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
«___» _____ 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Схемотехника микроволновых устройств

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки (специальность): **11.04.01 Радиотехника**
Направленность (профиль): **Микроволновая техника и антенны**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **СВЧиКР, Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники**
Курс: **1**
Семестр: **2**
Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	2 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	30	30	часов
2	Практические занятия	18	18	часов
3	Лабораторные занятия	18	18	часов
4	Всего аудиторных занятий	66	66	часов
5	Самостоятельная работа	78	78	часов
6	Всего (без экзамена)	144	144	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
8	Общая трудоемкость	180	180	часов
		5.0	5.0	З.Е

Экзамен: 2 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 13279

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 « 22 » декабря 2017 г., протокол № _5_

Разработчики:

профессор каф. СВЧиКР _____ Гошин Г.Г.
(должность, кафедра) (подпись) (Ф.И.О.)

ассистент каф. СВЧиКР _____ Трубачев А.А.
(должность, кафедра) (подпись) (Ф.И.О.)

Зав. обеспечивающей
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. 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 № 13279

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Основными задачами изучения дисциплины являются:

- получение необходимых знаний по физическим основам функционирования активных и пассивных микроволновых элементов;
- получение необходимых знаний по методам расчёта параметров и характеристик микроволновых устройств на основе активных и пассивных элементов, по основам их проектирования;
- получение знаний по базовым технологическим процессам производства микроволновых полупроводниковых устройств;
- приобретение навыков работы с пакетом программ автоматизированного проектирования типа ADS и AWR;
  получение знаний по методам измерения электрических параметров и характеристик микроволновых интегральных схем и устройств.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина «Схемотехника микроволновых устройств» (Б1.В.ДВ.3.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Микроволновые антенно-фидерные системы, Активные и пассивные микроволновые устройства.

Последующими дисциплинами являются: Микроволновые измерения, Автоматизированное проектирование антенных систем .

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

способностью использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры (ОПК-2);

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

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

способностью самостоятельно осуществлять постановку задачи исследования, формирование плана его реализации, выбор методов исследования и обработку результатов (ПК-1);

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

готовностью 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 студент должен:

знать:

- физические основы функционирования активных и пассивных микроволновых элементов и устройств (ПК-1);

Согласована на портале № 13279

- основы базовых технологических процессов производства микроволновых полупроводниковых элементов и устройств (ОПК-2);

уметь:

- пользоваться справочными данными при проектировании микроволновых устройств (ОПК-4);
- собирать, анализировать исходные данные и квалифицированно проводить расчеты наиболее важных параметров микроволновых схем (ОПК-4, ПК-5);
- представить результаты исследований в виде отчета, научной публикации, доклада и заявки на патент (ОПК-5; ПК-5);

владеть:

- навыками работы со специализированной контрольно-измерительной аппаратурой (ПК-1);
- владеть навыками работы с прикладными программами по автоматизированному проектированию микроволновых устройств (ПК-2).

4. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет **5** зачётных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		2
Аудиторные занятия (всего)	**66**	**66**
в том числе:		
Лекции	30	30
Лабораторные работы	18	18
Практические занятия	18	18
Самостоятельная работа (всего)	**78**	**78**
в том числе:		
Проработка теоретического материала	36	36
Подготовка к лабораторным работам и составление отчётов	16	16
Подготовка к практическим занятиям, выполнение заданий	26	26
Экзамен	**36**	**36**
Общая трудоёмкость	**180**	**180**
Зачётные единицы трудоёмкости	**5**	**5**

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	Физические основы полупроводниковой СВЧ электроники	4	-	2	10	16	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1
2	Основы типовых технологических процессов производства изделий СВЧ электроники	4	-	2	8	14	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-2

Согласована на портале № 13279

3	Пассивные устройства СВЧ	4	6	4	12	26	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-5
4	Эквивалентные схемы активных элементов СВЧ	6	4	4	12	26	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-5
5	Схемотехника преобразователей СВЧ	4	4	2	12	22	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-2
6	Проектирование генераторов СВЧ	4	4	2	12	22	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-2
7	Схемотехника многофункциональных систем-на-кристалле	4	-	2	12	18	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1
Итого		30	18	18	78	144	

