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

Физические и технологические основы микро- и наноэлектроники

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**
Семестр: **1**
Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	1 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	10	10	часов
2	Практические занятия	32	32	часов
3	Лабораторные работы	32	32	часов
4	Всего аудиторных занятий	74	74	часов
5	Из них в интерактивной форме	16	16	часов
6	Самостоятельная работа	70	70	часов
7	Всего (без экзамена)	144	144	часов
8	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
9	Общая трудоемкость	180	180	часов
		5.0	5.0	З.Е

Экзамен: 1 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 21235

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 18 от «16» 6 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 №_____.

Разработчики:

ст. преп. каф. КСУП каф. КСУП _____ А. С. Сальников

старший преподаватель каф. КСУП _____ Е. А. Потапова

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:

к.т.н., доцент каф. КСУП ТУСУР _____ Н. Ю. Хабибулина

Согласована на портале № 21235

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Основной целью данной дисциплины является формирование у магистранта общего представления о физических основах работы приборов микро- и наноэлектроники, а также основные технологические принципы их изготовления.

1.2. Задачи дисциплины

– – представить физические основы работы отдельных приборов микро- и наноэлектроники;

– – показать основные технологические операции изготовления интегральных схем;

– – сформировать представление об актуальном состоянии технологии микроэлектроники.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Физические и технологические основы микро- и наноэлектроники» (Б1.В.ОД.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Последующими дисциплинами являются: Полупроводниковые устройства СВЧ-диапазона, Основы проектирования СВЧ полупроводниковых устройств.

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;

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

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

– ПСК-5 умением разрабатывать конструкторскую документацию для производства СВЧ МИС;

– ПСК-6 владением методиками испытаний, контроля и отбраковки СВЧ МИС;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** кристаллическую структуру полупроводников, энергетические зоны носителей заряда, описывающие явления переноса уравнения, принцип работы гетероструктурного полевого транзистора, технологические операции формирование интегральной схемы (осаждение, травление, литография), тенденции развития технологии полупроводников.

– **уметь** по описанию технологии сформировать общее представление, использовать понимание технологии в процессе проектирования интегральных схем;

– **владеть** базовыми навыками технологического и приборного моделирования.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		1 семестр
Аудиторные занятия (всего)	74	74

Согласована на портале № 21235

Лекции	10	10
Практические занятия	32	32
Лабораторные работы	32	32
Из них в интерактивной форме	16	16
Самостоятельная работа (всего)	70	70
Оформление отчетов по лабораторным работам	32	32
Проработка лекционного материала	6	6
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	32	32
Всего (без экзамена)	144	144
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость ч	180	180
Зачетные Единицы	5.0	5.0

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 Основы физики твердого тела	2	12	12	26	52	ОК-7, ОПК-1, ОПК-6, ПК-7, ПСК-4, ПСК-5, ПСК-6
2 Физические явления в гетеропереходах	2	0	4	5	11	ОПК-1, ПК-7
3 Физика работы полевых транзисторов	2	10	4	15	31	ОК-7, ОПК-1, ОПК-6, ПК-7, ПСК-4, ПСК-5, ПСК-6
4 Технологические основы микроэлектроники	2	6	12	19	39	ОК-7, ОПК-1, ПК-7, ПСК-4, ПСК-5, ПСК-6
5 Основы контроля технологических процессов	2	4	0	5	11	ОПК-1, ПК-7
Итого за семестр	10	32	32	70	144	
Итого	10	32	32	70	144	

Согласована на портале № 21235

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 Основы физики твердого тела	Трансляционная симметрия. Решетки Браве.	2	ОПК-1, ОПК-6, ПК-7
	Итого	2	
2 Физические явления в гетеропереходах	Условия для формирования гетеропе-ерходов.Типы гетеропереходов.	2	ОПК-1
	Итого	2	
3 Физика работы полевых транзисторов	Классификация полевых транзисторов (ПТ). Физические основы технологических процессов изготовления ПТ.	2	ОПК-1, ПСК-4, ПСК-5
	Итого	2	
4 Технологические основы микроэлектроники	Технологический маршрут изготовления интегральных схем. Виды технологических операций. Физические принципы основных технологических операций.	2	ОПК-1, ПК-7
	Итого	2	
5 Основы контроля технологических процессов	Статистический контроль технологических операций. Тестовые модули для контроля технологии. Организация контроля технологических процессов. Контрольные карты Шухарта.	2	ОПК-1, ПК-7
	Итого	2	
Итого за семестр		10	

