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

САПР и технология СВЧ устройств

Уровень основной образовательной программы: **Бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.03 Конструирование и технология электронных средств**
Профиль: **Технология электронных средств**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**
Кафедра: **РЭТЭМ, Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	18	18	часов
2	Практические занятия	34	34	часов
3	Лабораторные занятия	8	8	часов
4	Всего аудиторных занятий	60	60	часов
5	Самостоятельная работа	84	84	часов
6	Всего (без экзамена)	144	144	часов
7	Общая трудоемкость	144	144	часов
		4	4	З.Е

Дифференцированный зачет: 7 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 1321

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 46 от «29» 8 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__, протокол №_____.

Разработчики:

доцент каф. РЭТЭМ _____ Коротаев В. М.

Заведующий обеспечивающей каф. РЭТЭМ _____ Туев В. И.

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

Декан РКФ _____ Озеркин Д. В.

Заведующий профилирующей каф. РЭТЭМ _____ Туев В. И.

Заведующий выпускающей каф. РЭТЭМ _____ Туев В. И.

Эксперты:

доцент каф. РЭТЭМ _____ Несмелова Н. Н.

доцент каф. РЭТЭМ _____ Солдаткин В. С.

Согласована на портале № 1321

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Подготовка бакалавра к профессиональной деятельности, ознакомление с САПР и технологиями СВЧ устройств на схемотехническом и технологическом уровнях.

Формирование у студентов понимания сущности и особенностей СВЧ техники и специфики САПР для проектирования СВЧ устройств на схемном и технологическом уровне.

1.2. Задачи дисциплины

– Знакомство с моделями основных элементов СВЧ устройств и узлов. ;

– Ознакомление с современные пакетами САПР, возможностями моделирования и работа с демонстрационными и учебными версиями пакетов САПР. ;

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «САПР и технология СВЧ устройств» (Б1. Дисциплины (модули)) Б1. Дисциплины (модули) профессионального цикла обязательных дисциплин.

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Метрология и технические измерения, Моделирование и оптимизация технологических процессов РЭС, Физические основы микро- и наноэлектроники.

Последующими дисциплинами являются: Материалы и компоненты электронных средств, Полупроводниковые наногетеростуктуры, Схемо- и системотехника электронных 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** возможности основных современных пакетов САПР СВЧ устройств при моделировании на уровне приборов, технологии и схемотехники.

– **уметь** ориентироваться в современных технологиях разработки и моделирования СВЧ техники средствами САПР

– **владеть** знаниями, позволяющими использовать САПР при моделировании элементов и узлов и модулей СВЧ устройств.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

№	Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	18	18	часов
2	Практические занятия	34	34	часов
3	Лабораторные занятия	8	8	часов
4	Всего аудиторных занятий	60	60	часов
5	Самостоятельная работа	84	84	часов
6	Всего (без экзамена)	144	144	часов
7	Общая трудоемкость	144	144	часов
		4	4	З.Е

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Согласована на портале № 1321

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	СВЧ и оптический диапазоны частот. Техника СВЧ. Современные САПР СВЧ.	2	6	0	10	18	ПК-1
2	Модели линий передачи СВЧ в САПР.	2	4	0	10	16	ПК-1
3	Системы параметров и численные методы линейного моделирования СВЧ устройств. Параметры рассеяния.	2	2	0	16	20	ПК-1
4	Линейные и нелинейные модели активных элементов в составе СВЧ устройств используемые в современных САПР.	4	16	4	24	48	ПК-1
5	Моделирование функциональных устройств СВЧ в пакете современной САПР	4	4	4	12	24	ПК-1
6	Моделирование технологических процессов и приборов оптического и СВЧ диапазонов частот средствами специализированных САПР.	2	0	0	4	6	ПК-1
7	Измерение параметров СВЧ элементов и устройств и использование результатов измерений в САПР при проектировании функциональных узлов.	2	2	0	8	12	ПК-1
	Итого	18	34	8	84	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 СВЧ и оптический диапазоны частот. Техника СВЧ. Современные	Диапазон СВЧ. Техника ВЧ и СВЧ устройств. Основные понятия и	2	ПК-1

Согласована на портале № 1321

САПР СВЧ.	определения. Краткие сведения из истории развития. Уровни моделирования при разработке СВЧ устройств. Современные САПР СВЧ.		
	Итого	2	
2 Модели линий передачи СВЧ в САПР.	Одиночные и многопроводные связанные линии. Телеграфные уравнения.Первичные параметры. Волновое сопротивление. Коэффициент отражения. Коэффициент стоячей волны.	2	ПК-1
	Итого	2	
3 Системы параметров и численные методы линейного моделирования СВЧ устройств. Параметры рассеяния.	Классические и волновые системы параметров линейных четырехполюсников и восьмиполюсников СВЧ.Численные методы решения электродинамических задач для линейных цепей. Параметры рассеяния их физический смысл, возможности измерения и использования при моделировании в пакетах САПР СВЧ.	2	ПК-1
	Итого	2	
4 Линейные и нелинейные модели активных элементов в составе СВЧ устройств используемые в современных САПР.	Современные арсенид и нитрид галлиевые полевые транзисторы с барьером Шоттки. Гетероструктурные полевые транзисторы с высокой подвижностью электронов.Гетеробиполярные транзисторы.Малосигнальные и нелинейные модели. Параметры постоянного тока. Линейные и нелинейные характеристики.	4	ПК-1
	Итого	4	
5 Моделирование функциональных устройств СВЧ в пакете современной САПР	Линейные малошумящие усилители СВЧ.Линейные и нелинейные усилители мощности СВЧ Схемотехника, моделирование технологические и конструктивные реализации Управляющие устройства СВЧ:аттенюаторы, фазовращатели, переключатели.Делители и сумматоры СВЧ.Фильтры СВЧ.	4	ПК-1
	Итого	4	
6 Моделирование технологических процессов и приборов оптического и СВЧ диапазонов частот средствами специализированных САПР.	Приборно-технологическое моделирование, или TCAD (Technology Com-puter Aided Design). Пакет прикладных программных инструментов, позволяющих осуществлять многомерное	2	ПК-1

