МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Основы проектирования микроволновых устройств

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.03 Конструирование и технология электронных средств**
Направленность (профиль): **Конструирование и технология наноэлектронных средств**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**
Кафедра: **КУДР, Кафедра конструирования узлов и деталей радиоэлектронной аппаратуры**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2013 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	18	18	часов
2	Практические занятия	36	36	часов
3	Лабораторные занятия	8	8	часов
4	Всего аудиторных занятий	62	62	часов
5	Самостоятельная работа	82	82	часов
6	Всего (без экзамена)	144	144	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
8	Общая трудоемкость	180	180	часов
		5.0	5.0	З.Е

Экзамен: 7 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 5643

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 192 от «27» 10 2016 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, утвержденного 2015-11-12 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

Старший преподаватель каф. КУДР _____ Артищев С. А.

Профессор каф. КУДР _____ Малютин Н. Д.

Заведующий обеспечивающей каф. КУДР _____ Лощилов А. Г.

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан РКФ _____ Озеркин Д. В.

Заведующий выпускающей каф. КУДР _____ Лощилов А. Г.

Эксперты:

Профессор каф. КУДР _____ Еханин С. Г.

Согласована на портале № 5643

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Цель дисциплины состоит в подготовке к разработке, исследованию и эксплуатации приборов и устройств микроволновой техники на основе изучения базовых физических принципов функционирования основных микроволновых устройств.

1.2. Задачи дисциплины

- изучение основ теории распространения радиоволн
- моделирование объектов микроволновой техники и процессов в них
- приобретение навыков работы с пакетом автоматизированного проектирования AWR Design Environment

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Основы проектирования микроволновых устройств» (Б1. Дисциплины (модули)) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Автоматизированное проектирование РЭС, Введение в профессию, Интегральные устройства радиоэлектроники, Компьютерное моделирование процессов в РЭС, Моделирование и эксперимент в создании электронных средств, Теоретические основы электротехники, Функциональные устройства РЭС, Экспериментальный анализ.

Последующими дисциплинами являются: Конструирование и технология микро- и наноэлектронных средств.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ПК-1 способностью моделировать объекты и процессы, используя стандартные пакеты автоматизированного проектирования и исследования;

В результате изучения дисциплины студент должен:

- **знать** стандартные пакеты прикладных программ, ориентированных на решение научных и проектных задач радиоэлектроники
- **уметь** применять компьютерные системы и пакеты прикладных программ для проектирования и исследования радиотехнических устройств
- **владеть** типовыми программными средствами для автоматизации проектирования и моделирования радиоэлектронных цепей, устройств и систем

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		7 семестр
Аудиторные занятия (всего)	62	62
Лекции	18	18
Практические занятия	36	36
Лабораторные занятия	8	8
Самостоятельная работа (всего)	82	82
Оформление отчетов по лабораторным работам	16	16
Проработка лекционного материала	25	25
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	41	41
Всего (без экзамена)	144	144

Согласована на портале № 5643

Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость час	180	180
Зачетные Единицы Трудоемкости	5.0	5.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

№	Названия разделов дисциплины	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
1	Основы теории связанных полосковых линий (СПЛ) с неуравновешенной электромагнитной связью. Классические и волновые матрицы СПЛ	4	4	0	8	16	ПК-1
2	Устройства СВЧ на связанных линиях: направленные ответвители, фильтры, делители	2	16	4	24	46	ПК-1
3	Управляемые устройства на СЛ: фазовращатели, аттенюаторы, корректоры АЧХ и ФЧХ	4	12	0	19	35	ПК-1
4	Методы измерения параметров устройств: в частотном диапазоне, импульсные измерения	2	0	2	12	16	ПК-1
5	Методы экстракции параметров устройств на связанных линиях	2	0	2	10	14	ПК-1
6	Применение САПР для проектирования устройств	4	4	0	9	17	ПК-1
	Итого	18	36	8	82	144	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
1 Основы теории связанных полосковых линий (СПЛ) с	История изучения связанных линий. Матрицы первичных параметров, их	4	ПК-1

