

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: **4**

Семестр: **7**

Учебный план набора 2013 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности   | 7 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|-----------|-------|---------|
| 1 | Лекции  | 36        | 36    | часов   |
| 2 | Практические занятия  | 36        | 36    | часов   |
| 3 | Лабораторные занятия  | 16        | 16    | часов   |
| 4 | Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа) | 18        | 18    | часов   |
| 5 | Всего аудиторных занятий  | 106       | 106   | часов   |
| 6 | Самостоятельная работа  | 110       | 110   | часов   |
| 7 | Всего (без экзамена)  | 216       | 216   | часов   |
| 8 | Подготовка и сдача экзамена   | 36        | 36    | часов   |
| 9 | Общая трудоемкость  | 252       | 252   | часов   |
|   |   | 7.0       | 7.0   | З.Е     |

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.11) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Введение в профессию, Метрология, стандартизация и технические измерения, Проектирование электронных средств, Технологические процессы в наноэлектронике, Физические основы элементной базы, Функциональные устройства РЭС.

Последующими дисциплинами являются: Управление качеством электронных средств.

## 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 7.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| № | Виды учебной деятельности   | 7 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|-----------|-------|---------|
| 1 | Лекции  | 36        | 36    | часов   |
| 2 | Практические занятия  | 36        | 36    | часов   |
| 3 | Лабораторные занятия  | 16        | 16    | часов   |
| 4 | Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа) | 18        | 18    | часов   |
| 5 | Всего аудиторных занятий  | 106       | 106   | часов   |
| 6 | Самостоятельная работа  | 110       | 110   | часов   |
| 7 | Всего (без экзамена)  | 216       | 216   | часов   |
| 8 | Подготовка и сдача экзамена   | 36        | 36    | часов   |
| 9 | Общая трудоемкость  | 252       | 252   | часов   |
|   |   | 7.0       | 7.0   | 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<br>(без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|--------|----------------------|---------------------|------------------------|-----------------|-------------------------------|-------------------------|
| 1 | Введение в технологию производства электронных средств. | 6      | 6                    | 4                   | 21                     | 0               | 37                            | ОПК-4                   |
| 2 | Технология деталей.                                     | 6      | 6                    | 0                   | 14                     | 0               | 26                            | ОПК-4                   |
| 3 | Технология изготовления печатных плат.                  | 6      | 6                    | 6                   | 21                     | 0               | 39                            | ОПК-4                   |
| 4 | Технология электрических соединений.                    | 6      | 6                    | 6                   | 21                     | 0               | 39                            | ОПК-4                   |
| 5 | Технология сборки и монтажа электронных средств.        | 6      | 6                    | 0                   | 11                     | 0               | 23                            | ОПК-4                   |
| 6 | Технология герметизации электронных средств.            | 3      | 3                    | 0                   | 11                     | 0               | 17                            | ОПК-4                   |
| 7 | Контроль и испытания электронных средств.               | 3      | 3                    | 0                   | 11                     | 0               | 17                            | ОПК-4                   |
|   | Итого   | 36     | 36                   | 16                  | 110                    | 18              | 216                           |                         |

### 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,<br>ч | Формируемые компетенции |
|---|--|--------------------|-------------------------|
| 7 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 | 6                  | ОПК-4                   |

|  |   |   |       |
|--|---|---|-------|
|  | 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.  |   |       |
|  | Итого   | 6 |       |
| 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. | 6 | ОПК-4 |
|  | Итого   | 6 |       |
| 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.   | 6 | ОПК-4 |
|  | Итого   | 6 |       |
| 5 Технология сборки и монтажа            | Особенности построения  | 6 | ОПК-4 |

|  |   |    |       |
|--|---|----|-------|
| электронных средств.                           | 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. |    |       |
|  | 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.   | 3  | ОПК-4 |
|  | Итого   | 3  |       |
| 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.  | 3  | ОПК-4 |
|  | Итого   | 3  |       |
| Итого за семестр                               |   | 36 |       |

### 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                         | Метрология, стандартизация и технические измерения |   |   |   |   |   |   | + |
| 3                         | Проектирование электронных средств                 | +   | + | + | + | + | + | + |

|                        |  |  |   |   |   |   |  |   |
|------------------------|--|--|---|---|---|---|--|---|
| 4                      | Технологические процессы в нанoeлектронике |  |   |   |   | + |  |   |
| 5                      | Физические основы элементной базы          |  | + |   |   |   |  |   |
| 6                      | Функциональные устройства РЭС              |  |   | + | + |   |  |   |
| Последующие дисциплины |  |  |   |   |   |   |  |   |
| 1                      | Управление качеством электронных средств   |  |   |   |   |   |  | + |

#### 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       | Трудоёмкость,<br>ч | Формируемые компетенции |
|---|-------------------------------------|--------------------|-------------------------|
| <b>7 семестр</b>  |                                     |                    |                         |
| 1 Введение в технологию производства электронных средств. | Разработка эскизной КТД.            | 4                  | ОПК-4                   |
|   | Итого                               | 4                  |                         |
| 3 Технология изготовления печатных плат.                  | Изготовление печатной платы.        | 6                  | ОПК-4                   |
|   | Итого                               | 6                  |                         |
| 4 Технология электрических соединений.                    | Монтаж элементов на печатную плату. | 6                  | ОПК-4                   |
|   | Итого                               | 6                  |                         |
| Итого за семестр  |                                     | 16                 |                         |

