Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ

ДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

Документ подписан электронной подписью
Сертификат: 1c6cfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820
Владелец: Троян Павел Ефимович
Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

АЮ

оте

_____ П. Е. Троян

«___» _____ 2015г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Активные и пассивные микроволновые устройства»

Уровень основной образовательной программы _____Магистратура_____

Направление подготовки 11.04.01– Радиотехника

Магистерская программа Микроволновая техника и антенны

Форма обучения_____очная_____

Факультет _____Радиотехнический_____

Кафедра Сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР)

Курс ____первый_____ **Семестр** __первый___

Учебный план набора 2015 года и последующих лет

Распределение рабочего времени:

№	Виды учебной работы	Семестр 1	Всего	Единицы
1.	Лекции	36	36	часов
2.	Лабораторные работы	16	16	часов
3.	Практические занятия	24	24	часов
4.	Курсовой проект/работа (КРС)	-	-	часов
5.	Всего аудиторных занятий (Сумма 1-4)	76	76	часов
6.	Из них в интерактивной форме	16	16	часов
7.	Самостоятельная работа студентов (СРС)	104	104	часов
8.	Всего (без экзамена)	180	180	часов
9.	Экзамен	36	36	часов
10.	Общая трудоёмкость	216	216	часов
	(в зачётных единицах)	6	6	

Экзамен___первый___ **семестр**

Томск 2015

Согласована на портале № 13152

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 5 от « 22 » 12 2016 г.

Лист согласований

Рабочая программа составлена с учётом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 11.04.01- Радиотехника (уровень магистратуры), утверждённого 30 октября 2014 г., № 1409, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры СВЧиКР « 25 » июня 2015 г., протокол № _11_

Разработчики: доцент , каф. СВЧиКР _____ Загородний А.С..
(должность, кафедра) (подпись) (Ф.И.О.)
профессор каф. СВЧиКР _____ Гошин Г.Г.
(должность, кафедра) (подпись) (Ф.И.О.)

Зав. кафедрой СВЧиКР _____ Шарангович С.Н.
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами.

Декан РТФ _____ Попова К.Ю.
(подпись) (Ф.И.О.)

Зав. профилирующей
кафедрой РЗИ _____ Задорин А.С.
(подпись) (Ф.И.О.)

Зав. выпускающей
кафедрой СВЧиКР _____ Шарангович С.Н.
(подпись) (Ф.И.О.)

Эксперты:

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

ТУСУР, каф. СВЧиКР профессор _____ А.Е. Мандель
(место работы) (занимаемая должность) (подпись) (инициалы, фамилия)

Согласована на портале № 13152

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью преподавания дисциплины является подготовка магистров в области разработки микроволновых устройств, основанных на использовании моделей активных и пассивных элементов СВЧ диапазона.

Основными задачами изучения дисциплины являются:

- получение необходимых знаний по физическим основам построения и функционирования активных и пассивных микроволновых устройств;
- получение знаний по методам расчёта параметров и характеристик активных и пассивных микроволновых устройств, по основам их проектирования;
- приобретение навыков работы с пакетами программ автоматизированного проектирования ADS и AWR;
- получение знаний по методам измерения электрических параметров и характеристик активных и пассивных микроволновых элементов и устройств.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Б1.В. – вариативная часть, дисциплины по выбору.

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

способность использовать результаты освоения дисциплины программы магистратуры (ОПК-2);

способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области (ОПК-4);

готовность оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы (ОПК-5);

способность выполнять моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ (ПК-2);

способность к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов (ПК-4);

готовность к составлению обзоров и отчетов по результатам проводимых исследований, подготовке научных публикаций и заявок на изобретения, разработке рекомендаций по практическому использованию полученных результатов (ПК-5).

В результате изучения дисциплины магистрант должен:

знать:-физические основы построения и функционирования активных и пассивных микроволновых элементов и устройств (ОПК-2, ОПК-4);

- основные методы измерения электрических параметров и характеристик активных и пассивных микроволновых элементов и устройств (ОПК-2, ПК-4);

уметь: - провести моделирование активных и пассивных микроволновых элементов и устройств с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием программ автоматизированного проектирования типа ADS и AWR (ПК-2);

- оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы (ОПК-5);

- составлять обзоры и отчёты по результатам проводимых исследований, подготовке научных публикаций и заявок на изобретения, разработке рекомендаций по практическому использованию полученных результатов (ПК-5);

владеть: - методами расчёта параметров и характеристик активных и пассивных

Согласована на портале № 13152

микроволновых элементов и устройств, основами их разработки и проектирования (ОПК-2, ОПК-4).

4. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет **6** зачётных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		1
Аудиторные занятия (всего)	**76**	**76**
в том числе:		
Лекции	36	36
Лабораторные работы	16	16
Практические занятия	24	24
Самостоятельная работа (всего)	**104**	**104**
в том числе:		
Проработка теоретического материала	48	48
Подготовка к практическим занятиям	36	36
Подготовка к лабораторным работам и составление отчётов	20	20
Экзамен	**36**	**36**
Общая трудоёмкость	**216**	**216**
Зачётные единицы трудоёмкости	**6**	**6**

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции	Лаб. работы	Практ. занятия	СРС	Всего часов	Формируемые компетенции (ОПК, ПК)
1	Основы теории связанных полосковых линий (СПЛ) с неуравновешенной электромагнитной связью. Классические и волновые матрицы СПЛ	4	-	4	8	16	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-2
2	Микроволновые направленные ответвители на связанных линиях	2	4	4	6	16	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-2
3	Управляемые устройства на связанных линиях: фазовращатели, аттенюаторы, корректоры АЧХ и ФЧХ	4	4	4	6	18	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5 ПК-2
4	Измерение параметров микроволновых устройств в частотной области. Импульсные измерения	2	8	-	8	18	ОПК-1 ОПК2 ПК4
5	Методы экстракции параметров	2	-	-	8	10	ПК-3, ПК-4

