МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

_____ Л. А. Боков

«8» 04 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ СВЧ УСТРОЙСТВ
(наименование учебной дисциплины)

Уровень основной образовательной программы **МАГИСТРАТУРА**
(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Направление **11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
(номер уровень, полное наименование направления подготовки (специальности))

Профиль **Радиоэлектронные системы передачи информации**
(полное наименование профиля направления подготовки (специальности) из ПООП)

Форма обучения **ОЧНАЯ**
(очная, очно-заочная (вечерняя), заочная)

Факультет **РТФ (РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ)**
(сокращенное и полное наименование факультета)

Кафедра **ТОР (ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ И ОСНОВ РАДИОТЕХНИКИ)**
(сокращенное и полное наименование кафедры)

Курс **2** Семестр **3**

Учебный план набора **2015** года и последующих лет.

Распределение рабочего времени:

№	Виды учебной работы	Семестр3	Единицы
1.	Лекции	18	часов
2.	Лабораторные работы	20	часов
3.	Практические занятия	20	часов
4.	Курсовой проект/работа (КРС) (аудиторная)	-	часов
5.	Всего аудиторных занятий (Сумма 1-4)	58	часов
6.	Из них в интерактивной форме	12	часов
7.	Самостоятельная работа студентов (СРС)	122	часов
8.	Всего (без экзамена) (Сумма 5,7)	180	часов
9.	Самост. работа на подготовку, сдачу экзамена		часов
10.	Общая трудоемкость (Сумма 8,9)	180	часов
	(в зачетных единицах)	5	ЗЕТ

Зачет _____семестр Диф. зачет **3** семестр

Экзамен _____семестр

Томск 2015

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта (ФГОС) по направлению подготовки 11.04.02 « Инфокоммуникационные технологии и системы связи» (уровень магистратуры), утвержденного 30 октября 2014 г. Регистрационный номер 1403,
рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «22» июня 2015 г., протокол № 8.

Разработчик:
доцент каф. ТОР, _____ В.Д. Дмитриев
(подпись)

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

Декан РТФ _____ К.Ю. Попова
(подпись)

Зав. профилирующей
Кафедрой ТОР _____ А.Я. Демидов
(название кафедры) (подпись)

Зав. выпускающей
Кафедрой РТС _____ Г.С. Шарыгин
(название кафедры) (подпись)

Эксперты:

доцент каф. ТОР _____ К.Ю. Попова
(место работы, занимаемая должность) (подпись)

доцент каф. ТОР _____ С.И. Богомолов
(место работы, занимаемая должность) (подпись)

Цели и задачи дисциплины:

Целью преподавания дисциплины «Автоматизированное проектирование СВЧ устройств» является освоение общих принципов построения и функционирования СВЧ устройств, этапов расчета и проектирования узлов, методов расчета характеристик этих узлов, а также вопросов их проектирования с помощью современных программ САПР. Кроме того, целью преподавания дисциплины является ознакомление с современными российскими и международными разработками СВЧ устройств для систем связи, радиолокации, радионавигации. В результате изучения настоящей дисциплины у магистрантов должны сформироваться знания, умения и навыки, позволяющие проводить анализ, моделирование, расчет и проектирование активных и пассивных СВЧ устройств. Приобретенные студентами знания и навыки необходимы для грамотной разработки и проектирования современных и перспективных СВЧ устройств, удовлетворяющих мировым стандартам.

1. Место дисциплины в структуре ООП

2.1 Дисциплина по выбору (вариативная часть) профессионального цикла (Б1.В.ДВ.3.1).

2.2. Дисциплины, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующие:

- Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем;
- Теория и техника передачи информации;
- Моделирование устройств и систем связи.

2.3 Дисциплины, для которых освоение данной дисциплины необходимо как последующие:

- Государственная итоговая квалификационная работа (магистерская диссертация).

