

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

Технология производства электронных средств

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки (специальность): **11.03.03 Конструирование и технология электронных средств**

Направленность (профиль): **Конструирование и технология нанoeлектронных средств**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**

Кафедра: **КУДР, Кафедра конструирования узлов и деталей радиоэлектронной аппаратуры**

Курс: **3, 4**

Семестр: **6, 7**

Учебный план набора 2014 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 6 семестр | 7 семестр | Всего | Единицы |
|---|--|-----------|-----------|-------|---------|
| 1 | Лекции | 36 | 18 | 54 | часов |
| 2 | Практические занятия | 36 | 18 | 54 | часов |
| 3 | Лабораторные занятия | 24 | | 24 | часов |
| 4 | Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа) | | 18 | 18 | часов |
| 5 | Всего аудиторных занятий | 96 | 54 | 150 | часов |
| 6 | Самостоятельная работа | 12 | 18 | 30 | часов |
| 7 | Всего (без экзамена) | 108 | 72 | 180 | часов |
| 8 | Подготовка и сдача экзамена | | 36 | 36 | часов |
| 9 | Общая трудоемкость | 108 | 108 | 216 | часов |
| | | 3.0 | 3.0 | 6.0 | 3.E |

Зачет: 6 семестр

Экзамен: 7 семестр

Курсовое проектирование / Курсовая работа: 7 семестр

Томск 2016

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, утвержденного 2015-11-12 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

Доцент каф. РЭТЭМ _____ Солдаткин В. С.

Доцент каф. РЭТЭМ _____ Троян О. Е.

Заведующий кафедрой каф.
РЭТЭМ _____ Туев В. И.

Заведующий обеспечивающей каф.
РЭТЭМ _____ Туев В. И.

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

Декан РКФ _____ Озеркин Д. В.

Заведующий выпускающей каф.
КУДР _____ Лоцилов А. Г.

Эксперты:

Доцент каф. РЭТЭМ _____ Несмелова Н. Н.

Доцент каф. РЭТЭМ _____ Христюков В. Г.

Старший преподаватель каф.
РЭТЭМ _____ Иванов А. А.

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Является обучение студента основным знаниям об технологии производства и конструкции электронных средств (ЭС), применению современных средств выполнения и редактирования изображений и чертежей и подготовки конструкторско-технологической документации (КТД).

1.2. Задачи дисциплины

- Ознакомится с ЕСКД, ЕСТД, ЕСТПП, современными средствами выполнения и редактирования (КТД).;
- Изучить основы технологии производства ЭС: технология деталей и сборочных единиц, технология изготовления печатных плат, технология электрических соединений, технология герметизации, сборка и монтаж, контроль и испытания.;

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Технология производства электронных средств» (Б1.В.ОД.14) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Введение в профессию, Основы конструирования электронных средств.

Последующими дисциплинами являются: Выпускная квалификационная работа.

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;

В результате изучения дисциплины студент должен:

- **знать** методы выполнения и редактирования изображений и чертежей, основы подготовки КТД.
- **уметь** разрабатывать, оформлять и редактировать КТД.
- **владеть** навыками подготовки КТД.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| № | Виды учебной деятельности | 6 семестр | 7 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|-----------|-----------|-------|---------|
| 1 | Лекции | 36 | 18 | 54 | часов |
| 2 | Практические занятия | 36 | 18 | 54 | часов |
| 3 | Лабораторные занятия | 24 | | 24 | часов |
| 4 | Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа) | | 18 | 18 | часов |
| 5 | Всего аудиторных занятий | 96 | 54 | 150 | часов |
| 6 | Самостоятельная работа | 12 | 18 | 30 | часов |
| 7 | Всего (без экзамена) | 108 | 72 | 180 | часов |
| 8 | Подготовка и сдача экзамена | | 36 | 36 | часов |
| 9 | Общая трудоемкость | 108 | 108 | 216 | часов |
| | | 3.0 | 3.0 | 6.0 | 3.Е |