Согласована на портале № 13152

	устройств на связанных линиях						
6	Применение САПР для проектирования пассивных микроволновых устройств	2	-	-	20	22	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2
7	Микроволновые фильтры	2	-	2	4	8	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2
8	Активные СВЧ элементы	4	-	2	8	14	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2
9	Нелинейные модели транзисторов	2	-	-	6	8	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2
10	Математические методы анализа линейных и нелинейных микроволновых устройств	2	-	2	6	10	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2
11	Расчёт и проектирование СВЧ малошумящих узкополосных усилителей	2	-	2	6	10	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2
12	СВЧ усилители мощности	4	-	2	8	14	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2
13	СВЧ преобразовательные устройства	2	-	2	6	10	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2
14	Моделирование приёмо-передающих трактов СВЧ	2	-	-	4	6	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2
Итого		**36**	**16**	**24**	**104**	**180**	

5.2. Содержание разделов лекционного курса

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудоёмкость (час.)	Формируемые компетенции (ОПК, ПК)
1	Основы теории связанных полосковых линий с неуравновешенной электромагнитной связью. Классические и волновые матрицы.	История изучения связанных линий. Матрицы первичных параметров, их расчет. Телеграфные уравнения: связь с теорией цепей, получение телеграфных уравнений, решение. Особенности волновых процессов в связанных линиях с неуравновешенной электромагнитной связью. Матрица передачи и матрица рассеяния связанных линий. Конечно-разностная форма телеграфных уравнений, итерационный метод решения.	4	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2
2	Микроволновые направленные ответвители на связанных линиях	Три типы направленных ответвителей (НО) на связанных линиях (СЛ). Матричное описание НО. Частотные характеристики НО на регулярных и нерегулярных СЛ. Импульсные характеристики. Конструкции связанных линий, применяемых при проектировании НО.	2	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2
3	Управляемые устройства на связанных линиях: фазовращатели, аттенюаторы, корректоры АЧХ и ФЧХ.	Классификация управляемых устройств. Схемы и конструкции фазовращателей с постоянным и линейно-зависимым фазовыми сдвигами. Аттенюаторы на СЛ. Коррекция фазы и коррекция амплитуды обрабатываемых сигналов в устройствах на СЛ. Проектирование. Особенности измерения параметров управляемых устройств.	4	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2
4	Измерение параметров микроволновых устройств в частотной области. Импульсные измерения	Измерение параметров устройств на векторных анализаторах цепей в статическом состоянии. Измерение переходных процессов в режиме быстрого управления. Импульсные измерения, оценка нелинейных искажений.	2	ОПК-2, ПК-4
5	Методы экстракции параметров устройств на связанных линиях.	Постановка задач экстракции как части проектных работ. Использование результатов для доработки моделей и в проектировании. Примеры экстракции частотной зависимости параметров: резистивных потерь, потерь в диэлектриках.	2	ПК-4

Согласована на портале № 13152

		Содержание раздела		
6	Применение САПР для проектирования устройств.	Постановка задачи автоматизированного проектирования. Библиотеки элементов устройств: отрезков полосковых линий передачи, связанных линий, регулирующих элементов, развязывающих элементов, соединителей. Оптимизация разрабатываемых устройств с учетом заданных параметров и получаемых характеристик.	2	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2
7	Микроволновые фильтры	Фильтры Чебышева, Баттерворта. Полосно-пропускающие фильтры на встречных стержнях и полуволновых резонаторах. СВЧ согласующие цепи. Моделирование на основе *L* и *C* элементов. Расчет и проектирование.	2	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2
8	Активные СВЧ элементы	Диоды, варикапы, биполярные и полевые транзисторы, двухзатворные полевые транзисторы. Физические принципы работы. Схемы включения. Модели активных СВЧ элементов. Малосигнальные модели биполярных и полевых транзисторов. Определение параметров малосигнальных моделей на основе *S*, *Y* и *Z* параметров.	4	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2
9	Нелинейные модели транзисторов	Нелинейные модели биполярных и полевых транзисторов. Эмпирические модели для САПР. Основные отличительные особенности применяемых моделей.	2	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2
10	Математические методы анализа линейных и нелинейных микроволновых устройств	Понятие о методе гармонического баланса и функциональных рядах Вольтерра. Ознакомление с современными программами моделирования и расчета микроволновых устройств.	2	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2
11	Расчёт и проектирование СВЧ малошумящих узкополосных усилителей	Малошумящие узкополосные усилители на биполярных и полевых транзисторах. Коэффициент шума. Определение оптимального режима и сопротивления генератора на основе моделей транзисторов.	2	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2
12	СВЧ усилители мощности	Основные характеристики, режимы работы. Выбор рабочей точки, оценка достижимых характеристик по уровню выходной мощности. Схемы усилителей мощности. Сравнительный анализ по КПД.	4	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2
13	СВЧ преобразовательные устройства	Балансные СВЧ смесители, фазовый метод подавления зеркального канала. Основные схемы.	2	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2
14	Моделирование приёмо-передающих трактов СВЧ	Структурные схемы приёмо-передающих СВЧ трактов систем связи. Динамический диапазон, способы его оценки.	2	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2

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

№ п/п	Наименование обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих)дисциплин				№ № разделов данной дисциплины из табл.5.1, для которых необходимо изучение обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Последующие дисциплины															
1	Микроволновая техника	+	+				+	+							
2	Схемотехника микроволновых устройств		+						+	+	+	+		+	+

Согласована на портале № 13152

3	Автоматизированное проектирование антенных систем						+								
4	Микроволновые измерения			+	+										

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

Компетенции	Л	ЛР	П	СРС	Формы контроля
ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5	+	+	+	+	Опрос на лекциях, лабораторных работах, практических занятиях. Экзамен
ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4, ПК-5		+	+	+	Выполнение заданий по практическим занятиям, защита отчётов по лабораторным работам
ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5	+	+	+	+	Активность на занятиях и своевременное выполнение заданий

Л – лекция, ЛР – лабораторная работа, П – практика, СРС – самостоятельная работа студента.

6. МЕТОДЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ. ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕРАКТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ

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

Формы, методы	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Всего
Обратная связь (опросы на лекциях, на практических занятиях, при проведении лабораторных работ)	6		6	12
Работа в команде (выполнение лабораторных работ, составление и защита отчётов)		4		4
Итого интерактивных занятий	6	4	6	**16**

7. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ (16 часов)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ (по **4** часа)
1	4	Измерение характеристик микроволновых устройств в импульсном режиме
2	2	Исследование направленных ответвителей 2-х типов
3	3	Исследование частотных и регулировочных характеристик управляемых устройств
4	3	Исследование характеристик управляемых устройств в импульсном режиме

Согласована на портале № 13152

8. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ (24 часа)

№ раздела дисциплины	Наименование практических занятий	Трудоёмкость (час.)	ОПК, ПК
1	Расчёт матричных параметров отрезков связанных линий	4	ОПК-2, ОПК-5, ПК-2
2	Моделирование устройств на связанных линиях	4	
3	Расчёт и оптимизация управляемых устройств	4	
7	Расчёт микроволновых фильтров	2	
8	Активные СВЧ элементы	2	
10	Анализ линейных и нелинейных микроволновых устройств	2	
11	Расчёт СВЧ малошумящих узкополосных усилителей	2	
12	Расчёт СВЧ усилителей мощности	2	
13	Расчёт СВЧ преобразовательных устройств	2	

9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА (104 часа)

№ п/п	Разделы дисциплины из табл. 5.1	Тематика самостоятельной работы *(детализация)*	Трудоёмкость (час.)	Компетенции ОПК, ПК	Контроль выполнения работы
1	1 - 14	Проработка теоретического материала.	48	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5	Конспект, опрос
2	2 - 4	Подготовка к лабораторным работам и составление отчётов. Наименования лабораторных работ приведены в разделе 7	20	ОПК-2, ОПК-5, ПК-4, ПК-5	Допуск к лабораторным работам, приём отчётов
3	1-3, 7, 8, 10-13	Подготовка к практическим занятиям, выполнение заданий. Темы занятий приведены в разделе 8	36	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2	Опрос. Проверка заданий по практическим занятиям
		Всего	104		

10. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ)

Не предусмотрены учебным планом

Согласована на портале № 13152

11. БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА

МЕТОДИКА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Осуществляется в соответствии с **Положением о порядке использования рейтинговой системы для оценки успеваемости студентов** (приказ ректора 25.02.2010 № 1902) и основана на балльно-рейтинговой системе оценки успеваемости, которая включает **текущий** контроль выполнения элементов объема дисциплины по элементам контроля с подведением текущего рейтинга.

Правила формирования пятибалльных оценок за каждую контрольную точку (КТ1, КТ2) осуществляется путем округления величины, рассчитанной по формуле:

$$KTx\big|_{x=1,2} = \frac{(Сумма_баллов,_набранная_к_KTx)*5}{Требуемая_сумма_баллов_по_балльной_раскладке}$$

Итоговый контроль освоения дисциплины осуществляется на экзамене по традиционной пятибалльной шкале. Обязательным условием перед сдачей экзамена является выполнение студентом необходимых по рабочей программе видов занятий: выполнение и защита результатов лабораторных работ, выполнение заданий по практическим занятиям.

Экзаменационный билет содержит два вопроса. Максимальная оценка за каждый вопрос составляет 15 баллов. Максимальная экзаменационная оценка составляет 30 баллов. Экзаменационная составляющая менее 10 баллов – экзамен не сдан, требует повторной пересдачи в установленном порядке.

Формирование итоговой суммы баллов осуществляется путём суммирования семестровой (до 70 баллов) и экзаменационной составляющих (до 30 баллов).

Таблица 11.1 Распределения баллов в семестре

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую контрольную точку с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
Посещение занятий	8	8	4	**20**
Выполнение расчётных заданий по темам практических занятий	6	6	6	**18**
Выполнение и защита лабораторных работ	0	8	4	**12**
Компонент активности и своевременности выполнения заданий	8	6	6	**20**
Итого максимум за период:	**22**	**28**	**20**	**70**
Сдача экзамена (максимум)				**30**
Нарастающим итогом	**22**	**50**	**70**	**100**

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

Согласована на портале № 13152

12. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

12.1 основная литература:

1. Устройства СВЧ и антенны. Проектирование фазированных антенных решеток/ под ред. Д.И. Воскресенского. – М.: Радиотехника, 2012. – 744с.(**10** экз.).
2. Связанные полосковые линии и устройства на их основе. Часть 1: Учебное пособие [Электронный ресурс] / Малютин Н. Д. [и др.]. — Томск: ТУСУР: 2012. — 176 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1962
3. Каганов, В.И. Основы радиоэлектроники и связи. [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.И. Каганов, В.К. Битюков. – М.: Горячая линия-Телеком, 2012. – 542 с. Режим доступа: http://e.lanbook.com/view/book/5158/

12.2 дополнительная литература:

1. Сазонов Д.М. Антенны и устройства СВЧ: Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 1988. – 432с. (**18** экз.).
2. Устройства СВЧ и антенны. Проектирование фазированных антенных решеток/ под ред. Д.И. Воскресенского. – М.: Радиотехника, 2003. – 632с. (**21** экз.).
3. Нефёдов Е.И. Техническая электродинамика: Учебное пособие для вузов. – М.: Изд. центр «Академия», 2008. – 416с.(**13** экз.).
4. Сычёв А.Н. Комбинированный метод частичных емкостей и конформных отображений для анализа многомодовых полосковых структур. – Томск: ТУСУР, 2007. – 138 с.(**25** экз.)
5. Глазов, Г.Н. Современные технологии и системы автоматизированного измерения на СВЧ [Электронный ресурс]: ТУСУР (Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники), 2012. – 246 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4944

