МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

		УТВЕРЖДАЮ		
Пр	орен	стор по учебной ра	бот	e
		П. Е. Т ₁	пос	H
‹ ‹	>>	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

No	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	3.E

Экзамен: 1 семестр

Рассмотрена	и одо	брена на за	аседании	кафедры
протокол №	18	от « <u>16</u> »	6	20 <u>17</u> г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

вательного стандарта высшего образования (Фсти) 09.04.01 Информатика и вычислительна	требований федерального государственного образо- РГОС ВО) по направлению подготовки (специально- ая техника, утвержденного 30 октября 2014 года, афедры «» 20 года, протокол
Разработчики:	
ст. преп. каф. КСУП каф. КСУП	А. С. Сальников
старший преподаватель каф. КСУП	Е. А. Потапова
Заведующий обеспечивающей каф. КСУП Рабочая программа согласована с факул направления подготовки (специальности).	Ю. А. Шурыгин вътетом, профилирующей и выпускающей кафедрами
Декан ФВС	Л. А. Козлова
Заведующий выпускающей каф. КСУП	Ю. А. Шурыгин
Эксперт:	
к.т.н., лоцент каф. КСУП ТУСУР	Н. Ю. Хабибулина

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:

- OK-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, социальноэкономические 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 таблине 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

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

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 cen	местр				
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-
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	

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,
	Итого	2	ПК-7
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	_	бходимо из	ой дисципл учение обес иваемых ди	спечивающ	-	
	1	2	3	4	5	
Послед	Последующие дисциплины					
1 Полупроводниковые устройства СВЧ- диапазона	+	+	+	+	+	
2 Основы проектирования СВЧ полупроводниковых устройств	+	+				

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

НЫ		Виды з	анятий		
Компетенции	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Формы контроля
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	Интеракт ивные лекции	Всего			
	1 семестр						
Презентации с использованием	4		2	6			

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

таолица 7. т таимспование лаоо	pwiepiizni pweei		
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,
	Исследование полупроводниковых материалов методом атомно-силовой микроскопии.	8	ПСК-6
	Итого	12	
2 Физические явления в гетеропереходах	1		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,
	Моделирование технологических процессов ионной имплантации и формирования омических контактов.	4	ПСК-4, ПСК-5, ПСК-6
	Моделирование технологических процессов фотолитографии.	4	
	Итого	12	
Итого за семестр		32	

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	ляризационные эффекты. Зонная диа-		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

	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

Таблица 9.1 - Виды самос	тоятельной работы, трудоем	кость и	формируем	мые компетенции
Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
	1 семест	p		
1 Основы физики твердого тела	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-1, ОК-7, ОПК-6	Контрольная работа, Опрос на занятиях, От- чет по лабораторной ра-
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4		боте
	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 ра-
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		боте
	Итого	5		
3 Физика работы полевых транзисторов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ОПК-1, ПК-7, ПСК-4,	Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной ра-
	Подготовка к практиче- ским занятиям, семина- рам	4	ПСК-5, ПСК-6	боте
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	15		
4 Технологические	Подготовка к практиче-	6	ОПК-1,	Опрос на занятиях, От-

основы микроэлектроники	ским занятиям, семинарам		ПК-7	чет по лабораторной ра- боте
	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 практиче- ским занятиям, семина- рам	4	ОПК-1, ПК-7	Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	5		
Итого за семестр		70		
	Подготовка и сдача экза- мена	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
---------------------------------	--------

≥ 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	А (отлично)
	85 - 89	В (очень хорошо)
4 (хорошо) (зачтено)	75 - 84	С (хорошо)
	70 - 74	D (visor someone vo)
2 (уугар уулганууу уу (зауугауу)	65 - 69	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	60 - 64	Е (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.

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, 4096Мb 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 информационнообразовательную среду университета.

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

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения обшего 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.

Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

тавлица тт 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 OB3 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.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

	7	УТВЕРЖДАЮ		
Пр	орект	гор по учебной ра	або	те
		П. Е. Т	po.	ян
‹ ‹	>>	2	0	Γ

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

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

таолица т	– Перечень закрепленных за дисциплинои ком	петенции
Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций
OK-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
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	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
ОПК-6	способностью анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями	схем;; Должен владеть базовыми навыками технологического и приборного моделирования.;
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	1 1	Контролирует работу, проводит оценку, совер- шенствует действия ра- боты

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 ис- следовании, приспосаб- ливает свое поведение к обстоятельствам в реше- нии 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

OK-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- мето- дологического анализа научного исследования и его результатов, навыком предметного обзора (по виду СВЧ МИС) текуще- го состояния дел в мире в области проектирова- ния 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.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Обладает фактическими и теоретическими 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 логикометодологического 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;
Удовлетворительн о (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 эта-	Способы систематизации	Самостоятельно приоб-	Приемами приобретения
ПОВ	и формализации матема-	ретать, развивать и при-	и применения знаний

		T	
	тических, естественно- научных, социально-эко- номических и профес- сиональных знаний и умений для построения радиотехнических си- стем на основе СВЧ ин- тегральных 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.;

	гральных схем.;		
Удовлетворительн о (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	формирования компетенци 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.