Согласована на портале № 1321

	моделирование интегральных полупроводниковых структур, используя в качестве исходной информации описание технологического процесса их изготовления		
	Итого	2	
7 Измерение параметров СВЧ элементов и устройств и использование результатов измерений в САПР при проектировании функциональных узлов.	Принципы и схемы измерений параметров цепей и сигналов СВЧ. Современные приборы для измерения параметров рассеяния, шума, мощности элементов и устройств СВЧ.Современные приборы измерения параметров сигналов. В том числе разработанные в ТУСУРЕ и НИИ СЭС.	2	ПК-1
	Итого	2	
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	7
Предшествующие дисциплины								
1	Метрология и технические измерения	+						
2	Моделирование и оптимизация технологических процессов РЭС	+						
3	Физические основы микро- и наноэлектроники	+						
Последующие дисциплины								
1	Материалы и компоненты электронных средств	+						
2	Полупроводниковые наногетеростуктуры	+						
3	Схемо- и системотехника электронных 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

Согласована на портале № 1321

Компетенции	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
ПК-1	+	+	+	+

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			
4 Линейные и нелинейные модели активных элементов в составе СВЧ устройств используемые в современных САПР.	Исследование характеристик микрополосковых трехдецибельных направленных ответвителей различных конструкций средствами численного моделирования в среде САПР.Аттенюатор СВЧ, фазовращатель СВЧ на основе трехдецибельного направленного ответвителя на связанных линиях. Исследование характеристик при численном моделировании.	4	ПК-1
	Итого	4	
5 Моделирование функциональных устройств СВЧ в пакете современной САПР	Получение набора одно и двухчастотных нелинейных характеристик полевого транзистора СВЧ в различных режимах работы последнего по постоянному току и по нагрузке. В форме численного эксперимента.Усилитель мощности СВЧ. Исследование энергетических характеристик и нелинейных искажений.	4	ПК-1
	Итого	4	
Итого за семестр		8	

8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Согласована на портале № 1321

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

Названия разделов	Содержание практических занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
1 СВЧ и оптический диапазоны частот. Техника СВЧ. Современные САПР СВЧ.	Уровни моделирования при разработке СВЧ устройств. Современные САПР СВЧ.	2	ПК-1
	Организация и структура САПР на примере одного из современных пакетов САПР СВЧ	2	
	Средства создания проектов в среде САПР. Базовые опции проекта (ввод, редактирование, изменение). Графические средства отображения информации в среде САПР СВЧ.	2	
	Итого	6	
2 Модели линий передачи СВЧ в САПР.	Модели пассивных элементов, способы их описания и идентификации на уровне эквивалентных схем при линейном моделировании.	2	ПК-1
	Моделирование фильтров СВЧ на элементах с сосредоточенными параметрами. Расчет нулевого приближения. Варьирование параметров и оптимизация.	2	
	Итого	4	
3 Системы параметров и численные методы линейного моделирования СВЧ устройств. Параметры рассеяния.	Модели пассивных элементов с распределенными параметрами различного уровня приближения к точному описанию физики их работы с учетом технологии их последующего производства. Полосковые и микрополосковые линии.Моделирование фильтров СВЧ на элементах с распределенными параметрами. Переход к топологическому представлению микрополосковых фильтров.	2	ПК-1
	Итого	2	
4 Линейные и нелинейные модели активных элементов в составе СВЧ устройств используемые в современных САПР.	Диаграмма Смита как графическое средство САПР СВЧ позволяющее преобразовывать параметры отражения (рассеяния) в импедансную (иммитансную) форму представления. Визуализация процесса согласования с использованием диаграммы Смита.	2	ПК-1

