МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Микроволновая техника

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки (специальность): **11.04.01 Радиотехника**
Направленность (профиль): **Видеоинформационные технологии и цифровое телевидение**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **ТУ, Кафедра телевидения и управления**
Курс: **1**
Семестр: **2**
Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	2 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	24	24	часов
2	Практические занятия	18	18	часов
3	Лабораторные занятия	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	58	58	часов
5	Самостоятельная работа	86	86	часов
6	Всего (без экзамена)	144	144	часов
7	Общая трудоемкость	144	144	часов
		4.0	4.0	З.Е

Дифференцированный зачет: 2 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 3408

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 3 от «20» 10 2016 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.04.01 Радиотехника, утвержденного 2014-10-30 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

Доцент каф. СВЧиКР _____ Фатеев А. В.

Заведующий обеспечивающей каф. СВЧиКР _____ Шарангович С. Н.

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

Декан РТФ _____ Попова К. Ю.

Заведующий выпускающей каф. ТУ _____ Газизов Т. Р.

Эксперты:

профессор ТУСУР, каф. СВЧиКР _____ Мандель А. Е.

доцент ТУСУР, каф. ТОР _____ Богомолов С. И.

Согласована на портале № 3408

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Подготовка магистров в области разработки и применения микроволновых устройств, основанных на использовании электромагнитных колебаний и волн диапазона СВЧ и предназначенных для передачи, приёма и обработки информации.

1.2. Задачи дисциплины

– Получение необходимых знаний по физическим основам построения и функционирования микроволновых устройств;;

– ;

– Получение необходимых знаний по методам расчёта основных параметров и характеристик микроволновых устройств, по основам их проектирования;;

– ;

– Получение необходимых знаний по методам измерения электрических параметров и характеристик микроволновых устройств;;

– ;

– Приобретение навыков работы с современной измерительной аппаратурой СВЧ диапазона. ;

– ;

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Микроволновая техника» (Б1.Б.6) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем, Устройства приема и обработки дискретных и аналоговых сигналов, Устройства генерирования и формирования цифровых сигналов.

Последующими дисциплинами являются: .

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-2 способностью использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры;

– ОПК-4 способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области;

– ОПК-5 готовностью оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы;

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

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** физические основы построения и функционирования микроволновых устройств и систем; основные методы расчёта параметров и характеристик микроволновых устройств и систем; основы работы со стандартными пакетами прикладных программ для моделирования объектов и процессов в микроволновых устройствах и системах;

– **уметь** оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполнения работы; самостоятельно пользоваться стандартными пакетами прикладных программ для моделирования объектов и процессов в микроволновых устройствах и системах;

– **владеть** методами расчёта параметров и характеристик микроволновых устройств и систем, основами их разработки и проектирования; стандартными пакетами прикладных программ для моделирования объектов и процессов в микроволновых устройствах и системах;

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Согласована на портале № 3408

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

№	Виды учебной деятельности	2 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	24	24	часов
2	Практические занятия	18	18	часов
3	Лабораторные занятия	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	58	58	часов
5	Самостоятельная работа	86	86	часов
6	Всего (без экзамена)	144	144	часов
7	Общая трудоемкость	144	144	часов
		4.0	4.0	З.Е

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

№	Названия разделов дисциплины	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
1	Микроволновые линии передачи, их параметры и характеристики. Согласование.	6	11	0	26	43	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2
2	Матричный анализ многополюсных устройств	6	4	0	15	25	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2
3	Типовые микроволновые устройства	6	3	8	24	41	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2
4	Измерения параметров и характеристик устройств и материалов в диапазоне СВЧ	6	0	8	21	35	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2
	Итого	24	18	16	86	144	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