Согласована на портале № 5643

неуравновешенной электромагнитной связью. Классические и волновые матрицы СПЛ	расчет. Телеграфные уравнения: связь с теорией цепей, получение телеграфных уравнений, решение. Особенности волновых процессов в связанных линиях с неуравновешенной электромагнитной связью. Матрица передачи и матрица рассеяния связанных линий. Конечно-разностная форма телеграфных уравнений, итерационный метод решения		
	Итого	4	
2 Устройства СВЧ на связанных линиях: направленные ответвители, фильтры, делители	Три типы направленных ответвителей (НО) на связанных линиях (СЛ). Матричное описание НО. Частотные характеристики НО на регулярных и нерегулярных СЛ. Импульсные характеристики. Конструкции связанных линий, применяемых при проектировании НО	2	ПК-1
	Итого	2	
3 Управляемые устройства на СЛ: фазовращатели, аттенюаторы, корректоры АЧХ и ФЧХ	Классификация управляемых устройств. Схемы и конструкции фазовращателей с постоянным фазовым сдвигом и линейно-зависимым фазовым сдвигом. Аттенюаторы на СЛ. Коррекция фазы и коррекция амплитуды обрабатываемых сигналов в устройствах на СЛ. Проектирование. Особенности измерения параметров	4	ПК-1
	Итого	4	
4 Методы измерения параметров устройств: в частотном диапазоне, импульсные измерения	Измерение параметров устройств на векторных анализаторах цепей в статическом состоянии. Измерение переходных процессов в режиме быстрого управления. Импульсные измерения, в том числе оценка нелинейных искажений	2	ПК-1
	Итого	2	
5 Методы экстракции параметров устройств на связанных линиях	Постановка задач экстракции как части проектных работ. Использование результатов для доработки моделей и в проектировании. Примеры экстракции частотной зависимости параметров: резистивных потерь, потерь в диэлектриках	2	ПК-1
	Итого	2	
6 Применение САПР для проектирования устройств	Постановка задачи автоматизированного проектирования. Библиотеки элементов устройств:	4	ПК-1

Согласована на портале № 5643

	отрезков полосковых линий передачи, связанных линий, регулирующих элементов, развязывающих элементов, соединителей. Оптимизация разрабатываемых устройств с учетом заданных параметров и получаемых характеристик		
	Итого	4	
Итого за семестр		18	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представ-лены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

№	Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин					
		1	2	3	4	5	6
Предшествующие дисциплины							
1	Автоматизированное проектирование РЭС						+
2	Введение в профессию				+		
3	Интегральные устройства радиоэлектроники		+				
4	Компьютерное моделирование процессов в РЭС					+	+
5	Моделирование и эксперимент в создании электронных средств				+	+	
6	Теоретические основы электротехники	+					
7	Функциональные устройства РЭС		+	+			
8	Экспериментальный анализ				+	+	
Последующие дисциплины							
1	Конструирование и технология микро- и наноэлектронных средств		+				+

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4

Таблица 5. 4 – Соответствие компетенций и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

	Виды занятий	Формы контроля

Согласована на портале № 5643

Компетенции	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	
ПК-1	+	+	+	+	Контрольная работа, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Расчетная работа

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП

7. Лабораторный практикум

Содержание лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Содержание лабораторных работ

Названия разделов	Содержание лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
2 Устройства СВЧ на связанных линиях: направленные ответвители, фильтры, делители	Исследование импульсных характеристик линии передачи	2	ПК-1
	Исследование частотных характеристик ФНЧ	2	
	Итого	4	
4 Методы измерения параметров устройств: в частотном диапазоне, импульсные измерения	Исследование частотных характеристик в импульсном режиме	2	ПК-1
	Итого	2	
5 Методы экстракции параметров устройств на связанных линиях	Экстракция параметров микрополосковой линии	2	ПК-1
	Итого	2	
Итого за семестр		8	

8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

Названия разделов	Содержание практических занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			

