

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Нижегородский государственный технический университет**  
**им. Р.Е. Алексеева»**  
**АРЗАМАССКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)**

---

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор АПИ НГТУ:  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ Глебов В.В.  
(подпись) (ФИО)  
«29» 01 2025 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.14 Технология производства электронных средств**  
(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств  
(код и наименование направления подготовки)

Направленность: Проектирование и технология радиоэлектронных средств  
(наименование профиля, программы магистратуры)

Форма обучения: очная, заочная  
(очная, очно-заочная, заочная)

Год начала подготовки: 2025

Объем дисциплины: 288 / 8  
(часов/з.е.)

Промежуточная аттестация: зачет, экзамен  
(экзамен, зачет с оценкой, зачет)

Выпускающая кафедра: КиТ РЭС  
(аббревиатура кафедры)

Кафедра-разработчик: КиТ РЭС  
(аббревиатура кафедры)

Разработчик(и): Лазарева Е.И.  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

г. Арзамас  
2025 г.

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, утвержденного приказом Минобрнауки России от 19 сентября 2017 г. № 928 на основании учебного плана, принятого Ученым советом АПИ НГТУ,  
протокол от 29.01.2025 г. № 1

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры-разработчика, протокол от 16.01.2025 г. № 1

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Жидкова Н.В.  
*(подпись)* *(ФИО)*

Рабочая программа рекомендована к утверждению УМК АПИ НГТУ,  
протокол от 29.01.2025 г. № 1

Зам. директора по УР \_\_\_\_\_ Шурыгин А.Ю.  
*(подпись)*

Рабочая программа зарегистрирована в учебном отделе № 11.03.03-44

Начальник УО \_\_\_\_\_ Мельникова О.Ю.  
*(подпись)*

Заведующая отделом библиотеки \_\_\_\_\_ Старостина О.Н.  
*(подпись)*

## Оглавление

<u>1.</u>	<u>ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</u>	4
1.1	<u>Цель освоения дисциплины (модуля)</u>	4
1.2	<u>Задачи освоения дисциплины (модуля)</u>	4
<u>2.</u>	<u>МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</u>	4
<u>3.</u>	<u>КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</u>	5
<u>4.</u>	<u>СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</u>	8
4.1	<u>Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам</u>	8
4.2	<u>Содержание дисциплины, структурированное по разделам, темам</u>	8
<u>5.</u>	<u>ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</u>	14
5.1	<u>Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания</u>	14
5.2	<u>Оценочные средства для контроля освоения дисциплины</u>	20
5.2.1	<u>Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе текущего контроля успеваемости</u>	20
5.2.2	<u>Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе промежуточной аттестации</u>	26
5.3	<u>Процедура оценивания результатов обучения по дисциплине</u>	30
<u>6.</u>	<u>УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</u>	33
6.1	<u>Учебная литература</u>	33
6.2	<u>Справочно-библиографическая литература</u>	33
6.3	<u>Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям</u>	33
<u>7.</u>	<u>ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</u>	33
7.1	<u>Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля), включая электронные библиотечные и информационно-справочные системы</u>	33
7.2	<u>Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины</u>	34
<u>8.</u>	<u>ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ</u>	34
<u>9.</u>	<u>МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)</u>	34
<u>10.</u>	<u>МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</u>	36
10.1	<u>Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии</u>	36
10.2	<u>Методические указания для занятий лекционного типа</u>	36
10.3	<u>Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах</u>	37
10.4	<u>Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях</u>	37
10.5	<u>Методические указания по самостоятельной работе обучающихся</u>	37
10.6	<u>Методические указания для выполнения курсового проекта</u>	37
10.7	<u>Методические указания по обеспечению образовательного процесса</u>	38

# **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

## **1.1 Цель освоения дисциплины (модуля)**

Цель освоения дисциплины «Технология производства электронных средств» – получение базовых знаний в области технологии производства электронных средств (ЭС), получение навыков проектирования технологических процессов (ТП) изготовления электронных средств различного функционального назначения.

## **1.2 Задачи освоения дисциплины (модуля)**

К основным задачам освоения дисциплины относятся:

- Изучение принципов исследования, моделирования и оптимизации технологических процессов.
- Изучение основ микроэлектронной технологии и оборудования.
- Анализ технологической подготовки производства и принципов проектирования ТП.
- Ознакомление с типовыми технологиями производства электронных средств и их элементов.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Учебная дисциплина «Технология производства электронных средств» включена в перечень дисциплин вариативной части (части, формируемой участниками образовательных отношений), определяющих направленность ОП. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Физика», «Химия», «Физико-химические основы технологии электронных средств», «Теория вероятностей», «Материалы электронной техники», «Основы конструирования электронных средств».

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины «Технология производства электронных средств», необходимы при освоении следующих дисциплин «Компьютерное проектирование и моделирование электронных средств», «Преддипломная практика».

Дисциплина является базовой для выполнения ВКР.

Рабочая программа дисциплины «Технология производства электронных средств» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

## **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Процесс изучения дисциплины «Технология производства электронных средств» направлен на формирование элементов профессиональных компетенций ПКС-3 и ПКС-4 в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по направлению подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств.

Таблица 3.1 – Формирование компетенций дисциплинами

Код компетенции / наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины Компетенции берутся из УП по направлению подготовки бакалавра / магистра							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ПКС-3. Способен осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам								
Инженерная и компьютерная графика								
Надежность электронных средств								

Метрология, стандартизация и сертификация							
Проектирование функциональных узлов							
Промышленные САПР							
Основы конструирования электронных средств							
Технология производства электронных средств							
Преддипломная практика							
Выполнение и защита ВКР							
ПКС-4. Способен выполнять работы по технологической подготовке и организации метрологического обеспечения производства электронных средств							
Физико-химические основы технологии электронных средств							
Управление качеством электронных средств							
Метрология, стандартизация и сертификация							
Методология синтеза конструкторско-технологических решений электронных средств							
Технология производства электронных средств							
Преддипломная практика							
Выполнение и защита ВКР							

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине «Технология производства электронных средств», соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП, представлен в табл. 3.2.

Таблица 3.2 – Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине		
ПКС-3. Способен осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	ИПКС-3.1. Знает методическую базу и оценивает соответствие ей разрабатываемых деталей, узлов и устройств радиотехнических систем  ИПКС-3.4. Осуществляет контроль над соблюдением установленных требований, действующих норм, правил и стандартов при разработке проектно-конструкторской документации	<b>Знать:</b> - Основные технологические процессы производства радиоэлектронной техники и классификацию технологической документации и правила ее заполнения; - Актуальную нормативно-техническую базу, действующих норм, правил, ГОСТ.	<b>Уметь:</b> - Разрабатывать и оформлять технологическую документацию в соответствии с требованиями ЕСТД. - Осуществлять контроль над соблюдением установленных требований, действующих норм, правил и стандартов при разработке проектно-конструкторской документации.	<b>Владеть:</b> - Методами и знаниями составления и заполнения технологической документации. - Методами и средствами анализа правильности составления и заполнения технологической документации. - Навыками формирования технологической документации с помощью программного обеспечения.
ПКС-4. Способен выполнять работы по технологической подготовке и организации метрологического обеспечения производства электронных средств	ИПКС-4.1. Знает методы проектирования технологических процессов производства устройств радиоэлектронных систем и комплексов  ИПКС-4.2. Рассчитывает физико-технологические режимы процессов производства изделий электронной техники с требуемыми конструктивными и электрофизическими параметрами	<b>Знать:</b> - Объем, правила организации, особенности технологической подготовки производства, используемые в производстве электронных средств; - Базовые технологические процессы производства электронных средств; - Принципы работы электронных средств; - Классификацию видов контроля технологии производства и качества изделий; - Классификацию методов испытаний ЭС.	<b>Уметь:</b> - Формулировать цели и задачи проектирования технологических процессов радиоэлектронных устройств и систем. - Выполнять работы по технологической подготовке производства. - Составлять алгоритмы по проверке функционирования, настройки и испытаниям электронных средств. - Внедрять технологические процессы настройки и испытания, контроля качества электронных средств.	<b>Владеть:</b> - Навыками осуществления технологической подготовки производства. - Навыками применения ЭВМ для проектирования технологических процессов. - Методами и средствами обеспечения требуемой точности технологических процессов. - Навыками по разработке инструкции по ремонту, настройке и испытанию электронных средств, эксплуатации технологического оборудования.