12.3 Учебно-методические пособия и программное обеспечение

12.3.1 Обязательные учебно-методические пособия:

1. Коротаев, В. М. САПР и технология СВЧ устройств: Методические указания для лабораторных работ [Электронный ресурс] / Коротаев В. М. — Томск: ТУСУР, 2016. — 18 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6614.
2. Сычев, А. Н. САПР и технология ВЧ и СВЧ устройств: Лабораторные работы [Электронный ресурс] / Сычев А. Н. — Томск: ТУСУР, 2012. — 28 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1961.
3. Малютин, Н. Д. Измерение параметров ВЧ и СВЧ устройств с помощью векторных анализаторов цепей Р4-И-01 и Обзор-103: Методические указания [Электронный ресурс] / Малютин Н. Д., Семенов Э. В., Лощилов А. Г. — Томск: ТУСУР, 2012. — 71 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1959.
4. Коротаев, В. М. САПР и технология СВЧ устройств : Методические указания по практическим занятиям и самостоятельной работе [Электронный ресурс] / Коротаев В. М. — Томск: ТУСУР, 2016. — 10 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6613.

12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Согласована на портале № 13152

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

12.4 Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение

1. Springer Journals – полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Springer. [Электронный ресурс]. URL: http://link.springer.com/
2. Образовательный портал в свободном доступе: «Физика, химия, математика студентам и школьникам. Образовательный проект А.Н. Варгина». [Электронный ресурс]. URL http://www.ph4s.ru/; (дата обращения 14.01.2017)
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. [Электронный ресурс]. URL http://elibrary.ru/defaultx.asp; (дата обращения 14.01.2017)

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

13.1 Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

Для **проведения занятий** лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются учебные аудитории, с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованные доской и стандартной учебной мебелью. Имеются наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины.

Автоматизированные рабочие места для расчёта и моделирования устройств СВЧ и антенн расположены в лаборатории ГПО «СВЧ электроника» (ауд. 324, РТК).

Для **самостоятельной работы** используется учебная аудитория (компьютерный класс) ауд.328. Состав оборудования: Учебная мебель; Компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Ce1егоп D336 2.8ГГц. - 10 шт.; Компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

13.2 Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов с нарушениями слуха предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов с нарушениями зрениями предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для удаленного просмотра.

Согласована на портале № 13152

При обучении студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

14 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

14.1 Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведён в приложении к рабочей программе.

14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

Категории студентов	Виды дополнительных оценочных средств	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3 Методические рекомендации по оценочным средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

Согласована на портале № 13152

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 13152

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П.Е. Троян
«___» _____ 2015 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ «АКТИВНЫЕ И ПАССИВНЫЕ МИКРОВОЛНОВЫЕ УСТРОЙСТВА»

Уровень основной образовательной программы_____магистратура _____

Направление подготовки **11.04..01** «Радиотехника»

Профиль Микроволновая техника и антенны

Форма обучения_____очная_____

Факультет
_____Радиотехнический_____

Кафедра Сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР)

Курс 1 **Семестр 1**

Учебный план набора 2015 года и последующих лет

Разработчики:

Доцент каф. СВЧ и КР Загородний А.С.

Профессор каф. СВЧ и КР, д.ф.-м.н. Гошин Г.Г.

Экзамен _1___ семестр

Томск 2015

Согласована на портале № 13152

1. Введение

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

ФОС по дисциплине используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов. Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций приведён в таблице 1

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции
ОПК-2	способность использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры	**знать**: – физические основы построения и функционирования активных и пассивных микроволновых элементов и устройств; **уметь**: – провести моделирование активных и пассивных микроволновых элементов и устройств с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием программ автоматизированного проектирования типа ADS и AWR; **владеть**: – методами расчёта параметров и характеристик активных и пассивных микроволновых элементов и устройств, основами их разработки и проектирования
ОПК-4	способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области	**знать**: – физические основы построения и функционирования активных и пассивных микроволновых элементов и устройств; **уметь**: – провести моделирование активных и пассивных микроволновых элементов и устройств с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием программ автоматизированного проектирования типа ADS и AWR; **владеть**: – методами расчёта параметров и характеристик активных и пассивных микроволновых элементов и устройств, основами их разработки и проектирования
ОПК-5	готовность оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы	**знать**: – физические основы построения и функционирования активных и пассивных микроволновых элементов и устройств; **уметь**: – оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы **владеть**: – методами расчёта параметров и характеристик активных и пассивных микроволновых элементов и устройств, основами их разработки и проектирования

Согласована на портале № 13152

ПК-2	способность выполнять моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ	**знать**: – физические основы построения и функционирования активных и пассивных микроволновых элементов и устройств; **уметь**: – провести моделирование активных и пассивных микроволновых элементов и устройств с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием программ автоматизированного проектирования типа ADS и AWR; **владеть**: – методами расчёта параметров и характеристик активных и пассивных микроволновых элементов и устройств, основами их разработки и проектирования
ПК-4	способность к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов	**знать**: – основные методы измерения электрических параметров и характеристик активных и пассивных микроволновых элементов и устройств; **уметь**: – провести моделирование активных и пассивных микроволновых элементов и устройств с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием программ автоматизированного проектирования типа ADS и AWR; **владеть**: – методами расчёта параметров и характеристик активных и пассивных микроволновых элементов и устройств, основами их разработки и проектирования
ПК-5	готовность к составлению обзоров и отчетов по результатам проводимых исследований, подготовке научных публикаций и заявок на изобретения, разработке рекомендаций по практическому использованию полученных результатов	**знать**: – основные методы измерения электрических параметров и характеристик активных и пассивных микроволновых элементов и устройств; **уметь**: – составлять обзоры и отчёты по результатам проводимых исследований, подготовке научных публикаций и заявок на изобретения, разработке рекомендаций по практическому использованию полученных результатов; **владеть**: – методами расчёта параметров и характеристик активных и пассивных микроволновых элементов и устройств, основами их разработки и проектирования

2. Реализация компетенций

2.1 Компетенция ОПК-2

ОПК-2: способность использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов.

Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий, и используемые средства оценивания **представлены** в таблице 2.

Таблица 2 - Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	– сущность физических процессов, происходящих при распространении радиоволн в земных условиях с учётом влияния подстилающей по-	– применять на практике методы расчёта и анализа напряженности поля в земных условиях с учётом факторов, влияющих на распростране-	– методами расчёта параметров и характеристик антенно-фидерных устройств, основами их разработки и проектиро-

Согласована на портале № 13152

	верхности, тропосферы и ионосферы	ние радиоволн	вания
Виды занятий	• Лекции • Практические занятия. • Самостоятельная работа.	• Лекции • Практические занятия. • Лабораторные занятия • Самостоятельная работа.	• Лекции • Практические занятия. • Лабораторные занятия • Самостоятельная работа.
Используемые средства оценивания	• Контроль самостоятельной работы студентов. • Экзамен.	• Проверка домашних заданий по практикам • Проверка контрольных работ. • Проверка тестов. • Контроль самостоятельной работы студентов. • Экзамен.	• Проверка домашних заданий по практикам • Проверка контрольных работ. • Проверка тестов. • Контроль самостоятельной работы студентов. • Экзамен.

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 3.

Таблица 3 – 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, приспосабли-вает 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 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	**Знать**	**Уметь**	**Владеть**
Отлично / (90-100 баллов)	Знает сущность физических процессов, происходящих при распространении радиоволн в земных условиях с учётом влияния подстилающей поверхности, тропосферы и ионосферы	Умеет свободно применять на практике методы расчёта и анализа напряженности поля в земных условиях с учётом факторов, влияющих на распространение радиоволн	Владеет методами расчёта параметров и характеристик антенно-фидерных устройств, основами их разработки и проектирования

Согласована на портале № 13152

Хорошо / (70-89 баллов)	Имеет представление о сущности физических процессов, происходящих при распространении радиоволн в земных условиях с учётом влияния подстилающей поверхности, тропосферы и ионосферы	Умеет самостоятельно применять на практике методы расчёта и анализа напряженности поля в земных условиях с учётом факторов, влияющих на распространение радиоволн	Частично владеет методами расчёта параметров и характеристик антенно-фидерных устройств, основами их разработки и проектирования
Удовлетворительно / (60-69 баллов)	Дает определения сущности физических процессов, происходящих при распространении радиоволн в земных условиях с учётом влияния подстилающей поверхности, тропосферы и ионосферы	Показывает неполное, недостаточное умение применять на практике методы расчёта и анализа напряженности поля в земных условиях с учётом факторов, влияющих на распространение радиоволн	Демонстрирует неполное, недостаточное владение методами расчёта параметров и характеристик антенно-фидерных устройств, основами их разработки и проектирования

Примечание: количество баллов и перевод в традиционную оценку указано в соответствии с пунктом 11 Рабочей программы.

2.2 Компетенция ОПК-4

ОПК-4: способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов.

Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий, и используемые средства оценивания **представлены** в таблице 5.

Таблица 5 - Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	– принципы действия, основные параметры и характеристики различных типов передающих и приёмных антенн, включая фидерные тракты	– применять на практике методы расчёта и анализа напряженности поля в земных условиях с учётом факторов, влияющих на распространение радиоволн	– методами расчёта параметров и характеристик антенно-фидерных устройств, основами их разработки и проектирования
Виды занятий	• Лекции • Практические занятия. • Самостоятельная работа.	• Лекции • Практические занятия. • Лабораторные занятия • Самостоятельная работа.	• Лекции • Практические занятия. • Лабораторные занятия • Самостоятельная работа.
Используемые средства оценивания	• Контроль самостоятельной работы студентов. • Экзамен.	• Проверка домашних заданий по практикам • Проверка контрольных работ. • Проверка тестов. • Контроль самостоятельной работы студентов. • Экзамен.	• Проверка домашних заданий по практикам • Проверка контрольных работ. • Проверка тестов. • Контроль самостоятельной работы студентов. • Экзамен.

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам

Согласована на портале № 13152

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, приспосабли-вает 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 7.

Таблица 7 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично / (90-100 баллов)	Знает принципы действия, основные параметры и характеристики различных типов передающих и приёмных антенн, включая фидерные тракты	Умеет свободно применять на практике методы расчёта и анализа напряженности поля в земных условиях с учётом факторов, влияющих на распространение радиоволн	Владеет методами расчёта параметров и характеристик антенно-фидерных устройств, основами их разработки и проектирования
Хорошо / (70-89 баллов)	Имеет представление о принципах действия, основные параметры и характеристики различных типов передающих и приёмных антенн, включая фидерные тракты	Умеет самостоятельно применять на практике методы расчёта и анализа напряженности поля в земных условиях с учётом факторов, влияющих на распространение радиоволн	Частично владеет методами расчёта параметров и характеристик антенно-фидерных устройств, основами их разработки и проектирования
Удовлетворительно / (60-69 баллов)	Дает определения принципов действия, основные параметры и характеристики различных типов передающих и приёмных антенн, включая фидерные тракты	Показывает неполное, недостаточное умение применять на практике методы расчёта и анализа напряженности поля в земных условиях с учётом факторов, влияющих на распространение радиоволн	Демонстрирует неполное, недостаточное владение методами расчёта параметров и характеристик антенно-фидерных устройств, основами их разработки и проектирования

2.3 Компетенция ОПК-5

ОПК-5: готовность оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов.

Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий, и используемые средства оценивания **представлены** в таблице 8.

Таблица 8 - Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Согласована на портале № 13152

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	– принципы действия, основные параметры и характеристики различных типов передающих и приёмных антенн, включая фидерные тракты	– оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы	– методами расчёта параметров и характеристик антенно-фидерных устройств, основами их разработки и проектирования
Виды занятий	• Лекции • Практические занятия. • Самостоятельная работа.	• Лекции • Практические занятия. • Лабораторные занятия • Самостоятельная работа.	• Лекции • Практические занятия. • Лабораторные занятия • Самостоятельная работа.
Используемые средства оценивания	• Контроль самостоятельной работы студентов. • Экзамен.	• Проверка домашних заданий по практикам • Проверка контрольных работ. • Контроль самостоятельной работы студентов. • Экзамен.	• Проверка домашних заданий по практикам • Проверка контрольных работ. • Проверка тестов. • Контроль самостоятельной работы студентов. • Экзамен.

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 9.

Таблица 9 – 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, приспосабли-вает 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 10.

Таблица 10 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть

Согласована на портале № 13152

Отлично / (90-100 баллов)	Знает принципы действия, основные параметры и характеристики различных типов передающих и приёмных антенн, включая фидерные тракты	Умеет свободно оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы	Владеет методами расчёта параметров и характеристик антенно-фидерных устройств, основами их разработки и проектирования
Хорошо / (70-89 баллов)	Имеет представление о принципах действия, основные параметры и характеристики различных типов передающих и приёмных антенн, включая фидерные тракты	Умеет самостоятельно оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы	Частично владеет методами расчёта параметров и характеристик антенно-фидерных устройств, основами их разработки и проектирования
Удовлетворительно / (60-69 баллов)	Дает определения принципов действия, основные параметров и характеристик различных типов передающих и приёмных антенн, включая фидерные тракты	Показывает неполное, недостаточное умение оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы	Демонстрирует неполное, недостаточное владение методами расчёта параметров и характеристик антенно-фидерных устройств, основами их разработки и проектирования

2.4 Компетенция ПК-2

ПК-2: способность выполнять моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов.

Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий, и используемые средства оценивания **представлены** в таблице 11.

Таблица 11 - Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	– принципы действия, основные параметры и характеристики различных типов передающих и приёмных антенн, включая фидерные тракты	– применять на практике методы расчёта и анализа напряженности поля в земных условиях с учётом факторов, влияющих на распространение радиоволн	– методами расчёта параметров и характеристик антенно-фидерных устройств, основами их разработки и проектирования
Виды занятий	• Лекции • Практические занятия. • Самостоятельная работа.	• Лекции • Практические занятия. • Лабораторные занятия • Самостоятельная работа.	• Лекции • Практические занятия. • Лабораторные занятия • Самостоятельная работа.
Используемые средства оценивания	• Контроль самостоятельной работы студентов. • Экзамен.	• Проверка домашних заданий по практикам • Проверка контрольных работ. • Проверка тестов. • Контроль самостоятельной работы студентов. • Экзамен.	• Проверка домашних аданий по практикам • Проверка контрольных работ. • Проверка тестов. • Контроль самостоятельной работы студентов. • Экзамен.

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

Согласована на портале № 13152

таблице 12.

Таблица 12 – 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, приспосабли-вает 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 13.

Таблица 13 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично / (90-100 баллов)	Знает принципы действия, основные параметры и характеристики различных типов передающих и приёмных антенн, включая фидерные тракты	Умеет свободно применять на практике методы расчёта и анализа напряженности поля в земных условиях с учётом факторов, влияющих на распространение радиоволн	Владеет методами расчёта параметров и характеристик антенно-фидерных устройств, основами их разработки и проектирования
Хорошо / (70-89 баллов)	Имеет представление о принципах действия, основные параметры и характеристики различных типов передающих и приёмных антенн, включая фидерные тракты	Умеет самостоятельно применять на практике методы расчёта и анализа напряженности поля в земных условиях с учётом факторов, влияющих на распространение радиоволн	Частично владеет методами расчёта параметров и характеристик антенно-фидерных устройств, основами их разработки и проектирования
Удовлетворительно / (60-69 баллов)	Дает определения принципов действия, основных параметров и характеристик различных типов передающих и приёмных антенн, включая фидерные тракты	Показывает неполное, недостаточное умение применять на практике методы расчёта и анализа напряженности поля в земных условиях с учётом факторов, влияющих на распространение радиоволн	Демонстрирует неполное, недостаточное владение методами расчёта параметров и характеристик антенно-фидерных устройств, основами их разработки и проектирования

2.5 Компетенция ПК-4

ПК-4: способность к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов.

Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий, и используемые средства оценивания **представлены** в таблице 14.

Согласована на портале № 13152

Таблица 14 - Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	– принципы действия, основные параметры и характеристики различных типов передающих и приёмных антенн, включая фидерные тракты	– применять на практике методы расчёта и анализа напряженности поля в земных условиях с учётом факторов, влияющих на распространение радиоволн	– методами расчёта параметров и характеристик антенно-фидерных устройств, основами их разработки и проектирования
Виды занятий	• Лекции • Практические занятия. • Самостоятельная работа.	• Лекции • Практические занятия. • Лабораторные занятия • Самостоятельная работа.	• Лекции • Практические занятия. • Лабораторные занятия • Самостоятельная работа.
Используемые средства оценивания	• Контроль самостоятельной работы студентов. • Экзамен.	• Проверка домашних заданий по практикам • Проверка контрольных работ. • Проверка тестов. • Контроль самостоятельной работы студентов. • Экзамен.	• Проверка домашних аданий по практикам • Проверка контрольных работ. • Проверка тестов. • Контроль самостоятельной работы студентов. • Экзамен.

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 15.

Таблица 15 – 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, приспосабли-вает 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 16.

