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

Автоматизация проектирования СВЧ интегральных схем и систем на кристалле

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки (специальность): **09.04.01 Информатика и вычислительная техника**
Направленность (профиль): **Автоматизация проектирования микро- и наноэлектронных устройств для радиотехнических систем**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФВС, Факультет вычислительных систем**
Кафедра: **КСУП, Кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании**
Курс: **1, 2**
Семестр: **1, 2, 3**
Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	1 семестр	2 семестр	3 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	6	8	6	20	часов
2	Практические занятия	10	8	14	32	часов
3	Лабораторные работы	12	12	16	40	часов
4	Всего аудиторных занятий	28	28	36	92	часов
5	Из них в интерактивной форме	10	8	10	28	часов
6	Самостоятельная работа	80	80	36	196	часов
7	Всего (без экзамена)	108	108	72	288	часов
8	Общая трудоемкость	108	108	72	288	часов
		3.0	3.0	2.0	8.0	З.Е

Дифференцированный зачет: 1, 2, 3 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 20323

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 18 от « 16 » 5 2017 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 09.04.01 Информатика и вычислительная техника, утвержденного 30 октября 2014 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

с.н.с. ЛИКС, доцент каф. КСУП _____ А. А. Коколов

Заведующий обеспечивающей каф.
КСУП _____ Ю. А. Шурыгин

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

Декан ФВС _____ Л. А. Козлова

Заведующий выпускающей каф.
КСУП _____ Ю. А. Шурыгин

Эксперт:

доцент каф. КСУП _____ Н. Ю. Хабибулина

Согласована на портале № 20323

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Обучение основам автоматизированного проектирования СВЧ интегральных схем и систем на кристалле.

1.2. Задачи дисциплины

– В результате изучения дисциплины магистры должны:
– - Освоить базовые понятия САПР для проектирования радиоэлектронных устройств;
– - Знать алгоритмы моделирования радиоэлектронных цепей и систем;
– - Знать алгоритмы электромагнитного моделирования радиоэлектронных устройств
– - Уметь осуществлять расчет и проектирование СВЧ интегральных схем, а также систем на кристалле на их основе;

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Автоматизация проектирования СВЧ интегральных схем и систем на кристалле» (Б1.В.ОД.4) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Анализ и синтез СВЧ полупроводниковых устройств, Зондовые методы измерения СВЧ интегральных схем, Измерение СВЧ устройств и интегральных схем, Методы оптимизации, Основы проектирования СВЧ полупроводниковых устройств, Полупроводниковые устройства СВЧ-диапазона, Построение приемо-передающих модулей на основе СВЧ интегральных схем и систем на кристалле, СВЧ цепи, элементы и модели, Схемотехника СВЧ интегральных схем и систем на кристалле, Физические и технологические основы микро- и наноэлектроники.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОК-7 способностью самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности;

– ОК-8 способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов;

– ОПК-1 способностью воспринимать математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания, умением самостоятельно приобретать, развивать и применять их для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте;

– ОПК-6 способностью анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями;

– ПК-3 знанием методов оптимизации и умение применять их при решении задач профессиональной деятельности;

– ПК-7 применением перспективных методов исследования и решения профессиональных задач на основе знания мировых тенденций развития вычислительной техники и информационных технологий;

– ПСК-1 умением разрабатывать техническое задание на опытно-конструкторскую работу по созданию СВЧ МИС;

– ПСК-2 умением разрабатывать структурные и принципиальные схемы СВЧ МИС, выполнять оптимизацию их параметров с учетом существующих технологических маршрутов производства и технологических ограничений;

– ПСК-3 умением разрабатывать модели элементов СВЧ МИС и выполнять моделирование характеристик СВЧ МИС на основе применения современных САПР;

– ПСК-4 умением разрабатывать топологии тестовых структур и СВЧ МИС;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** - современное состояние в области автоматизированного проектирования

Согласована на портале № 20323

радиоэлектронных средств. - основные методы расчета характеристик и моделирования устройств в современных САПР.

– **уметь** - применять различные инструментальные средства для разработки СВЧ интегральных схем и систем на кристалле. - осуществлять выбор средств и методов при решении поставленных профессиональных задач. - проектировать радиоэлектронные системы согласно поставленному техническому заданию с применением современных интегральных схем.

– **владеть** - современными инструментами проектирования СВЧ интегральных средств и систем на кри-сталле, в том числе специализированными САПР. - методами моделирования и расчета СВЧ радиоэлектронных устройств.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры		
		1 семестр	2 семестр	3 семестр
Аудиторные занятия (всего)	92	28	28	36
Лекции	20	6	8	6
Практические занятия	32	10	8	14
Лабораторные работы	40	12	12	16
Из них в интерактивной форме	28	10	8	10
Самостоятельная работа (всего)	196	80	80	36
Оформление отчетов по лабораторным работам	64	24	24	16
Проработка лекционного материала	22	8	8	6
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	56	24	32	
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	54	24	16	14
Всего (без экзамена)	288	108	108	72
Общая трудоемкость ч	288	108	108	72
Зачетные Единицы	8.0	3.0	3.0	2.0

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 семестр						
1 Автоматизированное проектирование и моделирование СВЧ цепей.	6	10	12	80	108	ОК-7, ОК-8, ОПК-1, ОПК-6, ПК-3, ПК-7, ПСК-1,

Согласована на портале № 20323

						ПСК-2, ПСК-3
Итого за семестр	6	10	12	80	108	
2 семестр						
2 Автоматизированное проектирование и моделирование нелинейных СВЧ устройств.	8	8	12	80	108	ОК-7, ОК-8, ОПК-1, ОПК-6, ПК-3, ПК-7, ПСК-1, ПСК-2, ПСК-3
Итого за семестр	8	8	12	80	108	
3 семестр						
3 Автоматизированное проектирование топологий СВЧ ИС и ЭМ моделирование.	6	14	16	36	72	ОК-7, ОК-8, ОПК-1, ОПК-6, ПК-3, ПК-7, ПСК-1, ПСК-2, ПСК-3, ПСК-4
Итого за семестр	6	14	16	36	72	
Итого	20	32	40	196	288	

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
1 семестр			
1 Автоматизированное проектирование и моделирование СВЧ цепей.	Классификация САПР. Задачи автоматизированного проектирования. Типы объектов моделирования. Линейные и нелинейные устройства, активные и пассивные устройства.	2	ОК-7, ОК-8, ОПК-1, ОПК-6, ПК-3, ПК-7, ПСК-1, ПСК-2, ПСК-3
	Моделирование линейных цепей. Классификация алгоритмов моделирование линейных цепей. Методы узловых потенциалов и контурных токов. Моделирование на основе четырехполюсных матриц. Примеры расчета. Какскадирование шумящих четырехполюсников. Моделирование нелинейных цепей. Классификация алгоритмов моделирование нелинейных цепей. Временные (spice, shooting method) и частотные (harmonic balance) методы.	4	