2. Требования к результатам освоения дисциплины

- Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих общепрофессиональных компетенций (ОПК):
- -способностью осваивать современные и перспективные направления развития ИКТиСС (ОПК-3);
- -способностью реализовывать новые принципы построения инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации (ОПК-4).
- Магистрант должен обладать следующими профессиональными компетенциями (ПК):
- готовностью использовать современные достижения науки и передовые инфокоммуникационные технологии, методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в научно-исследовательских работах в области ИКТи СС (ПК-8).
- В результате изучения дисциплины студент должен **знать**:
- -основные возможности современных систем САПР в области проектирования радиоэлектронных устройств СВЧ диапазона;
- методы и алгоритмы проектирования линейных и нелинейных радиотехнических устройств
- с сосредоточенными и распределенными параметрами и методологию их использования;
- основные принципы построения пассивных и активных СВЧ устройств;
- **уметь**:
- решать задачи моделирования, оптимизации и синтеза линейных и нелинейных СВЧ устройств;
- решать задачи автоматизированного проектирования СВЧ устройств;
- выполнять проектные процедуры по генерации топологических проектов и их верификации;
- пользоваться системными подходами при построении и исследовании моделей сложных
- радиотехнических систем;
- **владеть**:
- навыками практической работы с лабораторными макетами узлов СВЧ устройств,

Согласована на портале №

9874

а также с современной измерительной аппаратурой.

3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 ЗЕТ (180 часов).

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		3
Аудиторные занятия (всего)	58	58
В том числе:	-	-
Лекции	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	20	20
Практические занятия	20	20
Самостоятельная работа (всего)	122	122
В том числе:	-	-
Подготовка к практическим занятиям и контрольным работам. Решение домашних задач.	40	40
Подготовка к лабораторным работам и выполнение отчетов.	30	30
Изучение литературы, программ, проведение расчетов.	52	52
Самостоятельная работа на подготовку, сдачу экзамена		
Общая трудоемкость час	180	180
Зачетные Единицы Трудоемкости	3	3

4. Содержание дисциплины

4.1 Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции	Лаборат. занятия	Практич. занятия.	Курсовой П/Р (КРС)	Самост. работа студента	Всего час. (без экзам)	Формируемые компетенции (ОПК, ПК)
1.	**Введение.** Основные понятия и определения СВЧ устройств.	1	—	—	—	4	5	
2.	**Системы автоматизированного проектирования СВЧ устройств (AWR и ADS);**	2	2	2	—	12	18	ОПК-3; ОПК-4; ПК-8;
3.	**Пассивные СВЧ элементы и их модели;**	2	2	2	—	12	18	ОПК-3; ОПК-4; ПК-8;
4.	**Активные СВЧ элементы и их модели;**	2	2	2	—	12	18	ОПК-3; ОПК-4; ПК-8;
5.	**СВЧ пассивные устройства, согласующие цепи и фильтры;**	2	4	4	—	20	30	ОПК-3; ОПК-4; ПК-8;
6.	**Малошумящие СВЧ усилители;**	2	2	3	—	20	27	ОПК-3; ОПК-4; ПК-8;
7.	**СВЧ усилители мощности;**	2	2	3	—	20	27	ОПК-3; ОПК-4; ПК-8;
8.	**СВЧ смесители;**	2	2	2	—	10	16	ОПК-3; ОПК-4; ПК-8;
9.	**Радиоприемные и передающие СВЧ тракты;**	2	4	2	—	10	18	ОПК-3; ОПК-4; ПК-8.
10.	**Заключение**	1	—	—	—	2	3	
Итого:		**18**	**20**	**20**	**0**	**122**	**180**	

4.2 Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудо-емкость (час.)	формируемые компетенции (ОПК,ПК)
Раздел 1 Введение.	Предмет и задачи курса. Основные понятия и определения СВЧ устройств.	1	
Раздел 2	Ознакомление с современными пакетами САПР для расчета	2	ОПК-3; ОПК-

