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

Основы проектирования электронной компонентной базы

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль): **Квантовая и оптическая электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2013 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	20	20	часов
2	Практические занятия	18	18	часов
3	Лабораторные занятия	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	54	54	часов
5	Из них в интерактивной форме	46	46	часов
6	Самостоятельная работа	54	54	часов
7	Всего (без экзамена)	108	108	часов
8	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
9	Общая трудоемкость	144	144	часов
		4.0	4.0	З.Е

Экзамен: 7 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 4366

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 41 от «31» 8 2016 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного 2015-03-12 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

профессор каф. ПрЭ	_____	Михальченко С. Г.
доцент каф. ПРЭ	_____	Тановицкий Ю. Н.
Заведующий обеспечивающей каф. ПрЭ	_____	Михальченко С. Г.

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

Декан ФЭТ	_____	Воронин А. И.
Заведующий выпускающей каф. ЭП	_____	Шандаров С. М.

Эксперты:

профессор каф. ПРЭ	_____	Легостаев Н. С.
доцент каф. ФЭ	_____	Чистоедова И. А.

Согласована на портале № 4366

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Изучение основ автоматизированного проектирования электронной компонентной базы, современных методов и маршрутов проектирования, средств и способов автоматизации процесса проектирования.

Формирование и закрепление навыков проектирования с использованием современных программных сред и языков описания и проектирования электронной компонентной базы.

1.2. Задачи дисциплины

– наделить студента способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат;

– использовать навыки работы с компьютером, владеть методами информационных технологий, соблюдать основные требования информационной безопасности;

– строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования;

– аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения;

– выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;

– разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы;

– осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Основы проектирования электронной компонентной базы» (Б1.Б.19) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Вакуумная и плазменная электроника, Квантовая и оптическая электроника, Компоненты электронных схем, Материалы электронной техники, Наноэлектроника, Твердотельная электроника, Физика конденсированного состояния, Элементы электронной техники.

Последующими дисциплинами являются: Взаимодействие оптического излучения с веществом, Выпускная квалификационная работа, Квантовые и оптоэлектронные приборы и устройства, Основы технологии электронной компонентной базы.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-8 способностью выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники;

– ПК-9 готовностью организовывать метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** общую характеристику процесса проектирования, восходящее и нисходящее проектирование, методы и этапы проектирования.

– **уметь** выбирать и описывать модели электронной компонентой базы на различных этапах проектирования с учетом выбранного маршрута проектирования; работать с техническими и программными средствами реализации процессов проектирования;

– **владеть** языками описания и проектирования современной электронной компонентной базы.

Согласована на портале № 4366

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

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

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		7 семестр
Аудиторные занятия (всего)	54	54
Лекции	20	20
Практические занятия	18	18
Лабораторные занятия	16	16
Из них в интерактивной форме	46	46
Самостоятельная работа (всего)	54	54
Оформление отчетов по лабораторным работам	6	6
Проработка лекционного материала	24	24
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	24	24
Всего (без экзамена)	108	108
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость час	144	144
Зачетные Единицы Трудоемкости	4.0	4.0

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	Документно-ориентированное проектирование.	2	2	0	8	12	ПК-8, ПК-9
2	Математическое моделирование и проектирование.	2	2	0	8	12	ПК-8, ПК-9
3	САПР разработки ЭКБ, состав и назначение модулей. Часть 1.	4	4	0	8	16	ПК-8, ПК-9
4	САПР разработки ЭКБ, состав и назначение модулей. Часть 2.	4	4	0	8	16	ПК-8, ПК-9
5	Нормативная документация процесса проектирования ЭКБ.	2	2	0	8	12	ПК-8, ПК-9
6	Примеры проектирования с использованием САПР.	6	4	16	14	40	ПК-8, ПК-9
	Итого	20	18	16	54	108	

