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

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ 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**
Семестр: **5**
Учебный план набора 2026 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	5 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	26	26	часов
Практические занятия	26	26	часов
Лабораторные занятия	16	16	часов
Самостоятельная работа	76	76	часов
Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	180	180	часов
	5	5	з.е.

Формы промежуточной аттестации	Семестр
Экзамен	5

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 № 85781

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Обучение студентов основам теории и анализа базовых технологических процессов производства электронных средств (ЭС).

1.2. Задачи дисциплины

1. Изучение методов описания точности и стабильности параметров технологических процессов в производстве ЭС.
2. Изучение студентами типовых технологических операций изготовления печатных узлов.
3. Освоение методов изготовления печатных плат.
4. Рассмотрение технологических проблем надежности ЭС.
5. Обучение студентов методам разработки технологической и конструкторской документации.
6. Освоение студентами маршрутной технологии изготовления ЭС и оптимизации технических решений.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Индекс дисциплины: Б1.В.ДВ.01.03.02.

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		
-	-	-
Профессиональные компетенции		
ПК-2. Способен аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик конструкций и технологических процессов электронных средств различного функционального назначения	ПК-2.1. Знает методики проведения исследований параметров и характеристик узлов и блоков электронных устройств	Знает методики проведения исследований параметров и характеристик узлов, блоков.
	ПК-2.2. Умеет пользоваться измерительными приборами для проведения исследования характеристик электронных средств и технологических процессов	Умеет проводить исследования характеристик электронных средств и технологических процессов
	ПК-2.3. Владеет навыками выбора оборудования для проведения исследований и способен измерять характеристики электронных устройств	Владеет навыками выбора и применения методик экспериментального исследования параметров и характеристик конструкций и технологических процессов электронных средств различного функционального назначения

Согласована на портале № 85781

ПК-5. Способен участвовать в разработке организационно-технической документации (графиков работ, инструкций, планов, смет), установленной отчетности по утвержденным формам	ПК-5.1. Знает основы экономики и организации производства, систем управления предприятием	Знает виды и особенности организационно-технической документации (графиков работ, инструкций, планов, смет) и отчетных документов в соответствии с едиными системами конструкторской и технологической документации (ЕСКД и ЕСТД).
	ПК-5.2. Умеет использовать нормативные и справочные данные при разработке организационно-технической документации	Умеет разрабатывать организационно-техническую документацию (графики работ, инструкции, планы, сметы) и отчетные документы по утвержденным формам в соответствии с едиными системами конструкторской и технологической документации (ЕСКД и ЕСТД).
	ПК-5.3. Владеет навыками оформления проектно-конструкторской документации в соответствии со стандартами	Владеет навыками оформления проектно-конструкторской и технологической документации по утвержденным формам в соответствии с едиными системами конструкторской и технологической документации (ЕСКД и ЕСТД).
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 электронных средств и необходимые виды работ в соответствии с единой системой технологической подготовки производства (ЕСТПП).
	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 электронных средств и выполнять необходимые виды работ в соответствии с единой системой технологической подготовки производства (ЕСТПП).
	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 электронных средств в соответствии с единой системой технологической подготовки производства (ЕСТПП).

Согласована на портале № 85781

ПК-10. Способен разрабатывать цифровые электронные устройства используя техническую документацию, современные информационные технологии и языки программирования	ПК-10.1. Знает особенности проектирования цифровых электронных устройств с применением специализированных САПР	Знает особенности проектирования цифровых электронных устройств с применением специализированных САПР при разработке печатных плат
	ПК-10.2. Умеет использовать техническую документацию при разработке цифровых электронных устройств	Умеет использовать техническую документацию при разработке цифровых электронных устройств
	ПК-10.3. Владеет навыками разработки программ для работы цифровых электронных устройств	Владеет навыками разработки программ для работы цифровых электронных устройств

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 5 зачетных единиц, 180 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
		5 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	68	68
Лекционные занятия	26	26
Практические занятия	26	26
Лабораторные занятия	16	16
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	76	76
Подготовка к тестированию	9	9
Написание отчета по практическому занятию (семинару)	6	6
Выполнение практического задания	16	16
Подготовка к устному опросу / собеседованию	2	2
Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	5	5
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	20	20
Написание отчета по лабораторной работе	5	5
Подготовка к защите отчета по практическому занятию	4	4
Подготовка к выступлению (докладу)	5	5
Подготовка мультимедийной презентации	4	4
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость (в часах)	180	180
Общая трудоемкость (в з.е.)	5	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 № 85781