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

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
2 семестр			

Согласована на портале № 3408

1 Микроволновые линии передачи, их параметры и характеристики. Согласование.	Общая теория регулярных нагруженных линий (режимы, коэффициент отражения, КСВ и КБВ, резонансные сечения, транс-формация сопротивлений, входное сопро-тивление, эквивалентные сечения). Основные характеристики линий передачи (типы волн, дисперсия, волновое и характеристическое сопротивления, погонные параметры). Микроволновые линии передачи. Нерегулярности в линиях. Учёт потерь. Круговая диаграмма Вольперта-Смита. Узкополосное и широкополосное согласование.	6	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2
	Итого	6	
2 Матричный анализ многополюсных устройств	Многополюсные устройства. Волновой и классический подходы. Волновая матрица рассеяния. Классические матрицы сопротивлений и проводимостей. Свойства взаимности, симметрии и недиссипативности. Матрицы передачи. Метод декомпозиции анализа сложных устройств.	6	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2
	Итого	6	
3 Типовые микроволновые устройства	Реактивные и активные нагрузки. Ступенчатые и плавные согласующие переходы. Объёмные резонаторы. Фильтры. Аттенюаторы. Фазовращатели. Делители мощности. Направленные ответвители и мосты. Ферритовые циркуляторы и вентили.	6	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2
	Итого	6	
4 Измерения параметров и характеристик устройств и материалов в диапазоне СВЧ	Анализаторы параметров цепей. Измерения характеристик пассивных и активных многополюсных устройств. Измерения электрических параметров материалов.	6	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2
	Итого	6	
Итого за семестр		24	

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

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

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

№	Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин			
		1	2	3	4

Согласована на портале № 3408

Предшествующие дисциплины					
1	Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем	+	+	+	+
2	Устройства приема и обработки дискретных и аналоговых сигналов	+	+	+	+
3	Устройства генерирования и формирования цифровых сигналов	+	+	+	+

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

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

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

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	
ОПК-2	+	+		+	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Компонент своевременности, Реферат, Дифференцированный зачет
ОПК-4	+	+	+	+	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Компонент своевременности, Реферат, Дифференцированный зачет
ОПК-5	+	+		+	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Компонент своевременности, Реферат, Дифференцированный зачет
ПК-2	+	+	+	+	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Компонент своевременности, Реферат, Дифференцированный зачет

Согласована на портале № 3408

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП

7. Лабораторный практикум

Содержание лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Содержание лабораторных работ

Названия разделов	Содержание лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
2 семестр			
3 Типовые микроволновые устройства	Исследование ферритовых вентилей и циркуляторов.	4	ОПК-4, ПК-2
	Исследование объёмного резонатора.	4	
	Итого	8	
4 Измерения параметров и характеристик устройств и материалов в диапазоне СВЧ	Скалярный анализатор параметров цепей Р2М.	4	ОПК-4, ПК-2
	Измерение ε и tgδ диэлектрических материалов резонаторным методом.	4	
	Итого	8	
Итого за семестр		16	

8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

Названия разделов	Содержание практических занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
2 семестр			
1 Микроволновые линии передачи, их параметры и характеристики. Согласование.	Линии передачи с Т-волной	2	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2
	Волноводные линии	2	
	Нагруженные фидеры	2	
	Круговая диаграмма Вольперта-Смита	3	
	Узкополосное и широкополосное согласование	2	
	Итого	11	
2 Матричный анализ многополюсных устройств	Матричный анализ многополюсных устройств	2	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2
	Анализ сложных устройств методом декомпозиции	2	
	Итого	4	
3 Типовые микроволновые устройства	Защита рефератов в форме презентации	3	ОПК-2, ОПК-4,

Согласована на портале № 3408

	Итого	3	ОПК-5, ПК-2
Итого за семестр		18	

9. Самостоятельная работа

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

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
2 семестр				
1 Микроволновые линии передачи, их параметры и характеристики. Согласование.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2	Конспект самоподготовки, Реферат, Домашнее задание
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	5		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4		
	Проработка лекционного материала	5		
	Итого	26		
2 Матричный анализ многополюсных устройств	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	5	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2	Конспект самоподготовки, Домашнее задание
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	5		
	Проработка лекционного материала	5		
	Итого	15		
3 Типовые микроволновые устройства	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2	Реферат, Конспект самоподготовки, Домашнее задание, Отчет по лабораторной работе
	Проработка лекционного материала	5		
	Оформление отчетов по	7		

