

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

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: 1с6сfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820

Владелец: Троян Павел Ефимович

Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Основы проектирования электронной компонентной базы

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки (специальность): **11.03.04 Электроника и нанoeлектроника**

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 2014 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	30	30	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 2017

### 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:

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:

доцент каф. ПрЭ \_\_\_\_\_ Легостаев Н. С.

доцент каф. ФЭ \_\_\_\_\_ Чистоедова И. А.

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Обучение студентов общим принципам и подходам проектирования активных и пассивных микроэлектронных компонентов и устройств, с использованием современных пакетов и прикладных программ, обеспечивающих приборно-технологическое проектирование. Изучение и освоение принципов производства микроэлектронных компонентов и устройств с использованием современных методов моделирования с применением программных продуктов.

### 1.2. Задачи дисциплины

– наделить студента способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; строить физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования; 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

–

## 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: Квантовая и оптическая электроника, Компоненты электронных схем, Материалы электронной техники, Нанoeлектроника, Твердотельная электроника.

Последующими дисциплинами являются: 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 электронной компонентной базы, принципы восходящего и нисходящего проектирования, этапы и основные методы проектирования

– **уметь** выбирать и создавать модели электронных компонентов на различных этапах проектирования с учетом выбранного маршрута проектирования; работать с техническими программными средствами реализации процессов проектирования

– **владеть** навыками проектирования электронной компонентной базы

## 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	30	30
Самостоятельная работа (всего)	54	54
Оформление отчетов по лабораторным работам	14	14
Подготовка к лабораторным работам	4	4
Проработка лекционного материала	5	5
Написание рефератов	15	15
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	16	16
Всего (без экзамена)	108	108
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость ч	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
7 семестр						
1 Документориентированное проектирование	8	6	0	7	21	ПК-8, ПК-9
2 Математическое моделирование и проектирование	6	6	8	16	36	ПК-8, ПК-9
3 Семейство САПР TCAD, состав и назначение модулей	2	4	8	13	27	ПК-8, ПК-9
4 Примеры проектирования полупроводниковых приборов и коммутационных изделий (печатных плат)	4	2	0	18	24	ПК-8, ПК-9
Итого за семестр	20	18	16	54	108	
Итого	20	18	16	54	108	

## 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 Документоориентированное проектирование	Жизненный цикл продукта. Этапы проектирования. Роль и место, важность и качество создаваемой документации. Ошибки проектирования. Стандарты проектирования.	8	ПК-8, ПК-9
	Итого	8	
2 Математическое моделирование и проектирование	Цели создание и назначение моделей. Модель Пуассона для моделирования электрических процессов в полупроводниковых компонентах. Методы математического моделирования полупроводниковых приборов. Моделирование технологических процессов.	6	ПК-8, ПК-9
	Итого	6	
3 Семейство САПР TCAD, состав и назначение модулей	Структура моделей и их взаимодействие при решении задач моделирования и проектирования в пакетах TCAD	2	ПК-8, ПК-9
	Итого	2	
4 Примеры проектирования полупроводниковых приборов и коммутационных изделий (печатных плат)	Моделирование полевого транзистора в TCAD. Пример проектирования печатной платы.	4	ПК-8, ПК-9
	Итого	4	
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 представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин			
	1	2	3	4
Предшествующие дисциплины				
1 Квантовая и оптическая электроника	+	+	+	+
2 Компоненты электронных схем	+	+	+	

3 Материалы электронной техники			+	
4 Нанoeлектроника			+	+
5 Твердотельная электроника	+	+	+	+
Последующие дисциплины				
1 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

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, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Выступление (доклад) на занятии, Расчетная работа, Реферат, Отчет по практике
ПК-9	+	+	+	+	Контрольная работа, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Выступление (доклад) на занятии, Расчетная работа, Реферат, Отчет по практике

#### 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
7 семестр				
Презентации с использованием слайдов с обсуждением	5	5	5	15

Работа в команде	5	5	5	15
Итого за семестр:	10	10	10	30
Итого	10	10	10	30

### 7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
2 Математическое моделирование и проектирование	Моделирование полевого транзистора в среде TCAD	8	ПК-8, ПК-9
	Итого	8	
3 Семейство САПР TCAD, состав и назначение модулей	Моделирование гетероструктурного полевого транзистора в среде TCAD	8	ПК-8, ПК-9
	Итого	8	
Итого за семестр		16	