Таблица 16 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть

Согласована на портале № 13152

Отлично / (90-100 баллов)	Знает принципы действия, основные параметры и характеристики различных типов передающих и приёмных антенн, включая фидерные тракты	Умеет свободно применять на практике методы расчёта и анализа напряженности поля в земных условиях с учётом факторов, влияющих на распространение радиоволн	Владеет методами расчёта параметров и характеристик антенно-фидерных устройств, основами их разработки и проектирования
Хорошо / (70-89 баллов)	Имеет представление о принципах действия, основные параметры и характеристики различных типов передающих и приёмных антенн, включая фидерные тракты	Умеет самостоятельно применять на практике методы расчёта и анализа напряженности поля в земных условиях с учётом факторов, влияющих на распространение радиоволн	Частично владеет методами расчёта параметров и характеристик антенно-фидерных устройств, основами их разработки и проектирования
Удовлетворительно / (60-69 баллов)	Дает определения принципов действия, основных параметров и характеристик различных типов передающих и приёмных антенн, включая фидерные тракты	Показывает неполное, недостаточное умение применять на практике методы расчёта и анализа напряженности поля в земных условиях с учётом факторов, влияющих на распространение радиоволн	Демонстрирует неполное, недостаточное владение методами расчёта параметров и характеристик антенно-фидерных устройств, основами их разработки и проектирования

2.6 Компетенция ПК-5

ПК-5: готовность к составлению обзоров и отчетов по результатам проводимых исследований, подготовке научных публикаций и заявок на изобретения, разработке рекомендаций по практическому использованию полученных результатов.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов.

Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий, и используемые средства оценивания **представлены** в таблице 17.

Таблица 17 - Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	– принципы действия, основные параметры и характеристики различных типов передающих и приёмных антенн, включая фидерные тракты	– составлять обзоры и отчёты по результатам проводимых исследований, подготовке научных публикаций и заявок на изобретения, разработке рекомендаций по практическому использованию полученных результатов	– методами расчёта параметров и характеристик антенно-фидерных устройств, основами их разработки и проектирования
Виды занятий	• Лекции • Практические занятия. • Самостоятельная работа.	• Лекции • Практические занятия. • Лабораторные занятия • Самостоятельная работа.	• Лекции • Практические занятия. • Лабораторные занятия • Самостоятельная работа.
Используемые средства оценивания	• Контроль самостоятельной работы студентов. • Экзамен.	• Проверка домашних заданий по практикам • Проверка контрольных работ. • Проверка тестов. • Контроль самостоятельной работы студентов. • Экзамен.	• Проверка домашних аданий по практикам • Проверка контрольных работ. • Проверка тестов. • Контроль самостоятельной работы студентов. • Экзамен.

Согласована на портале № 13152

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 18.

Таблица 18 – 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, приспосабли-вает 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 19.

Таблица 19 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично / (90-100 баллов)	Знает принципы действия, основные параметры и характеристики различных типов передающих и приёмных антенн, включая фидерные тракты	Умеет свободно составлять обзоры и отчёты по результатам проводимых исследований, подготовке научных публикаций и заявок на изобретения, разработке рекомендаций по практическому использованию полученных результатов	Владеет методами расчёта параметров и характеристик антенно-фидерных устройств, основами их разработки и проектирования
Хорошо / (70-89 баллов)	Имеет представление о принципах действия, основные параметры и характеристики различных типов передающих и приёмных антенн, включая фидерные тракты	Умеет самостоятельно составлять обзоры и отчёты по результатам проводимых исследований, подготовке научных публикаций и заявок на изобретения, разработке рекомендаций по практическому использованию полученных результатов	Частично владеет методами расчёта параметров и характеристик антенно-фидерных устройств, основами их разработки и проектирования
Удовлетворительно / (60-69 баллов)	Дает определения принципов действия, основных параметров и характеристик различных типов передающих и приёмных антенн, включая фидерные тракты	Показывает неполное, недостаточное умение составлять обзоры и отчёты по результатам проводимых исследований, подготовке научных публикаций и заявок на изобретения, разработке рекомендаций по практическому использованию полученных результатов	Демонстрирует неполное, недостаточное владение методами расчёта параметров и характеристик антенно-фидерных устройств, основами их разработки и проектирования

Согласована на портале № 13152

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:

3.1 Практические занятия по темам:

1. Расчёт матричных параметров отрезков связанных линий
2. Моделирование устройств на связанных линиях
3. Расчёт и оптимизация управляемых устройств
4. Расчёт микроволновых фильтров
5. Активные СВЧ элементы
6. Анализ линейных и нелинейных микроволновых устройств
7. Расчёт СВЧ малошумящих узкополосных усилителей
8. Расчёт СВЧ усилителей мощности
9. Расчёт СВЧ преобразовательных устройств

Указания к практическим занятиям приведены в учебно-методических пособиях [14],

3.2 Лабораторные занятия по темам:

1. Измерение характеристик микроволновых устройств в импульсном режиме
2. Исследование направленных ответвителей 2-х типов
3. Исследование частотных и регулировочных характеристик управляемых устройств
4. Исследование характеристик управляемых устройств в импульсном режиме

Указания к лабораторным занятиям приведены в учебно-методических пособиях [15-17],

3.3. Расчетные задания

1. Расчёт матричных параметров отрезков связанных линий
2. Моделирование устройств на связанных линиях
3. Расчёт и оптимизация управляемых устройств
4. Расчёт микроволновых фильтров
5. Активные СВЧ элементы
6. Анализ линейных и нелинейных микроволновых устройств
7. Расчёт СВЧ малошумящих узкополосных усилителей
8. Расчёт СВЧ усилителей мощности
9. Расчёт СВЧ преобразовательных устройств

Содержание расчетных заданий приведено в учебно-методическом пособии [14].