Согласована на портале № 5643

1 Основы теории связанных полосковых линий (СПЛ) с неуравновешенной электромагнитной связью. Классические и волновые матрицы СПЛ	Знакомство с САПР AWRDE, получение основных навыков построения и расчета характеристик принципиальных схем	4	ПК-1
	Итого	4	
2 Устройства СВЧ на связанных линиях: направленные ответвители, фильтры, делители	Расчет характеристик связанных полосковых линий передачи	4	ПК-1
	Расчет и оптимизация СВЧ цепей на элементах со сосредоточенными параметрами	4	
	Проектирование и оптимизация микроволновых устройств фильтров на связанных линиях передачи	4	
	Расчет матричных параметров отрезков связанных линий	4	
	Итого	16	
3 Управляемые устройства на СЛ: фазовращатели, аттенюаторы, корректоры АЧХ и ФЧХ	Проектирование микроволновых устройств с использованием средств электромагнитного моделирования	4	ПК-1
	Проектирование дискретного фазовращателя	4	
	Проектирование аналогового фазовращателя	4	
	Итого	12	
6 Применение САПР для проектирования устройств	Оптимизация характеристик микроволновых устройств	4	ПК-1
	Итого	4	
Итого за семестр		36	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
7 семестр				
1 Основы теории связанных полосковых линий (СПЛ) с неуравновешенной электромагнитной связью. Классические и волновые матрицы СПЛ	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-1	Контрольная работа, Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	8		
2 Устройства СВЧ на	Подготовка к	4	ПК-1	Конспект

Согласована на портале № 5643

связанных линиях: направленные ответвители, фильтры, делители	практическим занятиям, семинарам			самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Расчетная работа
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	5		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	5		
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	24		
3 Управляемые устройства на СЛ: фазовращатели, аттенюаторы, корректоры АЧХ и ФЧХ	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	5	ПК-1	Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	5		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	5		
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	19		
4 Методы измерения параметров устройств: в частотном диапазоне, импульсные измерения	Проработка лекционного материала	4	ПК-1	Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	12		
5 Методы экстракции параметров устройств на связанных линиях	Проработка лекционного материала	4	ПК-1	Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Итого	10		
6 Применение САПР для проектирования устройств	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-1	Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	5		

Согласована на портале № 5643

	Итого	9		
Итого за семестр		82		
	Подготовка к экзамену	36		Экзамен
Итого		118		

10. Курсовая работа

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Бальные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
7 семестр				
Контрольная работа	10		10	20
Опрос на занятиях	15	5	10	30
Отчет по лабораторной работе		10	10	20
Итого максимум за период	25	15	30	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	25	40	70	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11. 2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11. 3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)

Согласована на портале № 5643

2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Связанные полосковые линии и устройства на их основе. Часть 1: Учебное пособие / Малютин Н. Д., Семенов Э. В., Лощилов А. Г., Сычев А. Н. - 2012. 176 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1962, свободный.
2. Связанные полосковые линии и устройства на их основе. Часть 2: Учебное пособие / Малютин Н. Д., Семенов Э. В., Лощилов А. Г., Сычев А. Н. - 2012. 244 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1964, свободный.

12.2. Дополнительная литература

1. Измерение параметров ВЧ и СВЧ устройств с помощью векторных анализаторов цепей Р4-И-01 и Обзор-103: Методические указания / Малютин Н. Д., Семенов Э. В., Лощилов А. Г. - 2012. 71 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1959, свободный.

12.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. Техническая электродинамика, Основы электродинамики и распространение радиоволн, Антенны и устройства СВЧ: Лабораторный практикум / Корогодов В. С., Козлов В. Г., Шостак А. С. - 2012. 137 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1319, свободный.
2. Техническая электродинамика: Учебный практикум / Корогодов В. С., Козлов В. Г., Шостак А. С. - 2012. 159 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1320, свободный.
3. Электродинамика и микроволновая техника: Методические указания по самостоятельной работе / Башкиров А. И. - 2012. 20 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1499, свободный.