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 | Курсовая работа | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|--------|----------------------|---------------------|------------------------|-----------------|-------------------------------|-------------------------|
| 1 | Введение в технологию производства электронных средств. | 6 | 6 | 8 | 3 | 0 | 23 | ОПК-4 |
| 2 | Технология деталей. | 10 | 10 | 0 | 2 | 0 | 22 | ОПК-4 |
| 3 | Технология изготовления печатных плат. | 12 | 12 | 8 | 3 | 0 | 35 | ОПК-4 |
| 4 | Технология электрических соединений. | 8 | 8 | 8 | 4 | 0 | 28 | ОПК-4 |
| 5 | Технология сборки и монтажа электронных средств. | 6 | 6 | 0 | 6 | 0 | 18 | ОПК-4 |
| 6 | Технология герметизации электронных средств. | 6 | 6 | 0 | 6 | 0 | 18 | ОПК-4 |
| 7 | Контроль и испытания электронных средств. | 6 | 6 | 0 | 6 | 0 | 18 | ОПК-4 |
| | Итого | 54 | 54 | 24 | 30 | 18 | 180 | |

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 |
|---|---|-----------------|-------------------------|
| 6 семестр | | | |
| 1 Введение в технологию производства электронных средств. | Основные понятия, термины, определения и сокращения.ЕСКД,ЕСТД,ЕСТПП.Конструкторско-технологическая документация (КТД). | 6 | ОПК-4 |
| | Итого | 6 | |
| 2 Технология деталей. | Штамповочные операции в технологии конструктивных элементов ЭС (печатной плате, передней панели и др.).Фрезерование печатных плат, деталей устройств ЭС: радиатор, передняя панель, крышка и др.Сверление отверстий в печатных платах, конструктивных элементах устройств | 10 | ОПК-4 |

| | | | |
|--|---|----|-------|
| | ЭС.Технология нанесения защитных и специальных пленок и покрытий. | | |
| | Итого | 10 | |
| 3 Технология изготовления печатных плат. | Классификация печатных плат и методов их изготовления: основные определения и технические требования, предъявляемые к печатным платам; конструкционные материалы для производства печатных плат и их характеристики.Получение защитного рисунка и проводящих покрытий на печатных платах: сеткографический и фотохимический методы получения защитного рисунка; формирование проводящих элементов печатных плат химическим и электрохимическим методами, травление меди с пробельных мест.Субтрактивные и аддитивные методы изготовления печатных плат: химический, комбинированный, полуаддитивный, аддитивный и его разновидности.Особенности изготовления многослойных и гибких печатных плат: классификация методов изготовления печатных плат (метод металлизации сквозных отверстий, попарного прессования), их сравнительные характеристики; прессование многослойных печатных плат; особенность технологии гибких печатных плат, гибких печатных кабелей и шлейфов; контроль и испытание печатных плат.Технология изготовления плат на металлической и керамической основе. | 12 | ОПК-4 |
| | Итого | 12 | |
| 4 Технология электрических соединений. | Классификация методов выполнения электрических соединений и технические требования к ним.Основы пайки. Технология выполнения пайки.Основы сварки. Методы выполнения сварных монтажных соединений.Электрическое соединение методом накрутки и соединение проводящими клеями. | 8 | ОПК-4 |
| | Итого | 8 | |
| Итого за семестр | | 36 | |
| 7 семестр | | | |
| 5 Технология сборки и монтажа электронных средств. | Особенности построения пространственно-временной | 6 | ОПК-4 |

| | | | |
|--|---|----|-------|
| | структуры сборки и монтажа аппаратуры: основные понятия и принципы построения ТП сборки и монтажа, типовые и групповые ТП сборки и монтажа. Организация поточных линий сборки. Технология автоматизированной сборки и монтажа микроблоков (модулей) ЭС: входной контроль комплектующих элементов; подготовка комплектующих элементов к монтажу; сборка компонентов на печатных платах; технология монтажа микроблоков ЭС на печатных платах. Технология поверхностного монтажа компонентов. | | |
| | Итого | 6 | |
| 6 Технология герметизации электронных средств. | Способы герметизации ЭС и технологические требования, предъявляемые к качеству. Материалы, применяемые для герметизации, их технологические характеристики и правила выбора. Структура процесса герметизации. | 6 | ОПК-4 |
| | Итого | 6 | |
| 7 Контроль и испытания электронных средств. | Виды технического контроля. Технологические испытания. Виды испытаний: исследовательские, квалификационные, периодические. Программа и методики испытаний. Техническое обслуживание и ремонт ЭС. | 6 | ОПК-4 |
| | Итого | 6 | |
| Итого за семестр | | 18 | |
| Итого | | 54 | |