Согласована на портале № 4366

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
7 семестр			
1 Документно-ориентированное проектирование.	Документно-ориентированное проектирование с использованием САПР. Основные этапы проектов. Ошибки при проектировании. Стандарты проектирования. Жизненный цикл продукта.	2	ПК-8, ПК-9
	Итого	2	
2 Математическое моделирование и проектирование.	Цели создания и назначение моделей. Методы математического моделирования, применяемые для решения уравнений в частных производных. Обзор Synopsys TCAD. Приборно-технологическое моделирование с использованием TCAD.	2	ПК-8, ПК-9
	Итого	2	
3 САПР разработки ЭКБ, состав и назначение модулей. Часть 1.	Модуль Sentaurus Process. Задание сеток. Технологические процессы: ионная имплантация, выращивание подзатворного окисла, окисление кремния, создание затвора. Описание процессов в модуле Process. Работа с масками.	2	ПК-9
	Модуль Sentaurus Device. Входной командный файл. Секции: File, Electrode, Physics, Solve, Math, Plot и их параметры. Пример моделирования.	2	
	Итого	4	
4 САПР разработки ЭКБ, состав и назначение модулей. Часть 2.	Модуль Sentaurus Inspect. Форматы данных. Команды. Возможности отображения различных наборов данных 2D и 3D.	2	ПК-9
	Модуль Sentaurus Workbench. Запуск проектов. Отображение результатов. Выбор узлов. Постановка вычислительных экспериментов.	2	
	Итого	4	
5 Нормативная документация процесса проектирования ЭКБ.	Государственные стандарты ГОСТ 3.1109-82, ГОСТ 3.1102-81, ГОСТ 3.1118-82.Государственные стандарты ГОСТ 3.1105-84, ГОСТ 3.1001-81.	2	ПК-8, ПК-9

Согласована на портале № 4366

	Итого	2	
6 Примеры проектирования с использованием САПР.	Пример 1. Полупроводниковый резистор.	2	ПК-8, ПК-9
	Пример 2. Диод Шоттки.	2	
	Пример 3. Транзистор Шоттки	2	
	Итого	6	
Итого за семестр		20	

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

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

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

№	Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин					
		1	2	3	4	5	6
Предшествующие дисциплины							
1	Вакуумная и плазменная электроника			+	+		+
2	Квантовая и оптическая электроника		+	+	+		
3	Компоненты электронных схем			+	+		+
4	Материалы электронной техники		+	+	+		+
5	Наноэлектроника	+	+	+	+	+	+
6	Твердотельная электроника		+	+	+		
7	Физика конденсированного состояния		+	+	+		+
8	Элементы электронной техники			+	+		+
Последующие дисциплины							
1	Взаимодействие оптического излучения с веществом		+		+		+
2	Выпускная квалификационная работа	+	+	+	+	+	+
3	Квантовые и оптоэлектронные приборы и устройства	+		+	+	+	+
4	Основы технологии электронной компонентной базы	+	+	+	+	+	+

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

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

Согласована на портале № 4366

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

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	
ПК-8	+	+	+	+	Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест
ПК-9	+	+	+	+	Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест

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
Презентации с использованием интерактивной доски с обсуждением	6	4	6	16
Поисковый метод	6	4	6	16
Исследовательский метод	4	4	6	14
Итого	16	12	18	46

7. Лабораторный практикум

Содержание лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Содержание лабораторных работ

Названия разделов	Содержание лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
6 Примеры проектирования с использованием САПР.	Полупроводниковый резистор на подложке GaAs	4	ПК-8, ПК-9
	Диод Шоттки на подложке GaAs	4	
	Полевой транзистор Шоттки на подложке GaAs	4	
	AlGaAs транзистор	4	
	Итого	16	
Итого за семестр		16	

8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Согласована на портале № 4366

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

Названия разделов	Содержание практических занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
1 Документно-ориентированное проектирование.	Знакомство со средой проектирования TCAD, рабочее пространство, расширения файлов, запуск демонстрационных проектов.	2	ПК-9
	Итого	2	
2 Математическое моделирование и проектирование.	Математические модели и методы, применяемые в пакете TCAD. Назначение и построение двумерных сеток.	2	ПК-8
	Итого	2	
3 САПР разработки ЭКБ, состав и назначение модулей. Часть 1.	Правила оформления конструкторской документации. Описание технологического процесса средствами TCAD. Контрольная работа 1.	4	ПК-8, ПК-9
	Итого	4	
4 САПР разработки ЭКБ, состав и назначение модулей. Часть 2.	Обзор Synopsys TCAD. Приборно-технологическое моделирование с использованием TCAD. Описание технологического процесса в среде TCAD. Контрольная работа 2.	4	ПК-8, ПК-9
	Итого	4	
5 Нормативная документация процесса проектирования ЭКБ.	Государственные стандарты ГОСТ 3.1109-82, ГОСТ 3.1102-81, ГОСТ 3.1118-82 , ГОСТ 3.1105-84, ГОСТ 3.1001-81.	2	ПК-8, ПК-9
	Итого	2	
6 Примеры проектирования с использованием САПР.	Моделирование полупроводнико-вого прибора в среде TCAD. Контрольная работа 3.	4	ПК-8, ПК-9
	Итого	4	
Итого за семестр		18	

9. Самостоятельная работа

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

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
7 семестр				
1 Документно-	Подготовка к	4	ПК-8,	Опрос на занятиях, Тест