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
5 семестр						
1 Основы технологии производства электронных средств	2	2	-	8	12	ПК-10, ПК-5, ПК-7
2 Разработка технологических процессов производства электронных средств	4	8	2	15	29	ПК-10, ПК-2, ПК-5, ПК-7
3 Проектирование печатных плат	4	4	-	5	13	ПК-10, ПК-2, ПК-5, ПК-7
4 Технологические операции изготовления печатных плат	5	3	4	13	25	ПК-10, ПК-2, ПК-5, ПК-7
5 Технология изготовления печатных плат	4	3	4	13	24	ПК-10, ПК-2, ПК-5, ПК-7
6 Установка компонентов на печатных платах	2	4	2	9	17	ПК-10, ПК-2, ПК-5, ПК-7
7 Пайка и контроль печатных плат	5	2	4	13	24	ПК-10, ПК-2, ПК-5, ПК-7
Итого за семестр	26	26	16	76	144	
Итого	26	26	16	76	144	

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
5 семестр			
1 Основы технологии производства электронных средств	Организация производства радиоэлектронной аппаратуры. Производственный цикл изготовления изделий. Технологические особенности радиоэлектронной аппаратуры. Основные понятия технологии производства аппаратуры. Типы производства. Технологические процессы в производстве ЭС. Виды технологических процессов. Этапы разработки технологических процессов.	2	ПК-5, ПК-7, ПК-10
	Итого	2	

Согласована на портале № 85781

2 Разработка технологических процессов производства электронных средств	Организация сборочно-монтажных работ. Проектирование техпроцессов сборки и монтажа электронных средств. Типовые и групповые процессы сборки и монтажа. Анализ технологичности электронного узла. Выбор техпроцесса сборки электронного узла. Разработка схемы сборки. Технологические процессы и качество электронных средств. Точность параметров электронных средств. Методы оценки точности. Производительность труда и норма штучного времени. Технологическая себестоимость.	4	ПК-2, ПК-5, ПК-7, ПК-10
	Итого	4	
3 Проектирование печатных плат	Общие сведения о печатном монтаже. Общие требования к печатным платам. Виды печатных плат. Проектирование и расчет печатных плат. Задачи конструирования печатных плат. Основные правила конструирования печатных плат. Конструктивные особенности печатных плат. Классы точности печатных плат. Размеры печатных плат. Маркировка печатных плат. Проектирование рисунка проводников печатных плат. Расчет электрических параметров печатных плат. Тест-контроль печатных плат. Автоматизация проектирования печатных плат.	4	ПК-2, ПК-5, ПК-7, ПК-10
	Итого	4	

Согласована на портале № 85781

4 Технологические операции изготовления печатных плат	Механические операции. Технология металлизации. Активация поверхностей диэлектриков. Гальваническая металлизация. Формирование токопроводящих элементов печатных плат. Особенности изготовления многослойных печатных плат. Покрытия и маски для наружных слоев печатных плат. Контроль и испытания плат. Защита электронных средств от воздействия климатических факторов.	5	ПК-2, ПК-5, ПК-7, ПК-10
	Итого	5	
5 Технология изготовления печатных плат	Методы изготовления печатных плат. Субтрактивные методы. Аддитивные методы. Пленочные технологии изготовления печатных плат. Конструкционные материалы печатных плат. Технологическая оснастка изготовления печатных плат. Изготовление фотошаблонов.	4	ПК-2, ПК-5, ПК-7, ПК-10
	Итого	4	
6 Установка компонентов на печатных платах	Компоненты для установки на печатных платах. Сборка модулей на печатных платах. Полуавтоматическая сборка. Автоматическая сборка. Способы позиционирования. Системы подачи компонентов.	2	ПК-2, ПК-5, ПК-7, ПК-10
	Итого	2	