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

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

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

| № | Наименование дисциплин | № разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин | | | | | | |
|---------------------------|--|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Предшествующие дисциплины | | | | | | | | |
| 1 | Введение в профессию | + | + | + | + | + | + | + |
| 2 | Основы конструирования электронных средств | + | + | + | + | + | + | + |
| Последующие дисциплины | | | | | | | | |
| 1 | Выпускная квалификационная | + | + | + | + | + | + | + |

| | | | | | | | |
|--------|--|--|--|--|--|--|--|
| работа | | | | | | | |
|--------|--|--|--|--|--|--|--|

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 | | | | |
|-------------|--------------|----------------------|----------------------|---|------------------------|
| | Лекции | Практические занятия | Лабораторные занятия | Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа) | Самостоятельная работа |
| ОПК-4 | + | + | + | + | + |

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП

7. Лабораторный практикум

Содержание лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Содержание лабораторных работ

| Названия разделов | Содержание лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|-------------------------------|-----------------|-------------------------|
| 6 семестр | | | |
| 1 Введение в технологию производства электронных средств. | Разработка эскизной КТД. | 8 | ОПК-4 |
| | Итого | 8 | |
| 3 Технология изготовления | Изготовление печатной платы. | 8 | ОПК-4 |

| | | | |
|--|-------------------------------------|----|-------|
| печатных плат. | Итого | 8 | |
| 4 Технология электрических соединений. | Монтаж элементов на печатную плату. | 8 | ОПК-4 |
| | Итого | 8 | |
| Итого за семестр | | 24 | |
| Итого | | 24 | |

8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

| Названия разделов | Содержание практических занятий | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|--|-----------------|-------------------------|
| 6 семестр | | | |
| 1 Введение в технологию производства электронных средств. | Анализ КТД.Разработка эскизной КТД | 6 | ОПК-4 |
| | Итого | 6 | |
| 2 Технология деталей. | Анализ КТД. | 10 | ОПК-4 |
| | Итого | 10 | |
| 3 Технология изготовления печатных плат. | Контроль качества печатной платы.Трассировка печатной платы. | 12 | ОПК-4 |
| | Итого | 12 | |
| 4 Технология электрических соединений. | Исследование характеристик электрических соединений. | 8 | ОПК-4 |
| | Итого | 8 | |
| Итого за семестр | | 36 | |
| 7 семестр | | | |
| 5 Технология сборки и монтажа электронных средств. | Сборка и монтаж электронных средств. | 6 | ОПК-4 |
| | Итого | 6 | |
| 6 Технология герметизации электронных средств. | Методы герметизации, материалы и их свойства. | 6 | ОПК-4 |
| | Итого | 6 | |
| 7 Контроль и испытания электронных средств. | Составление программы и методик испытаний электронных средств. | 6 | ОПК-4 |
| | Итого | 6 | |
| Итого за семестр | | 18 | |
| Итого | | 54 | |

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 |
|---|---|----------------|-------------------------|--|
| 6 семестр | | | | |
| 1 Введение в технологию производства электронных средств. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 1 | ОПК-4 | Опрос на занятиях, Отчет по практике, Отчет по лабораторной работе |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 1 | | |
| | Итого | 3 | | |
| 2 Технология деталей. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 1 | ОПК-4 | Опрос на занятиях, Отчет по практике |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Итого | 2 | | |
| 3 Технология изготовления печатных плат. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 1 | ОПК-4 | Опрос на занятиях, Отчет по практике, Отчет по лабораторной работе |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 1 | | |
| | Итого | 3 | | |
| 4 Технология электрических соединений. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 1 | ОПК-4 | Опрос на занятиях, Отчет по практике, Отчет по лабораторной работе |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 2 | | |
| | Итого | 4 | | |
| Итого за семестр | | 12 | | |
| 7 семестр | | | | |
| 5 Технология сборки и монтажа электронных средств. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | ОПК-4 | Отчет по практике, Опрос на занятиях |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Итого | 6 | | |

| | | | | |
|--|---|----|-------|--------------------------------------|
| 6 Технология герметизации электронных средств. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | ОПК-4 | Отчет по практике, Опрос на занятиях |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Итого | 6 | | |
| 7 Контроль и испытания электронных средств. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | ОПК-4 | Отчет по практике, Опрос на занятиях |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Итого | 6 | | |
| Итого за семестр | | 18 | | |
| | Подготовка к экзамену | 36 | | Экзамен |
| Итого | | 66 | | |

10. Курсовая работа

Содержание курсовой работы (проекта), трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 10.1.