### 8. Практические занятия (семинары)

Тематика практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Тематика практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Темака практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
1 Документориентированное проектирование	Государственные стандарты ГОСТ 3.1105-84, ГОСТ 3.1001-81	2	ПК-8, ПК-9
	Контрольная работа 1. Правила оформления конструкторской документации	2	
	Семинар по итогам написания рефератов на заданную тему	2	
	Итого	6	
2 Математическое моделирование и проектирование	Государственные стандарты ГОСТ 3.1109-82, ГОСТ 3.1102-81, ГОСТ 3.1118-82	2	ПК-8, ПК-9
	Моделирование полупроводникового резистора в среде TCAD	4	
	Итого	6	
3 Семейство САПР TCAD, состав и назначение модулей	Знакомство со средой проектирования TCAD, рабочее пространство,	2	ПК-8, ПК-9

	расширение файлов, запуск демонстрационных проектов		
	Моделирование диода Шоттки в среде TCAD	2	
	Итого	4	
4 Примеры проектирования полупроводниковых приборов и коммутационных изделий (печатных плат)	Создание документации для изготовления печатной платы.	2	ПК-8, ПК-9
	Итого	2	
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 Документориентированное проектирование	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-8, ПК-9	Коллоквиум, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Реферат
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	7		
2 Математическое моделирование и проектирование	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-8, ПК-9	Выступление (доклад) на занятии, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практике, Реферат
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Проработка лекционного материала	2		
	Подготовка к лабораторным работам	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Итого	16		
3 Семейство САПР	Подготовка к	2	ПК-8,	Зачет, Отчет по



TCAD, состав и назначение модулей	практическим занятиям, семинарам		ПК-9	лабораторной работе, Отчет по практике, Реферат, Собеседование
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	13		
4 Примеры проектирования полупроводниковых приборов и коммутационных изделий (печатных плат)	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-8, ПК-9	Зачет, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Расчетная работа, Реферат, Собеседование
	Написание рефератов	15		
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	18		
Итого за семестр		54		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		90		

### 9.1. Темы рефератов

1. Написание реферата на заданную тему

### 9.2. Вопросы по подготовке к лабораторным работам

1. методы формирования сеток для электрофизического моделирования твердотельных приборов

### 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
7 семестр				
Выступление (доклад) на занятии			10	10
Зачет			5	5
Коллоквиум			5	5
Контрольная работа		5	5	10
Опрос на занятиях	3	2	1	6
Отчет по лабораторной работе		5	5	10

Отчет по практике	2	2	1	5
Расчетная работа		2	2	4
Реферат			10	10
Собеседование	2	2	1	5
Итого максимум за период	7	18	45	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	7	25	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)

## 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 12.1. Основная литература

1. Зыков Д.Д., Осипов К.Ю. Проектирование и технология электронной компонентной базы. Основы САПР SYNOPSIS TCAD. Томск: ТУСУР, 2012. - 49 с. [Электронный ресурс]. - [http://miel.tusur.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=234](http://miel.tusur.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=234)

### 12.2. Дополнительная литература

1. Легостаев Н.С., Троян П.Е., Четвергов К.В. Твердотельная электроника. Учебное пособие. Томск: ТУСУР. 2007 - 476 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 90 экз.)

### 12.3 Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Зыков Д.Д. Проектирование электронной компонентной базы: Учебно-методическое пособие по аудиторным практическим занятиям и самостоятельной работе. - Томск: ТУСУР, 2012.

- 50 с. [Электронный ресурс]. - [http://miel.tusur.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=234](http://miel.tusur.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=234)

2. Зыков Д.Д. Проектирование и технология электронной компонентной базы: Лабораторный практикум. - Томск: ТУСУР, 2012, - 13 с. [Электронный ресурс]. - [http://miel.tusur.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=234](http://miel.tusur.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=234)

### **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. Электронный ресурс <http://yandex.ru>

## **13. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

### **13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины**

#### **13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий**

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория, с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью.

#### **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. 311. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт.; Коммутатор D-Link Switch 24 port - 1шт.; Компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц, -10 шт. Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3/Microsoft Windows 7 Professional with SP1; VirtualBox 6.2. Имеется помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

#### **13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ**

Для проведения практических (семинарских) занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 3 этаж, ауд. 311. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт.; Коммутатор D-Link Switch 24 port - 1шт.; Компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц, -10 шт. Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3/Microsoft Windows 7 Professional with SP1; Microsoft Windows Server 2008 R2; Visual Studio 2008 EE with SP1; Microsoft Office Visio 2010; Microsoft Office Access 2003; VirtualBox 6.2. Имеется помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

#### **13.1.4. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы**

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, г. Томск, ул. Вершинина, 74, 1 этаж, ауд. 100. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц, - 4 шт.; компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

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

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

При обучении студентов с нарушениями слуха предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи 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 зрения предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для удаленного просмотра.