Согласована на портале № 1321

	Понятие согласования.Критерии согласования по передаваемой мощности, шуму, мощности.1) Аналитическое решение задачи согласования двух импедансов на СВЧ для чисто активных нагрузок разной величины.2) Аналитическое решение задачи согласования двух комплексных импедансов на СВЧРешение задачи 1) с помощью отрезка передающей линииРешение задачи 2) с использованием модели идеального согласующего четырехполюсника	4	
	Решение задачи согласования для модели активного четырехполюсника без обратной связи, с графической визуализацией процесса проектирования и результата расчета на диаграмме Смита.1) Физической цепью Г-образной структуры L, C2) Физической цепью Г-образной структуры МПЛ, C3) Физической цепью Г-образной структуры L, ХХМПЛ4) Физической цепью Г-образной структуры МПЛ, ХХМПЛ5) Физической цепью в виде двух последовательно включенных отрезков МПЛ, второй из которых представляет из себя четвертьволновый трансформатор.	4	
	Задание линейных характеристик активных элементов СВЧ в форме бесструктурных моделей их волновыми параметрами рассеяния. Экспорт параметров в проект САПР СВЧ. Эквивалентные схемы полевых транзисторов СВЧ в линейном режиме (на малом сигнале). Варианты задания и ввода параметров линейных четырехполюсников СВЧ. Визуализация на диаграмме Смита.Моделирование работы однокаскадного линейного усилителя СВЧ	2	
	Нелинейные (большесигнальные) эквивалентные схемы FET и гетероструктурных полевых транзисторов построенных по GaAs и GaN технологии	4	
	Итого	16	
5 Моделирование функциональных устройств СВЧ в пакете	Усилители мощности (УМ) СВЧ. Энергетические параметры	4	ПК-1

Согласована на портале № 1321

современной САПР	характеризующие УМ (Выходная мощность, КПД). Критерии нелинейности.Графическое представление основных параметров усилителей мощности средствами САПР.		
	Итого	4	
7 Измерение параметров СВЧ элементов и устройств и использование результатов измерений в САПР при проектировании функциональных узлов.	Моделирование измерительного тракта СВЧ в среде САПР.Функциональные элементы измерительного тракта в пакетах САПР СВЧ. Пассивные функциональные элементы и устройства СВЧ. Фильтры, направленные ответвители, делители мощности, аттенюаторы, фазовращатели.	2	ПК-1
	Итого	2	
Итого за семестр		34	

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 СВЧ и оптический диапазоны частот. Техника СВЧ. Современные САПР СВЧ.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-1	Опрос на занятиях, Собеседование
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	10		
2 Модели линий передачи СВЧ в САПР.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-1	Опрос на занятиях, Собеседование
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	10		
3 Системы параметров и	Подготовка к	4	ПК-1	Опрос на занятиях,

Согласована на портале № 1321

численные методы линейного моделирования СВЧ устройств. Параметры рассеяния.	практическим занятиям, семинарам			Собеседование
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4		
	Итого	16		
4 Линейные и нелинейные модели активных элементов в составе СВЧ устройств используемые в современных САПР.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-1	Опрос на занятиях, Собеседование
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4		
	Итого	24		
5 Моделирование функциональных устройств СВЧ в пакете современной САПР	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-1	Опрос на занятиях, Собеседование
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4		
	Итого	12		

Согласована на портале № 1321

6 Моделирование технологических процессов и приборов оптического и СВЧ диапазонов частот средствами специализированных САПР.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	4	ПК-1	Опрос на занятиях, Собеседование
	Итого	4		
7 Измерение параметров СВЧ элементов и устройств и использование результатов измерений в САПР при проектировании функциональных узлов.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	4	ПК-1	Опрос на занятиях, Собеседование
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	4		
	Итого	8		
Итого за семестр		84		

9.1. Тематика практики

1. Моделирование фильтров СВЧ на элементах с сосредоточенными параметрами. Расчет нулевого приближения. Варьирование параметров и оптимизация
2. Модели пассивных элементов, способы их описания и идентификации на уровне эквивалентных схем при линейном моделировании
3. Средства создания проектов в среде САПР.
4. Базовые опции проекта (ввод, редактирование, изменение). Графические средства отображения информации в среде САПР СВЧ.
5. Модели пассивных элементов с распределенными параметрами различного уровня приближения к точному описанию физики их работы с учетом технологии их последующего производства. Полосковые и микрополосковые линии
6. Средства создания проектов в среде САПР.
7. Базовые опции проекта (ввод, редактирование, изменение).
8. Графические средства отображения информации в среде САПР СВЧ.
9. Пассивные функциональные элементы и устройства СВЧ. Фильтры, направленные ответвители, делители мощности, аттенюаторы, фазовращатели.
10. СВЧ и оптический диапазоны частот. Техника СВЧ. Современные САПР СВЧ
11. Пассивные функциональные элементы и устройства СВЧ. Фильтры, направленные ответвители, делители мощности, аттенюаторы, фазовращатели.
12. СВЧ и оптический диапазоны частот. Техника СВЧ. Современные САПР СВЧ.
13. Моделирование измерительного тракта СВЧ в среде САПР.
14. Графическое представление основных параметров усилителей мощности средствами САПР.
15. Усилители мощности (УМ) СВЧ. Энергетические параметры, характеризующие УМ (Выходная мощность, КПД). Критерии нелинейности.
16. Усилители мощности (УМ) СВЧ. Энергетические параметры, характеризующие УМ (Выходная мощность, КПД). Критерии нелинейности.
17. Нелинейные (большесигнальные) эквивалентные схемы FET и гетероструктурных полевых транзисторов, построенных по GaAs и GaN технологии
18. Нелинейные (большесигнальные) эквивалентные схемы FET и гетероструктурных полевых транзисторов, построенных по GaAs и GaN технологии
19. Моделирование работы однокаскадного линейного усилителя СВЧ
20. Задание линейных характеристик активных элементов СВЧ в форме бесструктурных моделей их волновыми параметрами рассеяния. Экспорт параметров в проект САПР СВЧ.