Согласована на портале № 3408

	лабораторным работам			
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	24		
4 Измерения параметров и характеристик устройств и материалов в диапазоне СВЧ	Проработка лекционного материала	6	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2	Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе
	Оформление отчетов по лабораторным работам	7		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	21		
Итого за семестр		86		
Итого		86		

10. Курсовая работа

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Бальные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
2 семестр				
Домашнее задание	8	8	8	24
Компонент своевременности	4	6	2	12
Конспект самоподготовки	5	5	5	15
Отчет по лабораторной работе		12	12	24
Реферат		25		25
Нарастающим итогом	17	73	100	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

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

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

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

Согласована на портале № 3408

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

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

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Устройства СВЧ и антенны: Учебное пособие / Шангина Л. И., Замотринский В. А. - 2012. 223 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/712, свободный.

2. Антенны: Учебное пособие / Гошин Г. Г. - 2012. 145 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2794, свободный.

3. Устройства СВЧ и антенны. Проектирование фазированных антенных решеток/ под ред. Д.И. Воскресенского. – М.: Радиотехника, 2012. – 744с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 10 экз.)

12.2. Дополнительная литература

1. Антенны и устройства СВЧ: Учебник для вузов/ Д.И. Воскресенский и др. – М.: Радиотехника, 2006. – 375с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)

2. Сазонов Д.М. Антенны и устройства СВЧ: Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 1988. – 432с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 18 экз.)

3. Устройства СВЧ и антенны. Проектирование фазированных антенных решеток/ под ред. Д.И. Воскресенского. – М.: Радиотехника, 2003. – 632с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 21 экз.)

4. Нефёдов Е.И. Техническая электродинамика: Учебное пособие для вузов. – М.: Изд. центр «Академия», 2008. – 416с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 13 экз.)

5. Техническая электродинамика: Учебное пособие для вузов/ Ю.В. Пименов и др. – М.: Радио и связь, 2002. – 536 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 22 экз.)

6. Фрадин А.З. Антенно-фидерные устройства. – М.: Связь, 1977. – 440с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 19 экз.)

7. Антенны УКВ/ под ред. Г.З. Айзенберга. Ч.1. – М.: Связь, 1977. – 384с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 25 экз.)

8. Антенны УКВ/ под ред. Г.З. Айзенберга. Ч.2. – М.: Связь, 1977. – 288с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 26 экз.)

9. Антенны и фидеры: Сборник задач с формулами и решениями / Гошин Г. Г. - 2012. 237 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2795, свободный.

10. Устройства СВЧ и антенны: Учебное методическое пособие / Шангина Л. И., Замотринский В. А. - 2012. 163 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/715, свободный.

12.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. Исследование ферритовых вентилей и циркуляторов: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г. Г., Никифоров А. Н., Фатеев А. В., Замотринский В. А., Соколова Ж. М., Падусова Е. В. - 2013. 27 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3730, свободный.

2. Исследование коэффициента усиления рупорных антенн: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г. Г., Никифоров А. Н., Фатеев А. В., Замотринский В. А. - 2013. 27 с.

Согласована на портале № 3408

[Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3723, свободный.

3. Исследование диаграммы направленности параболической антенны по измерениям поля в дальней и ближней зонах: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г. Г., Никифоров А. Н., Фатеев А. В., Замотринский В. А. - 2013. 18 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3700, свободный.

4. Устройства СВЧ и антенны: учебно-методическое пособие по организации самостоятельной работы студентов / Гошин Г. Г. - 2010. 42 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/7, свободный.

12.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. http://www.keysight.com
2. https://www.cst.com/

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебно-исследовательская лаборатория «Микроволновая техника», ауд. 328 РК.