12.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. http://www.awrcorp.com/resource-library
2. http://www.eurointech.ru

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Необходимо демонстрационное оборудование для показа презентаций и видеороликов, персональные компьютеры, сеть Интернет, видеопроектор. Для проведения практических занятий используется компьютерный класс кафедры на 12 рабочих мест.

Лабораторные занятия проводятся в лаборатории 316 главного корпуса ТУСУР, где имеется оборудование для проведения электрофизических измерений, а также в помещении СКБ «Смена» (ауд. 109 мк., 104 мк. ТУСУР), оснащенном необходимым научно-техническим оборудованием.

14. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств приведен в приложении 1.

15. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Объём часов, предусмотренных учебным планом для изучения дисциплины, позволяет осветить только наиболее важные моменты и раскрыть базовые понятия при чтении лекций. Поэтому при реализации программы студенты должны работать самостоятельно как при повторении лекционного материала, так и при подготовке к лабораторным и практическим занятиям. Для обеспечения эффективного усвоения студентами материалов дисциплины необходимо на первом занятии познакомить их с основными положениями и требованиями рабочей программы, с подлежащими изучению темами, списком основной и дополнительной литературы, с положениями балльно-рейтинговой системы оценки успеваемости. На лекциях необходимо обращать внимание на особенности применения рассматриваемого материала в последующих курсах, а также в будущей профессиональной деятельности. Для увеличения заинтересованности и повышения компетенций студентов следует в учебном процессе применять интерактивные методы обучения.

Согласована на портале № 5643

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Основы проектирования микроволновых устройств

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.03 Конструирование и технология электронных средств**
Направленность (профиль): **Конструирование и технология наноэлектронных средств**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**
Кафедра: **КУДР, Кафедра конструирования узлов и деталей радиоэлектронной аппаратуры**
Курс: **4**
Семестр: **7**

Учебный план набора 2013 года

Разработчики:

- Старший преподаватель каф. КУДР Артищев С. А.
- Профессор каф. КУДР Малютин Н. Д.

Экзамен: 7 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 5643

1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций
ПК-1	способностью моделировать объекты и процессы, используя стандартные пакеты автоматизированного проектирования и исследования	Должен знать стандартные пакеты прикладных программ, ориентированных на решение научных и проектных задач радиоэлектроники ; Должен уметь применять компьютерные системы и пакеты прикладных программ для проектирования и исследования радиотехнических устройств ; Должен владеть типовыми программными средствами для автоматизации проектирования и моделирования радиоэлектронных цепей, устройств и систем ;

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ПК-1

ПК-1: способностью моделировать объекты и процессы, используя стандартные пакеты автоматизированного проектирования и исследования.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования

Согласована на портале № 5643

компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	физические основы построения и функционирования активных и пассивных микроволновых элементов и устройств, основные методы измерения электрических параметров и характеристик активных и пассивных микроволновых элементов и устройств ;	проводить моделирование активных и пассивных микроволновых элементов и устройств с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием программ автоматизированного проектирования	навыками автоматизированного расчёта параметров и характеристик активных и пассивных микроволновых элементов и устройств в САПР
Виды занятий	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	• Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Расчетная работа; • Конспект самоподготовки; • Экзамен;	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Расчетная работа; • Конспект самоподготовки; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Расчетная работа; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• физические основы функционирования активных и пассивных микроволновых устройств; • основные методы измерения электрических параметров и характеристик активных и пассивных микроволновых	• анализировать техническое задание, проводить соответствующие расчеты для синтеза схемы устройства, реализовывать устройство в САПР, корректировать модели для достижения требуемых характеристик;	• навыками работы в САПР для проектирования РЭС; • информацией о принципах симуляции работы устройств в САПР; • методикой расчета параметров устройств;