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 4.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зач. ед. или 288 часа, распределение часов по видам работ по семестрам представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам для студентов очного обучения / заочного обучения

Вид учебной работы	Трудоемкость в час		
	Всего час.	В т.ч. по семестрам	
		7 семестр / –	8 семестр / 8 семестр
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения		
<b>Общая трудоемкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>288/288</b>	<b>108/–</b>	<b>180/288</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>117/43</b>	<b>58/–</b>	<b>59/43</b>
<b>1.1. Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>108/34</b>	<b>54/–</b>	<b>54/34</b>
занятия лекционного типа (Л)	60/12	30/–	30/12
занятия семинарского типа (ПЗ – семинары, практические занятия и др.)	24/10	12/–	12/10
лабораторные работы (ЛР)	24/12	12/–	12/12
<b>1.2. Внеаудиторная, в том числе</b>	<b>9/9</b>	<b>4/–</b>	<b>5/9</b>
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	3/3	–	3/3
текущий контроль, консультации по дисциплине	4/4	4/–	–/4
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	2/2	–	2/2
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>171/245</b>	<b>50/–</b>	<b>121/245</b>
реферат/эссе (подготовка)	–	–	–
расчёто-графическая работа (РГР) (подготовка)	–	–	–
контрольная работа	–	–	–
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)	54/54	–	54/54
самостоятельный изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	73/155	42/–	31/155
Подготовка к экзамену (контроль)	36/36	–	36/36
Подготовка к зачету / зачету с оценкой (контроль)	8/–	8/–	–

### 4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам, темам

Таблица 4.2 – Содержание дисциплины, структурированное по темам для студентов очного обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)					Содержание разделов, тем, занятий	Вид СРС							
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов										
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия											
<b>7 семестр / 8 семестр</b>															
<b>ПКС-3 ИПКС-3.1 ИПКС-3.4</b>	<b>Раздел 1. Технология производства, как один из важнейших этапов создания электронных средств</b>														
	Тема 1.1. Предмет технологии производства электронных средств.	1			3,0	Этапы развития и особенности технологии производства электронных средств. Технология производства ЭС как наука. Краткое содержание разделов курса, связь курса с предшествующими дисциплинами технологического цикла. Литература. НТД.			Изучение теоретического материала [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1]						
	Тема 1.2. Производственный и технологический процессы	1			3,0	Технологический процесс как большая система. Структура ТП. Классификация ТП в зависимости от типов производства. Типовые ТП. Классификация основных изделий ЭА и методов их изготовления. Влияние масштабов производства на организационные формы и технологические методы. Технологичность конструкции. Свойства технологических систем (точность, устойчивость, надежность и т. д.).									
	Тема 1.3. Средства технологического оснащения производства РЭА.	2			4,0	Единая система технологической подготовки производства (ЕСТПП). Задачи, объем, правила организации, особенности ТПП ЭС. Разработка технологического процесса как основная часть технологической подготовки производства. Технологическое оснащение. Технологическая документация. Единая система технологической документации (ЕСТД). Классификация технологической документации и правила ее заполнения. Применение ЭВМ для проектирования ТП.									
	Практическая работа №1. Изучение ГОСТов				6,0	Выполнение задания. Ответы на контрольные вопросы.			Подготовка к практическому занятию [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1]						
<b>Итого по 1 разделу</b>		<b>4,0</b>		<b>6,0</b>	<b>10,0</b>										
<b>ПКС-3 ИПКС-3.1 ИПКС-3.4</b>	<b>Раздел 2. Технология изготовления печатных плат</b>														
	Тема 2.1. Технология коммутационных устройств	12,0			10,0	Классификация коммутационных устройств (КУ) по конструкции, по методам изготовления. Типовые ТП несущих конструкций методами тонкопленочной и толстопленочной технологий. Двухуровневые коммутационные платы на жесткой диэлектрической подложке, гибкой полиимидной пленке, на металлической подложке. Многослойные коммутационные платы. Типовая технология печатных плат. Проводной монтаж.			Изучение теоретического материала [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1]						

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Содержание разделов, тем, занятий	Вид СРС		
		Контактная работа							
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов				
	Тема 2.2. Методы формирования рисунка схем.	14,0			30,0	Методы формирования рисунка схем. Сеткографический метод. Фотохимический метод. Фоторезисты. Химическое травление. Электрохимическая металлизация. Химическая металлизация.			
	Практическая работа № 2 Исследование характеристик печатных плат, изготовленных фотохимическим методом			6,0		Выполнение заданий. Ответы на контрольные вопросы.	Подготовка к практическому занятию [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1]		
	Лабораторная работа №1. Изготовление печатных плат по субтрактивной технологии		6,0			Выполнение заданий. Ответы на контрольные вопросы.	Подготовка к лабораторным работам [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1]		
	Лабораторная работа №2. Изучение технологии изготовления коммутационных устройств.		6,0			Выполнение заданий. Ответы на контрольные вопросы			
	<b>Итого по 2 разделу</b>	<b>26,0</b>	<b>12,0</b>	<b>6,0</b>	<b>40,0</b>				
	<b>ИТОГО за семестр</b>	<b>30,0</b>	<b>12,0</b>	<b>12,0</b>	<b>50,0</b>				

**8 семестр / 8 семестр**

ПКС-3 ИПКС-3.1 ИПКС-3.4 ПКС-4 ИПКС-4.1 ИПКС-4.2	<b>Раздел 3. Методы сборки и монтажа РЭС</b>						
	Тема 3.1. Обеспечение надёжности в процессе производства	4,0			5,0	Влияние технологических факторов на надежность ЭС. Технологические методы обеспечения заданной надежности в процессе производства.	Изучение теоретического материала [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1]
	Тема 3.2. Технология сборки и монтажа ЭС различных уровней	12,0			15,0	Технология изготовления деталей электронных средств. Базовые несущие конструкции. Особенности сборки и монтажа РЭС. Виды сборочных и монтажных соединений и методы их выполнения. Пайка. Сварка. Склейивание. Физико-химические основы. Области применения. Прогрессивные методы реализации разъемных и неразъемных соединений. Технология сборки и монтажа изделий первого структурного уровня. Сборка и монтаж функциональных ячеек. Групповая пайка. Поверхностный монтаж. Типовой ТП сборки и монтажа ячеек на печатной плате. Методы выполнения соединений при механической сборке. Стопорение резьбовых соединений. Коммутационные устройства и технология выполнения внутри- и межблочного монтажа. Разъемные и неразъемные монтажные соединения. Монтаж накруткой. Типовой ТП сборки электронных блоков. Механизация и автоматизация сборки ЭС.	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Содержание разделов, тем, занятий	Вид СРС		
		Контактная работа							
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов				
	Тема 3.3. Регулировка, контроль, испытания ЭС	8,0			5,0	Определение понятий наладка, регулировка, настройка ЭС. Разработка технологии регулировки. Оборудование рабочих мест и организация регулировочных работ в зависимости от масштабов производства. Классификация видов контроля технологии производства и качества изделий. Неразрушающие методы контроля. Основы теории статистических методов текущего и приемочного контроля. Использование ЭВМ для решения вопросов контроля сложной аппаратуры. Классификация методов испытаний ЭС. Автоматизированные системы испытаний. Эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт радиоэлектронных средств.			
	Тема 3.4. Герметизация ЭС	4,0			5,0	Общая характеристика способов герметизации. Особенности герметизации неорганическими и органическими материалами. Нанесение пленок и покрытий. Бескорпусная и корпусная герметизация. Методы выполнения герметичных соединений (холодная сварка, электроконтактная, аргонодуговая, электронно-лучевая, лазерная). Контроль качества герметизации.			
	Практическая работа №3. Разработка Технологической схемы сборки			4,0		Выполнение заданий. Ответы на контрольные вопросы	Подготовка к практическому занятию [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1]		
	Практическая работа №4. Разработка методов и средств технического контроля			4,0		Выполнение заданий. Ответы на контрольные вопросы	Подготовка к практическому занятию [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1]		
	Практическая работа №5. «Разработка плана выборочного контроля качества изделий РЭА и МЭА по количественным характеристикам»			4,0		Выполнение заданий. Ответы на контрольные вопросы	Подготовка к практическому занятию [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1]		
	Лабораторная работа № 3 Конструкторско-технологический анализ функционального узла		6,0			Выполнение заданий. Ответы на контрольные вопросы	Подготовка к лабораторным работам [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1]		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Содержание разделов, тем, занятий	Вид СРС		
		Контактная работа							
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов				
	Лабораторная работа № 4 Изучение статистических методов приемочного контроля микроэлектронных устройств	6,0				Выполнение заданий. Ответы на контрольные вопросы	Подготовка к лабораторным работам [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1]		
	<b>Итого по 3 разделу</b>	<b>28,0</b>	<b>12,0</b>	<b>12,0</b>	<b>30,0</b>				
ПКС-3 ИПКС-3.1 ИПКС-3.4	<b>Раздел 4. Современные технологии микро- и наноэлектроники</b>  Тема 4.1. Тенденции и перспективы развития технологий ЭС	2,0			1,0	Нанотехнология. Формирование микроконтактов. От микро- и наноэлектроники к квантовым компьютерам.	Изучение теоретического материала [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1]		
	<b>Итого по 4 разделу</b>	<b>2,0</b>			<b>10,0</b>				
ПКС-3 ИПКС-3.1 ИПКС-3.4 ПКС-4 ИПКС-4.1 ИПКС-4.2	<b>КУРСОВОЙ ПРОЕКТ (КП)</b>  <b>ИТОГО за семестр</b>				<b>54,0</b>				
	<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>60,0</b>	<b>24,0</b>	<b>24,0</b>	<b>144,0</b>				

Таблица 4.3 - Используемые активные и интерактивные образовательные технологии

Вид занятий	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
Лекции	Технология развития критического мышления Дискуссионные технологии
Практические занятия	Технология развития критического мышления Дискуссионные технологии Тестовые технологии Технологии работы в малых группах Информационно-коммуникационные технологии

## 5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 5.1 Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Оценочные процедуры текущего контроля успеваемости по дисциплине «Технология производства электронных средств» проводятся преподавателем дисциплины.

На лекциях оценивается посещаемость студентом лекции, активность участия обучающегося в восприятии и обсуждении рассматриваемых вопросов, индивидуальные выступления по заданным на самостоятельное рассмотрение темам.

Для оценки текущего контроля **знаний** используются тесты, сформированные в системе MOODLE.