Согласована на портале № 20323

	Ряды Вольтерра.		
	Итого	6	
Итого за семестр		6	
2 семестр			
2 Автоматизированное проектирование и моделирование нелинейных СВЧ устройств.	Линейные и нелинейные модели СВЧ компонентов. Примеры линейных моделей пассивных и активных элементов. Примеры компактных нелинейных моделей СВЧ полевых транзисторов, основные источники нелинейностей. Способы описания нелинейных зависимостей в моделях – аналитические, табличные. Способ экстракции параметров моделей. САПР для экстракции линейных и нелинейных моделей.	4	ОК-7, ОК-8, ОПК-1, ОПК-6, ПК-3, ПК-7, ПСК-3, ПСК-1, ПСК-2
	Автоматизированное проектирование нелинейных СВЧ усилителей, типы и разновидности. Моделирование load pull для мощных СВЧ транзисторов. Стабилизация и проектирование усилителей мощности. Схемы сложения мощности. Интермодуляция сигналов на нелинейном элементе. Основные характеристики смесителей, активные и пассивные схемы. Принципы моделирования смесителей. Балансный и двойной балансный смеситель, примеры. Автоматизированное проектирование смесителей.	4	
	Итого	8	
Итого за семестр		8	
3 семестр			
3 Автоматизированное проектирование топологий СВЧ ИС и ЭМ моделирование.	Общие сведение об электромагнитном (ЭМ) моделировании, принципы расчета, область применения. Основные методы ЭМ моделирования, их достоинства и недостатки. Классификация методов, планарные методы, трехмерные. Уравнения Максвелла, численное решение. Принципы дискретизации моделируемого объекта. Граничные условия. Метод моментов, функция Грина, примеры САПР. Метод конечных элементов, основные принципы работы, примеры САПР. Метод конечных разностей, основные принципы работы, примеры САПР.	4	ОК-7, ОК-8, ОПК-1, ОПК-6, ПК-3, ПК-7, ПСК-1, ПСК-2, ПСК-3, ПСК-4

Согласована на портале № 20323

	Применение ЭМ моделирования при проектировании СВЧ ИС. Разработка топологии СВЧ ИС, основные принципы, примеры. ЭМ в САПР для схемотехнического анализа. Автоматизация ЭМ моделирования при разработке СВЧ ИС. Оптимизация при ЭМ моделировании.	2	
	Итого	6	
Итого за семестр		6	
Итого		20	

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 представлены 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
Предшествующие дисциплины			
1 Анализ и синтез СВЧ полупроводниковых устройств	+	+	
2 Зондовые методы измерения СВЧ интегральных схем	+	+	+
3 Измерение СВЧ устройств и интегральных схем	+	+	+
4 Методы оптимизации	+	+	
5 Основы проектирования СВЧ полупроводниковых устройств	+	+	+
6 Полупроводниковые устройства СВЧ-диапазона		+	+
7 Построение приемо-передающих модулей на основе СВЧ интегральных схем и систем на кристалле	+	+	+
8 СВЧ цепи, элементы и модели	+	+	
9 Схемотехника СВЧ интегральных схем и систем на кристалле	+	+	+
10 Физические и технологические основы микро- и наноэлектроники			+

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

Согласована на портале № 20323

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	
ОК-7	+	+	+	+	Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Выступление (доклад) на занятии, Отчет по практическому занятию
ОК-8	+	+	+	+	Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Выступление (доклад) на занятии, Отчет по практическому занятию
ОПК-1	+	+	+	+	Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию
ОПК-6	+	+	+	+	Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию
ПК-3	+	+	+	+	Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Выступление (доклад) на занятии, Отчет по практическому занятию
ПК-7	+	+	+	+	Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию
ПСК-1	+	+	+	+	Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию
ПСК-2	+	+	+	+	Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию

Согласована на портале № 20323

ПСК-3	+	+	+	+	Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию
ПСК-4	+	+	+	+	Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах приведены в таблице 6.1

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

Методы	Интерактивные практические занятия	Интерактивные лабораторные занятия	Интерактивные лекции	Всего
1 семестр				
Работа в команде	2	4		6
Мозговой штурм	2		2	4
Итого за семестр:	4	4	2	10
2 семестр				
Мозговой штурм	2			2
Работа в команде	2	4		6
Итого за семестр:	4	4	0	8
3 семестр				
Мозговой штурм	2		2	4
Работа в команде	2	4		6
Итого за семестр:	4	4	2	10
Итого	12	12	4	28

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
1 семестр			
1 Автоматизированное проектирование и моделирование СВЧ цепей.	Четырехполюсные параметры СВЧ схем и цепей в САПР, моделирование четерыхполюсных параметров различных схем.	4	ОК-7, ОК-8, ОПК-1, ОПК-6, ПК-3, ПК-7, ПСК-2, ПСК-3
	Моделирование согласующих цепей (СЦ) в САПР. Расчет СЦ на одной частоте. Расчет СЦ для комплексных нагрузок.	4	

Согласована на портале № 20323

	Согласование на транзисторного каскада на одной частоте на максимум коэффициента усиления в САПР.	4	
	Итого	12	
Итого за семестр		12	
2 семестр			
2 Автоматизированное проектирование и моделирование нелинейных СВЧ устройств.	Широкополосное согласование в САПР транзисторных усилителей.	4	ОК-7, ОК-8, ОПК-1, ОПК-6, ПК-3, ПК-7, ПСК-1, ПСК-2, ПСК-3
	Load pull моделирование на максимум выходной мощности, расчет усилителя мощности в САПР.	4	
	Расчет и моделирование в САПР широкополосного балансного смесителя.	4	
	Итого	12	
Итого за семестр		12	
3 семестр			
3 Автоматизированное проектирование топологий СВЧ ИС и ЭМ моделирование.	Моделирование в САПР микрополосковых неоднородностей (поворот, тройник, крест, разрыв, холостоходный и короткозамкнутый шлейф).	4	ОК-7, ОК-8, ОПК-1, ОПК-6, ПК-3, ПК-7, ПСК-1, ПСК-2, ПСК-3, ПСК-4
	ЭМ моделирование микрополосковых пассивных элементов, сравнение моделями в виде эквивалентных схем.	4	
	Расчет малошумящего усилителя, разработка топологии СВЧ усилителя в САПР. Автоматизированное ЭМ моделирование СВЧ интегральной схемы.	8	
	Итого	16	
Итого за семестр		16	
Итого		40	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
1 семестр			
1 Автоматизированное проектирование и моделирование СВЧ цепей.	Расчет характеристик длинной линии. Расчет холостоходного и короткозамкнутого шлейфа, сравнение	2	ОК-7, ОК-8, ОПК-1, ОПК-6,