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	4	5
Последующие дисциплины					
1 Полупроводниковые устройства СВЧ-диапазона	+	+	+	+	+
2 Основы проектирования СВЧ полупроводниковых устройств	+	+			

Согласована на портале № 21235

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

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

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

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	
ОК-7		+	+	+	Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях
ОПК-1	+	+	+	+	Контрольная работа, Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях
ОПК-6	+	+		+	Контрольная работа, Опрос на занятиях
ПК-7	+		+	+	Контрольная работа, Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях
ПСК-4	+		+	+	Контрольная работа, Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях
ПСК-5	+		+	+	Контрольная работа, Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях
ПСК-6			+	+	Контрольная работа, Защита отчета, Отчет по лабораторной работе

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				
Презентации с использованием	4		2	6

Согласована на портале № 21235

интерактивной доски с обсуждением				
Приглашение специалистов	2	2	2	6
Выступление студента в роли обучающего		4		4
Итого за семестр:	6	6	4	16
Итого	6	6	4	16

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 Основы физики твердого тела	Исследование полупроводниковых материалов методом электронной микроскопии.	4	ОПК-1, ПСК-4, ПСК-5, ПСК-6
	Исследование полупроводниковых материалов методом атомно-силовой микроскопии.	8	
	Итого	12	
2 Физические явления в гетеропереходах	Знакомство с основами работы в пакете Synopsys TCAD. Физико-технологическое моделированиерезистора. Физико-технологическое моделирование конденсатора.	4	ОПК-1, ПК-7
	Итого	4	
3 Физика работы полевых транзисторов	Физико-технологическое моделирование диода. Физико-технологическое моделирование транзистора.	4	ОПК-1, ПК-7
	Итого	4	
4 Технологические основы микроэлектроники	Моделирование технологических процессов осаждения и травления тонких плёнок.	4	ОК-7, ОПК-1, ПК-7, ПСК-4, ПСК-5, ПСК-6
	Моделирование технологических процессов ионной имплантации и формирования омических контактов.	4	
	Моделирование технологических процессов фотолитографии.	4	
	Итого	12	
Итого за семестр		32	

Согласована на портале № 21235

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 Основы физики твердого тела	Индексы Миллера. Электронные орбитали. Энергетический спектр электронов в изолированном атоме. Энергетический спектр электронов в кристалле.	4	ОПК-1
	Функция Блоха. Эффективная масса носителей электрического заряда в кристаллических полупроводниках.Плотность квантовых состояний. Функции распределения Ферми-Дирака и Максвела-Больцмана.	4	
	Концентрация равновесных носителей электрического заряда. Уравнение электронейтральности. Уровень Ферми в собственном полупроводнике. Квазиуровни Ферми.	4	
	Итого	12	
3 Физика работы полевых транзисторов	Гетероэпитаксиальные структуры. Поляризационные эффекты. Зонная диаграмма. Типы гетероэпитаксиальных-структур. Основные уравнения. Стационарный и нестационарный случаи. Численные методы расчета зонных характеристик. Основные модели переноса электрических зарядов.	6	ОК-7, ОПК-1, ОПК-6
	Конструктивные особенности ПТ. Статические электрические характеристики ПТ. Параметры. Температурные свойства ПТ. Классификация моделей ПТ.	4	
	Итого	10	
4 Технологические основы микроэлектроники	Фотолитография, электронно-лучевая литография. Виды осаждения. Виды травления. Имплантация примеси. Формирование омических контактов. Вспомогательные операции.	6	ОПК-1
	Итого	6	
5 Основы контроля технологических процессов	Расчёт статистических параметров технологических процессов. Освоение инструментария статистического анализа процессов.	4	ОПК-1

Согласована на портале № 21235

	Итого	4	
Итого за семестр		32	

9. Самостоятельная работа

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

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
1 семестр				
1 Основы физики твердого тела	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-1, ОК-7, ОПК-6	Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4		
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	26		
2 Физические явления в гетеропереходах	Проработка лекционного материала	1	ОПК-1, ПК-7	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	5		
3 Физика работы полевых транзисторов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ОПК-1, ПК-7, ПСК-4, ПСК-5, ПСК-6	Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4		
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	15		
4 Технологические	Подготовка к практиче-	6	ОПК-1,	Опрос на занятиях, От-