Рабочие места оборудованы измерительными приборами и компьютерами с выходом в Интернет. Лабораторные работы обеспечены методическими пособиями, в том числе в электронном виде.

14. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств приведен в приложении 1.

15. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Без рекомендаций.

Согласована на портале № 3408

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

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

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Микроволновая техника

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки (специальность): **11.04.01 Радиотехника**
Направленность (профиль): **Видеоинформационные технологии и цифровое телевидение**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **ТУ, Кафедра телевидения и управления**
Курс: **1**
Семестр: **2**

Учебный план набора 2015 года

Разработчики:

- Доцент каф. СВЧиКР Фатеев А. В.

Дифференцированный зачет: 2 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 3408

1. Введение

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

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

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

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций
ОПК-2	способностью использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры	Должен знать физические основы построения и функционирования микроволновых устройств и систем; основные методы расчёта параметров и характеристик микроволновых устройств и систем; основы работы со стандартными пакетами прикладных программ для моделирования объектов и процессов в микроволновых устройствах и системах; ; Должен уметь оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполнения работы; самостоятельно пользоваться стандартными пакетами прикладных программ для моделирования объектов и процессов в микроволновых устройствах и системах;; Должен владеть методами расчёта параметров и характеристик микроволновых устройств и систем, основами их разработки и проектирования; стандартными пакетами прикладных программ для моделирования объектов и процессов в микроволновых устройствах и системах;;
ОПК-4	способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области	
ОПК-5	готовностью оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы	
ПК-2	способностью выполнять моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ	

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

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

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое

Согласована на портале № 3408

		области исследования	поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ОПК-2

ОПК-2: способностью 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 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	физические основы построения и функционирования микроволновых устройств и систем;	оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполнения работы;	методами расчёта параметров и характеристик микроволновых устройств и систем, основами их разработки и проектирования
Виды занятий	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Домашнее задание; • Конспект самоподготовки; • Реферат; • Дифференцированный зачет; • Дифференцированный зачет;	• Домашнее задание; • Конспект самоподготовки; • Реферат; • Дифференцированный зачет; • Дифференцированный зачет;	• Домашнее задание; • Реферат; • Дифференцированный зачет; • Дифференцированный зачет;

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

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Знает физические основы построения и функционирования микроволновых устройств и систем;	• Умеет свободно оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполнения работы;	• Владеет методами расчёта параметров и характеристик микроволновых устройств и систем, основами их разработки и проектирования;

Согласована на портале № 3408

Хорошо (базовый уровень)	• Имеет представление о физических основах построения и функционирования микроволновых устройств и систем ;	• Умеет самостоятельно оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполнения работы;	• Частично владеет методами расчёта параметров и характеристик микроволновых устройств и систем, основами их разработки и проектирования;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Дает определения физических основ построения и функционирования микроволновых устройств и систем ;	• Показывает неполное, недостаточное умение оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполнения работы;	• Демонстрирует неполное, недостаточное владение методами расчёта параметров и характеристик микроволновых устройств и систем, основами их разработки и проектирования;

2.2 Компетенция ОПК-4

ОПК-4: способностью 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	основные методы расчёта параметров и характеристик микроволновых устройств и систем;	оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполнения работы;	методами расчёта параметров и характеристик микроволновых устройств и систем, основами их разработки и проектирования
Виды занятий	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Домашнее задание; • Конспект самоподготовки; • Реферат; • Дифференцированный зачет; • Дифференцированный зачет;	• Отчет по лабораторной работе; • Домашнее задание; • Конспект самоподготовки; • Реферат; • Дифференцированный зачет; • Дифференцированный зачет;	• Отчет по лабораторной работе; • Домашнее задание; • Реферат; • Дифференцированный зачет; • Дифференцированный зачет;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в