Таблица 10. 1 – Содержание курсовой работы (проекта), трудоемкость и формируемые компетенции

| Содержание курсовой работы | Трудоемкость (час.) | Формируемые компетенции |
|--|---------------------|-------------------------|
| 6 семестр | | |
| Техническое задание. Введение. Аналитический обзор. Эскизная КТД. Программа и методики испытаний. Протоколы испытаний. Заключение. | 18 | ОПК-4 |
| Итого за семестр | 18 | |

10.1 Темы курсовых работ

Примерная тематика курсовых работ (проектов):

- Фотореле.
- Радиоприёмник.
- Зарядное устройство для малогабаритных аккумуляторов.
- Устройство питания мощного светодиодного светильника.
- Устройство питания светодиодной лампы.
- Ультразвуковой отпугиватель насекомых.
- Звуковой усилитель.
- Блок питания.
- Светодиодный RGB модуль.
- Детектор электромагнитного поля.

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 |
|----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|--|---------|
| 6 семестр | | | | |
| Защита курсовых проектов (работ) | | | 25 | 25 |
| Опрос на занятиях | 2 | 2 | 1 | 5 |
| Отчет по курсовой работе | | | 25 | 25 |
| Отчет по лабораторной работе | 10 | 10 | 10 | 30 |
| Отчет по практике | 5 | 5 | 5 | 15 |
| Нарастающим итогом | 17 | 34 | 100 | 100 |
| 7 семестр | | | | |
| Опрос на занятиях | 2 | 2 | 1 | 5 |
| Отчет по практике | 15 | 25 | 25 | 65 |
| Экзамен | | | | 30 |
| Нарастающим итогом | 17 | 44 | 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) |
| 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. Юрков Н.К. Технология производства электронных средств: учебник. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: Издательство «Лань», 2014. – 480 с. [Электронный ресурс]. - <http://e.lanbook.com/view/book/41019/>

12.2. Дополнительная литература

1. Сысоев С.К., Сысоев А.С., Левко В.А. Технология машиностроения. Проектирование технологических процессов – СПб., М., Краснодар: Издательство «Лань», 2011. – 352с. [Электронный ресурс]. - http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=711.
2. Коледов Л.А. Технология и конструкция микросхем, микропроцессоров и микросборок – СПб., М., Краснодар: Издательство «Лань», 2009. – 400с. [Электронный ресурс]. - http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=192.
3. Технология и автоматизация производства радиоэлектронной аппаратуры: Учебник для вузов/ И. П. Бушминский, О. Ш. Даутов, А. П. Достанко и др.; Ред. А. П. Достанко, Ред. Ш. М. Чабдаров. - М.: Радио и связь, 1989. - 624 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 45 экз.)
4. Проектирование и технология печатных плат: Учебник для вузов/ Е. В. Пирогова. - М.: Форум, 2005; М.: Инфра-М, 2005. - 559 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 77 экз.)
5. Единая система технологической документации: Справочное пособие / Е.А. Лобода, В.Г. Мартынов, Б.С. Мендриков и др. – М.: Издательство стандартов, 1992. - 325 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 5 экз.)

12.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. «Основы технология РЭС», «Технология РЭС», «Технология поверхностного монтажа», «Технологические процессы и производства», «Технология ЭВС-2»: Практикум / Христюков В. Г. – 2012. 177 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/training/publications/2010>, свободный.
2. Технология РЭС: Методические указания по выполнению лабораторных работ / Смирнов Г. В., Троян О. Е., Христюков В. Г., Кан А. Г. – 2012. 99 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/training/publications/2014>, свободный.
3. Технология РЭС: Методические указания по выполнению курсового проекта / Троян О. Е. – 2012. 31 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/training/publications/2011>, свободный.
4. Светодиодные технологии. Спецкурс выпускающей кафедры: Методические указания к практическим занятиям и самостоятельной работе студентов / Туев В. И. - 2012. 50 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/1926>, свободный.

