МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента по УР
_____Ким М.Ю.
«29» _____10_____ 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.03 Конструирование и технология электронных средств**
Направленность (профиль) / специализация: **Цифровые технологии электронных средств**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Институт радиоэлектронной техники (ИРЭТ)**
Кафедра: **институт радиоэлектронной техники (ИРЭТ)**
Курс: **3, 4**
Семестр: **6, 7**
Учебный план набора 2026 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	6 семестр	7 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	28	36	64	часов
Практические занятия	28		28	часов
Лабораторные занятия	16	36	52	часов
Курсовой проект		26	26	часов
Самостоятельная работа	72	46	118	часов
Подготовка и сдача экзамена		36	36	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	144	180	324	часов
	4	5	9	з.е.

Формы промежуточной аттестации	Семестр
Зачет	6
Экзамен	7
Курсовой проект	7

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ким М.Ю.
Должность: Директор департамента по УР
Дата подписания: 29.10.2025
Уникальный программный ключ:
ed789cd8-2cc6-4431-a59e-8f386b1d44fa

Томск

Согласована на портале № 84392

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Обучение студентов основным знаниям о технологии производства электронных средств (ЭС), применению современных средств выполнения и редактирования изображений и чертежей и подготовки технологической документации (ТД).

1.2. Задачи дисциплины

1. 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. Ознакомиться с ЕСТД, современными средствами выполнения и редактирования (ТД).

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Обязательная часть.
Модуль дисциплин: Модуль направления подготовки (special hard skills – SHS).
Индекс дисциплины: Б1.О.03.06.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):

Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		
ОПК-4. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-4.1. Знает приемы, способы и методы применения вычислительной техники при выполнении функции сбора, хранения, обработки, передачи и использования данных	Знает приемы, способы и методы применения вычислительной техники при выполнении функции сбора, хранения, обработки, передачи и использования данных технологических процессов производства
	ОПК-4.2. Умеет работать с информацией в глобальных компьютерных сетях	Умеет работать с информацией в глобальных компьютерных сетях при разработке технологических процессов производства
	ОПК-4.3. Владеет практическими навыками решения задач профессиональной деятельности с использованием информационных технологий	Владеет практическими навыками разработки технологической документации с использованием информационных технологий
Профессиональные компетенции		

Согласована на портале № 84392

ПК-7. Способен выполнять работы по технологической подготовке производства электронных средств	ПК-7.1. Знает принципы технологической подготовки производства электронных средств и необходимые виды работ	Знает принципы технологической подготовки производства печатных узлов электронных средств и необходимые виды работ
	ПК-7.2. Умеет применять на практике принципы технологической подготовки производства электронных средств и выполнять необходимые виды работ	Умеет применять на практике принципы технологической подготовки производства печатных узлов электронных средств и выполнять необходимые виды работ
	ПК-7.3. Владеет навыками выполнения основных видов работ по технологической подготовке производства электронных средств	Владеет навыками выполнения основных видов работ по технологической подготовке производства печатных узлов электронных средств

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 зачетных единиц, 324 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры	
		6 семестр	7 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	170	72	98
Лекционные занятия	64	28	36
Практические занятия	28	28	
Лабораторные занятия	52	16	36
Курсовой проект	26		26
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	118	72	46
Подготовка к зачету	40	40	
Подготовка к тестированию	45	20	25
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	18	12	6
Написание отчета по курсовому проекту	15		15
Подготовка и сдача экзамена	36		36
Общая трудоемкость (в часах)	324	144	180
Общая трудоемкость (в з.е.)	9	4	5

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Согласована на портале № 84392

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб.	Курс. пр.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
6 семестр							
1 Введение в технологию производства электронных средств.	14	14	16	-	42	86	ОПК-4, ПК-7
2 Технология деталей.	14	14	-	-	30	58	ОПК-4, ПК-7
Итого за семестр	28	28	16	0	72	144	
7 семестр							
3 Технология изготовления печатных плат.	12	-	-	26	8	46	ОПК-4, ПК-7
4 Технология электрических соединений.	6	-	4		10	20	ОПК-4, ПК-7
5 Технология сборки и монтажа электронных средств.	6	-	24		10	40	ОПК-4, ПК-7
6 Технология герметизации электронных средств.	6	-	-		8	14	ПК-7
7 Контроль и испытания электронных средств.	6	-	8		10	24	ОПК-4, ПК-7
Итого за семестр	36	0	36	26	46	144	
Итого	64	28	52	26	118	288	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), 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).	14	ПК-7
	Итого	14	
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 специальных пленок и покрытий.	14	ПК-7
	Итого	14	
Итого за семестр		28	
7 семестр			