Согласована на портале № 4366

ориентированное проектирование.	практическим занятиям, семинарам		ПК-9	
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	8		
2 Математическое моделирование и проектирование.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-8, ПК-9	Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	8		
3 САПР разработки ЭКБ, состав и назначение модулей. Часть 1.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-8, ПК-9	Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	8		
4 САПР разработки ЭКБ, состав и назначение модулей. Часть 2.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-9, ПК-8	Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	8		
5 Нормативная документация процесса проектирования ЭКБ.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-9, ПК-8	Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	8		
6 Примеры проектирования с использованием САПР.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-8, ПК-9	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Итого	14		
Итого за семестр		54		
	Подготовка к экзамену	36		Экзамен
Итого		90		

Согласована на портале № 4366

10. Курсовая работа

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Бальные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
7 семестр				
Контрольная работа	5	5	5	15
Опрос на занятиях	4	4	5	13
Отчет по лабораторной работе	10	10	10	30
Тест	4	4	4	12
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	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)

Согласована на портале № 4366

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Проектирование и технология электронной компонентной базы. Основы сапр synopsys tcad: Учебное пособие / Зыков Д. Д. - 2012. 76 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/4734, свободный.

12.2. Дополнительная литература

1. Зыков Д.Д., Осипов К.Ю. Проектирование и технология электронной компонентной базы. Основы САПР SYNOPSYS TCAD. Томск: гос. унт. систем управления и радио-электроники, 2012. - 49 с. [Электронный ресурс]. - http://miel.tusur.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=234
2. Легостаев Н.С., Троян П.Е., Четвергов К.В. Твердотельная электроника. Учебное пособие. Томск: гос. унт. систем управления и радиоэлектроники, 2007 – 476 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 90 экз.)

12.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. Проектирование и технология электронной компонентной базы: Учебно-методическое пособие по аудиторным практическим занятиям и самостоятельной работе для магистрантов, обучающихся по направлению подготовки 210100 «Электроника и наноэлектроника» / Зыков Д. Д. - 2012. 49 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/4733, свободный.
2. Зыков Д.Д. Проектирование и технология электронной компонентной базы: Лабораторный практикум. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 13 с. [Электронный ресурс]. - http://miel.tusur.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=234
3. Зыков Д.Д. Проектирование и технология электронной компонентной базы: Учебно-методическое пособие по аудиторным практическим занятиям и самостоятельной работе. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 50 с. [Электронный ресурс]. - http://miel.tusur.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=234

12.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Synopsys tcad software free download: https://www.synopsys.com/cgi-bin/saberrd/reg1.cgi

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

В связи с необходимостью демонстрации методов разработки электронной компонентной базы с использованием вычислительных и программных средств по данной дисциплине лекционные занятия следует проводить с применением компьютера и проектора.

Практические занятия и лабораторные работы следует проводить в классах, оборудованных компьютерами и доступом в сеть Интернет для возможности решения задач с использованием современных программ моделирования.

14. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств приведен в приложении 1.

15. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Без рекомендаций.

Согласована на портале № 4366

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

Основы проектирования электронной компонентной базы

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль): **Квантовая и оптическая электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**
Курс: **4**
Семестр: **7**

Учебный план набора 2013 года

Разработчики:
- профессор каф. ПрЭ Михальченко С. Г.
- доцент каф. ПРЭ Тановицкий Ю. Н.

Экзамен: 7 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 4366

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
ПК-8	способностью выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники	Должен знать общую характеристику процесса проектирования, восходящее и нисходящее проектирование, методы и этапы проектирования.; Должен уметь выбирать и описывать модели электронной компонентой базы на различных этапах проектирования с учетом выбранного маршрута проектирования; работать с техническими и программными средствами реализации процессов проектирования;; Должен владеть языками описания и проектирования современной электронной компонентной базы.;
ПК-9	готовностью организовывать метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники	

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

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

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

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ПК-8

ПК-8: способностью выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники.

Согласована на портале № 4366

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	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для технологической подготовки производства материалов и изделий электронной техники	Выполняет работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Тест; • Экзамен;	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Тест; • 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 знаниями по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники;	• Обладает широким диапазоном практических умений, требуемых для технологической подготовки производства материалов и изделий электронной техники. Способен применять теоретические знания в практических задачах.;	• Выполняет работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники. Анализирует результаты работ, дает их оценку, модернизирует, при необходимости, технологический процесс;
Хорошо (базовый уровень)	• Знает факты, принципы, процессы,	• Обладает диапазоном практических умений,	• Выполняет работы по технологической

Согласована на портале № 4366

	общие понятия по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники;	требуемых для технологической подготовки производства материалов и изделий электронной техники;	подготовке производства материалов и изделий электронной техники;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Обладает базовыми общими знаниями по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники;	• Обладает основными умениями, требуемыми для технологической подготовки производства материалов и изделий электронной техники;	• Выполняет работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники при прямом наблюдении;

2.2 Компетенция ПК-9

ПК-9: готовностью организовывать метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники.

