**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 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

Согласована на портале № 13153

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 43 от « 1 » 2 2017 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:

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.

Согласована на портале № 13153

## 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 наноэлектроники 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, Наноэлектроника, 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 |

Согласована на портале № 13153

| | | |
|---|---|---|
| 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 Документоориенитрованное 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 | |

Согласована на портале № 13153

### 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 Документоориенитрованное 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 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 |
| Предшествующие дисциплины | | | | |
| 1 Квантовая и оптическая электроника | + | + | + | + |
| 2 Компоненты электронных схем | + | + | + | |

Согласована на портале № 13153

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 3 Материалы электронной техники | | | + | |
| 4 Наноэлектроника | | | + | + |
| 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 |

Согласована на портале № 13153

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 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 Документоориенитрованное 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 |

Согласована на портале № 13153

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 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 Документоориенитрованное 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 |

Согласована на портале № 13153

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 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 |

Согласована на портале № 13153

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 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

### 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.

Согласована на портале № 13153

- 50 с. [Электронный ресурс]. - 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

**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.

Согласована на портале № 13153

### 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 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;

Согласована на портале № 13153

– 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.

Согласована на портале № 13153

**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 2014 года

Разработчики:

- доцент каф. ПрЭ Тановицкий Ю. Н.

Экзамен: 7 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 13153

## 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;<br>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;<br>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 |

Согласована на портале № 13153

## 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 | • Интерактивные практические занятия;<br>• Интерактивные лабораторные занятия;<br>• Интерактивные лекции;<br>• Практические занятия;<br>• Лабораторные занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа;<br>• Подготовка и сдача экзамена / зачета; | • Интерактивные практические занятия;<br>• Интерактивные лабораторные занятия;<br>• Интерактивные лекции;<br>• Практические занятия;<br>• Лабораторные занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа;<br>• Подготовка и сдача экзамена / зачета; | • Интерактивные практические занятия;<br>• Интерактивные лабораторные занятия;<br>• Лабораторные занятия;<br>• Самостоятельная работа; |
| Используемые средства оценивания | • Контрольная работа;<br>• Отчет по лабораторной работе;<br>• Опрос на занятиях;<br>• Выступление (доклад ) на занятии;<br>• Расчетная работа;<br>• Реферат;<br>• Собеседование;<br>• Отчет по практике;<br>• Экзамен; | • Контрольная работа;<br>• Отчет по лабораторной работе;<br>• Опрос на занятиях;<br>• Выступление (доклад ) на занятии;<br>• Расчетная работа;<br>• Реферат;<br>• Собеседование;<br>• Отчет по практике;<br>• Экзамен; | • Отчет по лабораторной работе;<br>• Выступление (доклад ) на занятии;<br>• Расчетная работа;<br>• Реферат;<br>• Отчет по практике;<br>• 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 | • Обладает широким диапазоном практических умений, требуемых для технологической подготовки производства | • Выполняет работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники. Анализирует |

Согласована на портале № 13153

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 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) | • 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 ; |
| 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 | основные принципы, виды измерений и возможности приборов по метрологическому контроль 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 | • Интерактивные практические занятия;<br>• Интерактивные лабораторные занятия;<br>• Интерактивные лекции;<br>• Практические занятия;<br>• Лабораторные занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная | • Интерактивные практические занятия;<br>• Интерактивные лабораторные занятия;<br>• Интерактивные лекции;<br>• Практические занятия;<br>• Лабораторные занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная | • Интерактивные практические занятия;<br>• Интерактивные лабораторные занятия;<br>• Лабораторные занятия;<br>• Самостоятельная работа; |

Согласована на портале № 13153

| | | | |
|---|---|---|---|
| | работа;<br>• Подготовка и сдача экзамена / зачета; | работа;<br>• Подготовка и сдача экзамена / зачета; | |
| Используемые средства оценивания | • Контрольная работа;<br>• Отчет по лабораторной работе;<br>• Опрос на занятиях;<br>• Выступление (доклад ) на занятии;<br>• Расчетная работа;<br>• Реферат;<br>• Собеседование;<br>• Отчет по практике;<br>• Экзамен; | • Контрольная работа;<br>• Отчет по лабораторной работе;<br>• Опрос на занятиях;<br>• Выступление (доклад ) на занятии;<br>• Расчетная работа;<br>• Реферат;<br>• Собеседование;<br>• Отчет по практике;<br>• Экзамен; | • Отчет по лабораторной работе;<br>• Выступление (доклад ) на занятии;<br>• Расчетная работа;<br>• Реферат;<br>• Отчет по практике;<br>• 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 | • 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 ; |

Согласована на портале № 13153

| | | | |
|---|---|---|---|
| | электронной техники ; | | |

## 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 Пуасона

– 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 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

Согласована на портале № 13153

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 фор-мирования 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

### 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

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

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

1. Электронный ресурс http://yandex.ru

Согласована на портале № 13153