Согласована на портале № 20323

	с результатами моделирования в САПР.		ПК-3, ПК-7, ПСК-2
	Реализация алгоритма расчета каскадно соединенных цепей. Сравнение с результатами моделирования в САПР.	4	
	Аналитический расчет двух- и трехэлементной СЦ для резистистивной и для комплексной нагрузки. Сравнение с результатами моделирования в САПР.	4	
	Итого	10	
Итого за семестр		10	
2 семестр			
2 Автоматизированное проектирование и моделирование нелинейных СВЧ устройств.	Аналитический расчет рабочей точки транзисторного усилителя (для разных классов работы транзистора).	4	ОК-7, ОК-8, ОПК-1, ОПК-6, ПК-3, ПК-7, ПСК-1, ПСК-2, ПСК-3
	Аналитический расчет транзисторного усилителя на максимум коэффициента усиления. Расчет выходной мощности в зависимости от класса работы усилителя.	4	
	Итого	8	
Итого за семестр		8	
3 семестр			
3 Автоматизированное проектирование топологий СВЧ ИС и ЭМ моделирование.	Шумовые параметры, каскадирование шумящих четырехполюсников. Аналитический расчет транзисторного усилителя на минимум коэффициента шума.	4	ОК-7, ОПК-1, ОПК-6, ПК-3, ПК-7, ПСК-1, ПСК-2, ПСК-3, ПСК-4, ОК-8
	Расчет микрополосковых линий для разных типов подложек на основе математических моделей и уравнений.	4	
	Расчет усилителя на основе математических моделей компонентов и микрополосковых неоднородностей.	6	
	Итого	14	
Итого за семестр		14	
Итого		32	

9. Самостоятельная работа

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

Согласована на портале № 20323

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
1 семестр				
1 Автоматизированное проектирование и моделирование СВЧ цепей.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ОК-7, ОК-8, ОПК-1, ОПК-6, ПК-3, ПК-7, ПСК-1, ПСК-2, ПСК-3	Выступление (доклад) на занятии, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8		
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	24		
	Проработка лекционного материала	4		
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	24		
	Итого	80		
Итого за семестр		80		
2 семестр				
2 Автоматизированное проектирование и моделирование нелинейных СВЧ устройств.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ОК-7, ОК-8, ПК-3, ОПК-1, ОПК-6, ПК-7, ПСК-1, ПСК-2, ПСК-3	Выступление (доклад) на занятии, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8		
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	32		
	Проработка лекционного материала	4		
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	24		
	Итого	80		

Согласована на портале № 20323

Итого за семестр		80		
3 семестр				
3 Автоматизированное проектирование топологий СВЧ ИС и ЭМ моделирование.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОК-7, ПК-3, ОК-8, ОПК-1, ОПК-6, ПК-7, ПСК-1, ПСК-2, ПСК-3, ПСК-4	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6		
	Проработка лекционного материала	4		
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	16		
	Итого	36		
Итого за семестр		36		
Итого		196		

9.1. Темы для самостоятельного изучения теоретической части курса

1. Различные типы нелинейных СВЧ устройств, обзор схемных решений и СВЧ ИС. Алгоритмы моделирования Harmonic balance и Spice, сравнение. Методики расчета и проектирования усилителей мощности. Типы load pull установок. Методики измерения шума и шумовых параметров. Обзор технологий изготовления СВЧ ИС.
2. Модели линейных и нелинейных элементов. Компонентные уравнения. Экстракция и верификация моделей.

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные 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
1 семестр				
Выступление (доклад) на занятии			10	10
Опрос на занятиях	4	4	2	10
Отчет по лабораторной работе	10	10	10	30
Отчет по практическому занятию	8	8	4	20
Собеседование			30	30

Согласована на портале № 20323

Итого максимум за период	22	22	56	100
Нарастающим итогом	22	44	100	100
2 семестр				
Выступление (доклад) на занятии			10	10
Опрос на занятиях	4	4	2	10
Отчет по лабораторной работе	10	10	10	30
Отчет по практическому занятию	8	8	4	20
Собеседование			30	30
Итого максимум за период	22	22	56	100
Нарастающим итогом	22	44	100	100
3 семестр				
Опрос на занятиях	4	4	2	10
Отчет по лабораторной работе	10	10	20	40
Отчет по практическому занятию	8	8	4	20
Собеседование			30	30
Итого максимум за период	22	22	56	100
Нарастающим итогом	22	44	100	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

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

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

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

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

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)

Согласована на портале № 20323

	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. Основы автоматизированного проектирования радиоэлектронных устройств (часть 1): Учебное пособие / Кологривов В. А. - 2012. 120 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1390, дата обращения: 27.05.2017.
2. Основы автоматизированного проектирования радиоэлектронных устройств (часть 2): Учебное пособие / Кологривов В. А. - 2012. 132 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1391, дата обращения: 27.05.2017.

12.2. Дополнительная литература

1. Машинное проектирование СВЧ устройств: Пер. с англ. / К. Гупта, Р. Гардж, Р. Чадха ; пер. С. Д. Бродецкая, ред. пер. В. Г. Шейнкман. - М. Радио и связь, 1987. - 428[4] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 23 экз.)

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Коколов А.А., Сальников А.С. Автоматизация проектирования СВЧ интегральных схем и систем на кристалле при помощи САПР ADS [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по выполнению практических, лабораторных и самостоятельных работ. – Томск: 2015. – 86 с. – [Электронный ресурс]. - URL: http://www.kcup.tusur.ru/index.php?module=mod_methodic&command=view&id=249

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. Google.com, Yandex.ru

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория, с количеством посадочных мест не менее 15, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины.

Согласована на портале № 20323

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

Для проведения практических (семинарских) занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Красноармейская улица, д. 147, 3 этаж, ауд. 314. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт.; Компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. -15 шт. Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3/Microsoft Windows 7 Professional with SP1; САПР Advanced Design System 2016. Имеется помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

Для проведения лабораторных занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Красноармейская улица, д. 147, 3 этаж, ауд. 314. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт.; Компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. -15 шт. Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3/Microsoft Windows 7 Professional with SP1; САПР Advanced Design System 2016. Имеется помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

13.1.4. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для проведения самостоятельной работы используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Красноармейская улица, д. 147, 3 этаж, ауд. 314. Состав оборудования: Учебная мебельКомпьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. -15 шт. Компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета. Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3/Microsoft Windows 7 Professional with SP1; САПР Advanced Design System 2016.