### 8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

| Названия разделов   | Содержание практических занятий                                | Трудоёмкость,<br>ч | Формируемые компетенции |
|---|--|--------------------|-------------------------|
| <b>7 семестр</b>  |  |                    |                         |
| 1 Введение в технологию производства электронных средств. | Анализ КТД. Разработка эскизной КТД                            | 6                  | ОПК-4                   |
|   | Итого  | 6                  |                         |
| 2 Технология деталей.                                     | Анализ КТД.  | 6                  | ОПК-4                   |
|   | Итого  | 6                  |                         |
| 3 Технология изготовления печатных плат.                  | Контроль качества печатной платы. Трассировка печатной платы.  | 6                  | ОПК-4                   |
|   | Итого  | 6                  |                         |
| 4 Технология электрических соединений.                    | Исследование характеристик электрических соединений.           | 6                  | ОПК-4                   |
|   | Итого  | 6                  |                         |
| 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.                  | 3                  | ОПК-4                   |
|   | Итого  | 3                  |                         |
| 7 Контроль и испытания электронных средств.               | Составление программы и методик испытаний электронных средств. | 3                  | ОПК-4                   |
|   | Итого  | 3                  |                         |
| Итого за семестр  |  | 36                 |                         |

## 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 Введение в технологию производства электронных средств. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 9              | ОПК-4                   | Опрос на занятиях, Отчет по практике, Отчет по лабораторной работе |
|   | Проработка лекционного материала              | 3              |                         |  |
|   | Оформление отчетов по лабораторным работам    | 9              |                         |  |
|   | Итого   | 21             |                         |  |
| 2 Технология деталей.                                     | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 9              | ОПК-4                   | Опрос на занятиях, Отчет по практике                               |
|   | Проработка лекционного материала              | 5              |                         |  |
|   | Итого   | 14             |                         |  |
| 3 Технология изготовления печатных плат.                  | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 9              | ОПК-4                   | Опрос на занятиях, Отчет по практике, Отчет по лабораторной работе |
|   | Проработка лекционного материала              | 3              |                         |  |
|   | Оформление отчетов по лабораторным работам    | 9              |                         |  |
|   | Итого   | 21             |                         |  |
| 4 Технология электрических соединений.                    | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 9              | ОПК-4                   | Опрос на занятиях, Отчет по практике, Отчет по лабораторной работе |
|   | Проработка лекционного материала              | 3              |                         |  |
|   | Оформление отчетов по лабораторным работам    | 9              |                         |  |
|   | Итого   | 21             |                         |  |
| 5 Технология сборки и монтажа электронных средств.        | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 9              | ОПК-4                   | Отчет по практике, Опрос на занятиях                               |
|   | Проработка лекционного материала              | 2              |                         |  |
|   | Итого   | 11             |                         |  |

|  |   |     |       |                                      |
|--|---|-----|-------|--------------------------------------|
| 6 Технология герметизации электронных средств. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 9   | ОПК-4 | Отчет по практике, Опрос на занятиях |
|  | Проработка лекционного материала              | 2   |       |                                      |
|  | Итого   | 11  |       |                                      |
| 7 Контроль и испытания электронных средств.    | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 9   | ОПК-4 | Отчет по практике, Опрос на занятиях |
|  | Проработка лекционного материала              | 2   |       |                                      |
|  | Итого   | 11  |       |                                      |
| Итого за семестр                               |   | 110 |       |                                      |
|  | Подготовка к экзамену                         | 36  |       | Экзамен                              |
| Итого  |   | 146 |       |                                      |

### 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 |
|--|---------------------|-------------------------|
| 7 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 |
|----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|--|---------|
| 7 семестр                        |                                   |                                |  |         |
| Защита курсовых проектов (работ) |                                   |                                | 20   | 20      |
| Опрос на занятиях                | 2                                 | 2                              | 1  | 5       |
| Отчет по курсовой работе         |                                   |                                | 15   | 15      |
| Отчет по лабораторной работе     | 5                                 | 5                              | 5  | 15      |
| Отчет по практике                | 5                                 | 5                              | 5  | 15      |
| Экзамен                          |                                   |                                |  | 30      |
| Нарастающим итогом               | 12                                | 24                             | 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](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](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.)
6. Печатные платы. Конструкции и материалы: Монография/ А. М. Медведев. - М.: Техносфера, 2005. - 302 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 13 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. Технология производства электронных средств: Методические указания по самостоятельной и индивидуальной работе студентов: Методические указания по самостоятельной и индивидуальной работе студентов 11.03.03 "Конструирование и технология электронных средств" / Солдаткин В. С., Троян О. Е., Туев В. И. - 2016. 7 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/6247>, 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: **4**

Семестр: **7**

Учебный план набора 2013 года

Разработчики:

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

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

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

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



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

#### **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](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](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.)
6. Печатные платы. Конструкции и материалы: Монография/ А. М. Медведев. - М.: Техносфера, 2005. - 302 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 13 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. Технология производства электронных средств: Методические указания по самостоятельной и индивидуальной работе студентов: Методические указания по самостоятельной и индивидуальной работе студентов 11.03.03 "Конструирование и технология электронных средств" / Солдаткин В. С., Троян О. Е., Туев В. И. - 2016. 7 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/6247>, свободный.

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

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