При обучении студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

## **14. Фонд оценочных средств**

### **14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации**

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

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

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

**Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью**

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

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

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

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;

- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- 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)**

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 2014 года

Разработчики:

– доцент каф. ПрЭ Тановицкий Ю. Н.

Экзамен: 7 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

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 электронной компонентной базы, принципы восходящего и нисходящего проектирования, этапы и основные методы проектирования; Должен уметь выбирать и создавать модели электронных компонентов на различных этапах проектирования с учетом выбранного маршрута проектирования; работать с техническими программными средствами реализации процессов проектирования; Должен владеть навыками проектирования 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.

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	этапы технологической подготовки производства материалов и изделий электронной техники	создавать документацию для технологических процессов производства электронной техники	программными средствами автоматизированного проектирования
Виды занятий	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>• Интерактивные лекции;</li> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные занятия;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> <li>• Подготовка и сдача экзамена / зачета;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>• Интерактивные лекции;</li> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные занятия;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> <li>• Подготовка и сдача экзамена / зачета;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>• Лабораторные занятия;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul>
Используемые средства оценивания	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольная работа;</li> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Выступление (доклад) на занятии;</li> <li>• Расчетная работа;</li> <li>• Реферат;</li> <li>• Собеседование;</li> <li>• Отчет по практике;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольная работа;</li> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Выступление (доклад) на занятии;</li> <li>• Расчетная работа;</li> <li>• Реферат;</li> <li>• Собеседование;</li> <li>• Отчет по практике;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Выступление (доклад) на занятии;</li> <li>• Расчетная работа;</li> <li>• Реферат;</li> <li>• Отчет по практике;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>

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)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает фактическими и теоретическими знаниями по технологической подготовке производства</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает широким диапазоном практических умений, требуемых для технологической подготовки производства</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Выполняет работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники. Анализирует</li> </ul>



	материалов и изделий электронной техники ;	материалов и изделий электронной техники. Способен применять теоретические знания в практических задачах ;	результаты работ, дает их оценку, модернизирует, при необходимости, технологический процесс;
Хорошо (базовый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Знает факты, принципы, процессы, общие понятия по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Обладает диапазоном практических умений, требуемых для технологической подготовки производства материалов и изделий электронной техники;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Выполняет работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники ;</li> </ul>
Удовлетворительно (пороговый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Обладает базовыми общими знаниями по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники ;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Обладает основными умениями, требуемыми для технологической подготовки производства материалов и изделий электронной техники;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Выполняет работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники при прямом наблюдении;</li> </ul>

## 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	основные принципы, виды измерений и возможности приборов по метрологическому контролю производств изделий электронной техники; основные отечественные стандарты ГОСТ	корректно выполнять измерения, как реальных изделий и приборов, так и виртуальных, исследуемых в ходе математического моделирования	навыками метрологического контроля изделий электронной техники
Виды занятий	<ul style="list-style-type: none"> <li>Интерактивные практические занятия;</li> <li>Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>Интерактивные лекции;</li> <li>Практические занятия;</li> <li>Лабораторные занятия;</li> <li>Лекции;</li> <li>Самостоятельная</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Интерактивные практические занятия;</li> <li>Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>Интерактивные лекции;</li> <li>Практические занятия;</li> <li>Лабораторные занятия;</li> <li>Лекции;</li> <li>Самостоятельная</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Интерактивные практические занятия;</li> <li>Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>Лабораторные занятия;</li> <li>Самостоятельная работа;</li> </ul>

	<p>работа;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Подготовка и сдача экзамена / зачета;</li> </ul>	<p>работа;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Подготовка и сдача экзамена / зачета;</li> </ul>	
Используемые средства оценивания	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольная работа;</li> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Выступление (доклад) на занятии;</li> <li>• Расчетная работа;</li> <li>• Реферат;</li> <li>• Собеседование;</li> <li>• Отчет по практике;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольная работа;</li> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Выступление (доклад) на занятии;</li> <li>• Расчетная работа;</li> <li>• Реферат;</li> <li>• Собеседование;</li> <li>• Отчет по практике;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Выступление (доклад) на занятии;</li> <li>• Расчетная работа;</li> <li>• Реферат;</li> <li>• Отчет по практике;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>