5.2. Содержание разделов лекционного курса

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудоёмкость (час.)	Формируемые компетенции (ОПК, ПК)
1	Физические основы полупроводниковой СВЧ электроники	Физические основы применения полупроводниковых материалов в качестве активных элементов СВЧ устройств. Описание физических процессов в контактах металл-полупроводник, металл-диэлектрик-полупроводник, гетероструктурах и их применение в СВЧ электронике.	4	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1
2	Основы типовых технологических процессов производства изделий СВЧ электроники	Описание основных технологических процессов создания гибридных (тонкопленочных и толстопленочниых) и монолитных интегральных схем. Многослойные платы. Формирование активных слоев в полупроводниках. Формирование переходных отверстий между слоями, воздушные мосты.	4	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1
3	Пассивные устройства СВЧ	Описание расчетов основных используемых пассивных устройств СВЧ. Делители мощности (шлейфные, кольцевые, мосты Уилкинсона), согласующие цепи на отрезках линий передачи, фильтры, направленные ответвители.	4	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5
4	Эквивалентные схемы активных элементов СВЧ	Эквивалентные схемы активных элементов СВЧ (диоды с *p-n* переходом, диоды с барьером Шотки, МОП-, МДП- транзисторы, транзисторы с высокой подвижностью электронов) и способы экстракции их параметров	6	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1
5	Схемотехника преобразователей СВЧ	Основные принципы построения схем преобразователей СВЧ. Эквивалентные схемы и схемы-прототипы преобразователей. Простые, балансные и двойные балансные смесители, их преимущества и недостатки. Умножители. Детекторы.	4	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1
6	Проектирование генераторов СВЧ	Основы расчёта и проектирования генераторов СВЧ. Условия баланса амплитуд и фаз. Стабильность частоты. Принципы фазовой автоподстройки частоты. Диодные и транзисторные автогенераторы. Синтезаторы частоты.	4	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1

Согласована на портале № 13279

7	Схемотехника многофункциональных систем-на-кристалле	Основы проектирования многофункциональных систем. Основные узлы и принципы построения приёмников, передатчиков и приёмопередатчиков СВЧ. Интегрированные антенны. Применение многофункциональных схем в системах передачи данных, радиолокации.	**4**	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1

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
Предшествующие дисциплины								
1.	Микроволновые антенно-фидерные системы			+	+			
2.	Активные и пассивные микроволновые устройства	+		+	+	+	+	
Последующие дисциплины								
1.	Микроволновые измерения			+	+	+	+	+
2.	Автоматизированное проектирование антенных систем			+	+	+	+	+

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-1, ПК-2, ПК-5		+	+	+	Выполнение заданий по практическим занятиям, защита отчётов по лабораторным работам
ОПК-2, ПК-1	+	+	+	+	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		4	10
Работа в команде (выполнение лабораторных работ, составление и защита отчётов)		4		4
Итого интерактивных занятий	6	4	4	**14**

Согласована на портале № 13279

7. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ (18 часов)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
1	3	Скалярный анализатор параметров цепей Р2М (2 ч.)
2	3	Исследование устройств распределения мощности (4 ч.)
3	4	Исследование эквивалентных схем активных СВЧ элементов (4 ч.)
4	5	Исследование смесителей СВЧ (4 ч.)
5	6	Исследование СВЧ генератора (4 ч.)

8. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ (18 часов)

№ раздела дисциплины	Наименование практических занятий (по 2 час.)	Трудоёмкость (час.)	ОПК, ПК
1	Контакт металл-полупроводник и его применение	2	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-5
2	Элементы тонкопленочной технологии	2	
3	Узкополосное и широкополосное согласование	2	
3	Делители мощности. Фильтры	2	
4	Эквивалентные схемы активных элементов СВЧ	2	
4	Расчет устройств на основе эквивалентной схемы	2	
5	Проектирование смесителя СВЧ	2	
6	Проектирование синтезатора частоты с петлей ФАПЧ	2	
7	Проектирование приемного устройства	2	

9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА (78 часов)