Согласована на портале №

9874

Системы автоматизированного проектирования СВЧ устройств (AWR и ADS);	и проектирования СВЧ устройств AWR и ADS.Основные пакеты программ и используемые методы расчета. Отличительные особенности и возможности по расчету основных характеристик СВЧ устройств.		4; ПК-8.
Раздел 3 Пассивные СВЧ элементы и их модели;	Основные СВЧ пассивные элементы: резисторы, конденсаторы, индуктивности, микрополосковые линии передачи. Модели реальных элементов. Представление с помощью волновых параметров рассеяния (S- параметров).	2	ОПК-3; ОПК-4; ПК-8.
Раздел 4 Активные СВЧ элементы и их модели;	Основные активные элементы: диоды, биполярные и полевые транзисторы. Линейные и нелинейные модели. Особенности представления моделей в программах САПР. Эмпирические модели биполярных и полевых транзисторов. Методы определения параметров линейных и нелинейных моделей на основе S-параметров и вольтамперных характеристик.	2	ОПК-3; ОПК-4; ПК-8.
Раздел 5 СВЧ пассивные устройства, согласующие цепи и фильтры;	Пассивные СВЧ устройства: делители, сумматоры, аттенюаторы, направленные ответвители. Основные параметры и методики расчета. Назначение согласующих цепей и их представление с помощью L, C-элементов и микрополосковых линий. СВЧ фильтры и их основные характеристики. Особенности проектирования с помощью программ САПР, с применением программ электро-магнитного анализа.	2	ОПК-3; ОПК-4; ПК-8.
Раздел 6 Малошумящие СВЧ усилители	Особенности расчета и проектирования МШУ. Коэффициент шума, условия согласования на минимум коэффициента шума. Определение динамических характеристик на основе метода функциональных рядов Вольтера. Расчет основных характеристик(коэффициент усиления, коэффициент шума, динамических параметров IP3 и IP2) с помощью САПР.	2	ОПК-3; ОПК-4; ПК-8.
Раздел 7 СВЧ усилители мощности	Основные режимы работы СВЧ усилителей мощности: классы А, АВ, В и С. Коэффициент полезного действия, особенности расчета выходных цепей на максимальную мощность. Основные нелинейные искажения: сжатие коэффициента передачи, амплитудно-фазовая конверсия, интермодуляционные искажения. Основные схемы СВЧ усилителей .	2	ОПК-3; ОПК-4; ПК-8.
Раздел 8 СВЧ смесители;	Область применения, основные характеристики: коэффициент преобразования, зеркальный канал. СВЧ смесители на диодах и транзисторах. Балансные и кольцевые смесители. Фазовый метод подавления зеркального канала.	2	ОПК-3; ОПК-4; ПК-8.
Раздел 9 Радиоприемные и передающие СВЧ тракты;	Особенности построения СВЧ приемных трактов. Динамический диапазон и способы его определения с помощью САПР. Особенности построения СВЧ передающих трактов и возможности расчета основных характеристик.	2	ОПК-3; ОПК-4; ПК-8.
Раздел 10 Заключение	Основные тенденции в развитии СВЧ техники. Направления комплексной микроминиатюризации СВЧ устройств, развитие цифровых методов обработки сигналов и управления приемниками. Совершенствование техники радиоприема в миллиметровом, субмиллиметровом и оптическом диапазонах. Научные и практические проблемы дальнейших исследований и разработок.	1	

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

№ п/п	Наименование обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин	**№ № разделов данной дисциплины** для которых необходимо изучение обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Предшествующие дисциплины										
1	Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем		+	+	+	+	+	+	+	+
2	Теория и техника передачи информации		+	+	+	+	+	+	+	+

Согласована на портале №

9874

3	Моделирование устройств и систем связи		+	+	+	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины										
-										

4.4 Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Перечень компетенций	Виды занятий					Формы контроля
	Л	Пр	Лаб	КР/ КП	СРС	
ОПК-3, ОПК-4	+	+	+		+	Тест, отчет по лабораторной работе, индивидуальное задание, конспект лекций, входные опросы, тестирование, контрольные работы, решенные задачи, рейтинг, конспекты, результаты расчетов.
ПК-8	+	+	+		+	Тест, отчет по лабораторной работе, индивидуальное задание, конспект лекций, входные опросы, тестирование, контрольные работы, решенные задачи, рейтинг, конспекты, результаты расчетов.

Л – лекция, Пр – практические и семинарские занятия, Лаб – лабораторные работы, КР/КП – курсовая работа/проект, СРС – самостоятельная работа студента

5. Методы и формы организации обучения

Для успешного освоения дисциплины применяются различные образовательные технологии, которые обеспечивают достижение планируемых результатов обучения согласно основной образовательной программе, с учетом требований к объему занятий в интерактивной форме.