12.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. <https://edu.tusur.ru>
2. <http://e.lanbook.com>
3. <http://elibrary.ru>

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение каф. РЭТЭМ и НИИСТ ТУСУР.

14. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств приведен в приложении 1.

15. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Без рекомендаций.

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

Технология производства электронных средств

Уровень основной образовательной программы: **Бакалавриат**

Направление подготовки (специальность): **11.03.03 Конструирование и технология электронных средств**

Профиль: **Конструирование и технология наноэлектронных средств**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**

Кафедра: **КУДР, Кафедра конструирования узлов и деталей радиоэлектронной аппаратуры**

Курс: **3, 4**

Семестр: **6, 7**

Учебный план набора 2014 года

Разработчики:

- Доцент каф. РЭТЭМ Солдаткин В. С.
- Доцент каф. РЭТЭМ Троян О. Е.
- Заведующий кафедрой каф. РЭТЭМ Туев В. И.

Зачет: 6 семестр

Экзамен: 7 семестр

Курсовое проектирование / Курсовая работа: 7 семестр

Томск 2016

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 методы выполнения и редактирования изображений и чертежей, основы подготовки КТД.; Должен уметь разрабатывать, оформлять и редактировать КТД.; Должен владеть навыками подготовки КТД.; |

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 | методы выполнения и редактирования | разрабатывать, оформлять и | навыками подготовки КТД. |

| | | | |
|----------------------------------|--|---|---|
| | изображений и чертежей, основы подготовки КТД. | редактировать КТД. | |
| Виды занятий | <ul style="list-style-type: none"> • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа); | <ul style="list-style-type: none"> • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа); | <ul style="list-style-type: none"> • Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа); |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Отчет по курсовой работе; • Отчет по практике; • Зачет; • Экзамен; • Курсовое проектирование / Курсовая работа; | <ul style="list-style-type: none"> • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Защита курсовых проектов (работ); • Отчет по курсовой работе; • Отчет по практике; • Зачет; • Экзамен; • Курсовое проектирование / Курсовая работа; | <ul style="list-style-type: none"> • Отчет по лабораторной работе; • Защита курсовых проектов (работ); • Отчет по курсовой работе; • Отчет по практике; • Зачет; • Экзамен; • Курсовое проектирование / Курсовая работа; |

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"> • Успешное и структурированное знание современных методов и средств выполнения и редактирования изображений и чертежей, основ подготовки КТД.; | <ul style="list-style-type: none"> • Уметь успешно и систематизировано, с помощью современных средств, разрабатывать, оформлять и редактировать КТД.; | <ul style="list-style-type: none"> • всеми необходимыми навыками подготовки КТД с помощью современных средств в предметной области.; |
| Хорошо (базовый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> • Достаточно успешное но не структурированное знание методов и средств выполнения и редактирования изображений и чертежей, основ подготовки КТД.; | <ul style="list-style-type: none"> • Уметь успешно но не систематизировано, с помощью современных средств, разрабатывать, оформлять и редактировать КТД.; | <ul style="list-style-type: none"> • основными навыками подготовки КТД с помощью современных средств в области поставленных задач.; |

| | | | |
|--|--|---|--|
| Удовлетворительный (пороговый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> Имеет базовые знания методов и средств выполнения и редактирования изображений и чертежей, основ подготовки КТД; | <ul style="list-style-type: none"> Под руководством квалифицированного специалиста, с помощью базовых средств, разрабатывать, оформлять и редактировать КТД; | <ul style="list-style-type: none"> навыками подготовки КТД на базовом уровне под руководством квалифицированного специалиста; |
|--|--|---|--|

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

3.1 Темы опросов на занятиях

– Основные понятия, термины, определения и сокращения. ЕСКД. ЕСТД. ЕСТПП. Конструкторско-технологическая документация (КТД).

– Штамповочные операции в технологии конструктивных элементов ЭС (печатной плате, передней панели и др.). Фрезерование печатных плат, деталей устройств ЭС: радиатор, передняя панель, крышка и др. Сверление отверстий в печатных платах, конструктивных элементах устройств ЭС. Технология нанесения защитных и специальных пленок и покрытий.