№ п/п	Разделы дисциплины из табл. 5.1	Тематика самостоятельной работы *(детализация)*	Трудоёмкость (час.)	Компетенции ОПК, ПК	Контроль выполнения работы
1	1 - 9	Проработка теоретического материала.	36	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1	Конспект, опрос
2	2, 4, 8	Подготовка к лабораторным работам и составление отчётов. Наименования лабораторных работ приведены в разделе 7	16	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-5	Допуск к лабораторным работам, приём отчётов
3	1,2, 4 - 9	Подготовка к практическим занятиям, выполнение заданий. Темы занятий приведены в разделе 8	26	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-5	Опрос. Проверка заданий по практическим занятиям

10. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ)

Не предусмотрены учебным планом

11. БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА

МЕТОДИКА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Осуществляется в соответствии с **Положением о порядке использования рей-**

Согласована на портале № 13279

тинговой 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 № 13279

12. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

12.1 Основная литература:

1. Григорьев, А.Д. Микроволновая электроника. [Электронный ресурс] / А.Д. Григорьев, В.А. Иванов, С.И. Молоковский. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 496 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/74674
2. Смирнов, Ю.А. Основы микроэлектроники и микропроцессорной техники. [Электронный ресурс] / Ю.А. Смирнов, С.В. Соколов, Е.В. Титов. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 496 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/12948

12.2 дополнительная литература:

1. Устройства СВЧ и антенны [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Замотринский В. А., Шангина Л. И. – Томск: ТУСУР, 2012. – 223 с. Режим доступа: **http://edu.tusur.ru/training/publications/712**
2. Григорьев, А.Д. Электродинамика и микроволновая техника: Учебник. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2007. — 704 с. — Режим доступа: **http://e.lanbook.com/book/118**
3. Устройства СВЧ и антенны : Учебник для вузов / Д. И. Воскресенский [и др.] ; ред. : Д. И. Воскресенский. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Радиотехника, 2006. - 375[1] (**20** экз.)

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Микроволновая техника. Объемный резонатор на отрезке волновода: Методические указания к лабораторной работе для магистрантов, направления 210400.68 «Радиотехника», профиль «Микроволновая техника и антенны» [Электронный ресурс] / Гошин Г. Г., Трубачев А. А., Фатеев А. В. — Томск: ТУСУР, 2014. — 28 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4881
2. Исследование ферритовых вентилей и циркуляторов: Руководство к лабораторной работе [Электронный ресурс] / Гошин Г. Г. [и др.]. — Томск: ТУСУР: 2013. — 27 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3730
3. Скалярный анализатор параметров цепей р2м: Руководство к лабораторной работе [Электронный ресурс] / Гошин Г. Г., Фатеев А. В. — Томск: ТУСУР, 2013. — 47 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3729.
4. Микроволновая техника. Кольцевой делитель мощности: Методические указания к лабораторной работе для магистрантов, направления 210400.68 «Радиотехника», профиль «Микроволновая техника и антенны» / Гошин Г. Г., Трубачев А. А., Фатеев А. В. — 2014. 29 с. – Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4880
5. Гошин Г.Г., Замотринский В.А., Шангина Л.И. Устройства СВЧ и антенны: Учебное методическое пособие по практическим занятиям - Томск: ТУСУР , 2012.-162 с. http://edu.**tusur**.ru/training/publications/715
6. Устройства СВЧ и антенны [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по организации самостоятельной работы студентов специальности 210302 «Радиотехника»/ Гошин Г. Г.;- Томск: ТУСУР, 2010. - 42 с. – Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/7

Согласована на портале № 13279

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.

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. При обучении используются базы данных периодических изданий и ресурсы Интернета, такие как: Википедиа, Google и Yandex.

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.337-Б. 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 (напри-

Согласована на портале № 13279

мер, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для удаленного просмотра.

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

Согласована на портале № 13279

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:

- 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 № 13279

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
«___» _____ 2017 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
«СХЕМОТЕХНИКА МИКРОВОЛНОВЫХ УСТРОЙСТВ»

Уровень основной образовательной программы магистратура
Направление подготовки 11.04.01 Радиотехника
Профили Микроволновая техника и антенны
Форма обучения очная
Факультет Радиотехнический
Кафедра Сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР)
Курс 1 Семестр 2

Учебный план набора 2015 годов и последующих лет

Разработчик:

Ассистент каф. СВЧ и КР Трубачев А.А.