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	Знает факты, принципы, процессы, ГОСТы, общие понятия, необходимые для организации метрологического обеспечения производства материалов и изделий электронной техники	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для организации метрологического обеспечения производства материалов и изделий электронной техники	Организует метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях;	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях;	• Отчет по лабораторной работе; • Экзамен;

Согласована на портале № 4366

	• Тест; • Экзамен;	• Тест; • 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)	• Обладает фактическими и теоретическими знаниями, необходимыми для организации метрологического обеспечения производства материалов и изделий электронной техники. Знает факты, принципы, процессы, ГОСТы, общие понятия.;	• Обладает широким диапазоном практических умений, требуемых для организации метрологического обеспечения производства материалов и изделий электронной техники. Применяет теоретические знания на практике.;	• Организует метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники. Знает все ГОСТы в этой области, применяет их в работе.;
Хорошо (базовый уровень)	• Знает факты, принципы, процессы, ГОСТы, общие понятия, необходимые для организации метрологического обеспечения производства материалов и изделий электронной техники;	• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для организации метрологического обеспечения производства материалов и изделий электронной техники;	• Организует метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Обладает базовыми общими знаниями, необходимыми для организации метрологического обеспечения производства материалов и изделий электронной техники;	• Обладает основными умениями, требуемыми для организации метрологического обеспечения производства материалов и изделий электронной техники;	• Организует метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники при прямом наблюдении;

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 Тестовые задания

– 1. Какие возможности предоставляет Synopsys TCAD для физического моделирования полупроводниковых светодиодов?

– 2. Какими способами могут создаваться командные файлы для Sentaurus Process?

– 3. Какими способами могут создаваться командные файлы для Sentaurus Device?

– 4. Какие основные команды используются в Sentaurus Process? Перечислите их основные параметры.

Согласована на портале № 4366

– 5. Из каких секций состоит командный файл Sentaurus Device?

– 6. Для чего предназначен командный модуль Inspect, какие основные возможности он предоставляет пользователю?

– 7. Какую роль играет Sentaurus Workbench?

– 8. Что такое «маршрут модулей» в Sentaurus Workbench?

– 9. Каким образом посредством Sentaurus Workbench выполняются эксперименты?

– 10. Дайте понятие SWB, понятие узла проекта.

– 11. Дайте понятие сценария проекта Sentaurus Workbench

– 12. Какое напряжение описывает в работе Vd? Vg?

– 13. За что отвечает секция Solve командного файла SDevice?

– 14. Каков статус узла, если он окрашен в желтый цвет?

– 15. Проанализируйте график вольт-амперной характеристики полевого транзистора.

– 16. Как изменить материал структурного элемента?

– 17. Охарактеризуйте модуль Physics командного файле SDevice.

– 18. За что отвечает секция Plot командного файла SDevice?

– 19. Проанализируйте работу транзистора по ВАХ.

– 20. Как осуществляется создание областей с условием перекрытия старых?

3.2 Темы опросов на занятиях

– Документно-ориентированное проектирование с использованием САПР. Основные этапы проектов. Ошибки при проектировании. Стандарты проектирования. Жизненный цикл продукта.

– Цели создания и назначение моделей. Методы математического моделирования, применяемые для решения уравнений в частных производных. Обзор Synopsys TCAD. Приборно-технологическое моделирование с использованием TCAD.

– Модуль Sentaurus Process. Задание сеток. Технологические процессы: ионная имплантация, выращивание подзатворного окисла, окисление кремния, создание затвора. Описание процессов в модуле Process. Работа с масками.

– Модуль Sentaurus Device. Входной командный файл. Секции: File, Electrode, Physics, Solve, Math, Plot и их параметры. Пример моделирования.

– Модуль Sentaurus Inspect. Форматы данных. Команды. Возможности отображения различных наборов данных 2D и 3D.

– Пример 1. Полупроводниковый резистор.

– Пример 2. Диод Шоттки.

– Пример 3. Транзистор Шоттки

– Государственные стандарты ГОСТ 3.1109-82, ГОСТ 3.1102-81, ГОСТ 3.1118-82. Государственные стандарты ГОСТ 3.1105-84, ГОСТ 3.1001-81.

