

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 наноэлектроника**

Направленность (профиль): **Микроэлектроника и твердотельная электроника**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**

Кафедра: **ФЭ, Кафедра физической электроники**

Курс: **4**

Семестр: **8**

Учебный план набора 2013 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	8 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	16	16	часов
2	Практические занятия	16	16	часов
3	Лабораторные занятия	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	48	48	часов
5	Из них в интерактивной форме	10	10	часов
6	Самостоятельная работа	60	60	часов
7	Всего (без экзамена)	108	108	часов
8	Общая трудоемкость	108	108	часов
		3.0	3.0	З.Е

Зачет: 8 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.

ФЭ \_\_\_\_\_ Троян П. Е.

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.18) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты, Инженерная и компьютерная графика, Иностранный язык, Математическое моделирование и программирование, Нанoeлектроника, Научно-исследовательская работа, Основы технологии электронной компонентной базы, Приборно-технологическое моделирование, Твердотельная электроника, Теоретические основы электротехники, Физика полупроводников.

Последующими дисциплинами являются: .

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ОПК-4 готовностью применять современные средства выполнения и редактирования изображений и чертежей и подготовки конструкторско-технологической документации;
- ПСК-1 способностью владеть современными методами расчета и проектирования изделий микроэлектроники и твердотельной электроники, способностью к восприятию, разработке и критической оценке новых способов их проектирования;
- ПСК-3 готовностью к выполнению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области производства изделий микроэлектроники и твердотельной электроники;

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 3.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
---------------------------	-------------	----------

		8 семестр
Аудиторные занятия (всего)	48	48
Лекции	16	16
Практические занятия	16	16
Лабораторные занятия	16	16
Из них в интерактивной форме	10	10
Самостоятельная работа (всего)	60	60
Оформление отчетов по лабораторным работам	16	16
Подготовка к лабораторным работам	8	8
Проработка лекционного материала	5	5
Написание рефератов	15	15
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	16	16
Всего (без экзамена)	108	108
Общая трудоемкость ч	108	108
Зачетные Единицы Трудоемкости	3.0	3.0

## 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
8 семестр						
1 Документориентированное проектирование	6	6	0	7	19	ОПК-4, ПСК-1, ПСК-3
2 Математическое моделирование и проектирование	4	4	8	22	38	ОПК-4, ПСК-1, ПСК-3
3 Семейство САПР TCAD, состав и назначение модулей	2	4	8	13	27	ОПК-4, ПСК-1, ПСК-3
4 Примеры проектирования полупроводниковых приборов и коммутационных изделий (печатных плат)	4	2	0	18	24	ОПК-4, ПСК-1, ПСК-3
Итого за семестр	16	16	16	60	108	
Итого	16	16	16	60	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
<b>8 семестр</b>			
1 Документориентированное проектирование	Жизненный цикл продукта. Этапы проектирования. Роль и место, важность и качество создаваемой документации. Ошибки проектирования. Стандарты проектирования.	6	ОПК-4, ПСК-1, ПСК-3
	Итого	6	
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.	4	ОПК-4, ПСК-1, ПСК-3
	Итого	4	
3 Семейство САПР TCAD, состав и назначение модулей	Структура моделей и их взаимодействие при решении задач моделирования и проектирования в пакетах TCAD	2	ОПК-4, ПСК-1, ПСК-3
	Итого	2	
4 Примеры проектирования полупроводниковых приборов и коммутационных изделий (печатных плат)	Моделирование полевого транзистора в TCAD. Пример проектирования печатной платы.	4	ОПК-4, ПСК-1, ПСК-3
	Итого	4	
Итого за семестр		16	

## 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
<b>Предшествующие дисциплины</b>				
1 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре	+	+	+	+

защиты и процедуру защиты				
2 Инженерная и компьютерная графика			+	
3 Иностранный язык			+	
4 Математическое моделирование и программирование		+		
5 Нанoeлектроника			+	
6 Научно-исследовательская работа				
7 Основы технологии электронной компонентной базы			+	
8 Приборно-технологическое моделирование			+	
9 Твердотельная электроника		+		
10 Теоретические основы электротехники				+
11 Физика полупроводников		+		

#### 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	
ОПК-4	+	+	+	+	Контрольная работа, Коллоквиум, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Зачет, Выступление (доклад) на занятии, Расчетная работа, Реферат, Отчет по практике
ПСК-1	+	+	+	+	Контрольная работа, Коллоквиум, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Зачет, Выступление (доклад) на занятии, Расчетная работа, Реферат, Отчет по практике