Экзамен 2 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 13279

1 Введение

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

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

Пеечень закрепленных за дисциплиной компетенций приведен 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:** – основы базовых технологических процессов производства микроволновых полупроводниковых элементов и устройств **уметь:** – пользоваться справочными данными при проектировании микроволновых устройств; **владеть:** – - навыками работы со специализированной контрольно-измерительной аппаратурой.
ОПК-4	способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области	**знать:** – физические основы функционирования активных и пассивных микроволновых элементов и устройств; **уметь:** – собирать, анализировать исходные данные и квалифицированно проводить расчеты наиболее важных параметров микроволновых схем; **владеть:** – владеть навыками работы с прикладными программами по автоматизированному проектированию микроволновых устройств.
ОПК-5	готовность оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы	**знать**: – физические основы функционирования активных и пассивных микроволновых элементов и устройств; **уметь**: – представить результаты исследований в виде отчета, научной публикации, доклада и заявки на патент, **владеть**: – владеть навыками работы с прикладными программами по автоматизированному проектированию микроволновых устройств
ПК-1	способность самостоятельно осуществлять постановку задачи исследования, формирование плана его реализации, выбор методов исследования и обработку результатов	**знать:** – физические основы функционирования активных и пассивных микроволновых элементов и устройств; **уметь:** – собирать, анализировать исходные данные и квалифицированно проводить расчеты наиболее важных параметров микроволновых схем ; **владеть:** – навыками работы со специализированной контрольно-измерительной аппаратурой.
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	**знать:** – физические основы функционирования активных и пассивных микроволновых элементов и устройств; **уметь:** – собирать, анализировать исходные данные и квалифицированно проводить расчеты наиболее важных параметров микроволновых схем ; **владеть:**

Согласована на портале № 13279

		– владеть навыками работы с прикладными программами по автоматизированному проектированию микроволновых устройств.
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:** – основы базовых технологических процессов производства микроволновых полупроводниковых элементов и устройств **уметь:** – представить результаты исследований в виде отчета, научной публикации, доклада и заявки на патент; **владеть:** – владеть навыками работы с прикладными программами по автоматизированному проектированию микроволновых устройств

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	– основы базовых технологических процессов производства микроволновых полупроводниковых элементов и устройств	– пользоваться справочными данными при проектировании микроволновых устройств	– навыками работы со специализированной контрольно-измерительной аппаратурой
Виды занятий	• Лекции; • Практические занятия • Групповые консультации;	• Лабораторные работы; • Выполнение домашнего задания; • Самостоятельная работа студентов	• Лабораторные работы; • Практические занятия
Используемые средства оценивания	• Выполнение домашнего задания; • Экзамен	• Оформление отчетности и защита лабораторных работ; • Оформление и защита домашнего задания; • Конспект самостоятельной работы	• Защита лабораторных работ, отчеты по практическим занятиям, • 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 уро-	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в	Обладает диапазоном практических умений, тре-	Берет ответственность за завершение задач в иссле-

Согласована на портале № 13279

вень)	пределах изучаемой области	буемых для решения определенных проблем в области исследования	дования, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

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

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	**Знать**	**Уметь**	**Владеть**
Отлично / зачтено (90-100 баллов)	Знает – основы базовых технологических процессов производства микроволновых полупроводниковых элементов и устройств	Умеет свободно – пользоваться справочными данными при проектировании микроволновых устройств	Владеет – навыками работы со специализированной контрольно-измерительной аппаратурой.
Хорошо / зачтено (70-89 баллов)	Имеет представление о – основах базовых технологических процессов производства микроволновых полупроводниковых элементов и устройств	Умеет самостоятельно – пользоваться справочными данными при проектировании микроволновых устройств	Владеет основными – навыками работы со специализированной контрольно-измерительной аппаратурой
Удовлетворительно / зачтено (60-69 баллов)	Дает определения по – основам базовых технологических процессов производства микроволновых полупроводниковых элементов и устройств	Показывает неполное, недостаточное умение – пользоваться справочными данными при проектировании микроволновых устройств	Демонстрирует неполное, недостаточное владение – навыками работы со специализированной контрольно-измерительной аппаратурой