Согласована на портале № 3408

таблице 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Знает основные методы расчёта параметров и характеристик микроволновых устройств и систем;	• Умеет свободно оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполнения работы;	• Владеет методами расчёта параметров и характеристик микроволновых устройств и систем, основами их разработки и проектирования;
Хорошо (базовый уровень)	• Имеет представление об основных методах расчёта параметров и характеристик микроволновых устройств и систем ;	• Умеет самостоятельно оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполнения работы;	• Частично владеет методами расчёта параметров и характеристик микроволновых устройств и систем, основами их разработки и проектирования;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Дает определения основных методов расчёта параметров и характеристик микроволновых устройств и систем ;	• Показывает неполное, недостаточное умение оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполнения работы;	• Демонстрирует неполное, недостаточное владение методами расчёта параметров и характеристик микроволновых устройств и систем, основами их разработки и проектирования;

2.3 Компетенция ОПК-5

ОПК-5: готовностью 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 7.

Таблица 7 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	основные методы расчёта параметров и характеристик микроволновых устройств и систем;	оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполнения работы;	методами расчёта параметров и характеристик антенно-фидерных устройств, основами их разработки и проектирования
Виды занятий	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые	• Домашнее задание;	• Домашнее задание;	• Домашнее задание;

Согласована на портале № 3408

средства оценивания	• Конспект самоподготовки; • Реферат; • Дифференцированный зачет; • Дифференцированный зачет;	• Конспект самоподготовки; • Реферат; • Дифференцированный зачет; • Дифференцированный зачет;	• Реферат; • Дифференцированный зачет; • Дифференцированный зачет;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 8.

Таблица 8 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Знает основные методы расчёта параметров и характеристик микроволновых устройств и систем;	• Умеет свободно оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполнения работы;	• Владеет методами расчёта параметров и характеристик микроволновых устройств и систем, основами их разработки и проектирования;
Хорошо (базовый уровень)	• Имеет представление об основных методах расчёта параметров и характеристик микроволновых устройств и систем ;	• Умеет самостоятельно оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполнения работы;	• Частично владеет методами расчёта параметров и характеристик микроволновых устройств и систем, основами их разработки и проектирования;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Дает определения основных методов расчёта параметров и характеристик микроволновых устройств и систем ;	• Показывает неполное, недостаточное умение оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполнения работы;	• Демонстрирует неполное, недостаточное владение методами расчёта параметров и характеристик микроволновых устройств и систем, основами их разработки и проектирования;

2.4 Компетенция ПК-2

ПК-2: способностью 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 9.

Таблица 9 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	основы работы со стандартными пакетами прикладных программ для моделирования объектов и процессов в микроволновых	самостоятельно пользоваться стандартными пакетами прикладных программ для моделирования объектов и процессов в	стандартными пакетами прикладных программ для моделирования объектов и процессов в микроволновых устройствах и системах;

Согласована на портале № 3408

	устройствах и системах;	микроволновых устройствах и системах;	
Виды занятий	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Домашнее задание; • Конспект самоподготовки; • Реферат; • Дифференцированный зачет; • Дифференцированный зачет;	• Отчет по лабораторной работе; • Домашнее задание; • Конспект самоподготовки; • Реферат; • Дифференцированный зачет; • Дифференцированный зачет;	• Отчет по лабораторной работе; • Домашнее задание; • Реферат; • Дифференцированный зачет; • Дифференцированный зачет;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 10.

Таблица 10 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• основы работы со стандартными пакетами прикладных программ для моделирования объектов и процессов в микроволновых устройствах и системах;;	• самостоятельно пользоваться стандартными пакетами прикладных программ для моделирования объектов и процессов в микроволновых устройствах и системах;;	• навыками для самостоятельного пользования стандартными пакетами прикладных программ для моделирования объектов и процессов в микроволновых устройствах и системах;;
Хорошо (базовый уровень)	• имеет представление о работе со стандартными пакетами прикладных программ для моделирования объектов и процессов в микроволновых устройствах и системах;;	• пользоваться стандартными пакетами прикладных программ для моделирования объектов и процессов в микроволновых устройствах и системах с помощью справочных материалов.;	• навыками для пользования стандартными пакетами прикладных программ для моделирования объектов и процессов в микроволновых устройствах и системах, используя справочные материалы;;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• знаком со стандартными пакетами прикладных программ для моделирования объектов и процессов в микроволновых устройствах и	• пользоваться стандартными пакетами прикладных программ для моделирования объектов и процессов в микроволновых устройствах и системах	• навыками для пользования стандартными пакетами прикладных программ для моделирования объектов и процессов в микроволновых