Тесты по разделам содержат по 10 тестовых вопросов, время на проведение тестирования 15 минут. На каждый тестдается 2 попытки.

Для оценки текущего контроля **умений и навыков** проводятся лабораторные работы и практические занятия в форме выполнения заданий. При выполнении практического задания преподавателем оценивается качество выполненного задания, срок его выполнения, качество и срок оформления отчета, ответы на предложенные преподавателем контрольные вопросы устно или в письменном виде в конце отчета.

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе текущей аттестации представлены в табл. 5.1.

Промежуточная аттестация по дисциплине представлена в форме зачета в 7 семестре. Студент проходит тестирование в СДО MOODLE по разделам дисциплины. Для успешной сдачи зачета необходимо не менее 60% верных ответов на вопросы теста. В тесте представлено 20 вопросов, время на проведение тестирования 20 минут и 2 попытки.

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания результатов зачета представлены в табл. 5.2.

В 8 семестре - часть процедуры промежуточной аттестации по дисциплине представлена выполнением студентом курсового проекта, с последующим представлением на проверку преподавателю выполненных и оформленных надлежащим пояснительной записки и графической части, и его защита.

Типовая тематика и требования к содержанию и оформлению курсового проекта отражаются в фонде оценочных средств дисциплины. Студенту выдается индивидуальное задание с указанием даты выдачи и срока сдачи выполненного задания на курсовое проектирование.

Оценивание результатов курсового проектирования проводится преподавателем в рамках проведения текущих консультаций по курсовому проектированию и защиты курсовых проектов обучающимися.

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания результатов курсового проектирования представлены в табл. 5.3.

Промежуточная аттестация по дисциплине в форме курсового проектирования проводится до начала проведения промежуточной аттестации в форме экзамена по данной дисциплине.

Студент допускается к промежуточной аттестации (экзамену), если в результате изучения разделов дисциплины набрал в ходе текущего контроля по ПКС-3 не менее 3 баллов (1 балл – по

результатам тестирования, 2 балла – по результатам выполнения практических заданий и отдельных частей курсового проекта) и ПКС-4 не менее 3 баллов (1 балл – по результатам тестирования, 2 балла – по результатам выполнения лабораторных работ, практических заданий и отдельных частей курсового проекта).

Промежуточная аттестация по дисциплине в форме курсового проектирования предполагает защиту курсового проекта студента и считается пройденной, если студент набрал не менее 2 баллов.

По итогам освоения дисциплины «Технология производства электронных средств» проводится промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена и предполагает письменный ответ студента по билетам на теоретические вопросы. Экзаменационный билет для промежуточной аттестации содержит три теоретических вопроса. Время на подготовку ответов - 45 минут. Промежуточная аттестация считается пройденной, если студент набрал не менее 2 баллов.

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации представлены в табл. 5.2, 5.3 и 5.4.

---

\*Количество баллов рассчитывается в соответствии с таблицей 5.1.

Таблица 5.1 – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе текущей аттестации

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора компетенции	Показатели контроля успеваемости	Критерии и шкала оценивания				Форма контроля
			1 критерий – отсутствие усвоения	2 критерий – не полное усвоение	3 критерий – хорошее усвоение	4 критерий – отличное усвоение	
<b>ПКС-3.</b> Способен осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	<b>ИПКС-3.1.</b> Знает методическую базу и оценивает соответствие ей разрабатываемых деталей, узлов и устройств радиотехнических систем	<b>Знания:</b>	0 баллов	1 балл	2 балла	3 балла	а) Контроль посещения лекций б) Контроль участия в дискуссиях на лекциях в) Проверка конспектов лекций г) Тестирование
		- Основные технологические процессы производства радиоэлектронной техники и классификацию технологической документации и правила ее заполнения; - Актуальную нормативно-техническую базу, действующих норм, правил, ГОСТ.	а) посещение <30% всех лекций б) отсутствие участия в обсуждении вопросов в) конспект по заданным на самостоятельное рассмотрение темам не составлен г) верно выполнено <40% тестовых вопросов	а) посещение ≥30%, но <50% всех лекций б) единичное высказывание в обсуждении вопросов в) составлен не полный конспект по заданным на самостоятельное рассмотрение темам г) верно выполнено ≥40%, но <60% тестовых вопросов	а) посещение ≥50%, но <80% всех лекций б) активное участие в обсуждении вопросов в) составлен полный, но логически не связанный конспект по заданным на самостоятельное рассмотрение темам г) верно выполнено ≥60%, но <80% тестовых вопросов	а) посещение всех лекций б) высказывает неординарные суждения в дискуссиях в) составлен полный, логически связанный конспект по заданным на самостоятельное рассмотрение темам г) верно выполнено ≥80% тестовых вопросов	
		<b>Умения:</b>	0 баллов	1 балл	2 балла	3 балла	
	<b>ИПКС-3.4.</b> Осуществляет контроль над соблюдением установленных требований, действующих норм, правил и стандартов при разработке проектно-конструкторской документации	- Разрабатывать и оформлять технологическую документацию в соответствии с требованиями ЕСТД. - Осуществлять контроль над соблюдением установленных требований, действующих норм, правил и стандартов при разработке проектно-конструкторской документации.	Студент не демонстрирует умения самостоятельно выполнять индивидуальное задание, обосновать свои суждения при защите отчета	Студент не уверенно демонстрирует умения самостоятельно выполнять индивидуальное задание, обосновать свои суждения при защите отчета	Студент демонстрирует умения самостоятельно выполнять индивидуальное задание (в полном объеме, вовремя, с незначительными замечаниями), обосновать свои суждения при защите отчета	Студент уверен но демонстрирует умения самостоятельно выполнять индивидуальное задание (правильно, вовремя, в полном объеме), уверенно обосновать свои суждения при защите отчета	Контроль выполнения и защиты лабораторных работ и практических заданий Контроль выполнения курсового проекта.
		<b>Навыки (при наличии):</b>	0 баллов	1 балл	2 балла	3 балла	Контроль выполнения и защиты практических заданий Контроль выполнения курсового проекта.
		Методами и знаниями составления и заполнения технологической документации. - Методами и средствами анализа правильности составления и заполнения технологической документации. - Навыками формирования технологической документации с помощью программного обеспечения.	Студент не владеет самостоятельными навыками выполнения индивидуального задания в рамках профессиональной деятельности	Студент неуверенно владеет самостоятельными навыками выполнения и оформления индивидуального задания в рамках профессиональной деятельности	Студент хорошо владеет самостоятельными навыками своевременного выполнения и оформления индивидуального задания, критического анализа и формулировки выводов в рамках профессиональной деятельности	Студент уверенно владеет самостоятельными навыками своевременного выполнения и оформления индивидуального задания, критического анализа и формулировки выводов (рекомендаций) в рамках профессиональной деятельности	

Код и	Код и	Показатели контроля	Критерии и шкала оценивания	Форма контроля
-------	-------	---------------------	-----------------------------	----------------

наименование компетенции	наименование индикатора компетенции	успеваемости	1 критерий – отсутствие усвоения	2 критерий – не полное усвоение	3 критерий – хорошее усвоение	4 критерий – отличное усвоение	
<b>ПКС-4.</b> Способен выполнять работы по технологической подготовке и организации метрологического обеспечения производства электронных средств	<b>ИПКС-4.1.</b> Знает методы проектирования технологических процессов производства устройств радиоэлектронных систем и комплексов  <b>ИПКС-4.2.</b> Рассчитывает физико-технологические режимы процессов производства изделий электронной техники с требуемыми конструктивными и электрофизическими параметрами	<b>Знания:</b>	0 баллов	1 балл	2 балла	3 балла	а) Контроль посещения лекций б) Контроль участия в дискуссиях на лекциях в) Проверка конспектов лекций г) Тестирование
			- Объем, правила организации, особенности технологической подготовки производства, используемые в производстве электронных средств; - Базовые технологические процессы производства электронных средств; - Принципы работы электронных средств; - Классификацию видов контроля технологии производства и качества изделий; - Классификацию методов испытаний ЭС.	а) посещение <30% всех лекций б) отсутствие участия в обсуждении вопросов в) конспект по заданным на самостоятельное рассмотрение темам не составлен г) верно выполнено <40% тестовых вопросов	а) посещение 30%, но <50% всех лекций б) единичное высказывание в обсуждении вопросов в) составлен не полный конспект по заданным на самостоятельное рассмотрение темам г) верно выполнено 40%, но < 60% тестовых вопросов	а) посещение 50%, но <80% всех лекций б) активное участие в обсуждении вопросов в) составлен полный, но логически не связанный конспект по заданным на самостоятельное рассмотрение темам г) верно выполнено 60%, но <80% тестовых вопросов	
		<b>Умения:</b>	0 баллов	1 балл	2 балла	3 балла	
			Формулировать цели и задачи проектирования технологических процессов радиоэлектронных устройств и систем. - Выполнять работы по технологической подготовке производства. - Составлять алгоритмы по проверке функционирования, настройки и испытаниям электронных средств. - Внедрять технологические процессы настройки и испытания, контроля качества электронных средств.	Студент не демонстрирует умения самостоятельно выполнять индивидуальное задание, обосновать свои суждения при защите отчета	Студент не уверенно демонстрирует умения самостоятельно выполнять индивидуальное задание, обосновать свои суждения при защите отчета	Студент демонстрирует умения самостоятельно выполнять индивидуальное задание (в полном объеме, вовремя, с незначительными замечаниями), обосновать свои суждения при защите отчета	Студент уверенно демонстрирует умения самостоятельно выполнять индивидуальное задание (правильно, вовремя, в полном объеме), уверенно обосновать свои суждения при защите отчета
		<b>Навыки (при наличии):</b>	Навыками осуществления технологической подготовки производства. - Навыками применения ЭВМ для проектирования технологических процессов. - Методами и средствами обеспечения требуемой точности технологических процессов. - Навыками по разработке инструкций по ремонту, настройке и испытанию электронных средств, эксплуатации технологического оборудования.	Студент не владеет самостоятельными навыками выполнения индивидуального задания в рамках профессиональной деятельности	Студент неуверенно владеет самостоятельными навыками выполнения и оформления индивидуального задания в рамках профессиональной деятельности	Студент хорошо владеет самостоятельными навыками своевременного выполнения и оформления индивидуального задания, критического анализа и формулировки выводов в рамках профессиональной деятельности	Студент уверенно владеет самостоятельными навыками своевременного выполнения и оформления индивидуального задания, критического анализа и формулировки выводов (рекомендаций) в рамках профессиональной деятельности