Согласована на портале № 1321

Эквивалентные схемы полевых транзисторов СВЧ в линейном режиме (на малом сигнале). Варианты задания и ввода параметров линейных четырехполюсников СВЧ. Визуализация на диаграмме Смита.

21. Решение задачи согласования для модели активного четырехполюсника без обратной связи, с графической визуализацией процесса проектирования и результата расчета на диаграмме Смита.

22. 1. Физической цепью Г-образной структуры L, C

23. 2. Физической цепью Г-образной структуры МПЛ, C

24. 3. Физической цепью Г-образной структуры L, ХХМПЛ

25. 4. Физической цепью Г-образной структуры МПЛ, ХХМПЛ

26. 5. Физической цепью в виде двух последовательно включенных отрезков МПЛ, второй из которых представляет из себя четвертьволновый трансформатор

27. Понятие согласования.

28. Критерии согласования по передаваемой мощности, шуму, мощности.

29. 1. Аналитическое решение задачи согласования двух импедансов на СВЧ для чисто активных нагрузок разной величины.

30. 2. Аналитическое решение задачи согласования двух комплексных импедансов на СВЧ

31. Решение задачи 1. с помощью отрезка передающей линии

32. Решение задачи 2. с использованием модели идеального согласующего четырехполюсника

33. Диаграмма Смита как графическое средство САПР СВЧ, позволяющее преобразовывать параметры отражения (рассеяния) в импедансную (иммитансную) форму представления. Визуализация процесса согласования с использованием диаграммы Смита.

34. Моделирование фильтров СВЧ на элементах с распределенными параметрами. Переход к топологическому представлению микрополосковых фильтров

9.2. Темы для самостоятельного изучения теоретической части курса

35. Измерение параметров СВЧ элементов и устройств и использование результатов измерений в САПР при проектировании функциональных узлов.

36. Моделирование технологических процессов и приборов оптического и СВЧ диапазонов частот средствами специализированных САПР

37. Функциональные элементы измерительного тракта в пакетах САПР СВЧ

9.3. Вопросы на проработку лекционного материала

38. Средства создания проектов в среде САПР.

39. Базовые опции проекта (ввод, редактирование, изменение). Графические средства отображения информации в среде САПР СВЧ.

40. Уровни моделирования при разработке СВЧ устройств. Современные САПР СВЧ.

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				
Домашнее задание	5	5	5	15
Контрольная работа		10	10	20
Опрос на занятиях	5	5	5	15
Отчет по лабораторной		10	10	20

Согласована на портале № 1321

работе				
Расчетная работа		7	8	15
Собеседование	5	5	5	15
Нарастающим итогом	15	57	100	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)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Новиков Ю.Н. Основные понятия и законы теории цепей, методы анализа процессов в цепях: Учебное пособие. 3-е изд., испр. И доп. – СПб.: Издательство «Лань», 2011 – 368 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература). Электронное издание: http://e.lanbook.com/view/book/691/ [Электронный ресурс]. - http://e.lanbook.com/view/book/691/

2. САПР и технология оптоэлектронных и СВЧ устройств: Лабораторные работы. Учебно-методическое пособие для студентов, обучающихся по направлению 211000.62 – Конструирование и технология электронных средств. / Коротаев В. М. - 2014. 22 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3957, свободный.

12.2. Дополнительная литература

1. 1. Атабеков Г.И., Купалян С.Д., Тимофеев А.Б., Хухриков С.С. Теоретические основы электротехники. Нелинейные электрические цепи. Электромагнитное поле. – СПб., М., Краснодар: Издательство «Лань», 2010. – 432 с. Электронное издание^ http://e.lanbook.com/view/book/644/ [Электронный ресурс]. - http://e.lanbook.com/view/book/644/

12.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. САПР и технология оптоэлектронных и СВЧ устройств: Лабораторные работы. Учебно-методическое пособие для студентов, обучающихся по направлению 211000.62 – Конструирование

Согласована на портале № 1321

и технология электронных средств. / Коротаев В. М. - 2014. 22 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3957, свободный.

2. САПР и технология оптоэлектронных и СВЧ устройств: Методические указания по практическим занятиям и самостоятельной работе студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавра 211000.62 – Конструирование и технология электронных средств / Коротаев В. М. - 2014. 9 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3958, свободный.

12.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы
2. Яндекс, Google, TCAD, MathCAD, Microwave Office.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Компьютерный класс

14. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств приведен в приложении 1.

15. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Без рекомендаций.

Согласована на портале № 1321

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

САПР и технология СВЧ устройств

Уровень основной образовательной программы: **Бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.03 Конструирование и технология электронных средств**
Профиль: **Технология электронных средств**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**
Кафедра: **РЭТЭМ, Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга**
Курс: **4**
Семестр: **7**

Учебный план набора 2016 года

Разработчики:

- доцент каф. РЭТЭМ Коротаев В. М.