Согласована на портале № 3408

	системах;;	со сторонней помощью.;	устройствах и системах со сторонней помощью;;

3 Типовые контрольные задания

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

3.1 Вопросы на самоподготовку

– Основные типы фидерных линий, их параметры и характеристики. Трансформация сопротивлений в линии с нагрузкой и способы её согласования. Матричное описание и методы расчёта устройств СВЧ Конструкции, электрические параметры и характеристики устройств СВЧ Основы автоматизированного проектирования устройств СВЧ Методы измерений основных параметров и характеристик устройств и материалов СВЧ.

3.2 Темы рефератов

– 1. Реактивные и активные нагрузки для полосковых линий. 2. Ступенчатые и плавные согласующие переходы в полосковом исполнении 3. Широкополосные коаксиально-волноводные переходы. 4. Широкополосные волноводно-полосковые переходы. 5. Резонаторы для полосковых трактов. 6. Фильтры и мультиплексеры в полосковом исполнении. 7. Широкополосные аттенюаторы для полосковых трактов. 8. Фазовращатели на распределённых элементах. 9. Широкополосные направленные ответвители в волноводном исполнении. 10. Широкополосные направленные мосты СВЧ диапазона. 11. Симметрирующие устройства на распределённых параметрах.

3.3 Темы домашних заданий

– Общая теория регулярных нагруженных линий (режимы, коэффициент отражения, КСВ и КБВ, резонансные сечения, трансформация сопротивлений, входное сопротивление, эквивалентные сечения). Основные характеристики линий передачи (типы волн, дисперсия, волновое и характеристическое сопротивления, погонные параметры). Микроволновые линии передачи. Нерегулярности в линиях. Учёт потерь. Круговая диаграмма Вольперта-Смита. Узкополосное и широкополосное согласование. Многополюсные устройства. Волновой и классический подходы. Волновая матрица рассеяния. Классические матрицы сопротивлений и проводимостей. Свойства взаимности, симметрии и недиссипативности. Матрицы передачи. Метод декомпозиции анализа сложных устройств. Реактивные и активные нагрузки. Ступенчатые и плавные согласующие переходы. Объёмные резонаторы. Фильтры. Аттенюаторы. Фазовращатели. Делители мощности. Направленные ответвители и мосты. Ферритовые циркуляторы и вентили. Анализаторы параметров цепей. Измерения характеристик пассивных и активных многополюсных устройств. Измерения электрических параметров материалов.

3.4 Вопросы дифференцированного зачета

– 1. Линии передачи: определение; регулярные, нерегулярные, однородные, не однородные. Открытые, закрытые – их достоинства и недостатки, применения. Примеры. 2. Радиолиния: понятие, структурная схема, примеры. Достоинства и недостатки по сравнению с фидерными линиями. Принцип электродинамического подобия и его использование при расчетах и экспериментальных исследованиях. 3. Основные параметры и характеристики фидеров: типы волн, дисперсионная характеристика, затухание, электрическая прочность, предельная и допустимая мощности, волновое сопротивление, погонные парамет-ры. 4. Математическая модель линий передачи СВЧ. Основные требования, предъявляемые к фидерным линиям. Частотные зависимости затухания в проводниках и диэлектриках. 5. Объясните, почему обычно работают на волне одного типа, в частности о-новного. В каких случаях работают на волнах высших типов? В каких линиях имеет место дисперсия и в чем проявляется? Как она влияет на распространение сигналов? 6. Двухпроводная и коаксиальная линии: волна основного типа, ее длина и фаз-вая скорость, волновое сопро-тивление, погонные параметры. Условие работы на волне основного типа в коаксиальной линии. Маркировка коаксиальных ка-белей. 7. Полосковые и