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

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

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

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

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

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 приведен в приложении к рабочей программе.

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

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

Согласована на портале № 20323

Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

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

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

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

- 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 № 20323

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

Автоматизация проектирования СВЧ интегральных схем и систем на кристалле

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки (специальность): **09.04.01 Информатика и вычислительная техника**
Направленность (профиль): **Автоматизация проектирования микро- и наноэлектронных устройств для радиотехнических систем**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФВС, Факультет вычислительных систем**
Кафедра: **КСУП, Кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании**
Курс: **1, 2**
Семестр: **1, 2, 3**

Учебный план набора 2015 года

Разработчик:
- с.н.с. ЛИКС, доцент каф. КСУП А. А. Коколов

Дифференцированный зачет: 1, 2, 3 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 20323

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
ПСК-4	умением разрабатывать топологии тестовых структур и СВЧ МИС	Должен знать - современное состояние в области автоматизированного проектирования радиоэлектронных средств. - основные методы расчета характеристик и моделирования устройств в современных САПР. ; Должен уметь - применять различные инструментальные средства для разработки СВЧ интегральных схем и систем на кристалле. - осуществлять выбор средств и методов при решении поставленных профессиональных задач. - проектировать радиоэлектронные системы согласно поставленному техническому заданию с применением современных интегральных схем. ; Должен владеть - современными инструментами проектирования СВЧ интегральных средств и систем на кристалле, в том числе специализированными САПР. - методами моделирования и расчета СВЧ радиоэлектронных устройств;
ПСК-3	умением разрабатывать модели элементов СВЧ МИС и выполнять моделирование характеристик СВЧ МИС на основе применения современных САПР	
ПСК-2	умением разрабатывать структурные и принципиальные схемы СВЧ МИС, выполнять оптимизацию их параметров с учетом существующих технологических маршрутов производства и технологических ограничений	
ПСК-1	умением разрабатывать техническое задание на опытно-конструкторскую работу по созданию СВЧ МИС	
ПК-7	применением перспективных методов исследования и решения профессиональных задач на основе знания мировых тенденций развития вычислительной техники и информационных технологий	
ОПК-1	способностью воспринимать математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания, умением самостоятельно приобретать, развивать и применять их для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте	
ОПК-6	способностью анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями	
ПК-3	знанием методов оптимизации и умение применять их при решении задач профессиональной деятельности	
ОК-8	способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов	

Согласована на портале № 20323

ОК-7	способностью самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности	

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

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

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

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ПСК-4

ПСК-4: умением разрабатывать топологии тестовых структур и СВЧ МИС.

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	особенности разработки топологии СВЧ МИС и тестовых структур; теорию микрополосковых линий и неоднородностей.	анализировать топологию СВЧ МИС и тестовых структур; рассчитывать и моделировать микрополосковые линии и неоднородности.	навыками разработки топологии СВЧ МИС и тестовых структур, а также навыками моделирования микрополосковых линий и неоднородностей в САПР.
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы;

Согласована на портале № 20323

	• Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Собеседование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Отчет по практическому занятию; • Дифференцированный зачет;	• Собеседование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Отчет по практическому занятию; • Дифференцированный зачет;	• Отчет по лабораторной работе; • Отчет по практическому занятию; • 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)	• особенности разработки топологии СВЧ МИС и тестовых структур; теорию микрополосковых линий и неоднородностей.;	• анализировать топологию СВЧ МИС и тестовых структур; рассчитывать и моделировать микрополосковые линии и неоднородности.;	• навыками разработки топологии СВЧ МИС и тестовых структур, а также навыками моделирования микрополосковых линий и неоднородностей в САПР. ;
Хорошо (базовый уровень)	• особенности разработки топологии СВЧ МИС, теорию микрополосковых линий и неоднородностей.;	• анализировать топологию СВЧ МИС и тестовых структур; моделировать микрополосковые линии и неоднородности.;	• навыками разработки топологии СВЧ МИС и тестовых структур, а также навыками моделирования микрополосковых линий в САПР. ;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• особенности разработки топологии СВЧ МИС. ;	• анализировать топологию СВЧ МИС и тестовых структур.;	• навыками разработки топологии СВЧ МИС и тестовых структур. ;

2.2 Компетенция ПСК-3

ПСК-3: умением разрабатывать модели элементов СВЧ МИС и выполнять моделирование характеристик СВЧ МИС на основе применения современных САПР.

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 линейные и нелинейные модели элементов СВЧ МИС,	разрабатывать линейные и нелинейные модели элементов СВЧ МИС,	навыками разработки линейных и нелинейных моделей элементов СВЧ

Согласована на портале № 20323

	алгоритмы моделирования характеристик СВЧ МИС.	рассчитывать и анализировать характеристики СВЧ МИС.	МИС, навыками моделирования характеристик СВЧ МИС на основе применения современных САПР.
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Собеседование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Отчет по практическому занятию; • Дифференцированный зачет;	• Собеседование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Отчет по практическому занятию; • Дифференцированный зачет;	• Отчет по лабораторной работе; • Отчет по практическому занятию; • Дифференцированный зачет;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• основные линейные и нелинейные модели элементов СВЧ МИС, алгоритмы моделирования характеристик СВЧ МИС. ;	• разрабатывать линейные и нелинейные модели элементов СВЧ МИС, рассчитывать и анализировать характеристики СВЧ МИС. ;	• навыками разработки линейных и нелинейных моделей элементов СВЧ МИС, навыками моделирования характеристик СВЧ МИС на основе применения современных САПР. ;
Хорошо (базовый уровень)	• основные линейные модели элементов СВЧ МИС, алгоритмы моделирования характеристик СВЧ МИС. ;	• разрабатывать линейные модели элементов СВЧ МИС, рассчитывать и анализировать характеристики СВЧ МИС. ;	• навыками разработки линейных моделей элементов СВЧ МИС, навыками моделирования характеристик СВЧ МИС на основе применения современных САПР. ;

Согласована на портале № 20323

Удовлетворительно (пороговый уровень)	• основные линейные элементов СВЧ МИС. ;	• разрабатывать линейные модели элементов СВЧ МИС, рассчитывать характеристики СВЧ МИС. ;	• навыками моделирования характеристик СВЧ МИС на основе применения современных САПР..;

2.3 Компетенция ПСК-2

ПСК-2: умением разрабатывать структурные и принципиальные схемы СВЧ МИС, выполнять оптимизацию их параметров с учетом существующих технологических маршрутов производства и технологических ограничений.