ПСК-3	+	+	+	+	Контрольная работа, Коллоквиум, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Зачет, Выступление (доклад) на занятии, 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 лекции	Всего
8 семестр			
Презентации с использованием слайдов с обсуждением	2	4	6
Работа в команде	4		4
Итого за семестр:	6	4	10
Итого	6	4	10

### 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
8 семестр			
2 Математическое моделирование и проектирование	Моделирование полевого транзистора в среде TCAD	8	ОПК-4, ПСК-1, ПСК-3
	Итого	8	
3 Семейство САПР TCAD, состав и назначение модулей	Моделирование гетероструктурного полевого транзистора в среде TCAD	8	ОПК-4, ПСК-1, ПСК-3
	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
8 семестр			
1 Документориентированное	Государственные стандарты ГОСТ	2	ПСК-1

проектирование	3.1105-84, ГОСТ 3.1001-81		
	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	ПСК-1, ПСК-3
	Моделирование полупроводникового резистора в среде TCAD	2	
	Итого	4	
3 Семейство САПР TCAD, состав и назначение модулей	Знакомство со средой проектирования TCAD, рабочее пространство, расширение файлов, запуск демонстрационных проектов	2	ПСК-1
	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	ОПК-4, ПСК-1
	Итого	2	
Итого за семестр		16	

### 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
8 семестр				
1 Документоориентированное проектирование	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПСК-1, ОПК-4, ПСК-3	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	ПСК-1, ПСК-3, ОПК-4	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	8		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	22		
3 Семейство САПР TCAD, состав и назначение модулей	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПСК-1, ОПК-4, ПСК-3	Зачет, Отчет по 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	ОПК-4, ПСК-1, ПСК-3	Зачет, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Расчетная работа, Реферат, Собеседование
	Написание рефератов	15		
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	18		
Итого за семестр		60		
Итого		60		

### 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	Максимальный	Максимальный	Максимальный	Всего за
------------------	--------------	--------------	--------------	----------

деятельности	балл на 1-ую КТ с начала семестра	балл за период между 1КТ и 2КТ	балл за период между 2КТ и на конец семестра	семестр
<b>8 семестр</b>				
Выступление (доклад) на занятии			10	10
Зачет			10	10
Коллоквиум			5	5
Контрольная работа		15	5	20
Опрос на занятиях	3	2	1	6
Отчет по лабораторной работе		10	10	20
Отчет по практике	2	2	1	5
Расчетная работа		2	2	4
Реферат			10	10
Собеседование	4	4	2	10
Итого максимум за период	9	35	56	100
Нарастающим итогом	9	44	100	100

### 11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

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

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

### 11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

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

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
65 - 69		
3 (удовлетворительно) (зачтено)	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 зрениями предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для удаленного просмотра.

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

## **14. Фонд оценочных средств**

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

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

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

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

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

Категории студентов	Виды дополнительных оценочных средств	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями	Решение дистанционных тестов,	Преимущественно дистанционными

опорно-двигательного аппарата	контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	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): **Микроэлектроника и твердотельная электроника**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**

Кафедра: **ФЭ, Кафедра физической электроники**

Курс: **4**

Семестр: **8**

Учебный план набора 2013 года

Разработчики:

– доцент каф. ПрЭ Тановицкий Ю. Н.

Зачет: 8 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
ОПК-4	готовностью применять современные средства выполнения и редактирования изображений и чертежей и подготовки конструкторско-технологической документации	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;
ПСК-1	способностью владеть современными методами расчета и проектирования изделий микроэлектроники и твердотельной электроники, способностью к восприятию, разработке и критической оценке новых способов их проектирования	
ПСК-3	готовностью к выполнению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области производства изделий микроэлектроники и твердотельной электроники	

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 ОПК-4

ОПК-4: готовностью применять современные средства выполнения и редактирования изображений и чертежей и подготовки конструкторско-технологической документации.

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	принципы хранения графической информации в базах данных, основные и перспективные стандарты хранения изображений конструкторско-технологической документации	создавать и редактировать изображения и чертежи конструкторско-технологической документации	навыками работы с графическими программами подготовки конструкторско-технологической документации
Виды занятий	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лекции;</li> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные занятия;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лекции;</li> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные занятия;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические 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>• Коллоквиум;</li> <li>• Реферат;</li> <li>• Собеседование;</li> <li>• Отчет по практике;</li> <li>• Зачет;</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>• Коллоквиум;</li> <li>• Реферат;</li> <li>• Собеседование;</li> <li>• Отчет по практике;</li> <li>• Зачет;</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>• Коллоквиум;</li> <li>• Реферат;</li> <li>• Отчет по практике;</li> <li>• Зачет;</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)	• понимает структуру конструкторско-технологической информации;	• эффективно пользоваться редакторами конструкторско-	• навыками создания чертежей в условиях недостаточной или неполной информации;