Согласована на портале № 84392

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

Согласована на портале № 84392

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 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.	6	ОПК-4, ПК-7
	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	ПК-7
	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	ПК-7
	Итого	6	
Итого за семестр		36	
Итого		64	

5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3. – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр			
1 Введение в технологию производства электронных средств.	Оценка технологичности конструкций изделий ЭС	14	ОПК-4, ПК-7
	Итого	14	
2 Технология деталей.	Анализ КД. Правила оформления технологических документов	14	ОПК-4, ПК-7
	Итого	14	
Итого за семестр		28	

Согласована на портале № 84392

Итого	28	

5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр			
1 Введение в технологию производства электронных средств.	Технологические особенности типов производства	4	ОПК-4, ПК-7
	Оценка технологичности конструкций изделий РЭС	4	ОПК-4, ПК-7
	Расчет технологической трудоемкости сборочно-монтажных работ при изготовлении печатных узлов РЭС	4	ОПК-4, ПК-7
	Схема сборочного состава	4	ПК-7
	Итого	16	
Итого за семестр		16	
7 семестр			
4 Технология электрических соединений.	Основы поверхностного монтажа	4	ОПК-4, ПК-7
	Итого	4	
5 Технология сборки и монтажа электронных средств.	Выбор и контроль компонентов и материалов для поверхностного монтажа	4	ОПК-4, ПК-7
	Монтаж электрорадиоэлементов	8	ОПК-4, ПК-7
	Технологическая схема сборки	4	ОПК-4, ПК-7
	Оптимизация технологических операций	4	ОПК-4, ПК-7
	Правила оформления технологических документов	4	ОПК-4, ПК-7
	Итого	24	
7 Контроль и испытания электронных средств.	Изготовление и испытание печатного узла	4	ПК-7
	Контроль и испытания электронных средств	4	ОПК-4, ПК-7
	Итого	8	
Итого за семестр		36	
Итого		52	

5.5. Курсовой проект

Содержание, трудоемкость контактной аудиторной работы и формируемые компетенции в рамках выполнения курсового проекта представлены в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Содержание контактной аудиторной работы и ее трудоемкость

Содержание контактной аудиторной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр		
Разработка схемы сборочного состава и технологической схемы сборки	26	ОПК-4, ПК-7

Согласована на портале № 84392

Итого за семестр	26	
Итого	26	

Примерная тематика курсовых проектов:

1. Детектор электромагнитного поля.
2. Светодиодный RGB модуль.
3. Блок питания.
4. Звуковой усилитель.
5. Ультразвуковой отпугиватель насекомых.
6. Устройство питания светодиодной лампы.
7. Устройство питания мощного светодиодного светильника.
8. Зарядное устройство для малогабаритных аккумуляторов.
9. Радиоприёмник.
10. Фотореле.

5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
6 семестр				
1 Введение в технологию производства электронных средств.	Подготовка к зачету	20	ПК-7	Зачёт
	Подготовка к тестированию	10	ПК-7	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	12	ПК-7	Лабораторная работа
	Итого	42		
2 Технология деталей.	Подготовка к зачету	20	ОПК-4, ПК-7	Зачёт
	Подготовка к тестированию	10	ОПК-4, ПК-7	Тестирование
	Итого	30		
Итого за семестр		72		
7 семестр				
3 Технология изготовления печатных плат.	Написание отчета по курсовому проекту	3	ОПК-4, ПК-7	Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту
	Подготовка к тестированию	5	ОПК-4, ПК-7	Тестирование
	Итого	8		