3.4. Экзаменационные вопросы по курсу

1. Матрицы первичных параметров, их расчет.
2. Телеграфные уравнения: связь с теорией цепей, получение телеграфных уравнений, решение.
3. Особенности волновых процессов в связанных линиях с неуравновешенной электромагнитной связью.
4. Матрица передачи и матрица рассеяния связанных линий.
5. Конечно-разностная форма телеграфных уравнений, итерационный метод решения.
6. Три типы направленных ответвителей (НО) на связанных линиях (СЛ).
7. Матричное описание НО.
8. Частотные характеристики НО на регулярных и нерегулярных СЛ. Импульсные характеристики.
9. Конструкции связанных линий, применяемых при проектировании НО.
10. Классификация управляемых устройств. Схемы и конструкции фазовращателей с постоянным и линейно-зависимым фазовыми сдвигами.
11. Аттенюаторы на СЛ.
12. Коррекция фазы и коррекция амплитуды обрабатываемых сигналов в устройствах на СЛ.
13. Измерение параметров устройств на векторных анализаторах цепей в статическом состоянии. Измерение переходных процессов в режиме быстрого управления. Импульсные измерения, оценка нелинейных искажений.

Согласована на портале № 13152

14. Постановка задач экстракции как части проектных работ. Использование результатов для доработки моделей и в проектировании.
15. Примеры экстракции частотной зависимости параметров: резистивных потерь, потерь в диэлектриках.
16. Постановка задачи автоматизированного проектирования. Библиотеки элементов устройств: отрезков полосковых линий передачи, связанных линий, регулирующих элементов, развязывающих элементов, соединителей.
17. Оптимизация разрабатываемых устройств с учетом заданных параметров и получаемых характеристик.
18. Фильтры Чебышева, Баттерворта. Полосно-пропускающие фильтры на встречных стержнях и полуволновых резонаторах.
19. СВЧ согласующие цепи. Моделирование на основе L и C элементов. Расчет и проектирование.
20. Диоды, варикапы, биполярные и полевые транзисторы, двухзатворные полевые транзисторы. Физические принципы работы.
21. Схемы включения. Модели активных СВЧ элементов.
22. Малосигнальные модели биполярных и полевых транзисторов. Определение параметров малосигнальных моделей на основе S, Y и Z параметров.
23. Нелинейные модели биполярных и полевых транзисторов. Эмпирические модели для САПР. Основные отличительные особенности применяемых моделей.
24. Понятие о методе гармонического баланса и функциональных рядах Вольтерра.
25. Современные программымоделирования и расчета микроволновых устройств.
26. Малошумящие узкополосные усилители на биполярных и полевых транзисторах. Коэффициент шума. Определение оптимального режима и сопротивления генератора на основе моделей транзисторов.
27. Основные характеристики, режимы работы. Выбор рабочей точки, оценка достижимых характеристик по уровню выходной мощности. Схемы усилителей мощности. Сравнительный анализ по КПД.
28. Балансные СВЧ смесители, фазовый метод подавления зеркального канала. Основные схемы.
29. Структурные схемы приёмо-передающих СВЧ трактов систем связи. Динамический диапазон, способы его оценки.

Методические материалы для подготовки к экзамену приведены в учебных пособиях [1-4].

4. Методические материалы

Для обеспечения учебного процесса и решения задач обучения используются совпадающие с пунктом 12 рабочей программы по дисциплине следующие методические материалы:

12.1 основная литература:

1. Устройства СВЧ и антенны. Проектирование фазированных антенных решеток/ под ред. Д.И. Воскресенского. – М.: Радиотехника, 2012. – 744с.(**10** экз.).
2. Связанные полосковые линии и устройства на их основе. Часть 1: Учебное пособие [Электронный ресурс] / Малютин Н. Д. [и др.]. — Томск: ТУСУР: 2012. — 176 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1962
3. Каганов, В.И. Основы радиоэлектроники и связи. [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.И. Каганов, В.К. Битюков. – М.: Горячая линия-Телеком, 2012. – 542 с.
   Режим доступа: http://e.lanbook.com/view/book/5158/

12.2 дополнительная литература:

1. Сазонов Д.М. Антенны и устройства СВЧ: Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 1988. – 432с. (**18** экз.).
2. Устройства СВЧ и антенны. Проектирование фазированных антенных решеток/ под ред. Д.И. Воскресенского. – М.: Радиотехника, 2003. – 632с. (**21** экз.).
3. Нефёдов Е.И. Техническая электродинамика: Учебное пособие для вузов. – М.: Изд. центр «Академия», 2008. – 416с.(**13** экз.).
4. Сычёв А.Н. Комбинированный метод частичных емкостей и конформных отображений для анализа многомодовых полосковых структур. – Томск: ТУСУР, 2007. – 138 с.(**25** экз.)

Согласована на портале № 13152

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

12.3 Учебно-методические пособия и программное обеспечение

12.3.1 Обязательные учебно-методические пособия:

1. Коротаев, В. М. САПР и технология СВЧ устройств: Методические указания для лабораторных работ [Электронный ресурс] / Коротаев В. М. — Томск: ТУСУР, 2016. — 18 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6614.
2. Сычев, А. Н. САПР и технология ВЧ и СВЧ устройств: Лабораторные работы [Электронный ресурс] / Сычев А. Н. — Томск: ТУСУР, 2012. — 28 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1961.
3. Малютин, Н. Д. Измерение параметров ВЧ и СВЧ устройств с помощью векторных анализаторов цепей Р4-И-01 и Обзор-103: Методические указания [Электронный ресурс] / Малютин Н. Д., Семенов Э. В., Лощилов А. Г. — Томск: ТУСУР, 2012. — 71 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1959.
4. Коротаев, В. М. САПР и технология СВЧ устройств : Методические указания по практическим занятиям и самостоятельной работе [Электронный ресурс] / Коротаев В. М. — Томск: ТУСУР, 2016. — 10 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6613.

Согласована на портале № 13152