Таблица 5.2 – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации (зачет)

Код и индикаторы достижения компетенций	Показатели контроля успеваемости	Критерии и шкала оценивания				Показатели контроля успеваемости
		1 критерий – отсутствие усвоения	2 критерий – не полное усвоение	3 критерий – хорошее усвоение	4 критерий – отличное усвоение	
	<b>Знания:</b>	0 баллов	1 балл	2 балла	3 балла	
<b>ПКС-3 ИПКС-3.1.</b>	Основные технологические процессы производства радиоэлектронной техники и классификацию технологической документации и правила ее заполнения;	a) не правильный ответ на все теоретические вопросы билета б) слабое понимание теоретического материала в) отсутствует способность уверенно аргументировать собственные утверждения и выводы г) не может ответить на дополнительные вопросы д) отказ от ответа	a) грубые ошибки при ответах на вопросы и /или не правильный ответ более чем на 30% вопросов б) слабое знание теоретического материала в) в большинстве случаев отсутствует способность уверенно аргументировать собственные утверждения и выводы	a) правильный и уверенный ответ на большинство вопросов, при наводящих вопросах преподавателя исправляются ошибки в ответе б) хорошее знание теоретического материала в) не всегда присутствует способность аргументировать собственные утверждения и выводы	a) правильный и уверенный ответ на вопросы б) глубокое знание теоретического материала в) способность аргументировать собственные утверждения и выводы	Контроль использования практических примеров в ответе
<b>ПКС-3 ИПКС-3.4.</b>	Актуальную нормативно-техническую базу, действующих норм, правил, ГОСТ.					Контроль ответов на дополнительные вопросы
<b>ПКС-4 ИПКС-4.1.</b>	- Объем, правила организации, особенности технологической подготовки производства, используемые в производстве электронных средств; - Базовые технологические процессы производства электронных средств;					
<b>ПКС-4 ИПКС-4.2.</b>	- Принципы работы электронных средств; - Классификацию видов контроля технологии производства и качества изделий; - Классификацию методов испытаний ЭС.					
	<b>Умения и навыки (при наличии):</b>	0 баллов	1 балл	2 балла	3 балла	
<b>ПКС-3 ИПКС-3.1.</b>	- Методами и знаниями составления и заполнения технологической документации. - Разрабатывать и оформлять технологическую документацию в соответствии с требованиями ЕСТД.	не может выполнить практическое задание, полученные на экзамене;	слушатель правильно ответил на один теоретический вопрос или выполнил практическое задание, полученные на экзамене; при наводящих вопросах преподавателя может частично ответить на дополнительные вопросы	слушатель правильно, с приведением примеров ответил на один теоретический вопрос и выполнил практическое задание, полученные на экзамене; при наводящих вопросах преподавателя исправляет ошибки в ответе на дополнительные вопросы	слушатель правильно, с приведением примеров ответил на все вопросы и выполнил практическое задание, полученные на экзамене; ответил на дополнительные вопросы	Контроль умения (навыка) решать типовые задачи с выбором известного метода, способа
<b>ПКС-3 ИПКС-3.4.</b>	- Методами и средствами анализа правильности составления и заполнения технологической документации. - Навыками формирования технологической документации с помощью программного обеспечения. - Осуществлять контроль над соблюдением установленных требований, действующих норм, правил и стандартов при разработке проектно-конструкторской документации.					
<b>ПКС-4 ИПКС-4.1.</b>	Формулировать цели и задачи проектирования технологических процессов радиоэлектронных устройств и систем. - Выполнять работы по технологической подготовке производства. Навыками осуществления технологической подготовки производства. - Навыками применения ЭВМ для проектирования технологических процессов.					

Код и индикаторы достижения компетенций	Показатели контроля успеваемости	Критерии и шкала оценивания				Показатели контроля успеваемости
		1 критерий – отсутствие усвоения	2 критерий – не полное усвоение	3 критерий – хорошее усвоение	4 критерий – отличное усвоение	
	Умения и навыки (при наличии):	0 баллов	1 балл	2 балла	3 балла	
<b>ПКС-4 ИПКС-4.2.</b>	- Составлять алгоритмы по проверке функционирования, настройки и испытаниям электронных средств. - Внедрять технологические процессы настройки и испытания, контроля качества электронных средств. - Методами и средствами обеспечения требуемой точности технологических процессов. - Навыками по разработке инструкции по ремонту, настройке и испытанию электронных средств, эксплуатации технологического оборудования.					

Таблица 5.3 – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации (курсовой проект)

Код и индикаторы достижения компетенций	Показатели контроля успеваемости	Критерии и шкала оценивания			
		1 критерий – отсутствие усвоения	2 критерий – не полное усвоение	3 критерий – хорошее усвоение	4 критерий – отличное усвоение
	Знания:	0 баллов	1 балл	2 балла	3 балла
<b>ПКС-3 ИПКС-3.1.</b>	Основные технологические процессы производства радиоэлектронной техники и классификацию технологической документации и правила ее заполнения;	a) содержание в целом не соответствует заданию б) большое количество нарушений в логике изложения материала в) полученные результаты не отвечают требованиям, изложенным в задании, большое количество существенных ошибок по сути работы г) выводы и предложения отсутствуют	a) содержание частично не соответствует заданию б) есть нарушения в логике изложения материала в) полученные результаты в целом отвечают требованиям, изложенными в задании, имеются одна-две существенных ошибки в расчетах, в построенных диаграммах и схемах, при построении чертежей г) аргументация выводов и предложений слабая или отсутствует	a) содержание достаточно полно соответствует заданию б) в целом структура логически и методически выдержанна в) имеются одна-две несущественные ошибки в расчетах, в построенных диаграммах и схемах, в обозначениях на чертежах г) большинство выводов и предложений аргументировано д) наличествует незначительное количество грамматических и/или стилистических ошибок	a) содержание полностью соответствует заданию б) структура логически и методически выдержанна в) нет ошибок расчетов и построения чертежей г) все выводы и предложения убедительно аргументированы д) отсутствуют грамматические и/или стилистические ошибки е) оформление полностью отвечает требованиям, предъявляемым к оформлению текстовой и графической документации
<b>ПКС-3 ИПКС-3.4.</b>	Актуальную нормативно-техническую базу, действующих норм, правил, ГОСТ.				
<b>ПКС-4 ИПКС-4.1.</b>	- Объем, правила организации, особенности технологической подготовки производства, используемые в производстве электронных средств; - Базовые технологические процессы производства электронных средств;				
<b>ПКС-4 ИПКС-4.2.</b>	- Принципы работы электронных средств; - Классификацию видов контроля технологии производства и качества изделий; - Классификацию методов испытаний ЭС.				

	<b>Умения и навыки (при наличии):</b>	0 баллов	1 балл	2 балла	3 балла
<b>ПКС-3 ИПКС-3.1.</b>	- Методами и знаниями составления и заполнения технологической документации. - Разрабатывать и оформлять технологическую документацию в соответствии с требованиями ЕСТД.	a) не правильный ответ на все заданные вопросы б) слабое понимание теоретического материала в) отсутствует способность уверенно аргументировать собственные утверждения и выводы	a) грубые ошибки при ответах на вопросы и /или не правильный ответ более чем на 30% вопросов б) слабое знание теоретического материала в) в большинстве случаев отсутствует способность уверенно аргументировать собственные утверждения и выводы	a) правильный и уверенный ответ на большинство вопросов, при наводящих вопросах преподавателя исправляются ошибки в ответе б) хорошее знание теоретического материала в) не всегда присутствует способность аргументировать собственные утверждения и выводы	a) правильный и уверенный ответ на вопросы б) глубокое знание теоретического материала в) способность аргументировать собственные утверждения и выводы
<b>ПКС-3 ИПКС-3.4.</b>	- Методами и средствами анализа правильности составления и заполнения технологической документации. - Навыками формирования технологической документации с помощью программного обеспечения. - Осуществлять контроль над соблюдением установленных требований, действующих норм, правил и стандартов при разработке проектно-конструкторской документации.				
<b>ПКС-4 ИПКС-4.1.</b>	Формулировать цели и задачи проектирования технологических процессов радиоэлектронных устройств и систем. - Выполнять работы по технологической подготовке производства. Навыками осуществления технологической подготовки производства. - Навыками применения ЭВМ для проектирования технологических процессов.				
<b>ПКС-4 ИПКС-4.2.</b>	- Составлять алгоритмы по проверке функционирования, настройки и испытаниям электронных средств. - Внедрять технологические процессы настройки и испытания, контроля качества электронных средств. - Методами и средствами обеспечения требуемой точности технологических процессов. - Навыками по разработке инструкции по ремонту, настройке и испытанию электронных средств, эксплуатации технологического оборудования.				