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	– физические основы функционирования активных и пассивных микроволновых элементов и устройств	– собирать, анализировать исходные данные и квалифицированно проводить расчеты наиболее важных параметров микроволновых схем;	– владеть навыками работы с прикладными программами по автоматизированному проектированию микроволновых устройств
Виды занятий	• Лекции; • Практические занятия • Групповые консультации;	• Лабораторные работы; • Выполнение домашнего задания;	• Лабораторные работы; • Практические занятия

Согласована на портале № 13279

		• Самостоятельная работа студентов	
Используемые средства оценивания	• Выполнение домашнего задания; • Экзамен	• Оформление отчетности и защита лабораторных работ; • Оформление и защита домашнего задания; • Конспект самостоятельной работы	• Защита лабораторных работ, отчеты по практическим занятиям, • 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

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

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 7.

Таблица 7 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	**Знать**	**Уметь**	**Владеть**
Отлично / зачтено (90-100 баллов)	Знает – физические основы функционирования активных и пассивных микроволновых элементов и устройств	Умеет свободно – собирать, анализировать исходные данные и квалифицированно проводить расчеты наиболее важных параметров микроволновых схем	Владеет – навыками работы с прикладными программами по автоматизированному проектированию микроволновых устройств.
Хорошо / зачтено (70-89 баллов)	Имеет представление о – физических основах функционирования активных и пассивных микроволновых элементов и устройств	Умеет самостоятельно – собирать, анализировать исходные данные и квалифицированно проводить расчеты наиболее важных параметров микроволновых схем	Владеет основными – навыками работы с прикладными программами по автоматизированному проектированию микроволновых устройств
Удовлетворительно / зачтено (60-69	Дает определения по – физическим основам функционирования активных и пассивных микро-	Показывает неполное, недостаточное умение – собирать, анализировать исходные данные и ква-	Демонстрирует неполное, недостаточное владение – навыками работы с при-

Согласована на портале № 13279

баллов)	волновых элементов и устройств	лифицированно проводить расчеты наиболее важных параметров микроволновых схем	кладными программами по автоматизированному проектированию микроволновых устройств

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

Состав	**Знать**	**Уметь**	**Владеть**
Содержание этапов	– физические основы функционирования активных и пассивных микроволновых элементов и устройств	– представить результаты исследований в виде отчета, научной публикации, доклада и заявки на патент	– владеть навыками работы с прикладными программами по автоматизированному проектированию микроволновых устройств.
Виды занятий	• Лекции; • Практические занятия • Групповые консультации;	• Лабораторные работы; • Выполнение домашнего задания; • Самостоятельная работа студентов	• Лабораторные работы; • Практические занятия
Используемые средства оценивания	• Выполнение домашнего задания; • Экзамен	• Оформление отчетности и защита лабораторных работ; • Оформление и защита домашнего задания; • Конспект самостоятельной работы	• Защита лабораторных работ, отчеты по практическим занятиям, • 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, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

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

Согласована на портале № 13279

Таблица 10 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично / зачтено (90-100 баллов)	Знает – физические основы функционирования активных и пассивных микроволновых элементов и устройств	Умеет свободно – представить результаты исследований в виде отчета, научной публикации, доклада и заявки на патент	Владеет – навыками работы с прикладными программами по автоматизированному проектированию микроволновых устройств.
Хорошо / зачтено (70-89 баллов)	Имеет представление о – физических основах функционирования активных и пассивных микроволновых элементов и устройств	Умеет самостоятельно – представить результаты исследований в виде отчета, научной публикации, доклада и заявки на патент	Владеет основными – навыками работы с прикладными программами по автоматизированному проектированию микроволновых устройств
Удовлетворительно / зачтено (60-69 баллов)	Дает определения по – физическим основам функционирования активных и пассивных микроволновых элементов и устройств	Показывает неполное, недостаточное умение – представить результаты исследований в виде отчета, научной публикации, доклада и заявки на патент	Демонстрирует неполное, недостаточное владение – навыками работы с прикладными программами по автоматизированному проектированию микроволновых устройств

2.4 Компетенция ПК-1

ПК-1 - способность самостоятельно осуществлять постановку задачи исследования, формирование плана его реализации, выбор методов исследования и обработку результатов..

