструкция					
3.1	Основные конструктивные особенности фильтров нижних и верхних частот. Полосно-пропускающие фильтры: фильтры на замкнутых шлейфах, фильтры с боковыми электромагнитными связями, встречноштырьевой фильтр, шпилесный фильр. Полосно-загружающие фильтры. Частотные характеристики фильтров.					
3.2	/Лек/	7	2	ПК-4.1-3 ПК-4.1-У	Л1.3 Л1.2Л2.1	
3.3	/Ср/	7	2	ПК-4.1-3 ПК-4.1-У	Л1.2 Л1.3Л2.1	
	Раздел 4. Проектирование микрополосковых фильтров					
4.1	Выбор материала микрополосковых плат СВЧ устройств. Основные типы корпусов микрополосковых устройств: пенальные, рамочные, коробочные. Выбор материалов и способы изготовления. Выбор САПР, используемой для моделирования, расчета и анализа СВЧ устройств. Параметрическое моделирование разработанной структуры. Изготовление и измерение экспериментальных образцов СВЧ фильтров.					
4.2	/Лек/	7	1	ПК-3.1-3 ПК-3.1-У ПК-3.1-В	Л1.2 Л1.3	
4.3	/Ср/	7	2	ПК-3.1-3 ПК-3.1-У ПК-3.1-В	Л1.2 Л1.3	
4.4	Исследование характеристик микроволновых фильтров /Лаб/	7	4	ПК-3.1-3 ПК-3.1-У ПК-3.1-В	Л1.2 Л1.3 Э2 Э3 Э4	
	Раздел 5. Микрополосковые мостовые СВЧ устройства и делители мощности					

5.1	Расчет мостовой схемы. Кольцевая гибридная мостовая схема. Кольцевой делитель мощности с омической нагрузкой. Делители мощности ненаправленные. Расчет ненаправленного делителя мощности. Делители мощности направленные с неравным делением. Расчет делителя мощности типа-1 и типа-2. Направленные ответвители шлейфные. Расчет двухшлейфных направленных ответвителей. Расчет параметров направленных ответвителей трех- и четырех- шлейфных типа-1.					
5.2	/Лек/	7	2	ПК-4.1-3 ПК-4.1-У ПК-4.1-В	Л1.5 Л1.3	
5.3	/Ср/	7	2	ПК-4.1-3 ПК-4.1-У ПК-4.1-В	Л1.3 Л1.5	
5.4	Исследование делителя мощности /Лаб/	7	4	ПК-4.1-3 ПК-4.1-У ПК-4.1-В	Л1.3 Л1.5	
	Раздел 6. Микрополосковые устройства СВЧ на ферритах					
6.1	Основные параметры трехплечного циркулятора: намагниченность насыщения, ширина линии ферромагнитного резонанса, анизотропия, температура точка Кюри. Y-циркуляторы классического типа и методика расчета. Основное уравнение для точки циркуляции. Выбор марки феррита. Расчет зарезонансного Y-циркулятора. Методика расчета циркулятора с реактивными элементами.					
6.2	/Лек/	7	2	ПК-3.1-3 ПК-3.1-У ПК-3.1-В	Л1.4 Л1.1 Э2 Э3 Э4	
6.3	/Ср/	7	2	ПК-3.1-3 ПК-3.1-У ПК-3.1-В	Л1.1 Л1.4 Э2 Э3 Э4	
6.4	Исследование развязывающего устройства /Лаб/	7	4	ПК-3.1-3 ПК-3.1-У ПК-3.1-В	Л1.1 Л1.4 Э2 Э3 Э4	
	Микрополосковые антенные устройства. Направления развития микрополосковых устройств СВЧ.					

7.1	Основные достоинства микрополосковых антенн. Расчет антенны резонаторного типа с линейной поляризацией. Диаграмма направленности Входная проводимость антенны. Расчет микрополосковой антенны. Антенные решетки с элементами резонаторного типа. Основные соотношения для линейной решетки. Способы возбуждения элементов решетки. Расчет антенной решетки. Вибраторные антенны в микрополосковом исполнении. Антенные решетки с печатными вибраторными элементами. Другие печатные излучающие системы. Направления развития микрополосковых устройств СВЧ.					
7.2	/Лек/	7	2	ПК-4.1-3 ПК-4.1-У ПК-4.1-В	Л1.2 Л1.4	
7.3	/Ср/	7	2	ПК-4.1-3 ПК-4.1-В ПК-4.1-У	Л1.2 Л1.4	
Раздел 8. Промежуточная аттестация						
8.1	Сдача экзамена /Тема/	7	0			
8.2	/ИКР/	7	0,35	ПК-4.1-3 ПК-4.1-У ПК-4.1-В		
8.3	Консультирование перед экзаменом /Кнс/	7	2	ПК-4.1-3 ПК-4.1-У ПК-4.1-В		
8.4	/Экзамен/	7	44,65	ПК-4.1-3 ПК-4.1-У ПК-4.1-В	Л1.1 Л1.3 Л1.4 Л1.2 Л1.5Л2.1	

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ "Оценочные материалы по дисциплине "Микрополосковые СВЧ устройства")

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1.1 Рекомендуемая литература

1. Микроэлектронные устройства СВЧ / Н. Т. Бова, Ю. Г. Ефремов, В. В. Конин и др. К.: Техника. – 184 с.
2. Микроэлектронные устройства СВЧ: Учеб. Пособие для М59 радиотехнических специальностей вузов / Г. И. Веселов, Е. Н. Егоров, Ю. Н. Алехин, Г. Г. Воронина, В. А. Романюк и др.; Под ред. Г. И. Веселова. – М.: Высш. шк. – 1988 – 280 с.
3. Соколова Ж.М. Микроволновые приборы и устройства [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ж.М. Соколова. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2009. — 272 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13945.html>
4. Гассанов Л.Г. и др. Твердотельные устройства СВЧ в технике связи -М.: Радио и связь, 1988, 288с.
5. Щука А.А., Электроника. Учебное пособие / Под ред. проф. А.С. Сигова – СПб.: БХБ-Петербург, 2006, 800с.

6.1.2 Дополнительная литература

1. Трубецков Д.И., Храмов А.Е. Лекции по СВЧ-электронике для физиков Т I-II, М.: Физматлит, 2005.
2. Лебедев И.В. Электронные устройства СВЧ. Кн 1, Кн. 2. М.Радиотехника, 2008.

6.1.3 Методические разработки

1. Глебова Т.А., Горлин О.А., Шишков А.А. Микроволновая техника. Ч.1: Методические указания. Рязань: РИЦ РГРТУ, 2014.
2. Глебова Т.А., Горлин О.А., Шишков А.А. Микроволновая техника. Ч.2: Методические указания. Рязань: РИЦ РГРТУ, 2022.

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Информационная образовательная среда
Э2	Электронно-библиотечная система "IPRbooks"
Э3	Электронно-библиотечная система "Лань"
Э4	Электронная библиотека РГРТУ

стр. 5

6.3 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

6.3.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

Наименование	Описание
Операционная система Windows	Коммерческая лицензия
Kaspersky Endpoint Security	Коммерческая лицензия
LibreOffice	Свободное ПО
Firefox	Свободное ПО

6.3.2 Перечень информационных справочных систем

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Методическое обеспечение дисциплины приведен в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ "Методические указания дисциплины "Электроника СВЧ")