– Модуль Sentaurus Workbench. Запуск проектов. Отображение результатов. Выбор узлов. Постановка вычислительных экспериментов.

3.3 Темы контрольных работ

– 1. Что такое приборно-технологическое моделирование?

– 2. Какие задачи решают системы TCAD?

– 3. Опишите последовательность одно- и двухмерного моделирования литографии в глубокой УФ области.

– 4. Какая роль отводится TCAD в международной полупроводниковой дорожной карте?

– 5. Какие основные модули входят в Synopsys TCAD?

– 6. Опишите последовательность моделирования механических напряжений внутри прибора.

– 7. Какие возможности существуют в Synopsys TCAD для моделирования технологических процессов?

– 8. Как называется и что позволяет выполнять программный модуль для моделирования приборов?

Согласована на портале № 4366

– 9. Опишите последовательность одно- и двухмерного моделирования пучкового отжига имплантированного кремния.

– 10. Что понимают под виртуальным производством?

– 11. Какие задачи решает Synopsys TCAD в виртуальном производстве?

– 12. Опишите последовательность моделирования технологического процесса формирования структуры прибора.

3.4 Экзаменационные вопросы

– 1. Современные возможности САПР по проектированию и моделированию приборов и интегральных схем.

– 2. Современные возможности САПР по изготовлению фотошаблонов.

– 3. Современные возможности САПР по проектированию и изготовлению печатных плат.

– 4. Моделирование технологического процесса формирования структуры прибора.

– 5. Моделирование механических напряжений внутри прибора.

– 6. Моделирование и анализ трехмерного растекания носителей заряда.

– 7. Моделирование кремниевых приборов и приборов с гетеропереходами (в том числе на основе SiC и GaN).

– 8. Моделирование приборов на основе материалов A3B5, использующих гетеропереходы (HEMT).

– 9. Моделирование фотодетекторов, светоизлучающих диодов (LED) и полупроводниковых лазеров.

– 10. Базовые технологии изготовления сверхвысокочастотных полосковых схем, адаптированных к новой электронной компонентной базе СВЧ диапазона.

– 11. Технологии новых материалов и покрытий, обеспечивающих повышение надежности компонентов интегральных схем на их основе.

– 12. Одно- и двухмерное моделирование термического окисления кремния.

– 13. Одно- и двухмерное моделирование диффузии в кремнии при высокой и низкой концентрации примеси.

– 14. Одно- и двухмерное моделирование ионной имплантации

– 15. Одно- и двухмерное моделирование пучкового отжига имплантированного кремния

– 16. Одно- и двухмерное моделирование оптической литографии

– 17. Одно- и двухмерное моделирование литографии в глубокой УФ области.

3.5 Темы лабораторных работ

– Полупроводниковый резистор на подложке GaAs

– Диод Шоттки на подложке GaAs

– Полевой транзистор Шоттки на подложке GaAs

– AlGaAs транзистор

4 Методические материалы

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

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

4.1. Основная литература

1. Проектирование и технология электронной компонентной базы. Основы сапр synopsys tcad: Учебное пособие / Зыков Д. Д. - 2012. 76 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/4734, свободный.

4.2. Дополнительная литература

1. Зыков Д.Д., Осипов К.Ю. Проектирование и технология электронной компонентной базы. Основы САПР SYNOPSYS TCAD. Томск: гос. унт. систем управления и радио-электроники, 2012. - 49 с. [Электронный ресурс]. - http://miel.tusur.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=234

Согласована на портале № 4366

2. Легостаев Н.С., Троян П.Е., Четвергов К.В. Твердотельная электроника. Учебное пособие. Томск: гос. унт. систем управления и радиоэлектроники, 2007 – 476 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 90 экз.)

4.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. Проектирование и технология электронной компонентной базы: Учебно-методическое пособие по аудиторным практическим занятиям и самостоятельной работе для магистрантов, обучающихся по направлению подготовки 210100 «Электроника и наноэлектроника» / Зыков Д. Д. - 2012. 49 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/4733, свободный.
2. Зыков Д.Д. Проектирование и технология электронной компонентной базы: Лабораторный практикум. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 13 с. [Электронный ресурс]. - http://miel.tusur.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=234
3. Зыков Д.Д. Проектирование и технология электронной компонентной базы: Учебно-методическое пособие по аудиторным практическим занятиям и самостоятельной работе. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 50 с. [Электронный ресурс]. - http://miel.tusur.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=234

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Synopsys tcad software free download: https://www.synopsys.com/cgi-bin/saberrd/reg1.cgi

Согласована на портале № 4366