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	– физические основы функционирования активных и пассивных микроволновых элементов и устройств	– собирать, анализировать исходные данные и квалифицированно проводить расчеты наиболее важных параметров микроволновых схем	– навыками работы со специализированной контрольно-измерительной аппаратурой.
Виды занятий	• Лекции; • Практические занятия • Групповые консультации;	• Лабораторные работы; • Выполнение домашнего задания; • Самостоятельная работа студентов	• Лабораторные работы; • Практические занятия
Используемые средства оценивания	• Выполнение домашнего задания; • Экзамен	• Оформление отчетности и защита лабораторных работ; • Оформление и защита домашнего задания; • Конспект самостоятельной работы	• Защита лабораторных работ, отчеты по практическим занятиям, • Экзамен

Согласована на портале № 13279

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в 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, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 13.

Таблица 13 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично / зачтено (90-100 баллов)	Знает – физические основы функционирования активных и пассивных микроволновых элементов и устройств	Умеет свободно – собирать, анализировать исходные данные и квалифицированно проводить расчеты наиболее важных параметров микроволновых схем	Владеет – навыками работы со специализированной контрольно-измерительной аппаратурой
Хорошо / зачтено (70-89 баллов)	Имеет представление о – физических основах функционирования активных и пассивных микроволновых элементов и устройств	Умеет самостоятельно – собирать, анализировать исходные данные и квалифицированно проводить расчеты наиболее важных параметров микроволновых схем	Владеет основными – навыками работы со специализированной контрольно-измерительной аппаратурой
Удовлетворительно / зачтено (60-69 баллов)	Дает определения по – физическим основам функционирования активных и пассивных микроволновых элементов и устройств	Показывает неполное, недостаточное умение – собирать, анализировать исходные данные и квалифицированно проводить расчеты наиболее важных параметров микроволновых схем	Демонстрирует неполное, недостаточное владение – навыками работы со специализированной контрольно-измерительной аппаратурой

2.5 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.

Согласована на портале № 13279

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов.

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

Таблица 14- Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	– физические основы функционирования активных и пассивных микроволновых элементов и устройств	– собирать, анализировать исходные данные и квалифицированно проводить расчеты наиболее важных параметров микроволновых схем	– владеть навыками работы с прикладными программами по автоматизированному проектированию микроволновых устройств..
Виды занятий	• Лекции; • Практические занятия • Групповые консультации;	• Лабораторные работы; • Выполнение домашнего задания; • Самостоятельная работа студентов	• Лабораторные работы; • Практические занятия
Используемые средства оценивания	• Выполнение домашнего задания; • Экзамен	• Оформление отчетности и защита лабораторных работ; • Оформление и защита домашнего задания; • Конспект самостоятельной работы	• Защита лабораторных работ, отчеты по практическим занятиям, • 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, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 16.

Таблица 16 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть

Согласована на портале № 13279

Отлично / зачтено (90-100 баллов)	Знает – физические основы функционирования активных и пассивных микроволновых элементов и устройств	Умеет свободно – собирать, анализировать исходные данные и квалифицированно проводить расчеты наиболее важных параметров микроволновых схем	Владеет – владеть навыками работы с прикладными программами по автоматизированному проектированию микроволновых устройств.
Хорошо / зачтено (70-89 баллов)	Имеет представление о – физических основах функционирования активных и пассивных микроволновых элементов и устройств	Умеет самостоятельно – собирать, анализировать исходные данные и квалифицированно проводить расчеты наиболее важных параметров микроволновых схем	Владеет основными – владеть навыками работы с прикладными программами по автоматизированному проектированию микроволновых устройств.
Удовлетворительно / зачтено (60-69 баллов)	Дает определения по – физическим основам функционирования активных и пассивных микроволновых элементов и устройств	Показывает неполное, недостаточное умение – собирать, анализировать исходные данные и квалифицированно проводить расчеты наиболее важных параметров микроволновых схем	Демонстрирует неполное, недостаточное владение – владеть навыками работы с прикладными программами по автоматизированному проектированию микроволновых устройств.