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	структурные и принципиальные схемы СВЧ МИС, существующие технологические маршрутов производства и их технологические ограничений.	разрабатывать структурные и принципиальные схемы СВЧ МИС, выполнять оптимизацию их параметров с учетом существующих технологических маршрутов производства и технологических ограничений	навыками разработки структурных и принципиальных схем СВЧ МИС, навыки оптимизации параметров СВЧ МИС с учетом технологических маршрутов производства и технологических ограничений.
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Собеседование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Отчет по практическому занятию; • Дифференцированный зачет;	• Собеседование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Отчет по практическому занятию; • Дифференцированный зачет;	• Отчет по лабораторной работе; • Отчет по практическому занятию; • Дифференцированный зачет;

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

Согласована на портале № 20323

Таблица 8 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• структурные и принципиальные схемы СВЧ МИС, существующие технологические маршрутов производства и их технологические ограничений. ;	• разрабатывать структурные и принципиальные схемы СВЧ МИС, выполнять оптимизацию их параметров с учетом существующих технологических маршрутов производства и технологических ограничений;	• навыками разработки структурных и принципиальных схем СВЧ МИС, навыки оптимизации параметров СВЧ МИС с учетом технологических маршрутов производства и технологических ограничений. ;
Хорошо (базовый уровень)	• структурные и принципиальные схемы СВЧ МИС, существующие технологические маршрутов производства. ;	• разрабатывать структурные и принципиальные схемы СВЧ МИС, выполнять оптимизацию их параметров с учетом существующих технологических маршрутов производства.;	• навыками разработки структурных и принципиальных схем СВЧ МИС, навыки оптимизации параметров СВЧ МИС с учетом технологических маршрутов производства. ;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• принципиальные схемы СВЧ МИС, существующие технологические маршрутов производства. ;	• разрабатывать принципиальные схемы СВЧ МИС, выполнять оптимизацию их параметров.;	• навыками разработки принципиальных схем СВЧ МИС, навыки оптимизации параметров СВЧ МИС с учетом технологических маршрутов производства. ;

2.4 Компетенция ПСК-1

ПСК-1: умением разрабатывать техническое задание на опытно-конструкторскую работу по созданию СВЧ МИС.

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	структуру технического задания на опытно-конструкторскую работу по созданию СВЧ МИС, основные параметры и особенности разрабатываемых СВЧ МИС, существующие параметры технологических	выявлять и формулировать требования к СВЧ МИС, разрабатывать техническое задание на опытно-конструкторскую работу по созданию СВЧ МИС, учитывать особенности технологических	навыками интеграции стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в проектируемую СВЧ МИС, навыками анализа существующих аналогов

Согласована на портале № 20323

	процессов производства и их ограничения, существующие предельные параметры СВЧ МИС аналогов.	процессов производства и их ограничения.	СВЧ МИС и составления технического задания на опытно-конструкторскую работу по созданию СВЧ МИС.
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Собеседование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Отчет по практическому занятию; • Дифференцированный зачет;	• Собеседование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Отчет по практическому занятию; • Дифференцированный зачет;	• Отчет по лабораторной работе; • Отчет по практическому занятию; • 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)	• самостоятельно разрабатывает технические задания на опытно-конструкторскую работу по созданию СВЧ МИС в соответствии с действующими стандартами. ;	• выявляет, четко формулирует, структурирует и ранжирует требования всех заинтересованных лиц к СВЧ МИС, учитывает технологические процессы производства СВЧ МИС, принимает обоснованные решения по реализации/отклонению требований. ;	• свободно применяет стандартизованные решения при опытно-конструкторской работе по созданию СВЧ МИС. ;
Хорошо (базовый уровень)	• хорошо ориентируется в техническом задании на опытно-конструкторскую работу по созданию	• выявляет и формулирует требования заинтересованных лиц к СВЧ МИС, учитывает технологические	• применяет рекомендованные стандартные модули при опытно-конструкторской работе по созданию СВЧ МИС.

Согласована на портале № 20323

	СВЧ МИС, способен разработать отдельные разделы. ;	процессы производства СВЧ МИС. ;	;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• в целом знает структуру технического задания на опытно-конструкторскую работу по созданию СВЧ МИС, способен найти исходные данные для проектирования. ;	• может сформулировать требования к СВЧ МИС на основе высказанных пожеланий заинтересованных лиц. ;	• способен интегрировать серийный СВЧ модуль в проектируемую систему. ;

2.5 Компетенция ПК-7

ПК-7: применением перспективных методов исследования и решения профессиональных задач на основе знания мировых тенденций развития вычислительной техники и информационных технологий.

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	Современные тенденции в проведении исследований по информатике и вычислительной техники; мировые тенденции развития вычислительной техники и информационных технологий Основные понятия , характеристики и способы описания СВЧ цепей и их элементов, перспективные методы исследования профессиональных задач, мировые тенденции развития вычислительной техники и информационных технологий Современные тенденции в проведении исследований по информатике и вычислительной техники; мировые тенденции развития вычислительной техники и информационных технологий	Использовать информационные технологии при решении научных и инженерных задач; применять перспективные методы исследования и решения профессиональных задач Составлять математические модели и проводить анализ СВЧ цепей и их элементов, применять новые перспективные методы для решения профессиональных задач Использовать информационные технологии при решении научных и инженерных задач; применять перспективные методы исследования и решения профессиональных задач	Современными информационными технологиями в научной и инженерной деятельности; методами исследования и решения профессиональных задач на основе знания мировых тенденций развития вычислительной техники и информационных технологий Математическими методами и приемами исследования математических моделей СВЧ цепей и их элементов, анализа и расчета СВЧ устройств Современными информационными технологиями в научной и инженерной деятельности; методами исследования и решения профессиональных задач на основе знания мировых тенденций развития вычислительной техники и информационных

Согласована на портале № 20323

			технологий
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Собеседование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Отчет по практическому занятию; • Дифференцированный зачет;	• Собеседование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Отчет по практическому занятию; • Дифференцированный зачет;	• Отчет по лабораторной работе; • Отчет по практическому занятию; • Дифференцированный зачет;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 12.