Согласована на портале № 3408

микрополосковые линии: разновидности, волна основного типа, ее длина и фазовая скорость, волновое сопротивление, погонные параметры, структура поля. 8. Волноводы прямоугольного сечения. Типы волн, критические длины волн. Волна основного типа, условие ее существования, структура поля, характеристическое и волновое сопротивления, передаваемая мощность. Технология изготовления и стандарты. Применения. 9. Волноводы круглого сечения. Типы волн, критические длины волн. Волна ос-новного типа, условие ее су-ществования, структура поля, характеристическое и волновое сопротивления, передаваемая мощность. Тех-нология изготовления. Применения. 10. Линии передачи с поверхностной волной. Понятие поверхностной волны, ее длина и фазовая скорость, структура поля. Примеры реализаций ЛП с поверхностной волной и применения. 11. Диапазоны длин волн. Понятие СВЧ. Типы применяемых в различных диапа-зонах фидеров. Понятия экви-валентных линий и схем. Волновой и классический подходы, связь между ними. 12. Коэффициент отражения от нагрузки, КБВ, КСВ, сопротивление линии и со-отношение между ними. Пове-дение модуля коэффициента отражения в идеальных и реальных ЛП. Резонансные сечения, значения в них напряженностей полей и сопротивлений. 13. Коэффициент отражения от нагрузки, КБВ, КСВ, сопротивление линии и соотношение между ними. Пове-дение модуля коэффициента отражения в идеальных и реальных линиях. Режимы в ЛП и их связь с сопро-тивлением нагрузки. 14. Формула трансформации сопротивлений с пояснениями. Эквивалентные сечения и расстояния между ними. Входное сопротивление отрезка фидера, значения в случае реактивных нагрузок. Понятие шлейфов, их входные сопротивления, применения. 15. Формула трансформации сопротивлений с пояснениями. Резонансные сечения и расстояния между ними. Поведение в них компонент напряженности электрического и магнитного полей, связь с модулем коэффи-циента отражения от на-грузки. Сопротивление линии в резонансных сечениях и связь их с КСВ и КБВ. 16. Узкополосное согласование активных нагрузок. Четвертьволновые понижающие и повышающие транс-форматоры, их включения в ЛП и выбор значений сопротивлений. Эквивалентные схемы, распределения напряжения, КБВ или КСВ вдоль ЛП при согласовании. 17. Узкополосное согласование комплексных нагрузок. Метод компенсирующих реактивностей, последова-тельное и параллельное включения их в ЛП. Эквивалентные схемы. Пояснения на круговой диаграмме Вольперта – Смита. 18. Узкополосное согласование комплексных нагрузок. Метод компенсирующих реактивностей, их реализация в волноводной технике, эквивалентные схемы. 19. Типовые элементы трактов СВЧ: эквиваленты антенн, реактивные нагрузки, четвертьволновые металлические изоляторы. 20. Типовые элементы трактов СВЧ: волноводные соединения, повороты, коаксиально-волноводные переходы и переходы с прямоугольного волновода на круглый. 21. Объемный резонатор: устройство, разновидности, применения. Сравнение с колебательным контуром. Включение в тракт, связь с внешними цепями. 22. Объемные резонаторы: типы колебаний, резонансные длины волн, добротности. Устройство и применение коаксиального резонатора. 23. Ступенчатые и плавные согласующие переходы. Классификация управляющих устройств. Механические аттенюаторы и фазовращатели. 24. Многополюсники СВЧ: плоскости отсчета фаз, волновой и классический под-ходы описания, нормировка токов и напряжений, падающие и отраженные волны. 25. Волновая матрица рассеяния: физический смысл элементов, испытательные режимы. Применения. 26. Матрицы сопротивлений и проводимостей: физический смысл элементов, ис-пытательные режимы. При-менения. 27. Идеальные и реальные матрицы. Матрица рассеяния идеального вентиля, физический смысл ее элементов. 28. Фундаментальные свойства матриц: взаимности, симметрии, недиссипативно-сти; понятия, математические формулировки, необходимость учета. 29. Недиссипативный четырехполюсник: матрицы сопротивлений и рассеяния. Реактивный многополюсник. 30. Ферриты и их свойства. Невзаимные устройства на основе эффекта Фарадея и с поперечно-подмагниченным ферритом (вентили). Фазовращатели. 31. Циркулятор: понятие, матрицы рассеяния, устройство, назначение и применения. 32. Направленный ответвитель: понятие, матрица рассеяния, устройство, назначе-ние и применения.