Таблица 5.4 – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации (экзамен)

Код и индикаторы достижения компетенций	Показатели контроля успеваемости	Критерии и шкала оценивания				Показатели контроля успеваемости
		1 критерий – отсутствие усвоения	2 критерий – не полное усвоение	3 критерий – хорошее усвоение	4 критерий – отличное усвоение	
		0 баллов	1 балл	2 балла	3 балла	
<b>ПКС-3 ИПКС-3.1.</b>	Основные технологические процессы производства радиоэлектронной техники и классификацию технологической документации и правила ее заполнения;	a) не правильный ответ на все теоретические вопросы билета б) слабое понимание теоретического материала в) отсутствует способность уверенно аргументировать собственные утверждения и выводы г) не может ответить на дополнительные вопросы д) отказ от ответа	a) грубые ошибки при ответах на вопросы и /или не правильный ответ более чем на 30% вопросов б) слабое знание теоретического материала в) в большинстве случаев отсутствует способность уверенно аргументировать собственные утверждения и выводы	a) правильный и уверенный ответ на большинство вопросов, при наводящих вопросах преподавателя исправляются ошибки в ответе б) хорошее знание теоретического материала в) не всегда присутствует способность аргументировать собственные утверждения и выводы	a) правильный и уверенный ответ на вопросы б) глубокое знание теоретического материала в) способность аргументировать собственные утверждения и выводы	Контроль использования практических примеров в ответе
<b>ПКС-3 ИПКС-3.4.</b>	Актуальную нормативно-техническую базу, действующих норм, правил, ГОСТ.					Контроль ответов на дополнительные вопросы
<b>ПКС-4 ИПКС-4.1.</b>	- Объем, правила организации, особенности технологической подготовки производства, используемые в производстве электронных средств; - Базовые технологические процессы производства электронных средств;					
<b>ПКС-4 ИПКС-4.2.</b>	- Принципы работы электронных средств; - Классификацию видов контроля технологии производства и качества изделий; - Классификацию методов испытаний ЭС.					
	<b>Умения и навыки (при наличии):</b>	0 баллов	1 балл	2 балла	3 балла	
<b>ПКС-3 ИПКС-3.1.</b>	- Методами и знаниями составления и заполнения технологической документации. - Разрабатывать и оформлять технологическую документацию в соответствии с требованиями ЕСТД.	не может выполнить практическое задание, полученные на экзамене;	слушатель правильно ответил на один теоретический вопрос или выполнил практическое задание, полученные на экзамене; при наводящих вопросах преподавателя может частично ответить на дополнительные вопросы	слушатель правильно, с приведением примеров ответил на один теоретический вопрос и выполнил практическое задание, полученные на экзамене; при наводящих вопросах преподавателя исправляет ошибки в ответе на дополнительные вопросы	слушатель правильно, с приведением примеров ответил на все вопросы и выполнил практическое задание, полученные на экзамене; ответил на дополнительные вопросы	Контроль умения (навыка) решать типовые задачи с выбором известного метода, способа
<b>ПКС-3 ИПКС-3.4.</b>	- Методами и средствами анализа правильности составления и заполнения технологической документации. - Навыками формирования технологической документации с помощью программного обеспечения. - Осуществлять контроль над соблюдением установленных требований, действующих норм, правил и стандартов при разработке проектно-конструкторской документации.					
<b>ПКС-4 ИПКС-4.1.</b>	Формулировать цели и задачи проектирования технологических процессов радиоэлектронных устройств и систем. - Выполнять работы по технологической подготовке производства. Навыками осуществления технологической подготовки производства. - Навыками применения ЭВМ для проектирования технологических процессов.					

Код и индикаторы достижения компетенций	Показатели контроля успеваемости	Критерии и шкала оценивания				Показатели контроля успеваемости
		1 критерий – отсутствие усвоения	2 критерий – не полное усвоение	3 критерий – хорошее усвоение	4 критерий – отличное усвоение	
		0 баллов	1 балл	2 балла	3 балла	
<b>ПКС-4 ИПКС-4.2.</b>	<b>Умения и навыки (при наличии):</b>  - Составлять алгоритмы по проверке функционирования, настройки и испытаниям электронных средств. - Внедрять технологические процессы настройки и испытания, контроля качества электронных средств. - Методами и средствами обеспечения требуемой точности технологических процессов. - Навыками по разработке инструкции по ремонту, настройке и испытанию электронных средств, эксплуатации технологического оборудования.					

Промежуточная аттестация по дисциплине пройдена, если слушатель набрал не менее 3 баллов за зачет, не менее 2 баллов за курсовой проект и не менее 2 баллов за экзамен.

**Таблица 5.5 – Соответствие набранных баллов и оценки за промежуточную аттестацию (зачет)**

Баллы за текущую успеваемость**	Баллы за промежуточную аттестацию	Оценка
	Суммарное количество баллов***	
0..12 баллов	0..3 баллов	«не зачлено»
13..27 баллов	4..6 баллов	«зачленено»

\*) – количество баллов рассчитывается в соответствии с таблицей 5.2.

**Таблица 5.6 – Соответствие набранных баллов и оценки за промежуточную аттестацию (курсовый проект)**

Баллы за промежуточную аттестацию	Оценка
Суммарное количество баллов*	
0..1 балл	«неудовлетворительно»
2..3 балла	«удовлетворительно»
4..5 баллов	«хорошо»
6 баллов	«отлично»

\*) – количество баллов рассчитывается в соответствии с таблицей 5.3.

**Таблица 5.7 – Соответствие набранных баллов и оценки за промежуточную аттестацию (экзамен)**

Баллы за текущую успеваемость**	Баллы за промежуточную аттестацию	Оценка
	Суммарное количество баллов***	
0..5 баллов	0..1 балл	«неудовлетворительно»
6..11 баллов	2..3 балла	«удовлетворительно»
12..17 баллов	4..5 баллов	«хорошо»
18 баллов	6 баллов	«отлично»

\*\*) – количество баллов рассчитывается в соответствии с таблицей 5.1.;

\*\*\*) – количество баллов рассчитывается в соответствии с таблицей 5.4.

## 5.2 Оценочные средства для контроля освоения дисциплины

### 5.2.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе текущего контроля успеваемости

Для текущего контроля знаний и умений студентов по дисциплине проводится комплексная оценка, включающая:

- выполнение лабораторных работ (выполнение заданий по вариантам с использованием ПК, ответы на контрольные вопросы) и практических заданий (решение задач, ответы на контрольные вопросы), оформление отчетов по лабораторным работам и практическим занятиям;

- тестирование в СДО MOODLE по различным разделам дисциплины.

#### Типовые контрольные вопросы для лабораторных работ

##### Раздел 2.

###### Лабораторная работа №1.

1. Классификация печатных плат и методов их изготовления
2. Технические требования, предъявляемые к ПП
3. Требования к материалам печатных плат
4. ТПП изготовления ПП фотохимическим методом

5. ТТП изготовления ПП полуаддитивной технологией
6. Комбинированная технология печатного монтажа

Лабораторная работа №2.

### **Типовые задания для лабораторных работ**

#### **Раздел 2.**

Лабораторная работа №1. Изготовление печатных плат по субтрактивной технологии

*Полный перечень заданий приведен в [6.3.1], а также в [6.3.4].*

### **Типовые контрольные вопросы для практических занятий**

#### **Раздел 1.**

Практическая работа №1. Изучение ГОСТов.

- 1.Задачи и объем ТПП РЭС.
- 2.Разработка ТП, как основная часть ТПП.
- 3.Технологическое оснащение.
- 4.ЕСТД. Классификация технологической документации.
- 5.ЕСТД. Правила оформления и заполнения технологической документации.
- 6.ЕСТД. Система обозначения ТД.

#### **Раздел 2.**

Практическая работа № 2 Исследование характеристик печатных плат, изготовленных фотохимическим методом

#### **Раздел 3.**

Практическая работа №3. Разработка Технологической схемы сборки

1. Особенности сборки и монтажа РЭС
2. Классификация сборочных и монтажных соединений
3. Технология сборки и монтажа МСБ
4. Технология сборки и монтажа ТЭЗ
5. Групповая пайка
6. Поверхностный монтаж
7. ТТП сборки и монтажа ячеек на ПП
8. Автоматизация и механизация сборки и монтажа ТЭЗ
9. Технология сборки и монтажа блоков РЭС
10. ТТП поверхностного монтажа
- 11.Технология внутриблочного монтажа
12. Монтаж накруткой
- 13.ТТП общей сборки и монтажа блоков РЭА

Практическая работа №4. Разработка методов и средств технического контроля

1. Определение понятий наладка, регулировка, настройка ЭС
2. Оборудование рабочих мест и организация регулировочных работ в зависимости от масштабов производства
3. Классификация видов контроля технологии производства и качества изделий

Практическая работа №5. «Разработка плана выборочного контроля качества изделий РЭА и МЭА по количественным характеристикам»

*Полный перечень вопросов приведен в [6.3.2], а также в [6.3.4].*

## **Практические занятия**

### **Практическое занятие №1**

#### **Раздел 1: Технология производства, как один из важнейших этапов создания электронных средств**

**Цель занятия:** изучение слушателями стандартов и нормативных документов, научиться работать с ГОСТами, ОСТами, ТУ, оформлять результаты.