Формы / Методы	Лекции (час)	Практические/ семинарские занятия (час)	Лабораторные работы	Всего
Работа в команде	-	2	2	4
Поисковый метод	2	-	-	2
Решение ситуационных задач	-	-	2	2
Исследовательский метод	2	2	-	4
Итого интерактивных занятий	4	4	4	12

6. Лабораторный практикум

Для всех лабораторных работ предполагается форма отчетности в виде рабочей тетради студента или отчета, оформленного в соответствии с ГОСТ.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)	Форма контроля, формируемая компетенция
1	5	Расчет и проектирование узкополосных и широкополосных СВЧ фильтров	4	ОПК-3; ОПК-4; ПК-8
2	5	Расчет и проектирование согласующих цепей	4	ОПК-3; ОПК-4; ПК-8
3	6	Расчет и проектирование МШУ	4	ОПК-3; ОПК-4; ПК-8
4	7	Расчет и проектирование СВЧ усилителя мощности	4	ОПК-3; ОПК-4; ПК-8
5	9	Построение приемного тракта и определение основных его характеристик	4	ОПК-3; ОПК-4; ПК-8
	ИТОГО:		20	

7. Практические занятия (семинары)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудо-емкость (час.)	Формируемая компетенция
	4	Практическое занятия № 1 Тема I.: Определение элементов линейных эквивалентных	4	ОПК-3; ОПК-4; ПК-8

Согласована на портале №

9874

		моделей биполярных и полевых транзисторов		
	5	Практические занятие № 2 и 3 Тема II.: Расчет СВЧ фильтров (ФНЧ. ФВЧ, ППФ) и согласующих цепей	4	ОПК-3; ОПК-4; ПК-8
	2,4.5,6	Практические занятие № 4 и 5 Тема III. Расчет СВЧ усилителей на основе S-параметров и линейных эквивалентных молелей	4	ОПК-3; ОПК-4; ПК-8
	7,8	Практическое занятие № 6 и 7 Тема IV. Выбор нелинейных моделей биполярных и полевых транзисторов. Расчет основных энергетических параметров СВЧ усилителей мощности	4	ОПК-3; ОПК-4; ПК-8
	9	Практическое занятие № 8 Тема IV. Расчет динамических характеристик СВЧ приемного тракта	2	ОПК-3; ОПК-4; ПК-8
	Итого:		20	

8. Самостоятельная работа

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Наименование работы	Трудоемкость (час)	Формируемая компетенция	Форма контроля
1	1, 2	Проработка теоретического материала по теме	16	ОПК-3; ОПК-4; ПК-8	Устный опрос
		Подготовка к лабораторным работам. Оформление отчета	10		Отчет по лабораторной работе
		Подготовка к практическим занятиям	10		Выступление на практических занятиях
2	3,4,5	Проработка теоретического материала по теме	16		Устный опрос
		Подготовка к лабораторным работам. Оформление отчета	10		Отчет по лабораторной работе
		Подготовка к практическим занятиям	15		Выступление на практических занятиях
3	6,7,8,9	Проработка теоретического материала по теме	20		Устный опрос
		Подготовка к лабораторным работам. Оформление отчет	10		Отчет по лабораторной работе
		Подготовка к практическим занятиям	15		Выступление на практических занятиях
4		Подготовка и сдача экзамена			
		Всего часов	122		

9. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

Контроль освоения дисциплины осуществляется путем применения рейтинговой системы оценки успеваемости.

Итоговый контроль осуществляется на экзамене.

10.1 Таблица распределения баллов при изучении дисциплины

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1 КТ и 2 КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
Посещение занятий	3	3	3	9
Тестовый контроль	—	—	—	—
Контрольная работа	—	—	—	—
Решение домашних задач	2	2	1	5
Выполнение и защита лабораторных работ	8	8	4	20
Индивидуальное задание	5	5	4	14
Коллоквиум	—	—	—	—
Компонент своевременности	6	6	—	12

Согласована на портале №

9874

Итого максимум за период:	24	24	12	60
Сдача экзамена (максимум)	—	—	—	40
Нарастающим итогом	24	48	60	100

Индивидуальное задание: Самостоятельное изучение тем. Выполнение и оформление реферата по согласованной с преподавателем теме. Доклад на конференции. Статья в научно-техническом издании.

Таблица 10.2 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

Таблица 10.3 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)

10. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

11.1. Основная литература:

1. Глазов, Г.Н. Современные технологии и системы автоматизированного измерения на СВЧ [Электронный ресурс] : . — Электрон. дан. — М. : ТУСУР (Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники), 2012. — 246 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4944

2. Дмитриев Е.Е.Основы моделирования в Microwave Office 2009.[Электронный ресурс]:-2011,176с.Режимдоступа: http://www.eurointech.ru/products/AWR/Dmitriev_mwo_2009_1.pdf

11.2. Дополнительная литература:

1. Проектирование СВЧ устройств с помощью Microwave Office. Под ред. В.Д. Разевига.-М. Солон-Пресс, 2003,-496с. (14 экз.)