Таблица 12 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• В совершенстве знает современные тенденции в проведении исследований по информатике и вычислительной техники В совершенстве знает современные тенденции в проведении исследований по информатике и вычислительной техники;	• Свободно использует информационные технологии при решении задач ;	• Владеет современными информационными технологиями на уровне эксперта ;
Хорошо (базовый уровень)	• Знает современные тенденции в проведении исследований по информатике и вычислительной техники; Знает современные тенденции в проведении исследований по	• Использует информационные технологии при решении задач широкого класса ;	• Владеет основными современными информационными технологиями; ;

Согласована на портале № 20323

	информатике и вычислительной техник.;		
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Знает основные современные тенденции в проведении исследований по информатике и вычислительной техники; Знает основные современные тенденции в проведении исследований по информатике и вычислительной техники.;	• Использует информационные технологии при решении основных профессиональных задач ;	• Владеет базовыми современными информационными технологиями ;

2.6 Компетенция ОПК-1

ОПК-1: способностью воспринимать математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания, умением самостоятельно приобретать, развивать и применять их для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Знает основные тенденции развития мирового и отечественного рынка информационных технологий, Хорошо понимает структуру и законы формирования рынка программного обеспечения; способы систематизации и формализации математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных знаний и умений для построения интеллектуальных систем .	самостоятельно приобретать, развивать и применять знания для решения нестандартных задач, в том числе при построении радиотехнических систем на основе СВЧ интегральных схем. Умеет квалифицированно решать вопросы, связанные с применением знаний из различных разделов, касающихся охраны объектов интеллектуальной деятельности при создании и продвижении ИС; Умеет оценивать риски при создании прикладных информационных систем.	приемами приобретения и применения знаний для решения нестандартных задач, в том числе при построении радиотехнических систем на основе СВЧ интегральных схем. Владеет методами научного поиска, методиками представления научно-технических материалов по результатам исследований в виде обзоров, рефератов, докладов и т.д.;

Согласована на портале № 20323

Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Собеседование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Отчет по практическому занятию; • Дифференцированный зачет;	• Собеседование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Отчет по практическому занятию; • Дифференцированный зачет;	• Отчет по лабораторной работе; • Отчет по практическому занятию; • Дифференцированный зачет;

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

Таблица 16 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• способы систематизации и формализации математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных знаний и умений для построения радиотехнических систем на основе СВЧ интегральных схем. ;	• самостоятельно приобретать, развивать и применять знания для решения нестандартных задач, в том числе при построении радиотехнических систем на основе СВЧ интегральных схем. ;	• Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы.;
Хорошо (базовый уровень)	• основные способы систематизации и формализации математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных знаний и умений для построения радиотехнических систем на основе СВЧ	• приобретать и применять знания для решения нестандартных задач, в том числе при построении радиотехнических систем на основе СВЧ интегральных схем. ;	• Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем.;

Согласована на портале № 20323

	интегральных схем. ;		
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• некоторые способы систематизации и формализации математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных знаний и умений для построения радиотехнических систем на основе СВЧ интегральных схем. ;	• приобретать и применять знания для решения нестандартных задач, в том числе при построении радиотехнических систем на основе СВЧ интегральных схем, под руководством наставника. ;	• Работает только при прямом наблюдении. ;

2.7 Компетенция ОПК-6

ОПК-6: способностью анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями.

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	приемы анализа профессиональной информации, способы структурирования, оформления и представления в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями.	анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями.	методами анализа профессиональной информации, а также развивать способности выделять в ней главное, уметь структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями.
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Собеседование; • Отчет по лабораторной работе;	• Собеседование; • Отчет по лабораторной работе;	• Отчет по лабораторной работе; • Отчет по

Согласована на портале № 20323

	• Опрос на занятиях; • Отчет по практическому занятию; • Дифференцированный зачет;	• Опрос на занятиях; • Отчет по практическому занятию; • Дифференцированный зачет;	практическому занятию; • Дифференцированный зачет;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 18.

Таблица 18 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Полностью знает приемы анализа профессиональной информации, способы структурирования, оформления и представления в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями. ;	• Умеет свободно анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями. ;	• Свободно владеет методами анализа профессиональной информации, а также развивать способности выделять в ней главное, уметь структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями. ;
Хорошо (базовый уровень)	• Знает основные приемы анализа профессиональной информации, способы структурирования, оформления и представления в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями. ;	• Умеет анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями. ;	• Свободно владеет основными методами анализа профессиональной информации, а также развивать способности выделять в ней главное, уметь структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями. ;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Знает некоторые приемы анализа профессиональной информации, способы структурирования, оформления и представления в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями. ;	• Умеет анализировать по шаблонам профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями. ;	• Владеет некоторыми методами анализа профессиональной информации, а также развивать способности выделять в ней главное, уметь структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями. ;

2.8 Компетенция ПК-3

ПК-3: знанием методов оптимизации и умение применять их при решении задач

Согласована на портале № 20323

профессиональной деятельности.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	основные методы оптимизации и границы их применения в САПР при расчете линейных и нелинейных схем СВЧ устройств	анализировать и понимать поставленную задачу автоматизированного проектирования, осуществлять выбор наиболее подходящего алгоритма оптимизации, настраивать алгоритм оптимизации под текущую задачу.	навыками работы в современных САПР для оптимизации линейных и нелинейных схем.
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Собеседование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Выступление (доклад) на занятии; • Отчет по практическому занятию; • Дифференцированный зачет;	• Собеседование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Выступление (доклад) на занятии; • Отчет по практическому занятию; • Дифференцированный зачет;	• Отчет по лабораторной работе; • Выступление (доклад) на занятии; • Отчет по практическому занятию; • Дифференцированный зачет;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 20.

Таблица 20 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Обладает фактическими и теоретическими знаниями теории методов оптимизации и	• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения задачи автоматизированного	• Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы, обладает навыками

Согласована на портале № 20323

	границы их применения в САПР при расчете линейных и нелинейных схем СВЧ устройств.;	проектирования СВЧ МИС и СнК, может осуществлять выбор наиболее подходящего алгоритма оптимизации и настраивать алгоритм оптимизации под текущую задачу.;	работы в современных САПР для оптимизации линейных и нелинейных схем.;
Хорошо (базовый уровень)	• Знает факты, принципы, процессы, общие понятия теории методов оптимизации и границы их применения в САПР при расчете линейных и нелинейных схем СВЧ устройств.;	• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения задачи автоматизированного проектирования СВЧ МИС и СнК, может осуществлять выбор наиболее подходящего алгоритма оптимизации.;	• Приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем, обладает навыками работы в современных САПР для оптимизации линейных схем.;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Обладает базовыми общими знаниями теории методов оптимизации и границы их применения в САПР при расчете линейных схем СВЧ устройств.;	• Обладает основными умениями, требуемыми для решения для решения задачи автоматизированного проектирования СВЧ МИС и СнК, может осуществлять выбор наиболее подходящего алгоритма оптимизации. ;	• Работает при прямом наблюдении, обладает навыками работы в современных САПР для моделирования и оптимизации линейных схем.;

2.9 Компетенция ОК-8

ОК-8: способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 21.