– Классификация печатных плат и методов их изготовления: основные определения и технические требования, предъявляемые к печатным платам; конструкционные материалы для производства печатных плат и их характеристики. Получение защитного рисунка и проводящих покрытий на печатных платах: сеткографический и фотохимический методы получения защитного рисунка; формирование проводящих элементов печатных плат химическим и электрохимическим методами, травление меди с пробельных мест. Субтрактивные и аддитивные методы изготовления печатных плат: химический, комбинированный, полуаддитивный, аддитивный и его разновидности. Особенности изготовления многослойных и гибких печатных плат: классификация методов изготовления печатных плат (метод металлизации сквозных отверстий, попарного прессования), их сравнительные характеристики; прессование многослойных печатных плат; особенность технологии гибких печатных плат, гибких печатных кабелей и шлейфов; контроль и испытание печатных плат. Технология изготовления плат на металлической и керамической основе.

– Классификация методов выполнения электрических соединений и технические требования к ним. Основы пайки. Технология выполнения пайки. Основы сварки. Методы выполнения сварных монтажных соединений. Электрическое соединение методом накрутки и соединение проводящими клеями.

– Особенности построения пространственно-временной структуры сборки и монтажа аппаратуры: основные понятия и принципы построения ТП сборки и монтажа, типовые и групповые ТП сборки и монтажа. Организация поточных линий сборки. Технология автоматизированной сборки и монтажа микроблоков (модулей) ЭС: входной контроль комплектующих элементов; подготовка комплектующих элементов к монтажу; сборка компонентов на печатных платах; технология монтажа микроблоков ЭС на печатных платах. Технология поверхностного монтажа компонентов.

– Способы герметизации ЭС и технологические требования, предъявляемые к качеству. Материалы, применяемые для герметизации, их технологические характеристики и правила выбора. Структура процесса герметизации.

– Виды технического контроля. Технологические испытания. Виды испытаний: исследовательские, квалификационные, периодические. Программа и методики испытаний. Техническое обслуживание и ремонт ЭС.

3.2 Экзаменационные вопросы

- Способы герметизации ЭС и технологические требования, предъявляемые к качеству.
- Материалы, применяемые для герметизации, их технологические характеристики и

правила выбора. Структура процесса герметизации.

– Особенности построения пространственно-временной структуры сборки и монтажа аппаратуры: основные понятия и принципы построения ТП сборки и монтажа, типовые и групповые ТП сборки и монтажа.

– Организация поточных линий сборки.

– Внутриблочный и межблочный монтаж ЭС: технология объёмного проводного монтажа на печатных платах: стежковый, многопроводной с фиксированием проводов; монтаж плоскими ленточными кабелями; технология монтажа жгутами.

– Технология автоматизированной сборки и монтажа микроблоков (модулей) ЭС: входной контроль комплектующих элементов; подготовка комплектующих элементов к монтажу; сборка компонентов на печатных платах; технология монтажа микроблоков ЭС на печатных платах.

– Технология поверхностного монтажа компонентов (ТПМК): элементная база ТПМК; варианты ТП сборки и монтажа печатных плат при ТПМК; особенности проектирования коммутационных плат; технология пайки в паровой фазе (конденсационная) и ИК - нагревом.

– Виды технического контроля.

– Технологические испытания.

– Виды испытаний: исследовательские, квалификационные, периодические.

– Программа и методики испытаний.

– Техническое обслуживание и ремонт ЭС.

3.3 Тематика практики

– Анализ КТД. Разработка эскизной КТД

– Анализ КТД.

– Контроль качества печатной платы. Трассировка печатной платы.

– Исследование характеристик электрических соединений.

– Сборка и монтаж электронных средств.

– Методы герметизации, материалы и их свойства.

– Составление программы и методик испытаний электронных средств.

3.4 Темы лабораторных работ

– Разработка эскизной КТД.

– Изготовление печатной платы.

– Монтаж элементов на печатную плату.