2. Твердотельные устройства СВЧ в технике связи/ Л.Г. Гасанов, А.А, Липатов, В.В. Марков, Н.А. Могильченко.-М.: Радио и связь, 1988.-288с. (7 Экз.);

3.Шварц Н.З. Линейные транзисторные усилители СВЧ.-М.: Радио и связь, 1987.-386с. (3 Экз.);

4. Сучков Д. И. Основы проектирования печатных плат в САПР P-CAD 4.5, P-CAD 8.5-8.7 и ACCEL EDA /- М. : Горячая линия-Телеком, 2000. - 620 с. : ил. (8 экз).

5. Моделирование цифровых потоков радиосвязи в среде ADS/ Ptolemy. Учебное пособие для вузов/ А.А. Курушин, А.О. Мельников-М.Солон-Пресс,2005.-183с. (10 экз.)

11.3 Учебно-методические пособия и программное обеспечение

Для обеспечения дисциплины используются следующие УМП:

Согласована на портале №

9874

1. Разработка устройств для систем беспроводной связи: Учебно-методическое пособие для практических занятий и самостоятельной работы/ Дмитриев В.Д., Рогожников Е.В., Шибельгут А.А.-2014г.-37с.-http://edu.tusur.ru/training/publications/4027

2. Разработка устройств для систем беспроводной связи: Учебно-методическое пособие к лабораторным работам для студентов радиотехнического факультета 210700- «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»/ Рогожников Е.В. – 2014г.-24с.- http://edu.tusur.ru /training/publications/4026

11.4 Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы.

1. Операционные системы Windows, Linux.
2. Пакет программ САПР Advanced Design System (ADS), AWR Microwave Office.

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Аудитория 318 и 314 каф. ТОР оборудованы электронными вычислительными машинами и лабораторными стендами. Для проведения лекций применяется мультимедиа проектор. У лектора имеется комплект демонстрационных материалов.

Согласована на портале №

9874

Приложение к рабочей программе

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____П. Е. Троян

«___» _____ 2016 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ СВЧ УСТРОЙСТВ

(полное наименование учебной дисциплины или практики)

Уровень основной образовательной программы магистратура

(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Направление подготовки 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

(полное наименование направления подготовки (специальности))

Профиль(и) : Радиоэлектронные системы передачи информации

(полное наименование профиля направления подготовки (специальности))

Форма обучения очная

(очная, очно-заочная (вечерняя), заочная)

Факультет РТФ (Радиотехнический)

(сокращенное и полное наименование факультета)

Кафедра ТОР (Телекоммуникаций и основ радиотехники)

(сокращенное и полное наименование кафедры)

Курс 2 **Семестр** 3

Учебный план набора 2015 **г. и последующих лет.**

Зачет _____ семестр **Диф. зачет ____3____ семестр**

Экзамен _____ семестр

Разработчик(и) доцент каф. ТОР Дмитриев В.Д.

Томск 2016

Согласована на портале №

9874

1. Введение

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

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

Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за практикой компетенций

код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции
ОПК-3	способностью осваивать современные и перспективные направления развития ИКТиСС	*Должен знать:* современные и перспективные направления в области проектирования СВЧ устройств; тенденции развития в области проектирования СВЧ устройств. *Должен уметь:* Выбирать современные методы и средства их решения при анализе и расчете СВЧ устройств осуществлять поиск и анализ информации, представленной в различных источниках по современным и перспективным направлениям развития ИКТи СС. *Должен владеть:* навыками работы с технической документации в своей предметной области; навыками самостоятельной работы на современных программах САПР СВЧ.

Согласована на портале №

9874

ОПК-4	- способностью реализовывать новые принципы построения инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации	*Должен знать:* новые принципы построения инфокоммуникационных систем передачи информации; тенденции развития в области обработки информации. *Должен уметь:* использовать в практической деятельности новые принципы построения СВЧ устройств; самостоятельно осуществлять поиск и анализ информации в своей предметной области. *Должен владеть:* навыками работы с различными средствами информации; навыками самостоятельно приобретать новые знания и умения при расчете СВЧ устройств.
ПК-8	- готовностью использовать современные достижения науки и передовые инфокоммуникационные технологии, методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в научно-исследовательских работах в области ИКТи СС	*Должен знать:* современные достижения науки и передовые инфокоммуникационные технологии. *Должен уметь:* использовать методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в области САПР СВЧ. *Должен владеть:* навыками работы с современными программами при проведении научно-исследовательских работ в области ИКТиСС.