Согласована на портале № 85781

7 Пайка и контроль печатных плат	Пайка на печатных платах. Пайка волной припоя. Пайка в парогазовой фазе. Пайка инфракрасным нагревом. Конвекционная пайка. Другие методы пайки. Очистка плат после пайки. Припойная паста. Технология нанесения припойной пасты. Технологии изготовления трафаретов. Процесс трафаретной печати. Контроль в сборочном производстве печатных плат. Автоматическая оптическая инспекция (АОИ). Рентгеновские контрольные технологические установки (РКТУ). Электрический контроль. Платы для ВЧ-схем. Методы тестирования сборок. Ремонт печатных плат.	5	ПК-2, ПК-5, ПК-7, ПК-10
	Итого	5	
Итого за семестр		26	
Итого		26	

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
5 семестр			
1 Основы технологии производства электронных средств	Технологические особенности типов производства	2	ПК-5, ПК-7, ПК-10
	Итого	2	
2 Разработка технологических процессов производства электронных средств	Оценка технологичности конструкций изделий РЭС	4	ПК-2, ПК-5, ПК-7, ПК-10
	Правила оформления технологических документов	4	ПК-2, ПК-5, ПК-7, ПК-10
	Итого	8	
3 Проектирование печатных плат	Расчет технологической трудоемкости сборочно-монтажных работ при изготовлении печатных узлов РЭС	4	ПК-2, ПК-5, ПК-7, ПК-10
	Итого	4	

Согласована на портале № 85781

4 Технологические операции изготовления печатных плат	Схема сборочного состава	3	ПК-2, ПК-5, ПК-7, ПК-10
	Итого	3	
5 Технология изготовления печатных плат	Технологическая схема сборки	3	ПК-2, ПК-5, ПК-7, ПК-10
	Итого	3	
6 Установка компонентов на печатных платах	Конструкция и технология поверхностного монтажа компонентов	4	ПК-2, ПК-5, ПК-7, ПК-10
	Итого	4	
7 Пайка и контроль печатных плат	Оптимизация технологических операций	2	ПК-2, ПК-5, ПК-7, ПК-10
	Итого	2	
Итого за семестр		26	
Итого		26	

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
5 семестр			
2 Разработка технологических процессов производства электронных средств	Анализ точности и стабильности технологических процессов производства радиоэлектронных и электронно-вычислительных средств	2	ПК-2, ПК-5, ПК-7, ПК-10
	Итого	2	
4 Технологические операции изготовления печатных плат	Методы изготовления печатных плат	4	ПК-2, ПК-5, ПК-7, ПК-10
	Итого	4	
5 Технология изготовления печатных плат	Химико-гальваническая металлизация диэлектриков	4	ПК-2, ПК-5, ПК-7, ПК-10
	Итого	4	
6 Установка компонентов на печатных платах	Исследование индуктивных и ёмкостных параметров печатного монтажа	2	ПК-2, ПК-5, ПК-7, ПК-10
	Итого	2	
7 Пайка и контроль печатных плат	Поверхностные покрытия коррозионностойкими и декоративными материалами	4	ПК-2, ПК-5, ПК-7, ПК-10
	Итого	4	
Итого за семестр		16	
Итого		16	

5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

5.6. Самостоятельная работа

Согласована на портале № 85781

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
5 семестр				
1 Основы технологии производства электронных средств	Подготовка к тестированию	1	ПК-5, ПК-7, ПК-10	Тестирование
	Написание отчета по практическому занятию (семинару)	2	ПК-5, ПК-7, ПК-10	Отчет по практическому занятию (семинару)
	Выполнение практического задания	4	ПК-5, ПК-7, ПК-10	Практическое задание
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	1	ПК-5, ПК-7, ПК-10	Устный опрос / собеседование
	Итого	8		
2 Разработка технологических процессов производства электронных средств	Подготовка к тестированию	1	ПК-2, ПК-5, ПК-7, ПК-10	Тестирование
	Выполнение практического задания	2	ПК-2, ПК-5, ПК-7, ПК-10	Практическое задание
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	1	ПК-2, ПК-5, ПК-7, ПК-10	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ПК-2, ПК-5, ПК-7, ПК-10	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	1	ПК-2, ПК-5, ПК-7, ПК-10	Отчет по лабораторной работе
	Подготовка к защите отчета по практическому занятию	1	ПК-2, ПК-5, ПК-7, ПК-10	Защита отчета по практическому занятию
	Написание отчета по практическому занятию (семинару)	1	ПК-2, ПК-5, ПК-7, ПК-10	Отчет по практическому занятию (семинару)
	Подготовка к выступлению (докладу)	2	ПК-2, ПК-5, ПК-7, ПК-10	Выступление (доклад) на занятии
	Подготовка мультимедийной презентации	2	ПК-2, ПК-5, ПК-7, ПК-10	Мультимедийная презентация
	Итого	15		