Согласована на портале № 21235

основы микроэлектроники	ским занятиям, семинарам		ПК-7	чет по лабораторной работе
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	19		
5 Основы контроля технологических процессов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-1, ПК-7	Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	5		
Итого за семестр		70		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		106		

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				
Защита отчета	5	5	5	15
Контрольная работа	5	5	5	15
Опрос на занятиях	3	3	4	10
Отчет по лабораторной работе	10	10	10	30
Итого максимум за период	23	23	24	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	23	46	70	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

Согласована на портале № 21235

≥ 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)
	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. Зыков Д.Д., Осипов К.Ю. Системы автоматизированного моделирования и проектирования технологических процессов и технологических маршрутов производства СВЧ МИС, оптимизация производства : учебное пособие. [Электронный ресурс]. - http://miel.tusur.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=234

12.2. Дополнительная литература

1. Бонч-Бруевич В. Л., Калашников С. Г. Физика полупроводников : Учебное пособие для вузов - М. : Наука, 1990. - 685,с (наличие в библиотеке ТУСУР - 16 экз.)

2. Зи С. М., Физика полупроводниковых приборов : пер. с англ.: В 2 кн. - М. : Мир, 1984 - 456 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 14 экз.)

3. Готра З. Ю., Мушкарден Э. М., Смеркло Л. М. Технологические основы гибридных интегральных схем : монография - Львов : Вища школа, 1977. - 168 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 27 экз.)

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Зыков Д.Д., Осипов К.Ю. Системы автоматизированного моделирования и проектирования технологических процессов и технологических маршрутов производства СВЧ МИС, оптимизация производства : учебное пособие.Методические указания по лабораторным работам приведены в данном пособии на стр.17-20, 22-25, 29-36, 42-50 [Электронный ресурс]. - http://miel.tusur.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=234

2. Сальников А.С. Интегральные схемы СВЧ диапазона (Методические указания по практическим занятиям и самостоятельной работе), ТУСУР, 2013.-37 стр. [Электронный ресурс]. - http://miel.tusur.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=237

12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

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

Согласована на портале № 21235

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. www.google.com
2. www.ya.ru
3. ru.wikipedia.org

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 20, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины.

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, Вершинина улица, д. 74, 3 этаж, ауд. 329 (327, 323). Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт.; Коммутатор - 1шт.; Компьютеры класса не ниже ПЭВМ Intel i3240 3,4 GHz, 4096Mb RAM, HDD 80 Gb. -14 шт. Используется лицензионное или свободно-распространяемое программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3/Microsoft Windows 7 Professional with SP1; Microsoft Windows Server 2008 R2. Имеется помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

Для проведения лабораторных занятий используется учебно-исследовательская вычислительная лаборатория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 3 этаж, ауд. 329 (327, 323). Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт.; Коммутатор - 1шт.; Компьютеры класса не ниже ПЭВМ Intel i3240 3,4 GHz, 4096Mb RAM, HDD 80 Gb. -14 шт. Используется лицензионное или свободно-распространяемое программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3/Microsoft Windows 7 Professional with SP1; Microsoft Windows Server 2008 R2. Имеется помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

13.1.4. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, г. Томск, ул. Вершинина, 74, 1 этаж, ауд. 100. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 4 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

Согласована на портале № 21235

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.

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;

Согласована на портале № 21235

– 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 № 21235

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

Физические и технологические основы микро- и наноэлектроники

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**
Семестр: **1**

Учебный план набора 2015 года

Разработчики:
- ст. преп. каф. КСУП каф. КСУП А. С. Сальников
- старший преподаватель каф. КСУП Е. А. Потапова

Экзамен: 1 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 21235

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
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	Должен знать кристаллическую структуру полупроводников, энергетические зоны носителей заряда, описывающие явления переноса уравнения, принцип работы гетероструктурного полевого транзистора, технологические операции формирование интегральной схемы (осаждение, травление, литография), тенденции развития технологии полупроводников.; Должен уметь по описанию технологии сформировать общее представление, использовать понимание технологии в процессе проектирования интегральных схем;; Должен владеть базовыми навыками технологического и приборного моделирования.;
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-7	применением перспективных методов исследования и решения профессиональных задач на основе знания мировых тенденций развития вычислительной техники и информационных технологий	
ПСК-4	умением разрабатывать топологии тестовых структур и СВЧ МИС	
ПСК-5	умением разрабатывать конструкторскую документацию для производства СВЧ МИС	
ПСК-6	владением методиками испытаний, контроля и отбраковки СВЧ МИС	