Согласована на портале №

9874

2.Реализация компетенций

2.1 Компетенция ОПК-3

- **ОПК-3:** способностью осваивать современные и перспективные направления развития ИКТиСС.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания, представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1– Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	современные и перспективные направления в области проектирования СВЧ устройств; тенденции развития в области проектирования СВЧ устройств.	Выбирать современные методы и средства их решения при анализе и расчете СВЧ устройств осуществлять поиск и анализ информации, представленной в различных источниках по современным и перспективным направлениям развития ИКТи СС.	навыками работы с технической документации в своей предметной области; навыками самостоятельной работы на современных программах САПР СВЧ.
Виды занятий	• Практические занятия; • Самостоятельная работа студентов.	• Практические занятия; • Самостоятельная работа студентов.	• Практические занятия; • Самостоятельная работа студентов.
Используемые средства оценивания	• Тест; • Опрос; • Диф.зачет.	• Тест; • Опрос; • Диф.зачет.	• Тест; • Опрос; • Диф.зачет.

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 2.2.

Согласована на портале №

9874

Таблица 2.2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции 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

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• анализирует связи между различными современными программами САПР СВЧ; • анализирует современные направления развития САПР СВЧ.	• умеет грамотно выражать и доказывать положения с использованием аргументов в области разработки СВЧ устройств; • свободно осваивает современные методы	• уверенно владеет навыками работы с литературными источниками по разработке современных СВЧ устройств; • свободно владеет перспективными методами и

Согласована на портале №

9874

		решения задач при автоматизированном проектировании СВЧ устройств	средствами решения задач
Хорошо (базовый уровень)	• понимает связи между различными современными программами САПР СВЧ; • представляет современные направления развития САПР СВЧ.	• корректно выражает, и доказывать с использованием аргументов в области разработки СВЧ устройств; • самостоятельно подбирает методы решения проблем.	• владеет навыками работы с литературными источниками по разработке современных СВЧ устройств • владеет перспективными средствами и методами решения задач
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• дает определения основных программ САПР СВЧ; • воспроизводит основные направления развития САПР СВЧ .	• умеет работать со справочной литературой по проектированию СВЧ устройств; • умеет представлять результаты своей работы	• владеет терминологией в области разработки СВЧ устройств; • владеет основными средствами и методами решения задач при проектировании СВЧ устройств

2.2 Компетенция ОПК-4

- **ОПК-4:** способностью реализовывать новые принципы построения инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания, представлены в таблице 2.4.

Таблица2.4– Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	новые принципы построения инфокоммуникационных систем передачи информации;	использовать в практической деятельности новые принципы построения СВЧ устройств; самостоятельно	навыками работы с различными средствами информации; навыками самостоятельно приобретать

Согласована на портале №

9874

	тенденции развития в области обработки информации.	осуществлять поиск и анализ информации в своей предметной области	новые знания и умения при расчете СВЧ устройств.
Виды занятий	• Практические занятия; • Самостоятельная работа студентов.	• Практические занятия; • Самостоятельная работа студентов.	• Практические занятия; • Самостоятельная работа студентов.
Используемые средства оценивания	• Тест; • Опрос; • Диф. зачет.	• Тест; • Опрос; • Диф. зачет.	• Тест; • Опрос; • Диф. зачет.

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции 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

Согласована на портале №

9874

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 2.6.

Таблица 2.6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• самостоятельно приобретает и использует новые знания и умения в области проектирования СВЧ устройств	• умеет грамотно реализовывать новые принципы построения СВЧ устройств для передачи и обработки информации	• уверенно владеет навыками работы с новыми пакетами САПР СВЧ • свободно владеет новыми знаниями в предметной области
Хорошо (базовый уровень)	• приобретает и использует новые знания и умения в области проектирования СВЧ устройств	• умеет реализовывать новые принципы построения СВЧ устройств для передачи и обработки информации.	• владеет навыками работы с новыми пакетами САПР СВЧ • владеет новыми знаниями в предметной области
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• частично знает новые знания и умения в области проектирования СВЧ устройств.	• умеет реализовывать основные принципы построения СВЧ устройств для передачи и обработки информации	• владеет основной терминологией в области САПР СВЧ; • частично владеет новыми знаниями в предметной области

2.3 Компетенция ПК-8

- **ПК-8:** готовностью использовать современные достижения науки и передовые инфокоммуникационные технологии, методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в научно-исследовательских работах в области ИКТи СС

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания, представлены в таблице 2.7.

