

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): **Проектирование и технология электронно-вычислительных средств**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **ФБ, Факультет безопасности**

Кафедра: **КИБЭВС, Кафедра комплексной информационной безопасности электронно-вычислительных систем**

Курс: **4**

Семестр: **7**

Учебный план набора 2013 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	28	28	часов
2	Практические занятия	18	18	часов
3	Лабораторные занятия	28	28	часов
4	Всего аудиторных занятий	74	74	часов
5	Из них в интерактивной форме	16	16	часов
6	Самостоятельная работа	70	70	часов
7	Всего (без экзамена)	144	144	часов
8	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
9	Общая трудоемкость	180	180	часов
		5.0	5.0	З.Е

Экзамен: 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 ФБ \_\_\_\_\_ Давыдова Е. М.

Заведующий выпускающей каф.  
КИБЭВС \_\_\_\_\_ Шелупанов А. А.

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.Б.13) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Введение в специальность, Материалы и компоненты электронных средств, Метрология, стандартизация и технические измерения.

Последующими дисциплинами являются: .

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ПК-6 готовностью выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и модулей электронных средств, в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;

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 5.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

№	Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	28	28	часов
2	Практические занятия	18	18	часов
3	Лабораторные занятия	28	28	часов
4	Всего аудиторных занятий	74	74	часов
5	Из них в интерактивной форме	16	16	часов
6	Самостоятельная работа	70	70	часов
7	Всего (без экзамена)	144	144	часов
8	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
9	Общая трудоемкость	180	180	часов
		5.0	5.0	З.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	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
1	Введение в технологию производства электронных средств.	4	2	9	12	27	ПК-6
2	Технология деталей.	4	2	0	9	15	ПК-6
3	Технология изготовления печатных плат.	6	3	10	12	31	ПК-6
4	Технология электрических соединений.	4	3	9	12	28	ПК-6
5	Технология сборки и монтажа электронных средств.	4	3	0	9	16	ПК-6
6	Технология герметизации электронных средств.	3	2	0	8	13	ПК-6
7	Контроль и испытания электронных средств.	3	3	0	8	14	ПК-6
	Итого	28	18	28	70	144	

### 5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
<b>7 семестр</b>			
1 Введение в технологию производства электронных средств.	Основные понятия, термины, определения и сокращения.ЕСКД.ЕСТД.ЕСТПП.Конструкторско-технологическая документация (КТД).	4	ПК-6
	Итого	4	
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 ЭС.Технология нанесения защитных и	4	ПК-6

	специальных пленок и покрытий.		
	Итого	4	
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	ПК-6
	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.	4	ПК-6
	Итого	4	
5 Технология сборки и монтажа электронных средств.	Особенности построения пространственно-временной структуры сборки и монтажа аппаратуры: основные понятия и принципы построения ТП сборки и монтажа, типовые и групповые ТП	4	ПК-6

	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	4	
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	
	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	
	Итого	3	
Итого за семестр		28	

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

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

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

№	Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин						
		1	2	3	4	5	6	7
Предшествующие дисциплины								
1	Введение в специальность	+						
2	Материалы и компоненты электронных средств		+	+	+	+		
3	Метрология, стандартизация и технические измерения							+

### 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-6	+	+	+	+	Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, 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
Исследовательский метод	4	6	6	16
Итого	4	6	6	16

### 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
7 семестр			
1 Введение в технологию производства электронных средств.	Разработка эскизной КТД.	9	ПК-6
	Итого	9	
3 Технология изготовления печатных плат.	Изготовление печатной платы.	10	ПК-6
	Итого	10	
4 Технология электрических соединений.	Монтаж элементов на печатную плату.	9	ПК-6
	Итого	9	
Итого за семестр		28	