Таблица 21 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	принципы измерения, моделирования и расчета характеристик и параметров устройств СВЧ, основные виды и методики расчета СВЧ МИС.	выбирать методики измерений и моделирования в соответствии с поставленными задачами, подбирать необходимое измерительное оборудование и методы его калибровки, а также алгоритмы моделирования СВЧ схемы, анализировать слабые места схемного	навыками работы с современным САПР для моделирования параметров интегральных схем и устройств СВЧ.

Согласована на портале № 20323

		решения.	
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Собеседование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Выступление (доклад) на занятии; • Отчет по практическому занятию; • Дифференцированный зачет;	• Собеседование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Выступление (доклад) на занятии; • Отчет по практическому занятию; • Дифференцированный зачет;	• Отчет по лабораторной работе; • Выступление (доклад) на занятии; • Отчет по практическому занятию; • Дифференцированный зачет;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 22.

Таблица 22 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• принципы измерения, моделирования и расчета характеристик и параметров устройств СВЧ, основные виды и методики расчета СВЧ МИС.;	• выбирать методики измерений и моделирования в соответствии с поставленными задачами, подбирать необходимое измерительное оборудование и методы его калибровки, а также алгоритмы моделирования СВЧ схемы, анализировать слабые места схемного решения.;	• навыками работы с современным САПР для моделирования параметров интегральных схем и устройств СВЧ и СнК.;
Хорошо (базовый уровень)	• принципы измерения, моделирования и расчета характеристик и параметров устройств СВЧ.;	• выбирать методики измерений и моделирования в соответствии с поставленными задачами, подбирать необходимое	• навыками работы с современным САПР для моделирования параметров интегральных схем и устройств СВЧ.;

Согласована на портале № 20323

		измерительное оборудование и методы его калибровки, а также алгоритмы моделирования СВЧ схемы.;	
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• принципы измерения, моделирования и расчета характеристик устройств СВЧ. ;	• выбирать методики измерений и моделирования в соответствии с поставленными задачами.;	• навыками работы с современным САПР для моделирования устройств СВЧ.;

2.10 Компетенция ОК-7

ОК-7: способностью самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 23.

Таблица 23 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	основные радиотехнические требования к СВЧ МИС и СнК, а также их основные параметры, области применения СВЧ МИС и СнК.в современных системах связи, локации и навигации.	самостоятельно выполнять экспериментальные исследования для решения научно-исследовательских и производственных задач, связанных с разработкой СВЧ МИС и СнК, с использованием современной аппаратуры и методов исследования.	навыками логико-методологического анализа научного исследования и его результатов, навыком предметного обзора (по виду СВЧ МИС) текущего состояния дел в мире в области проектирования СВЧ МИС и СнК.
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Собеседование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Выступление	• Собеседование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Выступление	• Отчет по лабораторной работе; • Выступление (доклад) на занятии; • Отчет по

Согласована на портале № 20323

	(доклад) на занятии; • Отчет по практическому занятию; • Дифференцированный зачет;	(доклад) на занятии; • Отчет по практическому занятию; • Дифференцированный зачет;	практическому занятию; • Дифференцированный зачет;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 24.

Таблица 24 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Обладает фактическими и теоретическими знаниями в области основных радиотехнических требований к СВЧ МИС и СнК, а также их основные параметры, области применения СВЧ МИС и СнК.в современных системах связи, локации и навигации. ;	• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для самостоятельного выполнения экспериментальных исследований для решения научно-исследовательских и производственных задач, связанных с разработкой СВЧ МИС и СнК, с использованием современной аппаратуры и методов исследования.;	• Навыками логико-методологического анализа научного исследования и его результатов, навыком предметного обзора (по виду СВЧ МИС) текущего состояния дел в мире в области проектирования СВЧ МИС и СнК. Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы.;
Хорошо (базовый уровень)	• Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в в области основных радиотехнических требований к СВЧ МИС и СнК, а также их основные параметры, области применения СВЧ МИС и СнК.в современных системах связи, локации и навигации. ;	• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для самостоятельного выполнения экспериментальных исследований для решения производственных задач, связанных с разработкой СВЧ МИС и СнК, с использованием современной аппаратуры.;	• Навыками навыком предметного обзора (по виду СВЧ МИС) текущего состояния дел в мире в области проектирования СВЧ МИС и СнК. Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем ;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Обладает базовыми общими знаниями в области основных радиотехнических требований к СВЧ МИС и СнК, а также их основные параметры, области применения СВЧ МИС и СнК.в современных системах	• Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения экспериментальных исследований для решения производственных задач, связанных с разработкой СВЧ МИС и СнК, с	• Навыками навыком предметного обзора (по виду СВЧ МИС). Работает при прямом наблюдении ;

Согласована на портале № 20323

	связи, локации и навигации. ;	использованием современной аппаратуры.;	

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 собеседование

– 1. Оптимизация в САПР СВЧ устройств. 2. Настройка СВЧ цепей посредством встроенных возможностей САПР. 3. Моделирование линейных СВЧ цепей в САПР. 4. Моделирование нелинейных СВЧ цепей в САПР. 5. Моделирование выходной мощности, основные этапы. 6. Моделирование интермодуляций третьего порядка, определение точки IP3. 7. Определение точки сжатия P1дБ по графику. 8. Моделирование кпд усилителя, основные формулы, расчет в САПР. 9. Моделирование спектра нелинейного устройства в САПР. 10. Моделирование смесителя в САПР, основные этапы. 11. Моделирование коэффициента шума. 12. Цепи согласования в САПР, автоматизированный расчет. 13. Цепи стабилизации, пример расчета. 14. Окружности устойчивости, коэффициента усиления, моделирование. 15. Load pull моделирование в САПР, примеры.

3.2 Темы опросов на занятиях

– Классификация САПР. Задачи автоматизированного проектирования. Типы объектов моделирования. Линейные и нелинейные устройства, активные и пассивные устройства.

– Моделирование линейных цепей. Классификация алгоритмов моделирование линейных цепей. Методы узловых потенциалов и контурных токов. Моделирование на основе четырехполюсных матриц. Примеры расчета. Какскадирование шумящих четырехполюсников. Моделирование нелинейных цепей. Классификация алгоритмов моделирование нелинейных цепей. Временные (spice, shooting method) и частотные (harmonic balance) методы. Ряды Вольтерра.

– Линейные и нелинейные модели СВЧ компонентов. Примеры линейных моделей пассивных и активных элементов. Примеры компактных нелинейных моделей СВЧ полевых транзисторов, основные источники нелинейностей. Способы описания нелинейных зависимостей в моделях – аналитические, табличные. Способ экстракции параметров моделей. САПР для экстракции линейных и нелинейных моделей.