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	– основы базовых технологических процессов производства микроволновых полупроводниковых элементов и устройств	– представить результаты исследований в виде отчета, научной публикации, доклада и заявки на патент	– владеть навыками работы с прикладными программами по автоматизированному проектированию микроволновых устройств
Виды занятий	• Лекции; • Практические занятия • Групповые консультации;	• Лабораторные работы; • Выполнение домашнего задания; • Самостоятельная работа студентов	• Лабораторные работы; • Практические занятия
Используемые средства оценивания	• Выполнение домашнего задания; • Экзамен	• Оформление отчетности и защита лабораторных работ; • Оформление и защита домашнего задания; • Конспект самостоятельной работы	• Защита лабораторных работ, отчеты по практическим занятиям, • Экзамен

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

Согласована на портале № 13279

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

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 19.

Таблица 19 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично / зачтено (90-100 баллов)	Знает – основы базовых технологических процессов производства микроволновых полупроводниковых элементов и устройств	Умеет свободно – представить результаты исследований в виде отчета, научной публикации, доклада и заявки на патент	Владеет – навыками работы с прикладными программами по автоматизированному проектированию микроволновых устройств
Хорошо / зачтено (70-89 баллов)	Имеет представление о – основах базовых технологических процессов производства микроволновых полупроводниковых элементов и устройств	Умеет самостоятельно – представить результаты исследований в виде отчета, научной публикации, доклада и заявки на патент	Владеет основными – владеть навыками работы с прикладными программами по автоматизированному проектированию микроволновых устройств
Удовлетворительно / зачтено (60-69 баллов)	Дает определения по – основам базовых технологических процессов производства микроволновых полупроводниковых элементов и устройств	Показывает неполное, недостаточное умение – представить результаты исследований в виде отчета, научной публикации, доклада и заявки на патент	Демонстрирует неполное, недостаточное владение – навыками работы с прикладными программами по автоматизированному проектированию микроволновых устройств

.

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:

1. .

3.1 Практические занятия по темам:

1. Контакт металл-полупроводник и его применение
2. Элементы тонкопленочной технологии

Согласована на портале № 13279

3. Узкополосное и широкополосное согласование
4. Делители мощности. Фильтры
5. Эквивалентные схемы активных элементов СВЧ
6. Расчет устройств на основе эквивалентной схемы
7. Проектирование смесителя СВЧ
8. Проектирование синтезатора частоты с петлей ФАПЧ
9. Проектирование приемного устройства

Указания к практическим занятиям работам в учебно-методическом пособии [11],

3.2 Лабораторные занятия по темам:

1. Скалярный анализатор параметров цепей Р2М
2. Исследование устройств распределения мощности
3. Исследование эквивалентных схем активных СВЧ элементов
4. Исследование смесителей СВЧ
5. Исследование СВЧ генератора

Указания к практическим занятиям работам в учебно-методическом пособии [6,7,9,10],

3.3. Темы расчетных (домашних) заданий :

1. Узкополосное и широкополосное согласование
2. Делители мощности. Фильтры
3. Эквивалентные схемы активных элементов СВЧ
4. Расчет устройств на основе эквивалентной схемы
5. Проектирование смесителя СВЧ
6. Проектирование синтезатора частоты с петлей ФАПЧ

3.4 Вопросы для проведения экзамена :