Дифференцированный зачет: 7 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 1321

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 возможности основных современных пакетов САПР СВЧ устройств при моделировании на уровне приборов, технологии и схемотехники.; Должен уметь ориентироваться в современных технологиях разработки и моделирования СВЧ техники средствами САПР; Должен владеть знаниями, позволяющими использовать САПР при моделировании элементов и узлов и модулей СВЧ устройств.;

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

Согласована на портале № 1321

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Возможности основных современных пакетов САПР СВЧ устройств, при моделировании на уровне приборов, технологии и схемотехники.	Ориентироваться в современных технологиях разработки и моделирования СВЧ техники средствами САПР	Знаниями, позволяющими использовать САПР при моделировании элементов, узлов и модулей СВЧ устройств.
Виды занятий	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Домашнее задание; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Расчетная работа; • Собеседование; • Дифференцированный зачет;	• Контрольная работа; • Домашнее задание; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Расчетная работа; • Собеседование; • Дифференцированный зачет;	• Домашнее задание; • Отчет по лабораторной работе; • Расчетная работа; • Дифференцированный зачет;

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)	• Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости;	• Обладает диапа-зоном практических умений, требуемых для развития твор-ческих 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, требуе-мыми для выполне-ния простых зада;	• Работает при прямом наблюдении;

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные

Согласована на портале № 1321

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 Темы домашних заданий

– 1) Уровни моделирования при разработке СВЧ устройств. Современные САПР СВЧ. 2) Организация и структура САПР на примере одного из современных пакетов САПР СВЧ. 3) Средства создания проектов в среде САПР. Базовые опции проекта (ввод, редактирование, изменение). Графические средства отображения информации в среде САПР СВЧ. 4) Модели пассивных элементов, способы их описания и идентификации на уровне эквивалентных схем при линейном моделировании. 5) Моделирование фильтров СВЧ на элементах с сосредоточенными параметрами. Расчет нулевого приближения. Варьирование параметров и оптимизация. 6) Модели пассивных элементов с распределенными параметрами различного уровня приближения к точному описанию физики их работы с учетом технологии их последующего производства. Полосковые и микрополосковые линии. 7) Моделирование фильтров СВЧ на элементах с распределенными параметрами. Переход к топологическому представлению микрополосковых фильтров. 8) Диаграмма Смита как графическое средство САПР СВЧ позволяющее преобразовывать параметры отражения (рассеяния) в импедансную (иммитансную) форму представления. Визуализация процесса согласования с использованием диаграммы Смита. 9) Понятие согласования. Критерии согласования по передаваемой мощности, шуму, мощности. 1. Аналитическое решение задачи согласования двух импедансов на СВЧ для чисто активных нагрузок разной величины. 2. Аналитическое решение задачи согласования двух комплексных импедансов на СВЧ Решение задачи 1. с помощью отрезка передающей линии Решение задачи 2. с использованием модели идеального согласующего четырехполюсника Решение задачи согласования для модели активного четырехполюсника без обратной связи, с графической визуализацией процесса проектирования и результата расчета на диаграмме Смита. 1. Физической цепью Г-образной структуры L, C 2. Физической цепью Г-образной структуры МПЛ, С 3. Физической цепью Г-образной структуры L, ХХМПЛ 4. Физической цепью Г-образной структуры МПЛ, ХХМПЛ 5. Физической цепью в виде двух последовательно включенных отрезков МПЛ, второй из которых представляет из себя четвертьволновый трансформатор. 10) Задание линейных характеристик активных элементов СВЧ в форме бесструктурных моделей их волновыми параметрами рассеяния. Экспорт параметров в проект САПР СВЧ. Эквивалентные схемы полевых транзисторов СВЧ в линейном режиме (на малом сигнале). Варианты задания и ввода параметров линейных четырехполюсников СВЧ. Визуализация на диаграмме Смита. 11) Моделирование работы однокаскадного линейного усилителя СВЧ 12) Нелинейные (большесигнальные) эквивалентные схемы FET и гетероструктурных полевых транзисторов, построенных по GaAs и GaN технологии 13) Усилители мощности (УМ) СВЧ. Энергетические параметры, характеризующие УМ (Выходная мощность, КПД). Критерии нелинейности. 14) Графическое представление основных параметров усилителей мощности средствами САПР. 15) Моделирование измерительного тракта СВЧ в среде САПР. 16) Функциональные элементы измерительного тракта в пакетах САПР СВЧ. Пассивные функциональные элементы и устройства СВЧ. Фильтры, направленные ответвители, делители мощности, аттенюаторы, фазовращатели.

3.2 Вопросы на собеседование

– Измерение параметров СВЧ элементов и устройств и использование результатов измерений в САПР при проектировании функциональных узлов.

– Моделирование технологических процессов и приборов оптического и СВЧ диапазонов частот средствами специализированных САПР

– Пассивные функциональные элементы и устройства СВЧ. Фильтры, направленные ответвители, делители мощности, аттенюаторы, фазовращатели.

– СВЧ и оптический диапазоны частот. Техника СВЧ. Современные САПР СВЧ.