		технологических чертежей;	
Хорошо (базовый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• знает типы графических документов хранящих конструкторско-технологическую информацию;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• умеет пользоваться инструментальными панелями графических редакторов, настраивать для эффективной работы;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками создания чертежей;</li> </ul>
Удовлетворительно (пороговый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• основные принципы хранения и представления конструкторско-технологической графической информации;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• создает графические чертежи приборов в присутствии преподавателя;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками создания отдельных деталей и графических элементов;</li> </ul>

## 2.2 Компетенция ПСК-1

ПСК-1: способностью владеть современными методами расчета и проектирования изделий микроэлектроники и твердотельной электроники, способностью к восприятию, разработке и критической оценке новых способов их проектирования.

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	этапы проектирования, применяемые типовые модели и методы расчета	решать типичные задачи на основе стандартных алгоритмов решения	навыками решения нестандартных задач
Виды занятий	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лекции;</li> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные занятия;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лекции;</li> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные занятия;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические 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>• Коллоквиум;</li> <li>• Реферат;</li> <li>• Собеседование;</li> <li>• Отчет по практике;</li> <li>• Зачет;</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>• Коллоквиум;</li> <li>• Реферат;</li> <li>• Собеседование;</li> <li>• Отчет по практике;</li> <li>• Зачет;</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>• Коллоквиум;</li> <li>• Реферат;</li> <li>• Отчет по практике;</li> <li>• Зачет;</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 достаточными для расчета и проектирования изделий микроэлектроники и твердотельной электроники;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Обладает диапазоном практических умений требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Контролирует работу, производит оценку, совершенствует свои действия;</li> </ul>
Хорошо (базовый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Знает факты, принципы, процессы, общие понятия для расчета и проектирования изделий микроэлектроники и твердотельной электроники;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Обладает набором практических умений требуемых для решения определенных задач;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Берет ответственность за завершение задач исследования;</li> </ul>
Удовлетворительно (пороговый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Обладает базовыми общими знаниями проектирования изделий микроэлектроники и твердотельной электроники;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Обладает основными умениями требуемыми для выполнения простых задач;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Работает при прямом наблюдении;</li> </ul>

### 2.3 Компетенция ПСК-3

ПСК-3: готовностью к выполнению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области производства изделий микроэлектроники и твердотельной электроники.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	стандарты РФ в области проектирования изделий микроэлектроники и твердотельной электроники	создавать научно-техническую документацию, согласно требований ГОСТ	навыками синтеза и поиска готовых решений для производства твердотельных электронных компонентов
Виды занятий	<ul style="list-style-type: none"> <li>Интерактивные практические занятия;</li> <li>Интерактивные лекции;</li> <li>Практические занятия;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Интерактивные практические занятия;</li> <li>Интерактивные лекции;</li> <li>Практические занятия;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Интерактивные практические занятия;</li> <li>Лабораторные занятия;</li> <li>Самостоятельная работа;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Лабораторные занятия;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Лабораторные занятия;</li> <li>• Лекции;</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>• Коллоквиум;</li> <li>• Реферат;</li> <li>• Отчет по практике;</li> <li>• Зачет;</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>• Коллоквиум;</li> <li>• Реферат;</li> <li>• Отчет по практике;</li> <li>• Зачет;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Выступление (доклад) на занятии;</li> <li>• Коллоквиум;</li> <li>• Реферат;</li> <li>• Отчет по практике;</li> <li>• Зачет;</li> </ul>

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)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает фактическими и теоретическими знаниями в области производства изделий микроэлектроники и твердотельной электроники;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает диапазоном практических умений требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем при выполнении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области производства изделий микроэлектроники и твердотельной электроники;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Контролирует работу, производит оценку, совершенствует свои действия;</li> </ul>
Хорошо (базовый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в области производства изделий микроэлектроники и твердотельной электроники;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает набором практических умений требуемых для решения задач при выполнении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области производства изделий микроэлектроники и твердотельной электроники;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Берет ответственность за завершение задач исследования;</li> </ul>
Удовлетворительно (пороговый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает базовыми общими знаниями;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает основными умениями требуемыми для выполнения простых задач;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Работает 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 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

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

- Моделирование полупроводникового резистора в среде TCAD

- Моделирование диода Шоттки в среде TCAD

### **3.9 Темы расчетных работ**

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

### **3.10 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>