3.5 Темы лабораторных работ

- Исследование ферритовых вентилей и циркуляторов.
- Скалярный анализатор параметров цепей P2M.
- Исследование объёмного резонатора.
- Измерение ε и tgδ диэлектрических материалов резонаторным методом.

Согласована на портале № 3408

4 Методические материалы

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

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

4.1. Основная литература

1. Устройства СВЧ и антенны: Учебное пособие / Шангина Л. И., Замотринский В. А. - 2012. 223 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/712, свободный.
2. Антенны: Учебное пособие / Гошин Г. Г. - 2012. 145 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2794, свободный.
3. Устройства СВЧ и антенны. Проектирование фазированных антенных решеток/ под ред. Д.И. Воскресенского. – М.: Радиотехника, 2012. – 744с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 10 экз.)

4.2. Дополнительная литература

1. Антенны и устройства СВЧ: Учебник для вузов/ Д.И. Воскресенский и др. – М.: Радиотехника, 2006. – 375с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)
2. Сазонов Д.М. Антенны и устройства СВЧ: Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 1988. – 432с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 18 экз.)
3. Устройства СВЧ и антенны. Проектирование фазированных антенных решеток/ под ред. Д.И. Воскресенского. – М.: Радиотехника, 2003. – 632с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 21 экз.)
4. Нефёдов Е.И. Техническая электродинамика: Учебное пособие для вузов. – М.: Изд. центр «Академия», 2008. – 416с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 13 экз.)
5. Техническая электродинамика: Учебное пособие для вузов/ Ю.В. Пименов и др. – М.: Радио и связь, 2002. – 536 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 22 экз.)
6. Фрадин А.З. Антенно-фидерные устройства. – М.: Связь, 1977. – 440с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 19 экз.)
7. Антенны УКВ/ под ред. Г.З. Айзенберга. Ч.1. – М.: Связь, 1977. – 384с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 25 экз.)
8. Антенны УКВ/ под ред. Г.З. Айзенберга. Ч.2. – М.: Связь, 1977. – 288с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 26 экз.)
9. Антенны и фидеры: Сборник задач с формулами и решениями / Гошин Г. Г. - 2012. 237 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2795, свободный.
10. Устройства СВЧ и антенны: Учебное методическое пособие / Шангина Л. И., Замотринский В. А. - 2012. 163 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/715, свободный.

4.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. Исследование ферритовых вентилей и циркуляторов: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г. Г., Никифоров А. Н., Фатеев А. В., Замотринский В. А., Соколова Ж. М., Падусова Е. В. - 2013. 27 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3730, свободный.
2. Исследование коэффициента усиления рупорных антенн: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г. Г., Никифоров А. Н., Фатеев А. В., Замотринский В. А. - 2013. 27 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3723, свободный.
3. Исследование диаграммы направленности параболической антенны по измерениям поля в дальней и ближней зонах: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г. Г., Никифоров А. Н., Фатеев А. В., Замотринский В. А. - 2013. 18 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3700, свободный.
4. Устройства СВЧ и антенны: учебно-методическое пособие по организации самостоятельной работы студентов / Гошин Г. Г. - 2010. 42 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/7, свободный.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. http://www.keysight.com
2. https://www.cst.com/

Согласована на портале № 3408