1. Физические основы применения полупроводниковых материалов в качестве активных элементов СВЧ устройств.
2. Описание физических процессов в контактах металл-полупроводник,
3. Описание физических процессов металл-диэлектрик-полупроводник,
4. Ггетероструктурах и их применение в СВЧ электронике.
5. Описание основных технологических процессов создания гибридных (тонкопленочных и толстопленочниых) нтегральных схем
6. Описание основных технологических процессов создания монолитных интегральных схем
7. Описание основных технологических процессов создания многослойных плат.
8. Формирование активных слоев в полупроводниках.
9. Формирование переходных отверстий между слоями, воздушные мосты.
10. Описание расчетов основных используемых пассивных устройств СВЧ.
11. Делители мощности (шлейфные, кольцевые, мосты Уилкинсона),
12. Согласующие цепи на отрезках линий передачи, фильтры, направленные ответвители.
13. Эквивалентные схемы активных элементов СВЧ (диоды с p-n переходом0) и способы экстракции их параметров.
14. Эквивалентные схемы активных элементов СВЧ (диоды с барьером Шоттки,) и способы экстракции их параметров.
15. Эквивалентные схемы активных элементов СВЧ (МОП-, МДП- транзисторы) и способы экстракции их параметров.
16. Эквивалентные схемы активных элементов СВЧ (транзисторы с высокой подвижностью электронов) и способы экстракции их параметров
17. Основные принципы построения схем преобразователей СВЧ.
18. Эквивалентные схемы и схемы- прототипы преобразователей СВЧ.
19. Простые, балансные и двойные балансные смесители, их преимущества и недостатки.
20. Эквивалентные схемы умножителей..
21. Основы расчёта и проектирования генераторов СВЧ.
22. Условия баланса амплитуд и фаз.
23. Стабильность частоты. Принципы фазовой автоподстройки частоты.
24. Диодные и транзисторные автогенераторы.
25. Синтезаторы частоты.
26. Основы проектирования многофункциональных систем.
27. Основные узлы и принципы построения СВЧ приёмников.
28. Основные узлы и принципы построения СВЧ передатчиков.

Согласована на портале № 13279

29. Основные узлы и принципы построенияи приёмопередатчиков СВЧ.
30. Интегрированные антенны.
31. Применение многофункциональных схем в системах передачи данных, радиолокации.

Методические материалы для подготовки к экзамену приведены в [1-5],

4 МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, в составе:

4.1 Оосновная литература:

1. Григорьев, А.Д. Микроволновая электроника. [Электронный ресурс] / А.Д. Григорьев, В.А. Иванов, С.И. Молоковский. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 496 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/74674
2. Смирнов, Ю.А. Основы микроэлектроники и микропроцессорной техники. [Электронный ресурс] / Ю.А. Смирнов, С.В. Соколов, Е.В. Титов. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 496 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/12948

4.2 Дополнительная литература:

3. Устройства СВЧ и антенны [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Замотринский В. А., Шангина Л. И. – Томск: ТУСУР, 2012. – 223 с. Режим доступа: **http://edu.tusur.ru/training/publications/712**
4. Григорьев, А.Д. Электродинамика и микроволновая техника: Учебник. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2007. — 704 с. — Режим доступа: **http://e.lanbook.com/book/118**
5. Устройства СВЧ и антенны : Учебник для вузов / Д. И. Воскресенский [и др.] ; ред. : Д. И. Воскресенский. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Радиотехника, 2006. - 375[1]. (**20** экз.)

4.3 Перечень методических указаний по лабораторным работам , практическим занятиям и организации самостоятельной работы студентов

6. Микроволновая техника. Объемный резонатор на отрезке волновода: Методические указания к лабораторной работе для магистрантов, направления 210400.68 «Радиотехника», профиль «Микроволновая техника и антенны» [Электронный ресурс] / Гошин Г. Г., Трубачев А. А., Фатеев А. В. — Томск: ТУСУР, 2014. — 28 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4881
7. Исследование ферритовых вентилей и циркуляторов: Руководство к лабораторной работе [Электронный ресурс] / Гошин Г. Г. [и др.]. — Томск: ТУСУР: 2013. — 27 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3730
8. Скалярный анализатор параметров цепей р2м: Руководство к лабораторной работе [Электронный ресурс] / Гошин Г. Г., Фатеев А. В. — Томск: ТУСУР, 2013. — 47 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3729.
9. Микроволновая техника. Кольцевой делитель мощности: Методические указания к лабораторной работе для магистрантов, направления 210400.68 «Радиотехника», профиль «Микроволновая техника и антенны» / Гошин Г. Г., Трубачев А. А., Фатеев А. В. — 2014. 29 с. – Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4880
10. Гошин Г.Г., Замотринский В.А., Шангина Л.И. Устройства СВЧ и антенны: Учебное методическое пособие по практическим занятиям - Томск: ТУСУР , 2012.-162 с. http://edu.**tusur**.ru/training/publications/715
11. Устройства СВЧ и антенны [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по организации самостоятельной работы студентов специальности 210302 «Радиотехника»/ Гошин Г. Г.;- Томск: ТУСУР, 2010. - 42 с. – Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/7

Согласована на портале № 13279