В результате выполнения работы слушатель (обучающийся) должен **уметь**:

- оформлять техническую документацию в соответствии с действующей нормативной базой;
- применять требования нормативных документов к основным ТП.

### **Методические рекомендации для практического занятия**

Согласно ГОСТ 3.1102-2011(Единая система технологической документации. Стадии разработки и виды документов) предусматриваются стадии разработки технологической документации(ТД):

- предварительное проектирование (изготовление макетного или лабораторного образцов изделия);
- изготовление опытного образца (партии) изделия;
- серийное производство изделия.

При разработке ТД применяются следующие виды описаний ТП (ГОСТ 3.1109-82), отличающиеся степенью детализации:

- маршрутное;
- маршрутно-операционное;
- операционное.

#### **Задание**

Ознакомьтесь с построением и содержанием предложенных стандартов: ГОСТ 3.1102-2011, ГОСТ 3.1109-82, ГОСТ 3.1118-82, ГОСТ 29137-91, ГОСТ Р МЭК 61191-1-2017, ГОСТ Р МЭК 61191-2-2017, ГОСТ Р МЭК 61192-1-2010, ГОСТ Р МЭК 61192-2-2010, ГОСТ Р МЭК 61192-3-2010, ГОСТ Р МЭК 61191-3 -2019.

Результаты запишите по следующей форме в виде, представленном на рисунке 6.1.

Заполнение маршрутно-операционных карт.

**Рисунок 5.1** - Маршрутная карта (первый или заглавный лист)

## **Практическое занятие №2**

### **Раздел 3: Методы сборки и монтажа РЭС**

#### **Тема:** Разработка Технологической схемы сборки

**Цель занятия:** выявить последовательность сборки-монтажа конкретной конструкции ЭС

Практическое занятие проводится в форме решения индивидуальных заданий. Слушатели выполняют задания, оформляют отчет и сдают его преподавателю.

### **Методические рекомендации для практического занятия**

#### **Общие теоретические сведения**

Технологическая схема сборки составляется для выявления всего состава сборочных элементов, она определяет относительную последовательность выполнения сборочных работ и других взаимосвязанных операций, а также отражает характер выполняемых сборочных соединений.

Последовательность сборки-монтажа конкретной конструкции ЭС даже для очевидной базовой детали обычно многовариантна. При разработке ТСС следует исходить из следующих общих положений:

1) На многие традиционные операции (группы операций, процедуры) сборочно-монтажных процессов разработаны карты типового ТП. Это относится к операциям входного контроля комплектующих изделий, их предмонтажной подготовки, установки многих типов компонентов на платы, приготовлению и применению многих kleев и компаундов, пайки и т.д.

2) Типовые ТП разработаны на сборку-монтаж стандартных типовых конструкций ФЯ ..

3) Регулировочные операции, часто функциональная диагностика и сложный инструментальный (измерительный) контроль проводятся по соответствующим технологическим инструкциям «частного применения».

4) Общая логика сборки-монтажа конкретной конструкции, отражая её структурные особенности, должна одновременно удовлетворять простому правилу: результаты данной операции не должны затруднять высококачественное выполнение последующих операций и снижать качество ранее выполненных работ (операций).

На технологической схеме каждый элемент изделия условно изображается прямоугольником, разделенным на три части. В левой его части указывается номер элемента, присвоенный ему в спецификации и на сборочном чертеже, в средней – наименование элемента, а в правой – количество однотипных элементов.

Технологическую схему сборки составляют следующим образом. Сначала выбирают основной (базовый) элемент конструкции, с которого начинается сборка. От прямоугольника, обозначающего базовую деталь, проводят вправо горизонтальную линию, указывающую направление хода сборки. Снизу наносят прямоугольники, обозначающие детали, электрорадиоэлементы, компоненты и другие элементы конструкции, присоединяемые к базовому элементу, а сверху – прямоугольники, обозначающие крепежные детали; сверху приводят также необходимую информацию о других операциях ТП и способах выполнения сборочных соединений. Составление технологических схем сборки изделий позволяет выявить и устранить конструктивные неувязки, усложняющие процесс сборки. Этот документ выносится на лист А2(А4). Пример оформления схемы сборки (фрагмент) приведен на рисунке 6.2.

Выбор и обоснование методов выполнения отдельных операций фиксируется соответствующим разделом текста .

Расчленение ТП изготовления изделия на отдельные операции в условиях крупносерийного и массового производства рекомендуется производить с учетом определенных факторов:

- а) смены рабочего места или оборудования;
- б) однородности выполняемых работ в пределах каждой операции;
- в) сложности работ и требуемой квалификации исполнителей;
- г) необходимости введения контроля, приводящей к необходимости расчленения комплекса работ на отдельные операции до и после контроля;
- д) длительности выполнения операции в условиях непрерывно-поточного производства, которая должна быть равна или кратна целому числу ритмов.

Последовательность выполнения сборочных работ устанавливают, руководствуясь

следующими соображениями: ранее выполненные работы не должны затруднять выполнение последующих операций; сборку начинают с простых элементов изделия, а заканчивают более сложными и чувствительными к ударам и тряске; сборку начинают с установки мелких и легковесных узлов и блоков изделия, а заканчивают наиболее крупными и массивными.

Следует иметь в виду, что в единичном и мелкосерийном производстве преобладают укрупненные операции, т.е. один рабочий выполняет целый комплекс разнообразных работ. В крупносерийном и массовом производстве используют дифференцированные (мелкие) операции.

### Задание на практическое занятие - составить технологическую схему сборки

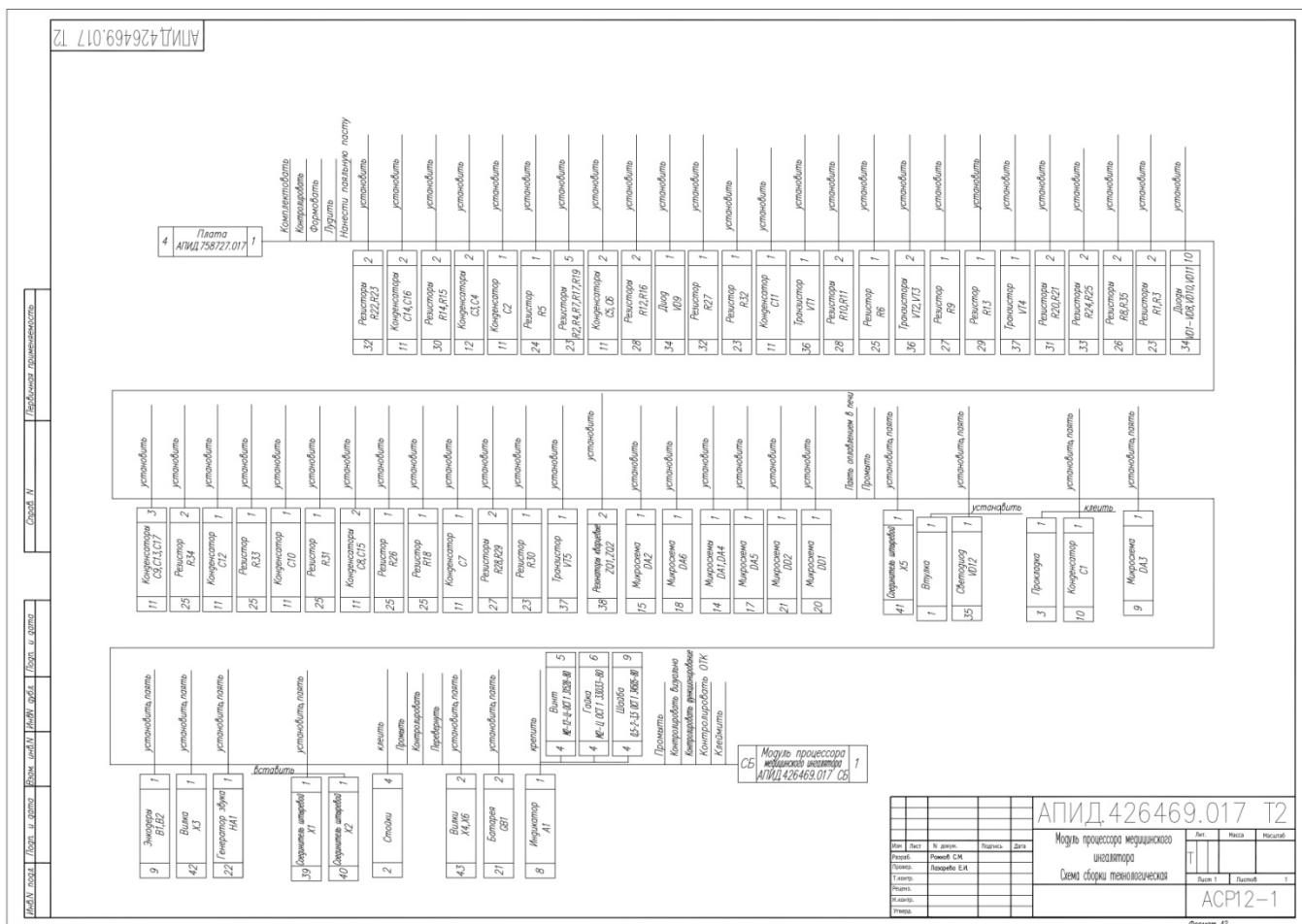
#### Порядок выполнения работы

Технологическую схему сборки составляют следующим образом. Сначала выбирают основной (базовый) элемент конструкции, с которого начинается сборка. От прямоугольника, обозначающего базовую деталь, проводят вправо горизонтальную линию, указывающую направление хода сборки. Снизу наносят прямоугольники, обозначающие детали, электрорадиоэлементы, компоненты и другие элементы конструкции, присоединяемые к базовому элементу, а сверху – прямоугольники, обозначающие крепежные детали; сверху приводят также необходимую информацию о других операциях ТП и способах выполнения сборочных соединений.