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

Согласована на портале № 21235

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 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 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	основные радиотехнические требования к СВЧ МИС , а также их основные параметры, области применения СВЧ МИС	самостоятельно выполнять экспериментальные исследования для решения научно-исследовательских и производственных задач 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.
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	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен;	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Экзамен;

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

Согласована на портале № 21235

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	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 самостоятельного выполнения экспериментальных исследований для решения научно-исследовательских и производственных задач, связанных с разработкой СВЧ МИС, 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. 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 самостоятельного выполнения экспериментальных исследований для решения производственных задач, связанных с разработкой СВЧ МИС, с использованием современной аппаратуры;	• Навыками навыком предметного обзора (по виду СВЧ МИС) текущего состояния дел в мире в области проектирования СВЧ МИС. 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 экспериментальных исследований для решения производственных задач, связанных с разработкой СВЧ МИС, с использованием современной аппаратуры.;	• Навыками предметного обзора (по виду СВЧ МИС). Работает при прямом наблюдении;

2.2 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 5.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Способы систематизации и формализации матема-	Самостоятельно приобретать, развивать и при-	Приемами приобретения и применения знаний

Согласована на портале № 21235

	тических, естественно-научных, социально-экономических и профессиональных знаний и умений для построения радиотехнических систем на основе СВЧ интегральных схем.	менять знания для решения нестандартных задач, в том числе при построении радиотехнических систем на основе СВЧ интегральных схем.	для решения нестандартных задач, в том числе при построении радиотехнических систем на основе СВЧ интегральных 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	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен;	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Экзамен;

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)	• 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.;	• Приемами приобретения и применения знаний для решения нестандартных задач, в том числе при построении радиотехнических систем на основе СВЧ интегральных схем.;
Хорошо (базовый уровень)	• Основные способы систематизации и формализации математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных знаний и умений для построения радиотехнических систем на основе СВЧ инте-	• Приобретать и применять знания для решения нестандартных задач, в том числе при построении радиотехнических систем на основе СВЧ интегральных схем.;	• Основными приемами приобретения и применения знаний для решения нестандартных задач, в том числе при построении радиотехнических систем на основе СВЧ интегральных схем.;

Согласована на портале № 21235

	гральных 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.;	• Некоторыми приемами применения знаний для решения нестандартных задач, в том числе при построении радиотехнических систем на основе СВЧ интегральных схем.;

2.3 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 7.

Таблица 7 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Основы методов сбора теоретических и эмпирических данных и их обработки; Этапы и содержание аналитических обзоров по заданной тематике; Порядок оформления и представления результатов научной (технической) работы	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	• Контрольная работа; • Опрос на занятиях; • Экзамен;	• Контрольная работа; • Опрос на занятиях; • Экзамен;	• Экзамен;

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

Согласована на портале № 21235

Таблица 8 – 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.;	• 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.;	• Анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями при непосредственном участии руководителя;	• 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.;

2.4 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 9.

Таблица 9 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Современные тенденции в проведении исследований по информатике и вычислительной техни-	Использовать информационные технологии при решении научных и инженерных задач; при-	Современными информационными технологиями в научной и инженерной деятельности;

Согласована на портале № 21235

	ки; 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	менять 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	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 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	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен;	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Экзамен;

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)	• В совершенстве знает современные тенденции развития вычислительной техники и инфор-	• Свободно использует информационные технологии при решении инженерных задач;	• Владеет современными информационными технологиями на уровне эксперта;

Согласована на портале № 21235

	мационных технологий для решения профессиональных задач ;		
Хорошо (базовый уровень)	• Знает современные тенденции развития вычислительной техники и информационных технологий для решения профессиональных задач ;	• Использует информационные технологии при решении задач широкого класса;	• Владеет основными современными информационными технологиями;;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Знает основные современные тенденции развития вычислительной техники и информационных технологий для решения профессиональных задач ;	• Использует информационные технологии при решении основных профессиональных задач;	• Владеет базовыми современными информационными технологиями;

2.5 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 11.