– Модели пассивных элементов с распределенными параметрами различного уровня приближения к точному описанию физики их работы с учетом технологии их последующего производства. Полосковые и микрополосковые линии

– Средства создания проектов в среде САПР.

Согласована на портале № 1321

– Базовые опции проекта (ввод, редактирование, изменение).

– Графические средства отображения информации в среде САПР СВЧ.

– Пассивные функциональные элементы и устройства СВЧ. Фильтры, направленные ответвители, делители мощности, аттенюаторы, фазовращатели.

– СВЧ и оптический диапазоны частот. Техника СВЧ. Современные САПР СВЧ

– Функциональные элементы измерительного тракта в пакетах САПР СВЧ

– Моделирование измерительного тракта СВЧ в среде САПР.

– Графическое представление основных параметров усилителей мощности средствами САПР.

– Усилители мощности (УМ) СВЧ. Энергетические параметры, характеризующие УМ (Выходная мощность, КПД). Критерии нелинейности.

– Усилители мощности (УМ) СВЧ. Энергетические параметры, характеризующие УМ (Выходная мощность, КПД). Критерии нелинейности.

– Нелинейные (большесигнальные) эквивалентные схемы FET и гетероструктурных полевых транзисторов, построенных по GaAs и GaN технологии

– Нелинейные (большесигнальные) эквивалентные схемы FET и гетероструктурных полевых транзисторов, построенных по GaAs и GaN технологии

– Моделирование работы однокаскадного линейного усилителя СВЧ

– Задание линейных характеристик активных элементов СВЧ в форме бесструктурных моделей их волновыми параметрами рассеяния. Экспорт параметров в проект САПР СВЧ. Эквивалентные схемы полевых транзисторов СВЧ в линейном режиме (на малом сигнале). Варианты задания и ввода параметров линейных четырехполюсников СВЧ. Визуализация на диаграмме Смита.

– Решение задачи согласования для модели активного четырехполюсника без обратной связи, с графической визуализацией процесса проектирования и результата расчета на диаграмме Смита.

– 1. Физической цепью Г-образной структуры L, C

– 2. Физической цепью Г-образной структуры МПЛ, C

– 3. Физической цепью Г-образной структуры L, ХХМПЛ

– 4. Физической цепью Г-образной структуры МПЛ, ХХМПЛ

– 5. Физической цепью в виде двух последовательно включенных отрезков МПЛ, второй из которых представляет из себя четвертьволновый трансформатор

– Понятие согласования.

– Критерии согласования по передаваемой мощности, шуму, мощности.

– 1. Аналитическое решение задачи согласования двух импедансов на СВЧ для чисто активных нагрузок разной величины.

– 2. Аналитическое решение задачи согласования двух комплексных импедансов на СВЧ

– Решение задачи 1. с помощью отрезка передающей линии

– Решение задачи 2. с использованием модели идеального согласующего четырехполюсника

– Диаграмма Смита как графическое средство САПР СВЧ, позволяющее преобразовывать параметры отражения (рассеяния) в импедансную (иммитансную) форму представления. Визуализация процесса согласования с использованием диаграммы Смита.

– Моделирование фильтров СВЧ на элементах с распределенными параметрами. Переход к топологическому представлению микрополосковых фильтров

– Моделирование фильтров СВЧ на элементах с сосредоточенными параметрами. Расчет нулевого приближения. Варьирование параметров и оптимизация

– Модели пассивных элементов, способы их описания и идентификации на уровне эквивалентных схем при линейном моделировании

– Средства создания проектов в среде САПР.

– Базовые опции проекта (ввод, редактирование, изменение). Графические средства отображения информации в среде САПР СВЧ.

Согласована на портале № 1321

– Средства создания проектов в среде САПР.

– Базовые опции проекта (ввод, редактирование, изменение). Графические средства отображения информации в среде САПР СВЧ.

3.3 Темы опросов на занятиях

– Измерение параметров СВЧ элементов и устройств и использование результатов измерений в САПР при проектировании функциональных узлов.

– Моделирование технологических процессов и приборов оптического и СВЧ диапазонов частот средствами специализированных САПР

– Пассивные функциональные элементы и устройства СВЧ. Фильтры, направленные ответвители, делители мощности, аттенюаторы, фазовращатели.

– СВЧ и оптический диапазоны частот. Техника СВЧ. Современные САПР СВЧ.

– Модели пассивных элементов с распределенными параметрами различного уровня приближения к точному описанию физики их работы с учетом технологии их последующего производства. Полосковые и микрополосковые линии

– Средства создания проектов в среде САПР.

– Базовые опции проекта (ввод, редактирование, изменение).

– Графические средства отображения информации в среде САПР СВЧ.

– Пассивные функциональные элементы и устройства СВЧ. Фильтры, направленные ответвители, делители мощности, аттенюаторы, фазовращатели.

– СВЧ и оптический диапазоны частот. Техника СВЧ. Современные САПР СВЧ

– Функциональные элементы измерительного тракта в пакетах САПР СВЧ

– Моделирование измерительного тракта СВЧ в среде САПР.

– Графическое представление основных параметров усилителей мощности средствами САПР.