Согласована на портале № 85781

3 Проектирование печатных плат	Подготовка к тестированию	1	ПК-2, ПК-5, ПК-7, ПК-10	Тестирование
	Подготовка к защите отчета по практическому занятию	1	ПК-2, ПК-5, ПК-7, ПК-10	Защита отчета по практическому занятию
	Написание отчета по практическому занятию (семинару)	1	ПК-2, ПК-5, ПК-7, ПК-10	Отчет по практическому занятию (семинару)
	Выполнение практического задания	2	ПК-2, ПК-5, ПК-7, ПК-10	Практическое задание
	Итого	5		
4 Технологические операции изготовления печатных плат	Подготовка к тестированию	2	ПК-2, ПК-5, ПК-7, ПК-10	Тестирование
	Выполнение практического задания	4	ПК-2, ПК-5, ПК-7, ПК-10	Практическое задание
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	1	ПК-2, ПК-5, ПК-7, ПК-10	Устный опрос / собеседование
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	1	ПК-2, ПК-5, ПК-7, ПК-10	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ПК-2, ПК-5, ПК-7, ПК-10	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	1	ПК-2, ПК-5, ПК-7, ПК-10	Отчет по лабораторной работе
	Итого	13		

Согласована на портале № 85781

5 Технология изготовления печатных плат	Подготовка к тестированию	1	ПК-2, ПК-5, ПК-7, ПК-10	Тестирование
	Подготовка к защите отчета по практическому занятию	1	ПК-2, ПК-5, ПК-7, ПК-10	Защита отчета по практическому занятию
	Написание отчета по практическому занятию (семинару)	1	ПК-2, ПК-5, ПК-7, ПК-10	Отчет по практическому занятию (семинару)
	Выполнение практического задания	4	ПК-2, ПК-5, ПК-7, ПК-10	Практическое задание
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	1	ПК-2, ПК-5, ПК-7, ПК-10	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ПК-2, ПК-5, ПК-7, ПК-10	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	1	ПК-2, ПК-5, ПК-7, ПК-10	Отчет по лабораторной работе
	Итого	13		
6 Установка компонентов на печатных платах	Подготовка к тестированию	1	ПК-2, ПК-5, ПК-7, ПК-10	Тестирование
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	1	ПК-2, ПК-5, ПК-7, ПК-10	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ПК-2, ПК-5, ПК-7, ПК-10	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	1	ПК-2, ПК-5, ПК-7, ПК-10	Отчет по лабораторной работе
	Подготовка к защите отчета по практическому занятию	1	ПК-2, ПК-5, ПК-7, ПК-10	Защита отчета по практическому занятию
	Написание отчета по практическому занятию (семинару)	1	ПК-2, ПК-5, ПК-7, ПК-10	Отчет по практическому занятию (семинару)
	Итого	9		

Согласована на портале № 85781

7 Пайка и контроль печатных плат	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	1	ПК-2, ПК-5, ПК-7, ПК-10	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ПК-2, ПК-5, ПК-7, ПК-10	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	1	ПК-2, ПК-5, ПК-7, ПК-10	Отчет по лабораторной работе
	Подготовка к тестированию	2	ПК-2, ПК-5, ПК-7, ПК-10	Тестирование
	Подготовка к выступлению (докладу)	3	ПК-2, ПК-5, ПК-7, ПК-10	Выступление (доклад) на занятии
	Подготовка мультимедийной презентации	2	ПК-2, ПК-5, ПК-7, ПК-10	Мультимедийная презентация
	Итого	13		
Итого за семестр		76		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		112		