Согласована на портале № 5643

	устройств; • алгоритмы стандартных пакетов прикладных программ, ориентированных на проектирование микроволновых устройств;		
Хорошо (базовый уровень)	• методы разработки активных и пассивных микроволновых устройств с помощью стандартных пакетов прикладных программ; • основные методы измерения электрических параметров и характеристик активных и пассивных микроволновых устройств;	• собрать заданную схему/топологию устройства в САПР, провести соответствующие расчеты для обеспечения требуемых характеристик;	• навыками работы в САПР для проектирования РЭС;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• основные виды активных и пассивных микроволновых устройств, а также методы измерения их электрических параметров и характеристик ;	• следовать инструкции по созданию модели устройства в САПР, отображать полученные характеристики;	• информацией о последовательности действий при проектировании устройств в САПР;

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

3.1 Вопросы на самоподготовку

- Принцип работы фазовращателя
- Классификация и свойства направленных ответвителей
- Варианты реализации топологии СВЧ-фильтров на связанных линиях

3.2 Темы опросов на занятиях

- S-параметры, распространение волн, падающие и отраженные волны, частотные характеристики, импульсные характеристики, средства измерения частотных и импульсных характеристик

3.3 Экзаменационные вопросы

- 1. Первичные, вторичные и рабочие параметры линий передачи СВЧ колебаний. 2. Чем отличаются цепи с распределенными параметрами от цепей с сосредоточенными параметрами. 3. Эквивалентные схемы линий передачи СВЧ колебаний, связанных линий передачи. 4. Телеграфные уравнения для связанных полосковых линий передачи и их решение. 5. Матричные параметры одиночных и связанных линий передачи, двухполюсники, четырехполюсники, восьмиполюсники. 6. Дайте определение понятия частотно-селективного устройства (фильтра). Какие основные типы фильтров используются на практике. Покажите их частотные

Согласована на портале № 5643

характеристики S21(f), S11(f). 7. Что такое ЭМ-модель? 8. Объясните процедуру создания ЭМ-модели. 9. Объясните физический смысл коэффициентов матрицы рассеяния S21 и S11. Покажите примеры графиков зависимости S21, S11 от частоты. В каких единицах измеряются S21, S11? 10. Как изменится электрическая длина полосковой линии передачи при изменении относительной диэлектрической проницаемости подложки? 11. Как изменится топология фильтра (ППФ, ФНЧ, ФВЧ, ПЗФ) при изменении относительной диэлектрической проницаемости подложки? 12. Как изменяются частотные зависимости коэффициентов S21, S11 при изменении относительной диэлектрической проницаемости? 13. Как изменится топология фильтра (ППФ, ФНЧ, ФВЧ, ПЗФ) при изменении толщины подложки? 14. Как изменятся частотные зависимости коэффициентов S21, S11 полосковой линии передачи при изменении толщины подложки при неизменной относительной диэлектрической проницаемости этой подложки? 15. Приведите пример топологии ППФ диапазона СВЧ, опишите принцип работы такого фильтра. 16. Приведите эквивалентную схему замещения фильтра (ФНЧ, ФВЧ). 17. Назовите основные технологические допуски, которыми необходимо руководствоваться при проектировании печатного СВЧ-устройства. 18. Что показывает КСВН? Дайте определение, диапазон возможных значений. Связь КСВН с S11. 19. Что такое децибел? Для измерения каких величин целесообразно использовать децибелы? Определите вносимое затухание в дБ, если амплитуда напряжения уменьшилась в 2 раза. 20. Принцип действия и основные параметры направленного противонаправленного ответвителя на связанных линиях. Приведите пример топологии. 21. Объясните назначение и принцип действия фазовращателя на связанных линиях. Какие типы фазовращателей СВЧ вы знаете? 22. Объясните принцип работы аттенюатора СВЧ. Приведите пример схемы и топологии аттенюатора СВЧ. 23. Какие типы матриц используются для описания параметров СВЧ линий передачи и устройств? Связь между различными матрицами. 24. Что такое согласованный режим работы четырехполюсника? Каковы условия согласования четырехполюсника с нагрузкой и источником сигнала? 25. Как определить число звеньев фильтра и номиналы элементов фильтра (L, C) в микроисполнении на подложке? 26. Что такое матрица рассеивания? Приведите определения S-параметров (S11, S12, S21, S22). Дайте определение взаимного и невзаимного четырехполюсника. 27. Общая характеристика современных САПР СВЧ устройств. Основные возможности САПР AWR (Microwave Office). Приведите пример вашего проекта. 28. Объясните, как пользоваться инструментом «Оптимизация» в программе Microwave Office. 29. От каких параметров полоскового фильтра зависят: ширина полосы пропускания, граничные частоты, крутизна характеристики? 30. Как определить число звеньев фильтра и размеры полосок фильтра?