– Усилители мощности (УМ) СВЧ. Энергетические параметры, характеризующие УМ (Выходная мощность, КПД). Критерии нелинейности.

– Усилители мощности (УМ) СВЧ. Энергетические параметры, характеризующие УМ (Выходная мощность, КПД). Критерии нелинейности.

– Нелинейные (большесигнальные) эквивалентные схемы FET и гетероструктурных полевых транзисторов, построенных по GaAs и GaN технологии

– Нелинейные (большесигнальные) эквивалентные схемы FET и гетероструктурных полевых транзисторов, построенных по GaAs и GaN технологии

– Моделирование работы однокаскадного линейного усилителя СВЧ

– Задание линейных характеристик активных элементов СВЧ в форме бесструктурных моделей их волновыми параметрами рассеяния. Экспорт параметров в проект САПР СВЧ. Эквивалентные схемы полевых транзисторов СВЧ в линейном режиме (на малом сигнале). Варианты задания и ввода параметров линейных четырехполюсников СВЧ. Визуализация на диаграмме Смита.

– Решение задачи согласования для модели активного четырехполюсника без обратной связи, с графической визуализацией процесса проектирования и результата расчета на диаграмме Смита.

– 1. Физической цепью Г-образной структуры L, C

– 2. Физической цепью Г-образной структуры МПЛ, C

– 3. Физической цепью Г-образной структуры L, ХХМПЛ

– 4. Физической цепью Г-образной структуры МПЛ, ХХМПЛ

– 5. Физической цепью в виде двух последовательно включенных отрезков МПЛ, второй из которых представляет из себя четвертьволновый трансформатор

– Понятие согласования.

– Критерии согласования по передаваемой мощности, шуму, мощности.

– 1. Аналитическое решение задачи согласования двух импедансов на СВЧ для чисто активных нагрузок разной величины.

Согласована на портале № 1321

– 2. Аналитическое решение задачи согласования двух комплексных импедансов на СВЧ

– Решение задачи 1. с помощью отрезка передающей линии

– Решение задачи 2. с использованием модели идеального согласующего четырехполюсника

– Диаграмма Смита как графическое средство САПР СВЧ, позволяющее преобразовывать параметры отражения (рассеяния) в импедансную (иммитансную) форму представления. Визуализация процесса согласования с использованием диаграммы Смита.

– Моделирование фильтров СВЧ на элементах с распределенными параметрами. Переход к топологическому представлению микрополосковых фильтров

– Моделирование фильтров СВЧ на элементах с сосредоточенными параметрами. Расчет нулевого приближения. Варьирование параметров и оптимизация

– Модели пассивных элементов, способы их описания и идентификации на уровне эквивалентных схем при линейном моделировании

– Средства создания проектов в среде САПР.

– Базовые опции проекта (ввод, редактирование, изменение). Графические средства отображения информации в среде САПР СВЧ.

– Средства создания проектов в среде САПР.

– Базовые опции проекта (ввод, редактирование, изменение). Графические средства отображения информации в среде САПР СВЧ.

– Уровни моделирования при разработке СВЧ устройств. Современные САПР СВЧ.

3.4 Темы контрольных работ

– 1) Аналитическое решение задачи согласования двух импедансов на СВЧ для чисто активных нагрузок разной величины. Привести основные соотношения. Проиллюстрировать решение средствами САПР СВЧ, на примере модели идеализированного усилительного элемента без обратной связи с активным входным и выходным импедансами. Привести схему и графики отображающие параметры схемы в рассогласованном и в согласованном состояниях. Решить задачу согласования с 50 омным трактом (в среде САПР) модели активного четырехполюсника без ОС с чисто активными импедансами входа и выхода с помощью идеальных согласующих трансформаторов. Проиллюстрировать решение средствами САПР СВЧ 2) Аналитическое решение задачи согласования двух комплексных импедансов, на СВЧ. Записать условия согласования по критерию максимума передаваемой мощности от генератора с комплексным выходным импедансом в нагрузку. Решить задачу согласования в 50 омном тракте (в среде САПР) для модели активного четырехполюсника без ОС с комплексными импедансами входа и выхода с помощью идеальных согласующих трансформаторов. Проиллюстрировать решение средствами САПР СВЧ.

3.5 Темы расчетных работ

– 1. Аналитическое решение задачи согласования двух импедансов на СВЧ для чисто активных нагрузок разной величины. 2. Аналитическое решение задачи согласования двух комплексных импедансов на СВЧ Решение задачи 1. с помощью отрезка передающей линии Решение задачи 2. с использованием модели идеального согласующего четырехполюсника Решение задачи согласования для модели активного четырехполюсника без обратной связи, с графической визуализацией процесса проектирования и результата расчета на диаграмме Смита. 1. Физической цепью Г-образной структуры L, C 2. Физической цепью Г-образной структуры МПЛ, C 3. Физической цепью Г-образной структуры L, ХХМПЛ 4. Физической цепью Г-образной структуры МПЛ, ХХМПЛ 5. Физической цепью в виде двух последовательно включенных отрезков МПЛ, второй из которых представляет из себя четвертьволновый трансформатор.