Таблица 11 – 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; • 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	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен;	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в та-

Согласована на портале № 21235

блице 12.

Таблица 12 – 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;

2.6 Компетенция ПСК-5

ПСК-5: умением разрабатывать конструкторскую документацию для производства СВЧ МИС.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Способы разработки проектно-конструкторской документации на радиоэлектронные системы в соответствии с нормативными требованиями ; основные этапы проектирования и создания радиоэлектронных средств, принципы выбора конструкторских решений; современные типовые программные средства для автоматизации проектирования конструкций радиоэлектронных устройств; действующие стандарты, положения и инструкции по оформлению технической документации.	Анализировать, согласовывать и выдавать техническое задание (ТЗ) на конструирование радиоэлектронных средств; правильно оформлять конструкторско-технологическую документацию (графическую и текстовую) согласно требованиям ЕСКД; применять действующие стандарты, положения и инструкции по оформлению технической документации и осуществлять выпуск технической документации с использованием пакетов прикладных программ.	Современными программными средствами разработки и подготовки конструкторской и технологической документации в соответствии с нормативными требованиями; типовыми программными средствами для автоматизации проектирования и моделирования радиоэлектронных цепей, устройств и систем.
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабо-	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабо-	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабо-

Согласована на портале № 21235

	раторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	раторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	раторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен;	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 14.

Таблица 14 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Основные факторы, обуславливающие конструкцию РЭС; особенности конструкций и технологии производства РЭС; типовые программные средства для автоматизации проектирования конструкций радиоэлектронных устройств.;	• Правильно оформлять конструкторско-технологическую документацию (графическую и текстовую) согласно требованиям ЕСКД; применять действующие стандарты, положения и инструкции по оформлению технической документации; грамотно пользоваться методическими и нормативными материалами по конструированию и технологии производства радиоэлектронных средств, технической и справочной литературой, государственными и отраслевыми стандартами.;	• Современными программными средствами выполнения конструкторско-технологической документации на проектируемую радиоэлектронную аппаратуру.;
Хорошо (базовый уровень)	• Основные принципы и методы расчета, проектирования и конструирования радиотехнических устройств и систем на базе системного подхода, включая этапы системного, схемного,	• Грамотно пользоваться методическими и нормативными материалами по конструированию и технологии производства радиоэлектронных средств, технической и справочной литературой, госу-	• Современными программными средствами подготовки конструкторско-технологической документации;;

Согласована на портале № 21235

	конструкторского и технологического проектирования, требования стандартизации технической документации.;	дарственными и отраслевыми стандартами.;	
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Пути повышения надежности и долговечности радиоэлектронных устройств; типовые программные средства для автоматизации конструкторского и технологического проектирования радиоэлектронных устройств.;	• Правильно оформлять конструкторско-технологическую документацию (графическую и текстовую) согласно требованиям ЕСКД; применять действующие стандарты, положения и инструкции по оформлению технической документации.;	• Возможностью применять компьютерные системы и пакеты прикладных программ для проектирования и конструирования радиотехнических устройств.;

2.7 Компетенция ПСК-6

ПСК-6: владением методиками испытаний, контроля и отбраковки СВЧ МИС.

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	Методики испытаний, контроля и отбраковки СВЧ МИС	Проводить испытания, контроль и отбраковку СВЧ МИС	Навыками проведения испытаний, контроля и отбраковки 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	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Экзамен;	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Экзамен;

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)	• Методики испытаний, контроля и отбра-	• Проводить испытания, контроль и отбра-	• Навыками проведения испытаний, контро-

Согласована на портале № 21235

	ковки СВЧ МИС;	ковку СВЧ МИС;	ля и отбраковки СВЧ МИС;
Хорошо (базовый уровень)	• Методики испытаний и контроля СВЧ МИС;	• Проводить испытания и контроль СВЧ МИС;	• Навыками проведения испытаний и контроля СВЧ МИС;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Методики испытаний СВЧ МИС;	• Проводить испытания СВЧ МИС;	• Навыками проведения испытаний СВЧ МИС;

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 Темы опросов на занятиях

- Трансляционная симметрия. Решетки Браве.
- Условия для формирования гетеропеерходов.Типы гетеропереходов.
- Классификация полевых транзисторов (ПТ). Физические основы технологических процессов изготовления ПТ.
- Технологический маршрут изготовления интегральных схем. Виды технологических операций. Физические принципы основных технологических операций.
- Статистический контроль технологических операций. Тестовые модули для контроля технологии. Организация контроля технологических процессов. Контрольные карты Шухарта.