#### Содержание отчета

Представить технологическую схему сборки функциональной ячейки (электронного модуля)

Пример технологической схемы сборки функциональной ячейки (электронного модуля) приведен на рисунке 6.2.



## **Практическое занятие №3**

### **Раздел 3: Методы сборки и монтажа РЭС**

#### **Тема: Разработка методов и средств технического контроля**

**Цель занятия:** разработка слушателями алгоритма контроля и технологической инструкции.

### **Методические рекомендации для практического занятия**

#### **Общие теоретические сведения**

##### **Методы контроля**

Операции технического контроля качества продукции используются на всех этапах технологического процесса. Цель *входного* контроля – установить степень соответствия важнейших параметров исходных материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий требованиям ТУ. В ходе технологического процесса после наиболее ответственных операций, а также операций, характеризующихся высоким процентом брака, вводится *пооперационный (текущий)* контроль, позволяющий своевременно обнаружить бракованные изделия; провести анализ причин появления брака; оценить правильность настройки ТП; выявить точность, устойчивость и стабильность технологических процессов. Данный вид контроля предотвращает непроизводительный расход материалов, труда, времени и средств на обработку негодной продукции на последующих операциях.

Завершающим этапом производства РЭС является *приемочный выходной* контроль, цель которого – проверить соответствие требованиям ТУ готовых изделий, имеющих самостоятельное применение,

При заполнении ведомости операций контроля (ВОП) необходимо различать следующие пять групп технического контроля:

1)визуальный – для проверки внешнего вида изделия и установления его соответствия требованиям топологических чертежей, монтажных схем и ТУ. В качестве средств визуального контроля используются увеличительные стекла, микроскопы, микроинтерферометры и мерительный инструмент для проверки линейных размеров;

2)механический – для определения механической прочности конструкции изделий, устойчивости к воздействию вибрации, ударов, линейных ускорений, а также надежности контролки разъемных соединений;

3)физико-химический – для проверки соответствия технических характеристик исходных материалов на входном контроле, а также в дефектоскопии;

4)технологический – для проверки основных характеристик технологического процесса (точности, надежности, стабильности, устойчивости и т.д.). Этот контроль способствует повышению технологической дисциплины, предупреждает возможные нарушения технологического процесса, дает возможность своевременно подстраивать ТП;

5)электрический – для проведения контрольных операций по проверке РЭС. Электрический контроль осуществляется в три этапа: проверка изделия по карте сопротивлений, проверка изделия по карте напряжений и проверка соответствия выходных параметров изделия требованиям ТУ. (В отдельных случаях проверяют также качество изоляции, сопротивление, электрическую прочность изоляции.)

По количеству проверяемых изделий различают сплошной (стопроцентный) и выборочный (статистический) контроль.

##### **Технические средства контроля**

Под средствами контроля (СК) понимается специализированное технологическое оборудование и оснащение, предназначенные для получения достоверной количественной информации о качестве изделия и режимах ТП. Трудоемкость контрольно-регулировочных работ часто составляет не менее 20% от общих трудовых затрат на изготовление аппаратуры, поэтому разработка СК является одним из важных этапов технической подготовки производства.

В зависимости от выполняемых функций СК должны обеспечивать: оценку функционирования контролируемого узла, блока; имитацию контрольных сигналов; определение по результатам контроля неисправного блока, съемного узла; регистрацию результатов контроля и выдачу данных для устранения отказов и прогнозирования работоспособности; контроль параметров и режимов ТП.

При разработке СК необходимо использовать следующие исходные документы: конструкторскую документацию на изделие (ТУ, ВО, схемы и топологические чертежи) и технологическую документацию на изготовление и контроль изделия (рисунок 6.3).

**Общий порядок разработки и выбора СК осуществляется в следующей последовательности:**

**1. Анализ характеристик объекта контроля и показателей процесса контроля**

Используя конструкторскую и технологическую документацию, сведения о программе, сроках выпуска изделий, необходимо выявить характеристики объекта контроля, контролируемые параметры и показатели процесса контроля (точность измерений, достоверность, трудоемкость и стоимость контроля).

**2. Определение предварительного состава СК**

Перед тем, как приступить к разработке СК, необходимо провести анализ состояния близких по типу и назначению устройств на основе существующих государственных отраслевых стандартов и стандартов предприятий на средства контроля, каталогов и классификаторов СК, картотек применяемости СК, инструктивно-методических материалов по выбору СК и т.п., и, учитывая существующее состояние разработки аналогичных устройств, выбрать и разработать функциональную схему СК в соответствии с основными требованиями ЕСКД.

**3. Автоматизация технологической операции выходного контроля**

Средства контроля для сложной аналоговой и особенно цифровой аппаратуры являются, в основном, узкоспециализированными и рассчитаны на работу с ограниченным числом изделий или специфическими ТП. Наиболее полно современным тенденциям отвечают автоматические СК (АСК). Основной частью работы в этом направлении являются составление функциональной схемы системы контроля с использованием ЭВМ и алгоритма построения тест-программы; разработка алгоритма функционирования ЭВМ. Примером АСК может служить также контроль правильности функционирования изделия по заранее разработанной тест-программе на автоматизированном стенде. Контроль состоит в сравнении значений сигналов на входных и выходных выводах микросборок, узлов, субблоков и блоков со значениями этих же сигналов, задаваемых тестом. Первичной задачей такой АСК является построение тест-программы проверки для заданного устройства.

Поскольку специализированные средства контроля представляют собой прибор или комплекс приборов, оформленных в виде стендса или стойки, с которыми длительное время работает человек (оператор), на первое место выдвигаются требования эргономики (науки о взаимодействии человека с машиной) и технической эстетики. Разработка внешней компоновки заключается в выборе формы прибора, конструирования ого лицевой панели, индикаторов, органов управления и их размещения с учетом требований, изложенных в ОСТ4Г0.410.001 и ОСТ4Г0.410.005.

**4. Разработка технологической документации по СК**

Основным рекомендуемым технологическим документом является технологическая инструкция (ТИ). Технологическая инструкция должна включать описание общего порядка подготовки СК к работе, порядок работы с ними, указания постыковке с внешними приборами и контролируемыми объектами, перечень контролируемых параметров, указания по точности измерений и по технике безопасности. Представленный материал также может иллюстрироваться схемами и таблицами измерений.

**Содержание отчета**

В результате разработки СК слушатель дает анализ характеристик объекта и показателей процесса контроля, приводит алгоритм контроля на формате А4 или А2 и ТИ.



**Рисунок 5.3 – Схема проверки технического состояния объекта контроля**

#### **Практическое занятие №4**

##### **Раздел 3: Методы сборки и монтажа РЭС**

**Тема: Разработка плана выборочного контроля качества изделий РЭА и МЭА по количественным характеристикам»**

**Цель занятия:** получить практические навыки разработки планов выборочного контроля изделий РЭА и МЭА по количественным характеристикам.

Практическое занятие проводится в форме решения индивидуальных заданий. Слушатели выполняют задания, оформляют отчет и сдают его преподавателю.

#### **Типовые тестовые задания для текущего контроля**

Тесты для текущего контроля знаний обучающихся сформированы в системе MOODLE и находятся в свободном доступе на странице курса «Технология производства электронных средств» по адресу: <https://sdo.api.nntu.ru/course/view.php?id=51>

#### **Тестовые вопросы**

##### **Раздел 1 – ПКС-3**

**1.1 Совокупность технических средств, необходимых для проведения, по крайне мере, одной операции называется:**

- A) рабочим местом
- B) рабочим средством
- C) производственной единицей

ANSWER: A

**1.2 Часть технологического процесса, выполняемая непрерывно на одном рабочем месте над одним или несколькими объектами труда, одним или несколькими рабочими:**

- A) технологический переход
- B) технологическая операция
- C) технологический процесс

ANSWER: B

**1.3 Схематичный принципиальный процесс сборки и монтажа изделий одной классификационной группы, включающей основные элементы конкретного процесса (способ установки базовых деталей и ориентацию остальных, последовательность операций, типы оснащения, режимы работы):**

- A) групповой ТП
- B) типовой ТП
- C) индивидуальный ТП

ANSWER: B

**1.4 Широтой номенклатуры и малым объёмом выпуска характеризуется:**

- A) единичное производство
- B) серийное производство
- C) массовое производство

ANSWER: A

**1.5 Орудия производства, в которых для выполнения определенной части ТП размещаются материалы (заготовки), средства воздействия на них, источники энергии:**

- A) технологическое оборудование
- B) технологическая оснастка
- C) средства механизации

ANSWER: A

**1.6 Орудия производства, в которых ручной труд человека частично или полностью заменен машинным с сохранением участия человека в управлении машинами:**

- A) технологическое оборудование
- B) технологическая оснастка
- C) средства механизации

ANSWER: C

**1.7 Орудия производства, в которых функции управления переданы машинам и приборам:**

- A) средства механизации
- B) средства автоматизации
- C) технологическое оборудование.