Таблица 3.7– Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть

Согласована на портале №

9874

Содержание этапов	современные достижения науки и передовые инфокоммуникационные технологии	использовать методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в области САПР СВЧ.	навыками работы с современными программами при проведении научно-исследовательских работ в области САПР СВЧ.
Виды занятий	• Практические занятия; • Самостоятельная работа студентов.	• Практические занятия; • Самостоятельная работа студентов.	• Практические занятия; • Самостоятельная работа студентов.
Используемые средства оценивания	• Тест; • Опрос; • Диф. зачет.	• Тест; • Опрос; • Диф. зачет.	• Тест; • Опрос; • Диф. зачет.

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 2.8.

Таблица 2.8 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции 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

Согласована на портале №

9874

			решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 2.9.

Таблица 2.9 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	**Знать**	**Уметь**	**Владеть**
Отлично (высокий уровень)	• современные достижения и технологии в области разработки СВЧ устройств	• умеет уверенно и аргументировано использовать современные методы автоматизированного проектирования при проведении теоретических и экспериментальных исследованиях СВЧ устройств	• в совершенстве владеет навыками работы с современными программами САПР СВЧ • уверенно умеет проводить экспериментальные исследования
Хорошо (базовый уровень)	• основные современные достижения и технологии в области разработки СВЧ устройств	• умеет использовать современные методы автоматизированного проектирования при проведении теоретических и экспериментальных исследованиях СВЧ устройств	• владеет навыками работы с современными программами САПР СВЧ • умеет проводить экспериментальные исследования
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• ряд современных технологий в области разработки СВЧ устройств	• умеет использовать основные методы автоматизированного проектирования при проведении теоретических и экспериментальных исследованиях СВЧ устройств	• частично владеет навыками работы с современными программами САПР СВЧ • умеет проводить ряд экспериментальных исследований

Согласована на портале №

9874

11. 3. Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются следующие материалы:

- 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 составе:

Типовые вопросы теста по теме «КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ ТЕОРИИ СВЧ ЧЕТЫРЕХПОЛЮСНИКОВ»:

В системе Z- параметров токи и напряжения связаны соотношениями:

В системе Y- параметров токи и напряжения связаны соотношениями:

Y- параметры называют параметрами:

Z- параметры называют параметрами:

S-параметры связывают падающие и отраженные волны соотношениями:

Типовые вопросы теста по теме «ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭКВИВАЛЕНТНОЙ МОДЕЛИ СВЧ ТРАНЗИСТОРОВ»:

Граничная частота f_T определяется как частота, на которой:

Максимальная частота f_{MAX} определяется как частота, на которой:

Граничная частота f_T для полевых СВЧ транзисторов в первую очередь определяется следующими параметрами эквивалентной модели:

Граничная частота f_T для биполярных СВЧ транзисторов в первую очередь определяется следующими параметрами эквивалентной модели:

Шумовые параметры СВЧ полевых транзисторов в первую очередь определяется следующими параметрами эквивалентной модели:

Шумовые параметры СВЧ биполярных транзисторов в первую очередь определяется следующими параметрами эквивалентной модели:

Типовые вопросы теста по теме «ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СВЧ ПРИЕМНЫХ УСТРОЙСТВ»:

Чувствительность приемного устройства это:

Динамический диапазон СВЧ приемника определяется как:

Сквозной коэффициент передачи определяется как:

Избирательность по зеркальному каналу определяется:

Супергетеродинный приемник включает в себя следующие узлы:

Типовые вопросы теста по теме «СВЧ УСИЛИТЕЛИ МОЩНОСТИ»:

Режимы работы выходных каскадов усилителей мощности:

Выходная мощность зависит от следующих параметров транзисторов:

Коэффициент полезного действия определяется как:

Коэффициент интермодуляционных искажений определяется как:

Типовые вопросы теста по теме «СВЧ СМЕСИТЕЛИ»:

Достоинства и недостатки диодных СВЧ смесителей.