3.4 Темы контрольных работ

– Контрольная работа №1 Первичные, вторичные и рабочие параметры линий передачи СВЧ колебаний. Чем отличаются цепи с распределенными параметрами от цепей с сосредоточенными параметрами. Эквивалентные схемы линий передачи СВЧ колебаний, связанных линий передачи. Телеграфные уравнения для связанных полосковых линий передачи и их решение. Матричные параметры одиночных и связанных линий передачи, двухполюсники, четырехполюсники, восьмиполюсники. Что такое децибел? Для измерения каких величин целесообразно использовать децибелы? Определите вносимое затухание в дБ, если амплитуда напряжения уменьшилась в 2 раза.

– Контрольная работа №2 Дайте определение понятия частотно-селективного устройства (фильтра). Какие основные типы фильтров используются на практике. Покажите их частотные характеристики S21(f), S11(f). Объясните физический смысл коэффициентов матрицы рассеяния S21 и S11. Покажите примеры графиков зависимости S21, S11 от частоты. В каких единицах измеряются S21, S11? От каких параметров полоскового фильтра зависят: ширина полосы пропускания, граничные частоты, крутизна характеристики? Как определить число звеньев фильтра и размеры полосок фильтра? Приведите эквивалентную схему замещения фильтра (ФНЧ, ФВЧ). Как изменится топология фильтра (ППФ, ФНЧ, ФВЧ, ПЗФ) при изменении толщины подложки?

3.5 Темы расчетных работ

– Знакомство с интерфейсом программы AWR DE. Построение графиков во временной и частотной областях

Согласована на портале № 5643

– Автоматизированное проектирование линии передачи AWR DE.
– Построение и анализ ФНЧ на элементах с сосредоточенными параметрами
– Построение и анализ полосового фильтра на связанных линиях

3.6 Темы лабораторных работ

– Исследование импульсных характеристик линии передачи
– Исследование частотных характеристик ФНЧ
– Исследование частотных характеристик в импульсном режиме
– Экстракция параметров микрополосковой линии

4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы фор-мирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

4.1. Основная литература

1. Связанные полосковые линии и устройства на их основе. Часть 1: Учебное пособие / Малютин Н. Д., Семенов Э. В., Лощилов А. Г., Сычев А. Н. - 2012. 176 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1962, свободный.
2. Связанные полосковые линии и устройства на их основе. Часть 2: Учебное пособие / Малютин Н. Д., Семенов Э. В., Лощилов А. Г., Сычев А. Н. - 2012. 244 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1964, свободный.

4.2. Дополнительная литература

1. Измерение параметров ВЧ и СВЧ устройств с помощью векторных анализаторов цепей Р4-И-01 и Обзор-103: Методические указания / Малютин Н. Д., Семенов Э. В., Лощилов А. Г. - 2012. 71 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1959, свободный.

4.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. Техническая электродинамика, Основы электродинамики и распространение радиоволн, Антенны и устройства СВЧ: Лабораторный практикум / Корогодов В. С., Козлов В. Г., Шостак А. С. - 2012. 137 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1319, свободный.
2. Техническая электродинамика: Учебный практикум / Корогодов В. С., Козлов В. Г., Шостак А. С. - 2012. 159 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1320, свободный.
3. Электродинамика и микроволновая техника: Методические указания по самостоятельной работе / Башкиров А. И. - 2012. 20 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1499, свободный.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. http://www.awrcorp.com/resource-library
2. http://www.eurointech.ru

Согласована на портале № 5643