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.;
Удовлетворительн о (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

Co	став	Знать		Уметь		Владеть
Содержа	ние эта-	Совре	менные тенденции	Использовать инфор	рма-	Современными инфор-
пов		в проведении исследова-		ционные технологи	и при	мационными технологи-
		ний по информатике и		решении научных и	[ями в научной и инже-
		вычис	лительной техни-	инженерных задач;	при-	нерной деятельности;

	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 технологительной 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 Формунительно	 Контрольная работа; Отчет по лабораторной работе; Опрос на занятиях; Экзамен; 	 Контрольная работа; Отчет по лабораторной работе; Опрос на занятиях; Экзамен; оценивания данной ком 	Отчет по лаборатор- ной 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	• В совершенстве знает	• Свободно использует	• Владеет современны-
(высокий уровень)	современные тенденции	информационные тех-	ми информационными
	развития вычислитель-	нологии при решении	технологиями на уровне
	ной техники и инфор-	инженерных задач;	эксперта;

	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;;
Удовлетворительн о (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-

блице 12. Таблица 12 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Особенности разра- ботки топологии СВЧ МИС и тестовых струк- тур; теорию микропо- лосковых линий и неод- нородностей.;	• Анализировать топо- логию СВЧ МИС и те- стовых структур; рас- считывать и моделиро- вать микрополосковые линии и неоднородно- сти.;	• Навыками разработки топологии СВЧ МИС и тестовых структур, а также навыками моделирования микрополосковых линий и неоднородностей в САПР.;
Хорошо (базовый уровень)	• Особенности разра- ботки топологии СВЧ МИС, теорию микропо- лосковых линий и неод- нородностей.;	• Анализировать топо- логию СВЧ МИС и те- стовых структур; моде- лировать микрополос- ковые линии и неодно- родности.;	• Навыками разработки топологии СВЧ МИС и тестовых структур, а также навыками моделирования микрополосковых линий в САПР.;
Удовлетворительн о (пороговый уровень)	• особенности разра- ботки топологии СВЧ МИС.;	• Анализировать топо- логию СВЧ МИС и те- стовых 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 эта-	Способы разработки	Анализировать, согласо-	Современными про-
ПОВ	проектно-конструк-	вывать и выдавать техни-	граммными средствами
	торской документации	ческое задание (ТЗ) на	разработки и подготовки
	на радиоэлектронные си-	конструирование радио-	конструкторской и тех-
	стемы в соответствии с	электронных средств;	нологической докумен-
	нормативными требова-	правильно оформлять	тации в соответствии с
	ниями; основные этапы	конструкторско-техноло-	нормативными требова-
	проектирования и созда-	гическую документацию	ниями; типовыми про-
	ния радиоэлектронных	(графическую и тексто-	граммными средствами
	средств, принципы выбо-	вую) согласно требова-	для автоматизации
	ра конструкторских ре-	ниям ЕСКД; применять	проектирования и моде-
	шений; современные ти-	действующие стандарты,	лирования радиоэлек-
	повые программные	положения и инструкции	тронных цепей,
	средства для автоматиза-	по оформлению техниче-	устройств и систем.
	ции проектирования	ской документации и	
	конструкций радиоэлек-	осуществлять выпуск	
	тронных устройств; дей-	технической документа-	
	ствующие стандарты, по-	ции с использованием	
	ложения и инструкции	пакетов прикладных про-	
	по оформлению техниче-	грамм.	
	ской документации.		
Виды занятий	• Интерактивные прак-	• Интерактивные прак-	• Интерактивные прак-
•	тические занятия;	тические занятия;	тические занятия;
	• Интерактивные лабо-	• Интерактивные лабо-	• Интерактивные лабо-

	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 оформ- лять конструкторско- технологическую доку- ментацию (графиче- скую и текстовую) со- гласно требованиям ЕСКД; применять дей- ствующие стандарты, положения и инструк- ции по оформлению технической документа- ции; грамотно пользо- ваться методическими и нормативными материа- лами по конструирова- нию и технологии производства радио- электронных средств, технической и справоч- ной литературой, госу- дарственными и от- раслевыми стандарта- ми.;	• 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;;

	конструкторского и технологического проектирования, требования стандартизации технической документации.;	дарственными и отраслевыми стандартами.;	
Удовлетворительн о (пороговый уровень)	• Пути повышения надежности и долговечности радиоэлектронных устройств; типовые программные средства для автоматизации конструкторского и технологического проектирования радиоэлектронных устройств.;	• Правильно оформ- лять конструкторско- технологическую доку- ментацию (графиче- скую и текстовую) со- гласно требованиям ЕСКД; применять дей- ствующие стандарты, положения и инструк- ции по оформлению технической документа- ции.;	• 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

Tuominga 10 Tiokasatesin n kpiitepini ogeniibaniin komitetengini na stanax			
Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично	• Методики испыта-	• Проводить испыта-	• Навыками проведе-
(высокий уровень)	ний, контроля и отбра-	ния, контроль и отбра-	ния испытаний, контро-

	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;
Удовлетворительн о (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 распредедения 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

- 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

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

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