### 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
<b>7 семестр</b>			
1 Введение в технологию производства электронных средств.	Анализ КТД.Разработка эскизной КТД	2	ПК-6
	Итого	2	
2 Технология деталей.	Анализ КТД.	2	ПК-6
	Итого	2	
3 Технология изготовления печатных плат.	Контроль качества печатной платы.Трассировка печатной платы.	3	ПК-6
	Итого	3	
4 Технология электрических соединений.	Исследование характеристик электрических соединений.	3	ПК-6
	Итого	3	
5 Технология сборки и монтажа электронных средств.	Сборка и монтаж электронных средств.	3	ПК-6
	Итого	3	
6 Технология герметизации электронных средств.	Методы герметизации, материалы и их свойства.	2	ПК-6
	Итого	2	
7 Контроль и испытания электронных средств.	Составление программы и методик испытаний электронных средств.	3	ПК-6
	Итого	3	
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
<b>7 семестр</b>				
1 Введение в технологию производства электронных средств.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-6	Опрос на занятиях, Отчет по практике, Отчет по лабораторной работе
	Проработка лекционного материала	3		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	3		
	Итого	12		

2 Технология деталей.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-6	Опрос на занятиях, Отчет по практике
	Проработка лекционного материала	3		
	Итого	9		
3 Технология изготовления печатных плат.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-6	Опрос на занятиях, Отчет по практике, Отчет по лабораторной работе
	Проработка лекционного материала	3		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	3		
	Итого	12		
4 Технология электрических соединений.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-6	Опрос на занятиях, Отчет по практике, Отчет по лабораторной работе
	Проработка лекционного материала	3		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	3		
	Итого	12		
5 Технология сборки и монтажа электронных средств.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-6	Отчет по практике, Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	3		
	Итого	9		
6 Технология герметизации электронных средств.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-6	Отчет по практике, Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	2		
7 Контроль и испытания электронных средств.	Итого	8	ПК-6	Отчет по практике, Опрос на занятиях
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6		
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	8		
Итого за семестр		70		
	Подготовка к экзамену	36		Экзамен
Итого		106		

## 10. Курсовая работа

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				
Опрос на занятиях	2	2	1	5
Отчет по лабораторной работе	10	10	15	35
Отчет по практике	10	10	10	30
Экзамен				30
Нарастающим итогом	22	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](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 - 83 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: **Проектирование и технология электронно-вычислительных средств**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **ФБ, Факультет безопасности**

Кафедра: **КИБЭВС, Кафедра комплексной информационной безопасности электронно-вычислительных систем**

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

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
ПК-6	готовностью выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и модулей электронных средств, в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	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 ПК-6

ПК-6: готовностью выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и модулей электронных средств, в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования.

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	основы расчетов и	выполнять расчет и	навыками выполнения

этапов	проектирования деталей, узлов и модулей электронных средств, в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	проектирование деталей, узлов и модулей электронных средств, в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	расчетов и проектирования деталей, узлов и модулей электронных средств, в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования
Виды занятий	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>• Интерактивные лекции;</li> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные занятия;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> <li>• Подготовка к экзамену;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>• Интерактивные лекции;</li> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные занятия;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> <li>• Подготовка к экзамену;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>• Лабораторные занятия;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul>
Используемые средства оценивания	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Отчет по практике;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Отчет по практике;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Отчет по практике;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>

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

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• успешное и систематизированное знание основ проведения расчетов и проектирования деталей, узлов и модулей электронных средств, в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• успешно и структурировано выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и модулей электронных средств, в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• всеми необходимыми навыками выполнения расчетов и проектирования деталей, узлов и модулей электронных средств, в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;</li> </ul>
Хорошо (базовый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• успешное но не систематизированное знание основ проведения расчетов и проектирования деталей, узлов и</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• успешно но не структурировано выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и модулей электронных</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• основными навыками выполнения расчетов и проектирования деталей, узлов и модулей электронных средств, в соответствии</li> </ul>

	модулей электронных средств, в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;	средств, в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;	с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;
Удовлетворительный (пороговый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>базовое знание основ проведения расчетов и проектирования деталей, узлов и модулей электронных средств, в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и модулей электронных средств, в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования под руководством квалифицированного специалиста;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>навыками выполнения расчетов и проектирования деталей, узлов и модулей электронных средств, в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования 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.

## **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](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 - 83 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>