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

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности				Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПК-2	+	+	+	+	Выступление (доклад) на занятии, Защита отчета по лабораторной работе, Защита отчета по практическому занятию, Лабораторная работа, Мультимедийная презентация, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию (семинару), Практическое задание, Тестирование, Устный опрос / собеседование, Экзамен
ПК-5	+	+	+	+	Выступление (доклад) на занятии, Защита отчета по лабораторной работе, Защита отчета по практическому занятию, Лабораторная работа, Мультимедийная презентация, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию (семинару), Практическое задание, Тестирование, Устный опрос / собеседование, Экзамен

Согласована на портале № 85781

ПК-7	+	+	+	+	Выступление (доклад) на занятии, Защита отчета по лабораторной работе, Защита отчета по практическому занятию, Лабораторная работа, Мультимедийная презентация, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию (семинару), Практическое задание, Тестирование, Устный опрос / собеседование, Экзамен
ПК-10	+	+	+	+	Выступление (доклад) на занятии, Защита отчета по лабораторной работе, Защита отчета по практическому занятию, Лабораторная работа, Мультимедийная презентация, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию (семинару), Практическое задание, Тестирование, Устный опрос / собеседование, 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
5 семестр				
Выступление (доклад) на занятии	2	2	2	6
Защита отчета по лабораторной работе	2	4	3	9
Защита отчета по практическому занятию	2	3	2	7
Устный опрос / собеседование	1	1	1	3
Лабораторная работа	2	4	3	9
Практическое задание	3	3	3	9
Тестирование	2	2	2	6
Мультимедийная презентация	3	3	3	9
Отчет по лабораторной работе	2	2	2	6
Отчет по практическому занятию (семинару)	2	2	2	6
Экзамен				30
Итого максимум за период	21	26	23	100
Нарастающим итогом	21	47	70	100

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

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

Согласована на портале № 85781

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. 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.).

2. Печатные платы. Конструкции и материалы: Монография/ А. М. Медведев. - М.: Техносфера, 2005. - 302 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 83 экз.).

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 - 31 экз.).

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Технология РЭС: Методические указания по выполнению лабораторных работ / Г. В. Смирнов, А. Г. Кан, В. Г. Христюков, О. Е. Троян - 2012. 99 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2014.

2. Технология производства электронных средств: Методические указания по самостоятельной и индивидуальной работе студентов 11.03.03 "Конструирование и технология электронных средств" / В. С. Солдаткин, В. И. Туев, О. Е. Троян - 2016. 7 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6247.

3. «Основы технология РЭС», «Технология РЭС», «Технология поверхностного монтажа», «Технологические процессы и производства», «Технология ЭВС-2»: Практикум / В. Г. Христюков - 2012. 177 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2010.

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.

Согласована на портале № 85781

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

Учебная аудитория: учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации; 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 429 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Интерактивная панель;
- Камера;
- Микрофон;
- Тумба для докладчика;
- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- Adobe Reader;
- Google Chrome;
- Microsoft Office 2013;
- VLC media player;
- Windows 10;

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.;

Согласована на портале № 85781

- 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 самостоятельной работы

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.

8.5. 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.

Согласована на портале № 85781

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 Основы технологии производства электронных средств	ПК-10, ПК-5, ПК-7	Устный опрос / собеседование	Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по практическому занятию (семинару)	Темы практических занятий
2 Разработка технологических процессов производства электронных средств	ПК-10, ПК-2, ПК-5, ПК-7	Выступление (доклад) на занятии	Примерный перечень тем для выступления (доклада) на занятии
		Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Защита отчета по практическому занятию	Примерный перечень вопросов для защиты практических занятий
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Мультимедийная презентация	Примерный перечень тем для мультимедийных презентаций
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
		Отчет по практическому занятию (семинару)	Темы практических занятий

Согласована на портале № 85781

3 Проектирование печатных плат	ПК-10, ПК-2, ПК-5, ПК-7	Защита отчета по практическому занятию	Примерный перечень вопросов для защиты практических занятий
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по практическому занятию (семинару)	Темы практических занятий
4 Технологические операции изготовления печатных плат	ПК-10, ПК-2, ПК-5, ПК-7	Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Устный опрос / собеседование	Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ

Согласована на портале № 85781

5 Технология изготовления печатных плат	ПК-10, ПК-2, ПК-5, ПК-7	Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Защита отчета по практическому занятию	Примерный перечень вопросов для защиты практических занятий
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
		Отчет по практическому занятию (семинару)	Темы практических занятий
6 Установка компонентов на печатных платах	ПК-10, ПК-2, ПК-5, ПК-7	Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Защита отчета по практическому занятию	Примерный перечень вопросов для защиты практических занятий
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
		Отчет по практическому занятию (семинару)	Темы практических занятий

Согласована на портале № 85781

7 Пайка и контроль печатных плат	ПК-10, ПК-2, ПК-5, ПК-7	Выступление (доклад) на занятии	Примерный перечень тем для выступления (доклада) на занятии
		Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Мультимедийная презентация	Примерный перечень тем для мультимедийных презентаций
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ

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

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по 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

Согласована на портале № 85781

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.

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Компоненты предприятия. Сопоставьте термины и определения.
   1.1) Социальное единство;
   1.2) Производственно-техническое единство;
   1.3) Организационно-административное единство;
   1.4) Финансово-экономическая самостоятельность.
   а) наличие единого управленческого аппарата и наличия единой для предприятия системы документооборота;
   б) единство материальной базы предприятия в виде имущества и финансов и рентабельность работы;
   в) формирование коллектива работников, состоящего из различных групп всех специальностей, необходимых для производства определенной продукции;
   г) соответствие основных фондов предприятия (оборудования и площадей) характеру определенной деятельности.
2. Организация производственного процесса по принципу прямоточности предполагает ... ?
   а) обеспечение кратчайших путей прохождения деталей и сборочных единиц по всем стадиям и операциям;
   б) что работники трудятся без простоев, а оборудование работает без перерывов;
   в) равную пропускную способность всех производственных подразделений;
   г) выделение на предприятии цехов, участков, линий и отдельных рабочих мест, которые изготавливают продукцию ограниченной номенклатуры.
3. Какие типы цехов выделяют в структуре предприятия?
   а) основной;
   б) вспомогательный;
   в) подсобный;
   г) инструментальный;
   д) обрабатывающий.
4. Для какого типа производства взаимозаменяемость деталей отсутствует?
   а) единичное;
   б) массовое;
   г) крупносерийное;
   д) мелкосерийное.

Согласована на портале № 85781

5. Из чего состоит печатный узел?
   а) электрорадиоэлементы;
   б) печатная плата;
   в) корпус;
   г) источник питания;
   д) проводники.
6. Организация сборочно-монтажных работ. Соотнесите термины и определения.
   6.1) Параллельность сборки;
   6.2) Прямоточность процесса;
   6.3) Пропорциональность;
   6.4) Ритмичность;
   а) соразмерная производительность в единицу времени на каждом рабочем месте, линии, участке, цехе;
   б) кратчайший путь прохождения изделия по всем фазам и операциям от запуска исходных материалов и комплектующих до выхода готового изделия;
   в) выпуск в равные промежутки времени одинаковых или возрастающих количеств продукции;
   г) одновременное выполнение сборки нескольких частей изделия.
7. Верно ли, что ширину печатных проводников рассчитывают в зависимости от допустимой токовой нагрузки и свойств токопроводящего материала?
   а) да;
   б) нет.
8. Укажите верно дефекты пайки, изображённые на рисунке.
   а) шарики припоя;
   б) смещение выводов;
   в) недостаток припоя;
   г) надгробный камень;
   д) короткое замыкание.
9. Для чего используется процесс гальванической металлизации?
   а) усиление слоя химической меди;
   б) нанесение металлического резиста;
   в) создание специальных покрытий.
10. Сенсибилизация и активация. Выберите верный термин.
    10.1) Активация;
    10.2) Сенсибилизация;
    а) процесс восстановления ионов каталитического металла;
    б) процесс создания на поверхности диэлектрика пленки ионов двухвалентного олова.