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)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает фактическими и теоретическими знаниями, необходимыми для организации метрологического обеспечения производства материалов и изделий электронной техники. Знает факты, принципы, процессы, ГОСТы, общие понятия;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает широким диапазоном практических умений, требуемых для организации метрологического обеспечения производства материалов и изделий электронной техники. Применяет теоретические знания на практике. ;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Организует метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники. Знает все ГОСТы в этой области, применяет их в работе ;</li> </ul>
Хорошо (базовый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Знает факты, принципы, процессы, ГОСТы, общие понятия, необходимые для организации метрологического обеспечения производства материалов и изделий электронной техники;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для организации метрологического обеспечения производства материалов и изделий электронной техники ;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Организует метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники ;</li> </ul>
Удовлетворительно (пороговый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает базовыми общими знаниями, необходимыми для организации метрологического обеспечения производства материалов и изделий</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает основными умениями, требуемыми для организации метрологического обеспечения производства материалов и изделий электронной техники ;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Организует метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники при прямом наблюдении ;</li> </ul>

### 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 рефератов

- Написание реферата на заданную тему

#### 3.2 Зачёт

- Назовите способы выполнения легирования при изготовлении полупроводниковых приборов
- Назовите основные этапы проектирования согласно ГОСТу
- Какие физические величины связаны в уравнении Пуассона
- Возможны ли ошибки в процессе проектирования, если да то какие эффективные методы борьбы с ними вы знаете

#### 3.3 Темы коллоквиумов

- Пути уменьшения энергопотребления полупроводниковыми приборами
- Иммерсионная томография
- Программные пакеты моделирования технологических процессов
- Моделирование электрофизических свойств приборов на нано уровне

#### 3.4 Вопросы на собеседование

- Для чего необходимо фоновое легирование подложек?
- Какую значимую информацию отражает диаграмма распределения напряженности электрического поля по структуре прибора?
- Основные параметры процесса ионной имплантации?

#### 3.5 Темы опросов на занятиях

- Жизненный цикл продукта. Этапы проектирования. Роль и место, важность и качество создаваемой документации. Ошибки проектирования. Стандарты проектирования.
- Цели создание и назначение моделей. Модель Пуассона для моделирования электрических процессов в полупроводниковых компонентах. Методы математического моделирования полупроводниковых приборов. Моделирование технологических процессов.
- Структура моделей и их взаимодействие при решении задач моделирования и проектирования в пакетах TCAD
- Моделирование полевого транзистора в TCAD. Пример проектирования печатной платы.

#### 3.6 Темы докладов

- Литография в жестком ультрафиолетовом спектре
- Моделирование процесса окисления кремния
- Электрофизическое моделирование электронно-оптических твердотельных приборов
- Гетероструктурные каналы МОП транзисторов.
- FIN-МОП приборы, современное состояние и перспективы

#### 3.7 Экзаменационные вопросы

- 1. Современные возможности САПР по проектированию и моделированию приборов и интегральных схем. 2. Современные возможности САПР по изготовлению фотомасок 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 AlGaAs, 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.

### **3.8 Темы контрольных работ**

– При разработке документации на технологические процессы, какие стадии выполняют в маршрутном или маршрутно-операционном описании. Варианты ответов: А) Предварительный проект Б) Опытный образец В) Серийное производство Г) Опытный ремонт

– Используются ли в качестве служебных символов буквы английского алфавита? А) Да Б) Нет

– В маршрутной карте указываются: А) технологическое оборудование Б) фамилия исполнителя операции В) адресная информация Г) подпись руководителя

### **3.9 Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам**

– Моделирование полупроводникового резистора в среде TCAD

– Моделирование диода Шоттки в среде TCAD

### **3.10 Темы расчетных работ**

– Сравнить напряженность электрического поля в воздухе у ЛЭП 220 кВ и в области стока транзистора

### **3.11 Темы лабораторных работ**

– методы формирования сеток для электрофизического моделирования твердотельных приборов

## **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. Зыков Д.Д., Осипов К.Ю. Проектирование и технология электронной компонентной базы. Основы САПР SYNOPSIS TCAD. Томск: ТУСУР, 2012. - 49 с. [Электронный ресурс]. - [http://miel.tusur.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=234](http://miel.tusur.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=234)

### **4.2. Дополнительная литература**

1. Легостаев Н.С., Троян П.Е., Четвергов К.В. Твердотельная электроника. Учебное пособие. Томск: ТУСУР. 2007 - 476 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 90 экз.)

### **4.3. Обязательные учебно-методические пособия**

1. Зыков Д.Д. Проектирование электронной компонентной базы: Учебно-методическое пособие по аудиторным практическим занятиям и самостоятельной работе. - Томск: ТУСУР, 2012. - 50 с. [Электронный ресурс]. - [http://miel.tusur.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=234](http://miel.tusur.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=234)

2. Зыков Д.Д. Проектирование и технология электронной компонентной базы: Лабораторный практикум. - Томск: ТУСУР, 2012, - 13 с. [Электронный ресурс]. - [http://miel.tusur.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=234](http://miel.tusur.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=234)

### **4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы**

1. Электронный ресурс <http://yandex.ru>