3.5 Зачёт

– Основные понятия, термины, определения и сокращения. ЕСКД. ЕСТД. ЕСТПП. Конструкторско-технологическая документация (КТД). Штамповочные операции в технологии конструктивных элементов ЭС (печатной плате, передней панели и др.). Фрезерование печатных плат, деталей устройств ЭС: радиатор, передняя панель, крышка и др. Сверление отверстий в печатных платах, конструктивных элементах устройств ЭС. Технология нанесения защитных и специальных пленок и покрытий. Классификация печатных плат и методов их изготовления: основные определения и технические требования, предъявляемые к печатным платам; конструкционные материалы для производства печатных плат и их характеристики. Получение защитного рисунка и проводящих покрытий на печатных платах: сеткографический и фотохимический методы получения защитного рисунка; формирование проводящих элементов печатных плат химическим и электрохимическим методами, травление меди с пробельных мест. Субтрактивные и аддитивные методы изготовления печатных плат: химический, комбинированный, полуаддитивный, аддитивный и его разновидности. Особенности изготовления многослойных и гибких печатных плат: классификация методов изготовления печатных плат (метод металлизации сквозных отверстий, попарного прессования), их сравнительные характеристики; прессование многослойных печатных плат; особенность технологии гибких печатных плат, гибких печатных кабелей и шлейфов; контроль и испытание печатных плат. Технология изготовления плат на металлической и керамической основе. Классификация методов выполнения электрических соединений и технические требования к ним. Основы пайки.

Технология выполнения пайки. Основы сварки. Методы выполнения сварных монтажных соединений. Электрическое соединение методом накрутки и соединение проводящими клеями.

3.6 Темы курсовых проектов (работ)

- Фотореле.
- Радиоприёмник.
- Зарядное устройство для малогабаритных аккумуляторов.
- Устройство питания мощного светодиодного светильника.
- Устройство питания светодиодной лампы.
- Ультразвуковой отпугиватель насекомых.
- Звуковой усилитель.
- Блок питания.
- Светодиодный RGB модуль.
- Детектор электромагнитного поля.

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. Юрков Н.К. Технология производства электронных средств: учебник. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: Издательство «Лань», 2014. – 480 с. [Электронный ресурс]. - <http://e.lanbook.com/view/book/41019/>

4.2. Дополнительная литература

1. Сысоев С.К., Сысоев А.С., Левко В.А. Технология машиностроения. Проектирование технологических процессов – СПб., М., Краснодар: Издательство «Лань», 2011. – 352с. [Электронный ресурс]. - http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=711.
2. Коледов Л.А. Технология и конструкция микросхем, микропроцессоров и микросборок – СПб., М., Краснодар: Издательство «Лань», 2009. – 400с. [Электронный ресурс]. - http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=192.
3. Технология и автоматизация производства радиоэлектронной аппаратуры: Учебник для вузов/ И. П. Бушминский, О. Ш. Даутов, А. П. Достанко и др.; Ред. А. П. Достанко, Ред. Ш. М. Чабдаров. - М.: Радио и связь, 1989. - 624 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 45 экз.)
4. Проектирование и технология печатных плат: Учебник для вузов/ Е. В. Пирогова. - М.: Форум, 2005; М.: Инфра-М, 2005. - 559 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 77 экз.)
5. Единая система технологической документации: Справочное пособие / Е.А. Лобода, В.Г. Мартынов, Б.С. Мендриков и др. – М.: Издательство стандартов, 1992. - 325 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 5 экз.)

4.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. «Основы технология РЭС», «Технология РЭС», «Технология поверхностного монтажа», «Технологические процессы и производства», «Технология ЭВС-2»: Практикум / Христюков В. Г. – 2012. 177 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/training/publications/2010>, свободный.
2. Технология РЭС: Методические указания по выполнению лабораторных работ / Смирнов Г. В., Троян О. Е., Христюков В. Г., Кан А. Г. – 2012. 99 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/training/publications/2014>, свободный.
3. Технология РЭС: Методические указания по выполнению курсового проекта / Троян О. Е. – 2012. 31 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/training/publications/2011>, свободный.
4. Светодиодные технологии. Спецкурс выпускающей кафедры: Методические указания к практическим занятиям и самостоятельной работе студентов / Туев В. И. - 2012. 50 с.

[Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/1926>, свободный.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. <https://edu.tusur.ru>
2. <http://e.lanbook.com>
3. <http://elibrary.ru>