Согласована на портале № 84392

4 Технология электрических соединений.	Написание отчета по курсовому проекту	3	ОПК-4, ПК-7	Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту
	Подготовка к тестированию	5	ОПК-4, ПК-7	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ОПК-4, ПК-7	Лабораторная работа
	Итого	10		
5 Технология сборки и монтажа электронных средств.	Написание отчета по курсовому проекту	3	ОПК-4, ПК-7	Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту
	Подготовка к тестированию	5	ОПК-4, ПК-7	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ОПК-4, ПК-7	Лабораторная работа
	Итого	10		
6 Технология герметизации электронных средств.	Написание отчета по курсовому проекту	3	ПК-7	Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту
	Подготовка к тестированию	5	ПК-7	Тестирование
	Итого	8		
7 Контроль и испытания электронных средств.	Написание отчета по курсовому проекту	3	ОПК-4, ПК-7	Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту
	Подготовка к тестированию	5	ОПК-4, ПК-7	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ОПК-4, ПК-7	Лабораторная работа
	Итого	10		
Итого за семестр		46		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		154		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Согласована на портале № 84392

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности					Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Курс. пр.	Сам. раб.	
ОПК-4	+	+	+	+	+	Зачёт, Курсовой проект, Лабораторная работа, Отчет по курсовому проекту, Тестирование, Экзамен
ПК-7	+	+	+	+	+	Зачёт, Курсовой проект, Лабораторная работа, Отчет по курсовому проекту, Тестирование, Экзамен

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Формы контроля	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				
Зачёт	0	0	40	40
Лабораторная работа	10	10	10	30
Тестирование	10	10	10	30
Итого максимум за период	20	20	60	100
Нарастающим итогом	20	40	100	100
7 семестр				
Лабораторная работа	10	10	20	40
Тестирование	10	10	10	30
Экзамен				30
Итого максимум за период	20	20	30	100
Нарастающим итогом	20	40	70	100

Балльные оценки для курсового проекта представлены в таблице 6.1.1.

Таблица 6.1.1 – Балльные оценки для курсового проекта

Формы контроля	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				
Отчет по курсовому проекту	20	30	50	100
Итого максимум за период	20	30	50	100
Нарастающим итогом	20	50	100	100

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Согласована на портале № 84392

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Баллы на дату текущего контроля	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК	2

6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Юрков, Н. К. Технология производства электронных средств : учебник для вузов / Н. К. Юрков. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2026. — 476 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/510386.

7.2. 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]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/71767.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Солдаткин В.С., Троян О.Е., Туев В.И. Технология производства электронных средств: Методические указания по самостоятельной и индивидуальной работе студентов.– Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2016. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6247.

2. Технология поверхностного монтажа: Учебно-методические указания для выполнения лабораторных работ / Солдаткин В. С., Троян О. Е., Туев В. И. - 2016. 10 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6606.

3. Туев, В. И. Технология производства электронных средств: методические указания по выполнению лабораторных работ / В. И. Туев, М. В. Андреева, О. Е. Троян. — Томск: ТУСУР, 2022. — 44 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/9813.

4. «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.

Согласована на портале № 84392

5. Технология электронных средств: Методические указания по курсовому проекту / В. И. Туев, О. Е. Троян, К. Н. Афонин - 2022. 27 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/9980.

7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Лаборатория безопасности жизнедеятельности: учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы; 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 314 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Коммутатор D-Link Switch 24 port;
- Сканер HP SCANJET 3770 (A4 COLOR, PLAIN, 1200 DPI);
- Телевизор плазменный 51” (129 cv);
- Принтер лазерный HP LASER JET 1020. A4 (USB 2.0);
- Лазерный принтер HP LA-SER JET 1100;
- Робот для обучения программированию UND R3;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Mathcad 13;
- Microsoft Windows 7;
- Microsoft Windows XP;
- Opera;

Согласована на портале № 84392

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория технологии РЭС: учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации; 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 417 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Паяльная станция - 8 шт.;
- Вентиляционная система;
- Дозатор паяльной пасты АПДП 1.0;
- Дымоуловитель QUICK 493A ESD;
- Инфракрасно-конвекционная печь АПИК 1.0;
- Источник питания - 3 шт.;
- Карусельный питатель FP-500;
- Лабораторный стенд "Реальная схемотехника";
- Линза с подсветкой PRO Pkit - 6 шт.;
- Линза с держателем;
- Мультиметр - 5 шт.;
- Тиски - 5 шт.;
- АРМ-инженера - 2 шт.;
- Монтажный стол - 3 шт.;
- Шкаф сухого хранения электрорадиоэлементов АРМ-2290;
- Шкаф лабораторный;
- Штангенциркуль PKIT (электронный);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для курсового проекта