Достоинства и недостатки транзисторных СВЧ смесителей.

Коэффициент преобразования зависит от следующих параметров:

Точка пересечения IP3 для смесителей определяется как:

Точка пересечения IP2 для смесителей определяется как:

Темы практических занятий:

Основные характеристики и построение СВЧ фильтров

Волновая матрица рассеяния четырёхполюсника и её основные свойства

Измерение S-параметров

Связь S-параметров с классическими параметрами Y, Z, A и H

Определение входного и выходного сопротивления СВЧ четырёхполюсников

Коэффициент усиления по мощности четырёхполюсников

Определение частотных характеристик СВЧ биполярных и полевых транзисторов

Модели СВЧ биполярных и полевых транзисторов в системах САПР СВЧ

Согласована на портале №

9874

Определение элементов эквивалентной схемы биполярных транзисторов на основе S-параметров
Определение элементов эквивалентной схемы полевых транзисторов на основе S-параметров
Схемы построения СВЧ усилителей и их моделирование в программах САПР СВЧ
СВЧ смесители: основные характеристики и схемы построения в программах САПР СВЧ
СВЧ приемные устройства: основные характеристики и схемы построения в программах САПР СВЧ
СВЧ передающие устройства: основные характеристики и схемы построения в программах САПР СВЧ

Список типовых вопросов на зачете:

1. ПАРАМЕТРЫ СВЧ ЧЕТЫРЕХПОЛЮСНИКОВ. S-параметры пассивных и активных четырехполюсников. Взаимосвязь с классическими параметрами. Физический смысл S-параметров. Определение входного и выходного сопротивления СВЧ четырехполюсников.

2. ПАССИВНЫЕ СВЧ ЭЛЕМЕНТЫ. Основные СВЧ пассивные элементы: резисторы, конденсаторы, индуктивности, микрополосковые линии передачи. Модели реальных элементов. Представление с помощью волновых параметров рассеяния (S- параметров).

3. АКТИВНЫЕ СВЧ ЭЛЕМЕНТЫ. Основные активные элементы: диоды, биполярные и полевые транзисторы. Линейные и нелинейные модели. Особенности представления моделей в программах САПР.

4. ОРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ МОДЕЛЕЙ. Эмпирические модели биполярных и полевых транзисторов. Методы определения параметров линейных и нелинейных моделей на основе S-параметров и вольтамперных характеристик.

5. ПАССИВНЫЕ СВЧ УСТРОЙСТВА. Пассивные СВЧ устройства: делители, сумматоры, аттенюаторы, направленные ответвители. Основные параметры и методики расчета.

6. СОГЛАСУЮЩИЕ ЦЕПИ. Назначение согласующих цепей и их представление с помощью L, C-элементов и микрополосковых линий. СВЧ фильтры и их основные характеристики. Особенности проектирования с помощью программ САПР, с применением программ электро-магнитного анализа.

7. МАЛОШУМЯЩИЕ УСИЛИТЕЛИ. Особенности расчета и проектирования МШУ. Коэффициент шума, условия согласования на минимум коэффициента шума. Определение динамических характеристик на основе метода функциональных рядов Вольтера. Расчет основных характеристик(коэффициент усиления, коэффициент шума, динамических параметров IP3 и IP2) с помощью САПР.

8. СВЧ УСИЛИТЕЛИ МОЩНОСТИ. Основные режимы работы СВЧ усилителей мощности: классы А, АВ, В и С. Коэффициент полезного действия, особенности расчета выходных цепей на максимальную мощность. Основные нелинейные искажения: сжатие коэффициента передачи, амплитудно-фазовая конверсия, интермодуляционные искажения. Основные схемы СВЧ усилителей.

Согласована на портале №

9874

9. СВЧ СМЕСИТЕЛИ. Область применения, основные характеристики: коэффициент преобразования, зеркальный канал. СВЧ смесители на диодах и транзисторах. Балансные и кольцевые с

месители. Фазовый метод подавления зеркального канала.

10. СВЧ ПРИЕМО-ПЕРЕДАЮЩИЕ ТРАКТЫ. Особенности построения СВЧ приемных трактов. Динамический диапазон и способы его определения с помощью САПР. Особенности построения СВЧ передающих трактов и возможности расчета основных характеристик.

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 формирования компетенций, в составе списка указанного в рабочей программе п.11

Согласована на портале №

9874