– Автоматизированное проектирование нелинейных СВЧ усилителей, типы и разновидности. Моделирование load pull для мощных СВЧ транзисторов. Стабилизация и проектирование усилителей мощности. Схемы сложения мощности. Интермодуляция сигналов на нелинейном элементе. Основные характеристики смесителей, активные и пассивные схемы. Принципы моделирования смесителей. Балансный и двойной балансный смеситель, примеры. Автоматизированное проектирование смесителей.

– Общие сведение об электромагнитном (ЭМ) моделировании, принципы расчета, область применения. Основные методы ЭМ моделирования, их достоинства и недостатки. Классификация методов, планарные методы, трехмерные. Уравнения Максвелла, численное решение. Принципы дискретизации моделируемого объекта. Граничные условия. Метод моментов, функция Грина, примеры САПР. Метод конечных элементов, основные принципы работы, примеры САПР. Метод конечных разностей, основные принципы работы, примеры САПР.

– Применение ЭМ моделирования при проектировании СВЧ ИС. Разработка топологии СВЧ ИС, основные принципы, примеры. ЭМ в САПР для схемотехнического анализа. Автоматизация ЭМ моделирования при разработке СВЧ ИС. Оптимизация при ЭМ моделировании.

3.3 Темы докладов

– Различные типы нелинейных СВЧ устройств, обзор схемных решений и СВЧ ИС. Алгоритмы моделирования Harmonic balance и Spice, сравнение. Методики расчета и проектирования усилителей мощности. Типы load pull установок. Методики измерения шума и

Согласована на портале № 20323

шумовых параметров. Обзор технологий изготовления СВЧ ИС.

– Модели линейных и нелинейных элементов. Компонентные уравнения. Экстракция и верификация моделей.

3.4 Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

– Расчет характеристик длинной линии. Расчет холостоходного и короткозамкнутого шлейфа, сравнение с результатами моделирования в САПР.

– Реализация алгоритма расчета каскадно соединенных цепей. Сравнение с результатами моделирования в САПР.

– Аналитический расчет двух- и трехэлементной СЦ для резистистивной и для комплексной нагрузки. Сравнение с результатами моделирования в САПР.

– Аналитический расчет рабочей точки транзисторного усилителя (для разных классов работы транзистора).

– Аналитический расчет транзисторного усилителя на максимум коэффициента усиления. Расчет выходной мощности в зависимости от класса работы усилителя.

– Шумовые параметры, каскадирование шумящих четырехполюсников. Аналитический расчет транзисторного усилителя на минимум коэффициента шума.

– Расчет микрополосковых линий для разных типов подложек на основе математических моделей и уравнений.

– Расчет усилителя на основе математических моделей компонентов и микрополосковых неоднородностей.

3.5 Темы лабораторных работ

– Четырехполюсные параметры СВЧ схем и цепей в САПР, моделирование четерыхполюсных параметров различных схем.

– Моделирование согласующих цепей (СЦ) в САПР. Расчет СЦ на одной частоте. Расчет СЦ для комплексных нагрузок.

– Согласование на транзисторного каскада на одной частоте на максимум коэффициента усиления в САПР.

– Широкополосное согласование в САПР транзисторных усилителей.

– Load pull моделирование на максимум выходной мощности, расчет усилителя мощности в САПР.

– Расчет и моделирование в САПР широкополосного балансного смесителя.

– Моделирование в САПР микрополосковых неоднородностей (поворот, тройник, крест, разрыв, холостоходный и короткозамкнутый шлейф).

– ЭМ моделирование микрополосковых пассивных элементов, сравнение моделями в виде эквивалентных схем.

– Расчет малошумящего усилителя, разработка топологии СВЧ усилителя в САПР. Автоматизированное ЭМ моделирование СВЧ интегральной схемы.

3.6 Вопросы дифференцированного зачета

– 1 семестр

– 1. Основные алгоритмы моделирования линейных СВЧ схем. 2. Основные алгоритмы моделирования линейных СВЧ схем (временные и частотные методы). 3. Линейные модели СВЧ элементов и устройств. 4. Нелинейные модели СВЧ транзисторов. 5. Методы согласования. 6. Широкополосное согласование, ограничения, примеры. 7. Методы автоматизированного проектирования согласующих цепей. 8. S-параметры, основные принципы расчета, особенности

– 2 семестр

– 1. Расчет рабочей точки усилительного каскада. 2. Классы усилителей мощности, примеры. 3. Коэффициент шума четырехполюсника. 4. Шумовые параметры, принцип измерения. 5. Высокоэффективные усилители мощности, классы работы. 6. Моделирование Load-pull, принципы, измерения. 7. Малошумящие усилители, принцип проектирования. 8. Усилители мощности, принцип проектирования. 8.Смесители, принцип проектирования и моделирования.

– 3 семестр.

– 1. Широкополосные усилители СВЧ сигнала. 2. Алгоритмы ЭМ моделирования,

Согласована на портале № 20323

классификация. 3. Метод конечных элементов, принципы работы. 4. Метод конечных разностей. 5. Автоматизированное проектирование СВЧ МИС, обзор САПР. 6. Обзор текущего состояния малошумящих усилителей СВЧ МИС. 7. Обзор текущего состояния усилителей мощности СВЧ МИС. 8. Обзор текущего состояния смесителей СВЧ МИС.

4 Методические материалы

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

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

4.1. Основная литература

1. Основы автоматизированного проектирования радиоэлектронных устройств (часть 1): Учебное пособие / Кологривов В. А. - 2012. 120 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1390, свободный.
2. Основы автоматизированного проектирования радиоэлектронных устройств (часть 2): Учебное пособие / Кологривов В. А. - 2012. 132 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1391, свободный.

4.2. Дополнительная литература

1. Машинное проектирование СВЧ устройств: Пер. с англ. / К. Гупта, Р. Гардж, Р. Чадха ; пер. С. Д. Бродецкая, ред. пер. В. Г. Шейнкман. - М. Радио и связь, 1987. - 428[4] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 23 экз.)

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Коколов А.А., Сальников А.С. Автоматизация проектирования СВЧ интегральных схем и систем на кристалле при помощи САПР ADS [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по выполнению практических, лабораторных и самостоятельных работ. – Томск: 2015. – 86 с. – [Электронный ресурс]. - URL: http://www.kcup.tusur.ru/index.php?module=mod_methodic&command=view&id=249

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

Google.com, yandex,ru

1. Google.com, Yandex.ru

Согласована на портале № 20323