Лаборатория безопасности жизнедеятельности: учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы; 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 314 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Коммутатор D-Link Switch 24 port;
- Сканер HP SCANJET 3770 (A4 COLOR, PLAIN, 1200 DPI);
- Телевизор плазменный 51” (129 cv);
- Принтер лазерный HP LASER JET 1020. A4 (USB 2.0);
- Лазерный принтер HP LA-SER JET 1100;
- Робот для обучения программированию UND R3;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Adobe Acrobat Reader;
- Apache OpenOffice 4;
- Arduino IDE;
- Google Chrome;
- Mathcad 13;
- Microsoft Windows 7;

8.5. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Согласована на портале № 84392

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 101 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 107 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 130 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

8.6. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Введение в технологию производства электронных средств.	ОПК-4, ПК-7	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Согласована на портале № 84392

2 Технология деталей.	ОПК-4, ПК-7	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Технология изготовления печатных плат.	ОПК-4, ПК-7	Отчет по курсовому проекту	Примерный перечень тематик курсовых проектов
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
4 Технология электрических соединений.	ОПК-4, ПК-7	Отчет по курсовому проекту	Примерный перечень тематик курсовых проектов
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
5 Технология сборки и монтажа электронных средств.	ОПК-4, ПК-7	Отчет по курсовому проекту	Примерный перечень тематик курсовых проектов
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
6 Технология герметизации электронных средств.	ПК-7	Отчет по курсовому проекту	Примерный перечень тематик курсовых проектов
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
7 Контроль и испытания электронных средств.	ОПК-4, ПК-7	Отчет по курсовому проекту	Примерный перечень тематик курсовых проектов
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по

Согласована на портале № 84392

дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть
2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков
3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков
4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции
2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.
3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.
5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

Согласована на портале № 84392

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Понятие сборочной единицы
   a. Изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии- изготовителе сборочными операциями.
   b. Простейшие конструктивно законченные части, предназначенные для выполнения одной функциональной операции.
   c. Независимо собираемые части изделия.
   d. Изделие, состоящее из деталей и материалов.
2. Групповые технологические процессы проектируются для:
   a. Самой сложной детали группы.
   b. Самой простой детали группы.
   c. Самой габаритной детали группы.
   d. Детали, содержащей все геометрические элементы деталей группы.
3. Понятие технологического процесса
   a. Получение заготовки и ее последующая обработка.
   b. Совокупность взаимосвязанных действий, служащих для превращения сырья, материалов и полуфабрикатов в готовые изделия.
   c. Часть производственного процесса.
   d. Часть производственного процесса, связанная с изменением физического состояния материала, размеров, формы, внешнего вида и взаимного расположение элементов при изготовлении и сборке изделия.
4. Понятие производственного процесса
   a. Совокупность взаимосвязанных действий, служащих для превращения сырья, материалов и полуфабрикатов в готовые изделия.
   b. Получение заготовки и ее последующая обработка.
   c. Основные процессы, связанные с изготовлением и сборкой изделий.
   d. Процессы, связанные с технологической подготовкой производств.
5. Единичное производство характеризуется
   a. Ограниченной номенклатурой изделий, выпускаемых периодически повторяющимися партиями, и сравнительно большим объемом выпуска.
   b. Использованием универсальных средств технологического оснащения.
   c. Широкой номенклатурой и малым объемом выпускаемой продукции.
   d. Использованием рабочего персонала высокой квалификации.
6. Стабильностью технологического процесса называется свойство:
   a. Сохранять постоянным во времени фактическое поле рассеяния параметров качества изготавливаемых изделий.
   b. Сохранять постоянными во времени параметры и закон распределения параметров качества изготавливаемых изделий.
   c. Сохранять во времени точность параметров качества изготавливаемых изделий.
   d. Обеспечивать изготовление изделий с минимальными отклонениями от заданных разработчиком параметров.
7. Основные правила выбора баз
   a. Обеспечение возможности использования одной и той же базы для обработки максимального числа поверхностей.
   b. Обеспечение неподвижности обрабатываемой детали посредством наложения определенных ограничений (связей) на ее возможные перемещения в пространстве.
   c. Обеспечение единства и постоянства баз.
   d. Обеспечение совмещения технологической базы с конструкторской.
8. При отлаженном и стабильном технологическом процессе погрешности параметров качества изготавливаемых изделий распределяются по:
   a. Закону Гаусса.
   b. Равновероятному закону.
   c. Закону Симпсона.
   d. Закону Максвелла.
9. Понятие детали
   a. Изделие, изготовленное из одноименного по марке и наименованию материала, без

Согласована на портале № 84392

применения сборочных операций.
b. Любой предмет или набор предметов производства, подлежащих изготовлению на предприятии.
c. Простейшие конструктивно законченные части, предназначенные для выполнения одной функциональной операции.
d. Изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями.