9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Производственный процесс – структура и основные понятия.
2. Принципы организации производственных процессов.
3. Производственный цикл изготовления изделий. Понятие и структура.
4. Изделие, деталь, сборочная единица, комплекс и комплект. Определения и примеры.
5. Типы производства и коэффициент закрепления операций.
6. Типовые технологические операции в производстве печатных плат и методы электромонтажных работ в производстве сборочных единиц.
7. Технологическая подготовка производства и её основные задачи.
8. Этапы разработки технологических процессов.
9. Схема сборочного состава и технологическая схема сборки.
10. Технологичность изделий РЭА и анализ технологичности.
11. Печатные платы. Определение и виды.
12. Основные правила конструирования печатных плат.
13. Классы точности печатных плат.
14. Подготовительные операции в изготовлении печатных плат.
15. Химический и электрохимический метод металлизации.
16. Формирование рисунка печатных плат.
17. Травление. Основные травильные растворы.

Согласована на портале № 85781

18. Основные дефекты при производстве печатных плат и пайке.
19. Субтрактивные методы изготовления печатных плат.
20. Основные конструкционные материалы печатных плат.
21. Технологическая оснастка изготовления печатных плат.
22. Обеспечение качественного паяного соединения. Флюс, припой, смачивание.
23. Основные методы пайки.
24. Припойная паста и режимы процесса пайки с её использованием.
25. Основные виды контроля в сборочном производстве печатных плат.

9.1.3. Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования

1. Производственный процесс – структура и основные понятия.
2. Принципы организации производственных процессов.
3. Производственный цикл изготовления изделий. Понятие и структура.
4. Изделие, деталь, сборочная единица, комплекс и комплект. Определения и примеры.
5. Типы производства и коэффициент закрепления операций.
6. Типовые технологические операции в производстве печатных плат и методы электромонтажных работ в производстве сборочных единиц.
7. Технологическая подготовка производства и её основные задачи.
8. Этапы разработки технологических процессов.
9. Схема сборочного состава и технологическая схема сборки.
10. Технологичность изделий РЭА и анализ технологичности.
11. Печатные платы. Определение и виды.
12. Основные правила конструирования печатных плат.
13. Классы точности печатных плат.
14. Подготовительные операции в изготовлении печатных плат.
15. Химический и электрохимический метод металлизации.
16. Формирование рисунка печатных плат.
17. Травление. Основные травильные растворы.
18. Основные дефекты при производстве печатных плат и пайке.
19. Субтрактивные методы изготовления печатных плат.
20. Основные конструкционные материалы печатных плат.
21. Технологическая оснастка изготовления печатных плат.
22. Обеспечение качественного паяного соединения. Флюс, припой, смачивание.
23. Основные методы пайки.
24. Припойная паста и режимы процесса пайки с её использованием.
25. Основные виды контроля в сборочном производстве печатных плат.

9.1.4. Темы практических заданий

1. Организация производства радиоэлектронной аппаратуры. Производственный цикл изготовления изделий. Основные понятия технологии производства аппаратуры. Типы производства.
2. Проектирование техпроцессов сборки и монтажа электронных средств. Типовые и групповые процессы сборки и монтажа. Выбор техпроцесса сборки электронного узла. Точность параметров электронных средств. Производительность труда и норма штучного времени.
3. Общие требования к печатным платам. Конструктивные особенности печатных плат. Классы точности печатных плат. Размеры печатных плат. Маркировка печатных плат. Автоматизация проектирования печатных плат.
4. Технология металлизации. Гальваническая металлизация. Формирование токопроводящих элементов печатных плат. Контроль и испытания плат. Защита электронных средств от воздействия климатических факторов.
5. Методы изготовления печатных плат. Субтрактивные методы. Аддитивные методы. Конструкционные материалы печатных плат.
6. Компоненты для установки на печатных платах. Сборка модулей на печатных платах. Полуавтоматическая сборка. Автоматическая сборка.

9.1.5. Темы практических занятий

Согласована на портале № 85781

1. Технологические особенности типов производства
2. Правила оформления технологических документов
3. Расчет технологической трудоемкости сборочно-монтажных работ при изготовлении печатных узлов РЭС
4. Технологическая схема сборки
5. Конструкция и технология поверхностного монтажа компонентов