3.6 Темы лабораторных работ

– Получение набора одно и двухчастотных нелинейных характеристик полевого транзистора СВЧ в различных режимах работы последнего по постоянному току и по нагрузке. В форме численного эксперимента. Усилитель мощности СВЧ. Исследование энергетических характеристик и нелинейных искажений.

– Исследование характеристик микрополосковых трехдецибельных направленных ответвителей различных конструкций средствами численного моделирования в среде САПР.

Согласована на портале № 1321

Аттенюатор СВЧ, фазовращатель СВЧ на основе трехдецибельного направленного ответвителя на связанных линиях. Исследование характеристик при численном моделировании.

3.7 Вопросы дифференцированного зачета

– 1) Диапазон частот СВЧ и микроволновый. Классификация. 2) По какому признаку разграничиваются сосредоточенные и распределенные элементы СВЧ схем. 3) Первичные параметры одиночных и многосвязанных полосковых линий. 4) Классические и волновые матричные параметры четырехполюсников и, в общем случае, многополюсников СВЧ. 5) Согласование. Критерии согласования. 6) Диаграмма Смита и ее возможности по отображению информации в процессе проектирования усилителей по критериям согласования 7) Определение коэффициента отражения 8) Пределы изменения коэффициента отражения 9) Определение коэффициента стоячей волны по напряжению (КСВН) 10) Пределы изменения КСВН 11) Трансформирующие свойства отрезка четвертьволнового отрезка длинной линии 12) Аналитическая связь КСВН и коэффициента отражения. 13) Использование трансформирующих свойств четвертьволнового отрезка длинной линии в инженерных решениях. -Для согласования активных сопротивлений -Для организации питания активных схем СВЧ. 14) Задача и критерии согласования на максимум коэффициента передачи 15) Задача и критерии согласования на минимум коэффициента шума 16) Задача и критерии согласования на максимум выходной мощности 17) Принцип и процедура согласования комплексного импеданса с 50 омным трактом физической цепью Г-образной структуры L, C с графической иллюстрацией на диаграмме Смита. 18) Принцип и процедура согласования комплексного импеданса с 50 омным трактом физической цепью Г-образной структуры МПЛ, C с графической иллюстрацией на диаграмме Смита. 19) Принцип и процедура согласования комплексного импеданса с 50 омным трактом физической цепью Г-образной структуры L, ХХМПЛ с графической иллюстрацией на диаграмме Смита. 20) Принцип и процедура согласования комплексного импеданса с 50 омным трактом физической цепью Г-образной структуры МПЛ, ХХМПЛ с графической иллюстрацией на диаграмме Смита. 21) Принцип и процедура согласования комплексного импеданса с 50 омным трактом физической цепью в виде двух последовательно включенных отрезков МПЛ, второй из которых представляет собой четвертьволновый трансформатор. 22) Нелинейные (большесигнальные) эквивалентные схемы FET и гетероструктурных полевых транзисторов, построенных по GaAs и GaN технологии. 23) Усилители мощности (УМ) СВЧ. 24) Энергетические параметры, характеризующие УМ (Выходная мощность, КПД). 25) Критерии нелинейности. 26) Графическое представление основных параметров усилителей мощности средствами САПР во временной и частотной областях. 27) Графическое представление основных параметров усилителей мощности средствами САПР при двухчастотном воздействии. 28) Графическое представление основных параметров усилителей мощности средствами САПР при одночастотном воздействии.

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. Новиков Ю.Н. Основные понятия и законы теории цепей, методы анализа процессов в цепях: Учебное пособие. 3-е изд., испр. И доп. – СПб.: Издательство «Лань», 2011 – 368 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература). Электронное издание: http://e.lanbook.com/view/book/691/ [Электронный ресурс]. - http://e.lanbook.com/view/book/691/

2. САПР и технология оптоэлектронных и СВЧ устройств: Лабораторные работы. Учебно-методическое пособие для студентов, обучающихся по направлению 211000.62 – Конструирование и технология электронных средств. / Коротаев В. М. - 2014. 22 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3957, свободный.

4.2. Дополнительная литература

1. 1. Атабеков Г.И., Купалян С.Д., Тимофеев А.Б., Хухриков С.С. Теоретические основы электротехники. Нелинейные электрические цепи. Электромагнитное поле. – СПб., М., Краснодар:

Согласована на портале № 1321

Издательство «Лань», 2010. – 432 с. Электронное издание^ http://e.lanbook.com/view/book/644/ [Электронный ресурс]. - http://e.lanbook.com/view/book/644/

4.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. САПР и технология оптоэлектронных и СВЧ устройств: Лабораторные работы. Учебно-методическое пособие для студентов, обучающихся по направлению 211000.62 – Конструирование и технология электронных средств. / Коротаев В. М. - 2014. 22 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3957, свободный.
2. САПР и технология оптоэлектронных и СВЧ устройств: Методические указания по практическим занятиям и самостоятельной работе студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавра 211000.62 – Конструирование и технология электронных средств / Коротаев В. М. - 2014. 9 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3958, свободный.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы
2. Яндекс, Google, TCAD, MathCAD, Microwave Office.

Согласована на портале № 1321