10. Правила оформления технологической документации устанавливаются стандартами
    a. ЕСТД.
    b. ЕСКД.
    c. ЕСПД.
    d. СТП.
11. Задачи оценки и обеспечения технологичности конструкции изделия решаются на этапе
    a. Проектирования технологического процесса.
    b. Технологической подготовки производства.
    c. Организации и управления процессом технологической подготовки производства.
    d. Выбора варианта технологического процесса.

9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Техническое обслуживание и ремонт ЭС.
2. Программа и методики испытаний.
3. Виды испытаний: исследовательские, квалификационные, периодические.
4. Технологические испытания.
5. Виды технического контроля.

9.1.3. Перечень вопросов для зачета

1. Основные понятия, термины, определения и сокращения. ЕСКД. ЕСТД. ЕСТПП. Конструкторско-технологическая документация (КТД).
2. 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.
3. Технология нанесения защитных и специальных пленок и покрытий.
4. 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.
5. 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.

9.1.4. Примерный перечень вопросов для защиты курсового проекта

1. Чему равен коэффициент закрепления операций для массового производства?

Согласована на портале № 84392

2. Технологические особенности монтажа изделий I группы
3. Характеристики односторонней печатной платы
4. Понятие технологической операции
5. Определение термина "Изделия"

9.1.5. Примерный перечень тематик курсовых проектов

1. Детектор электромагнитного поля.
2. Светодиодный RGB модуль.
3. Блок питания.
4. Звуковой усилитель.
5. Ультразвуковой отпугиватель насекомых.
6. Устройство питания светодиодной лампы.
7. Устройство питания мощного светодиодного светильника.
8. Зарядное устройство для малогабаритных аккумуляторов.
9. Радиоприёмник.
10. Фотореле.

9.1.6. Темы лабораторных работ

1. Технологические особенности типов производства
2. Оценка технологичности конструкций изделий РЭС
3. Расчет технологической трудоемкости сборочно-монтажных работ при изготовлении печатных узлов РЭС
4. Схема сборочного состава
5. Основы поверхностного монтажа
6. Выбор и контроль компонентов и материалов для поверхностного монтажа
7. Монтаж электрорадиоэлементов
8. Технологическая схема сборки
9. Оптимизация технологических операций
10. Правила оформления технологических документов
11. Изготовление и испытание печатного узла
12. Контроль и испытания электронных средств

9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

Согласована на портале № 84392

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

– в печатной форме;
– в печатной форме с увеличенным шрифтом;
– в форме электронного документа;
– методом чтения ассистентом задания вслух;
– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;
– набор ответов на компьютере;
– набор ответов с использованием услуг ассистента;
– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
– в форме электронного документа;

Согласована на портале № 84392

– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 84392

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РЭТЭМ
протокол № 95 от «26» 6 2025 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ИРЭТ	А.М. Заболоцкий	Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c-b856-20e4ba4f0e52
Заведующий обеспечивающей каф. РЭТЭМ	В.И. Туев	Согласовано, a755e75e-6728-43c8-b7c9-755f5cd688d8
Начальник учебного управления	Г.А. Цой	Согласовано, 8a5745e4-63a0-4946-bbb0-ce4977ac113e

ЭКСПЕРТЫ:

Заведующий кафедрой, каф. СВЧиКР	А.М. Заболоцкий	Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c-b856-20e4ba4f0e52
Доцент, каф. РЭТЭМ	Н.Н. Несмелова	Согласовано, eebb9cff-fbf0-4a31-a395-8ca66c97e745

РАЗРАБОТАНО:

Заведующий кафедрой, РЭТЭМ	В.И. Туев	Разработано, a755e75e-6728-43c8-b7c9-755f5cd688d8

Согласована на портале № 84392