9.1.6. Примерный перечень тем для выступления (доклада) на занятии

1. Технологические системы и особенности их организации.
2. Конструкторско-технологический анализ изделий РЭС.
3. Нормоконтроль конструкторской документации.
4. Типизация и технологическая унификация элементов конструкции РЭС.
5. Влияние структурной схемы производственного процесса на трудоемкость и себестоимость изделия.
6. Задачи и особенности технологической подготовки производства изделий РЭС.
7. Технологическая подготовка и реализация производственного процесса с минимальным участием человека на основе данных PLM-системы.
8. Операционное управление технологическими процессами, производством, предприятием.
9. Технологическая подготовка и реализация производственного процесса для кастомизированной продукции широкой номенклатуры на основе гибких, реконфигурируемых и модульных машин, оборудования и робототехники.
10. «Умные» производственные линии.
11. Автоматизированные системы управления производством (Manufacturing Execution System, MES-системы управления производственными процессами).
12. Системы управления технологическим процессом (АСУ ТП): человеко- машинный интерфейс (Human-Machine Interface, HMI), SCADA-системы (Supervisory Control And Data Acquisition), датчики, исполнительные устройства, приводные системы и роботизированные механизмы.
13. Автоматизация проектирования печатных плат.

9.1.7. Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ

1. Методы анализа точности и стабильности параметров электронных средств.
2. Виды и комплектность технологической документации.
3. Виды конструкторско-технологической документации при разработке печатного узла.
4. Механические операции в изготовлении печатных плат.
5. Контроль и испытания плат.
6. Варианты установки электронных компонентов на печатную плату.
7. Основные этапы изготовления печатных плат по субтрактивной технологии.
8. Основные этапы изготовления печатных плат по аддитивной технологии.
9. Методы контроля качества паяных соединений.
10. Методы оценки совместимости паяемого материала с припоем.

9.1.8. Примерный перечень вопросов для защиты практических занятий

1. Печатные платы. Определение и виды.
2. Основные правила конструирования печатных плат.
3. Классы точности печатных плат.
4. Требования к размерам печатных плат.
5. Правила выполнения чертежей печатных плат.
6. Конструкционные материалы печатных плат.
7. Компоненты для установки на печатных платах.
8. Сборка модулей на печатных платах.

9.1.9. Темы лабораторных работ

1. Анализ точности и стабильности технологических процессов производства радиоэлектронных и электронно-вычислительных средств

Согласована на портале № 85781

2. Методы изготовления печатных плат
3. Химико-гальваническая металлизация диэлектриков
4. Исследование индуктивных и ёмкостных параметров печатного монтажа
5. Поверхностные покрытия коррозионностойкими и декоративными материалами

9.1.10. Примерный перечень тем для мультимедийных презентаций

1. Технологические системы и особенности их организации.
2. Конструкторско-технологический анализ изделий РЭС.
3. Нормоконтроль конструкторской документации.
4. Типизация и технологическая унификация элементов конструкции РЭС.
5. Влияние структурной схемы производственного процесса на трудоемкость и себестоимость изделия.
6. Задачи и особенности технологической подготовки производства изделий РЭС.
7. Технологическая подготовка и реализация производственного процесса с минимальным участием человека на основе данных PLM-системы.
8. Операционное управление технологическими процессами, производством, предприятием.
9. Технологическая подготовка и реализация производственного процесса для кастомизированной продукции широкой номенклатуры на основе гибких, реконфигурируемых и модульных машин, оборудования и робототехники.
10. «Умные» производственные линии.
11. Автоматизированные системы управления производством (Manufacturing Execution System, MES-системы управления производственными процессами).
12. Системы управления технологическим процессом (АСУ ТП): человеко- машинный интерфейс (Human-Machine Interface, HMI), SCADA-системы (Supervisory Control And Data Acquisition), датчики, исполнительные устройства, приводные системы и роботизированные механизмы.
13. Автоматизация проектирования печатных плат.

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.

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

Согласована на портале № 85781

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;
– 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 № 85781

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:

Доцент, каф. РЭТЭМ	Н.Н. Несмелова	Согласовано, eebb9cff-fbf0-4a31-a395-8ca66c97e745
Старший преподаватель, каф. РЭТЭМ	С.А. Калашникова	Согласовано, 82d14179-dd10-475d-8265-f565afee73a0

РАЗРАБОТАНО:

Старший преподаватель, каф. РЭТЭМ	К.Н. Афонин	Разработано, af0833d3-8820-44ed-8f19-2e18f3e34d80

Согласована на портале № 85781