3.2 Темы контрольных работ

- 1. Трансляционная симметрия
- 2. Решетки Браве
- 3. Индексы Миллера
- 4. Электронные орбитали
- 5. Энергетический спектр электронов в изолированном атоме
- 6. Энергетический спектр электронов в кристалле
- 7. Функция Блоха
- 8. Эффективная масса носителей электрического заряда в кристаллических полупроводниках
- 9. Плотность квантовых состояний
- 10. Функции распределения Ферми-Дирака и Максвела-Больцмана
- 11. Концентрация равновесных носителей электрического заряда
- 12. Уравнение электронейтральности
- 13. Уровень Ферми в собственном полупроводнике
- 14. Квазиуровни Ферми
- 15. Условия для формирования гетеропеерходов

3.3 Экзаменационные вопросы

- 1. Типы гетеропереходов
- 2. Гетероэпитаксиальные структуры. Поляризационные эффекты
- 3. Зонная диаграмма
- 4. Типы гетероэпитаксиальных структур
- 5. Основные уравнения. Стационарный и нестационарный случаи
- 6. Численные методы расчета зонных характеристик
- 7. Основные модели переноса электрических зарядов
- 8. Классификация полевых транзисторов (ПТ)
- 9. Физические основы технологических процессов изготовления ПТ

Согласована на портале № 21235

– 10. Конструктивные особенности ПТ
– 11. Статические электрические характеристики ПТ. Параметры.
– 12. Температурные свойства ПТ
– 13. Классификация моделей ПТ
– 14. Операция травления тонких пленок: виды и физические принципы
– 15. Операция осаждения тонких пленок: виды и физические принципы
– 16. Фотолитография. Электронно-лучевая литография.
– 17. Моделирование технологических операций.
– 18. Контроль технологических операций. Принципы, способы, тестовые структуры.

3.4 Темы лабораторных работ

– Исследование полупроводниковых материалов методом электронной микроскопии.
– Исследование полупроводниковых материалов методом атомно-силовой микроскопии.
– Знакомство с основами работы в пакете Synopsys TCAD. Физико-технологическое моделирование
– резистора. Физико-технологическое моделирование конденсатора.
– Физико-технологическое моделирование диода. Физико-технологическое моделирование транзистора.
– Моделирование технологических процессов осаждения и травления тонких плёнок.
– Моделирование технологических процессов ионной имплантации и формирования омических контактов.
– Моделирование технологических процессов фотолитографии.

4 Методические материалы

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

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

4.1. Основная литература

1. Зыков Д.Д., Осипов К.Ю. Системы автоматизированного моделирования и проектирования технологических процессов и технологических маршрутов производства СВЧ МИС, оптимизация производства : учебное пособие. [Электронный ресурс]. - http://miel.tusur.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=234

4.2. Дополнительная литература

1. Бонч-Бруевич В. Л., Калашников С. Г. Физика полупроводников : Учебное пособие для вузов - М. : Наука, 1990. - 685,с (наличие в библиотеке ТУСУР - 16 экз.)
2. Зи С. М., Физика полупроводниковых приборов : пер. с англ.: В 2 кн. - М. : Мир, 1984 - 456 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 14 экз.)
3. Готра З. Ю., Мушкарден Э. М., Смеркло Л. М. Технологические основы гибридных интегральных схем : монография - Львов : Вища школа, 1977. - 168 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 27 экз.)

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Зыков Д.Д., Осипов К.Ю. Системы автоматизированного моделирования и проектирования технологических процессов и технологических маршрутов производства СВЧ МИС, оптимизация производства : учебное пособие.Методические указания по лабораторным работам приведены в данном пособии на стр.17-20, 22-25, 29-36, 42-50 [Электронный ресурс]. - http://miel.tusur.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=234
2. Сальников А.С. Интегральные схемы СВЧ диапазона (Методические указания по практическим занятиям и самостоятельной работе), ТУСУР, 2013.-37 стр. [Электронный ресурс]. - http://miel.tusur.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=237

Согласована на портале № 21235

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. www.google.com
2. www.ya.ru
3. ru.wikipedia.org

Согласована на портале № 21235