МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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 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 2015 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	Из них в интерактивной форме	16	8	24	часов
7	Самостоятельная работа	12	18	30	часов
8	Всего (без экзамена)	108	72	180	часов
9	Подготовка и сдача экзамена		36	36	часов
10	Общая трудоемкость	108	108	216	часов
		3.0	3.0	6.0	З.Е

Зачет: 6 семестр
Экзамен: 7 семестр
Курсовое проектирование / Курсовая работа: 7 семестр

Согласована на портале № 3034

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 45 от «17» 5 2016 г.

Томск 2016

Согласована на портале № 3034

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	_____	Лощилов А. Г.

Эксперты:

Доцент каф. РЭТЭМ	_____	Несмелова Н. Н.
Доцент каф. РЭТЭМ	_____	Христюков В. Г.
Старший преподаватель каф. РЭТЭМ	_____	Иванов А. А.

Согласована на портале № 3034

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.13) 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	Из них в интерактивной форме	16	8	24	часов
7	Самостоятельная работа	12	18	30	часов
8	Всего (без экзамена)	108	72	180	часов
9	Подготовка и сдача экзамена		36	36	часов
10	Общая трудоемкость	108	108	216	часов
		3.0	3.0	6.0	З.Е

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Согласована на портале № 3034

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.	9	9	6	5	0	29	ОПК-4
2	Технология деталей.	9	9	0	3	0	21	ОПК-4
3	Технология изготовления печатных плат.	9	9	10	7	0	35	ОПК-4
4	Технология электрических соединений.	9	9	8	6	0	32	ОПК-4
5	Технология сборки и монтажа электронных средств.	6	6	0	3	0	15	ОПК-4
6	Технология герметизации электронных средств.	6	6	0	3	0	15	ОПК-4
7	Контроль и испытания электронных средств.	6	6	0	3	0	15	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).	9	ОПК-4
	Итого	9	
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	9	ОПК-4

Согласована на портале № 3034

	ЭС.Технология нанесения защитных и специальных пленок и покрытий.		
	Итого	9	
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.	9	ОПК-4
	Итого	9	
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.	9	ОПК-4
	Итого	9	
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	+	+	+	+	+	+	+

Согласована на портале № 3034

	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

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах приведены в таблице 6.1

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

Методы	Интерактивные практические занятия	Интерактивные лекции	Всего
Исследовательский метод	8	8	16
Исследовательский метод	4	4	8
Итого	12	12	24

7. Лабораторный практикум

Содержание лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Согласована на портале № 3034

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.	6	ОПК-4
	Итого	6	
3 Технология изготовления печатных плат.	Изготовление печатной платы.	10	ОПК-4
	Итого	10	
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	9	ОПК-4
	Итого	9	
2 Технология деталей.	Анализ КТД.	9	ОПК-4
	Итого	9	
3 Технология изготовления печатных плат.	Контроль качества печатной платы.Трассировка печатной платы.	9	ОПК-4
	Итого	9	
4 Технология электрических соединений.	Исследование характеристик электрических соединений.	9	ОПК-4
	Итого	9	
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	Составление программы и методик	6	ОПК-4

Согласована на портале № 3034

электронных средств.	испытаний электронных средств.		
	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
7 семестр				
5 Технология сборки и монтажа электронных средств.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-4	Отчет по практике, Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
6 Технология герметизации электронных средств.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-4	Отчет по практике, Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
7 Контроль и испытания электронных средств.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-4	Отчет по практике, Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
Итого за семестр		9		
	Подготовка к экзамену	36		Экзамен
6 семестр				
1 Введение в технологию производства электронных средств.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-4	Опрос на занятиях, Отчет по практике, Отчет по лабораторной работе
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	5		
2 Технология деталей.	Подготовка к	2	ОПК-4	Опрос на занятиях,

Согласована на портале № 3034

	практическим занятиям, семинарам			Отчет по практике
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
3 Технология изготовления печатных плат.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-4	Опрос на занятиях, Отчет по практике, Отчет по лабораторной работе
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	7		
4 Технология электрических соединений.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-4	Опрос на занятиях, Отчет по практике, Отчет по лабораторной работе
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	3		
	Итого	6		
Итого за семестр		21		
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.

Согласована на портале № 3034

- 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 – Бальные 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
6 семестр				
Опрос на занятиях	3	4	3	10
Отчет по лабораторной работе	15	15	25	55
Отчет по практике	10	10	15	35
Нарастающим итогом	28	57	100	100
7 семестр				
Опрос на занятиях	5	10	5	20
Отчет по практике	15	20	15	50
Экзамен				30
Нарастающим итогом	20	50	70	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

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

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

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

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

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)

Согласована на портале № 3034

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. 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.

Согласована на портале № 3034

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

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 2015 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

Согласована на портале № 3034

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.

Согласована на портале № 3034

	изображений и чертежей, основы подготовки КТД.	редактировать КТД.	
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);	• Интерактивные практические занятия; • Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Отчет по курсовой работе; • Отчет по практике; • Зачет; • Экзамен; • Курсовое проектирование / Курсовая работа;	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Защита курсовых проектов (работ); • Отчет по курсовой работе; • Отчет по практике; • Зачет; • Экзамен; • Курсовое проектирование / Курсовая работа;	• 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)	• Успешное и структурированное знание современных методов и средств выполнения и редактирования изображений и чертежей, основ подготовки КТД.;	• Уметь успешно и систематизировано, с помощью современных средств, разрабатывать, оформлять и редактировать КТД.;	• всеми необходимыми навыками подготовки КТД с помощью современных средств в предметной области.;
Хорошо (базовый уровень)	• Достаточно успешное но не структурированное знание методов и	• Уметь успешно но не систематизировано, с помощью современных средств, разрабатывать,	• основными навыками подготовки КТД с помощью современных средств в области

Согласована на портале № 3034

	средств выполнения и редактирования изображений и чертежей, основ подготовки КТД.;	оформлять и редактировать КТД.;	поставленных задач.;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Имеет базовые знания методов и средств выполнения и редактирования изображений и чертежей, основ подготовки КТД.;	• Под руководством квалифицированного специалиста, с помощью базовых средств, разрабатывать, оформлять и редактировать КТД.;	• 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:

Согласована на портале № 3034

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 в ЕСКД.

– Основные понятия в ЕСТД.

– Основные понятия в ЕСТПП.

– 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:

Согласована на портале № 3034

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 фор-мирования 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,

Согласована на портале № 3034

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. 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

Согласована на портале № 3034