ANSWER: B

**1.8 Орудия производства, добавляемые к технологическому оборудованию для выполнения определенной части ТП:**

- A) средства механизации
- B) средства автоматизации
- C) технологическая оснастка

ANSWER: C

**2.1 Для изготовления печатных плат субтрактивным методом используется:**

- A) односторонний фольгированный стеклотекстолит
- B) двусторонний фольгированный стеклотекстолит
- C) нефольгированный стеклотекстолит

ANSWER: A, B

**2.2 Для изготовления печатных плат аддитивным методом используется:**

- A) односторонний фольгированный стеклотекстолит
- B) двусторонний фольгированный стеклотекстолит
- C) нефольгированный стеклотекстолит

ANSWER: C

**2.3 При изготовлении печатных плат аддитивным методом для обеспечения электропроводности заготовки применяется:**

- A) флюсование
- B) лужение
- C) сенсибилизация

ANSWER: C

**2.4 В процессе изготовления ПП травители:**

- A) соли олова
- B) ионы олова, серебра, палладия
- C) хлорид меди, перекись водорода

ANSWER: C

**2.5 Перед химической металлизацией поверхность диэлектриков:**

- A) пассивируют
- B) активируют
- C) нейтрализуют

ANSWER: B

**2.6 Реакция  $\text{SnCl}_2 + \text{Pd Cl}_2 = \text{SnCl}_4 + \text{Pd}$  соответствуют процессу:**

- A) активации
- B) сенсибилизации
- C) декапирования

ANSWER: A

### Раздел 3 – ПКС-3, ПКС-4

**3.1 Процесс подготовки ЭРК к монтажу предусматривает:**

- A) рихтовку
- B) лужение
- C) формовку
- D) герметизацию

ANSWER: A, B, C

**3.2 В качестве флюса при монтажной пайке используют:**

- A) ФДГл
- B) ФГСп
- C) ФКТ
- D) ФПЭт

ANSWER: C, D

**3.3 В качестве припоя при монтажной пайке применяют:**

- A) ПОСВ-33
- B) ПОСК 50-18

С) ПОССу 61-0,5

Д) ПОС-61

ANSWER: А, В, С, Д

**3.4 К способам электрического монтажа электронной аппаратуры относятся:**

А) кабелями

Б) жгутами

С) одиночными проводами

Д) металлическими пленками и токопроводящими пастами

ANSWER: А, В, С, Д

**3.5 Для монтажа выводов МЭУ применяются:**

А) сварка расщепленным электродом

Б) дуговая сварка

С) ультразвуковая сварка

Д) пайка с дозированной подачей припоя

ANSWER: А, С, Д

**3.6 Для пайки волной припоя рекомендуются:**

А) ПОС-61

В) ПОС Су 61-0,5

С) ПОС-61М

Д) ПОСК 50-18

ANSWER: А, В

**5.2.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе промежуточной аттестации**

**Задача курсового проекта / работы**

Результаты защиты курсового проекта / работы выставляются по пятибалльной системе оценивания («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»).

Цель курсового проекта - систематизировать, закрепить и расширить теоретические знания студентов после освоения курса "Технология производства электронных средств".

Курсовой проект должен содержать разработку технологии изготовления законченного в функциональном и конструктивном отношении изделия второго структурного уровня ЭС (ТЭЗ). В проекте на основе исходной конструкторской документации (топологического и сборочного чертежа) производится анализ технологичности конструкции и даются предложения по ее повышению; производится технико-экономический анализ возможных конструктивно-технологических вариантов изготовления с обоснованием разработанного варианта. Из технологических операций базовых технологических процессов составляется технологический маршрут изготовления изделия выбранного конструктивно-технологического варианта.

На отдельные технологические операции разрабатывается необходимая технологическая документация.

При необходимости проект включает разработку нестандартной технологической оснастки для проверки параметров изделия с оформлением чертежа общего вида или алгоритма управления процессом контроля при наличии АСК.

Примерные темы курсовых проектов:

1. Разработка технологии изготовления печатного узла с DIP-элементами.

2. Разработка технологии изготовления печатного узла с SMD-компонентами.

3. Разработка технологии изготовления печатного узла со смешанным монтажом.

4. Исследовательская тема.

**Перечень вопросов к защите курсового проекта / работы:**

*Полный перечень заданий и вопросов для курсового проектирования приведен в [6.3.3], а также в [6.3.4].*

**Вопросы к зачету:**

**7 семестр**

1. Технология ЭС как наука.
2. Этапы развития технологии ЭС.
3. Особенности технологии ЭС.
4. Классификация основных изделий ЭА.
5. Производственный процесс и техпроцесс.
6. Структура ТП.
7. Классификация ТП в зависимости от типов производства.
8. Типизация ТП.
9. Свойства ТП.
10. Технологичность конструкции.
11. Задачи и объем ТПП РЭС.
12. Разработка ТП, как основная часть ТПП.
13. Технологическое оснащение.
14. ЕСТД. Классификация технологической документации.
15. ЕСТД. Правила оформления и заполнения технологической документации.
16. ЕСТД. Система обозначения ТД.
17. Применение ЭВМ для проектирования техпроцессов.
18. Влияние масштабов производства на организационные формы и технологические методы.
19. Задачи проектирования ТП.
20. Основы проектирования процессов сборки и монтажа ЭА.
21. Схемы сборки технологические.
22. Этапы проектирования ТП сборки и монтажа ЭС.
23. Разработка эскизно-операционной технологии.
24. Организационные формы сборки.
25. Проектирование постоянно-поточных и переменно-поточных линий.
26. Основы взаимозаменяемости при сборке.
27. Особенности РЭС как объекта моделирования.
28. Классификация моделей ТП.
29. Экспериментально-статистические методы получения математических моделей.
30. Правила составления матриц планирования.
31. Использование математических моделей для выбора оптимальных режимов ТП.
32. Классификация методов оптимизации ТП.
33. Цели и задачи анализа точности производства ЭА.
34. Законы распределения погрешностей
35. Расчетно-аналитический метод оценки производственных погрешностей
36. Статистический метод оценки производственных погрешностей.
37. Методы оценки коэффициентов влияния
38. Методы суммирования погрешностей
39. Методы и критерии оценки точности, устойчивости и стабильности
40. Методы обеспечения требуемой точности
41. Технологическаястыковка параметров ФУ
42. Влияние технологических факторов на надежность ЭС
43. Технологические методы обеспечения заданной надежности в процессе производства
44. Техническая диагностика
45. Сигнатурный анализ
46. Особенности микроэлектронной технологии
47. Основные технологические методики изготовления микроэлектронной аппаратуры

48. ТП подготовки подложек микросхем
49. Основы вакуумной технологии получения плёнок
50. Трафаретная печать
51. Фото-, электроно-, рентгенолитография
52. Базовые ТП полупроводниковой технологии

**Контрольные вопросы к экзамену:**  
8 семестр.

1. Классификация КУ по конструктивному признаку
2. Классификация КУ по технологическому признаку
3. Методы изготовления пленочных КУ
4. Классификация печатных плат и методов их изготовления
5. Технические требования, предъявляемые к ПП
6. Требования к материалам печатных плат
7. ТПП изготовления ПП фотохимическим методом
8. ТТП изготовления ПП полуаддитивной технологией
9. Комбинированная технология печатного монтажа
10. КТВ многослойного печатного монтажа и необходимые технологические методики
11. Многослойные керамические подложки
12. Многослойные коммутационные соединения
13. Технология изготовления жгутов
14. Проводной монтаж
15. Особенности сборки и монтажа РЭС
16. Классификация сборочных и монтажных соединений
17. Физико-химические основы сварки
18. Физико-химические основы пайки
19. Контактольные соединения
20. Механические неразъемные соединения (пайка, сварка, склеивание)
21. Технология сборки и монтажа МСБ
22. Технология сборки и монтажа ТЭЗ
23. Групповая пайка
24. Поверхностный монтаж
25. ТТП сборки и монтажа ячеек на ПП
26. Автоматизация и механизация сборки и монтажа ТЭЗ
27. Технология сборки и монтажа блоков РЭС
28. ТТП поверхностного монтажа
29. Технология внутриблочного монтажа
30. Монтаж накруткой
31. ТТП общей сборки и монтажа блоков РЭА
32. Определение понятий наладка, регулировка, настройка ЭС
33. Оборудование рабочих мест и организация регулировочных работ в зависимости от масштабов производства
34. Классификация видов контроля технологии производства и качества изделий
35. Неразрушающие методы контроля
36. Классификация методов испытаний ЭС
37. АСК
38. АСИ
39. Классификация способов герметизации МС и МСБ
40. Бескорпусная защита
41. Корпусная герметизация
42. Герметизация блоков ЭС
43. Контроль качества герметизации

- 44. Функциональная электроника
- 45. Принципы нанотехнологии и нанопечати
- 46. Зондовые методики
- 47. Система «ТП-АСУТП»
- 48. Определение сферы действия АСУТП в общей иерархической структуре АСУП
- 49. Классификация АСУТП
- 50. Системы логико-программного управления
- 51. Системы оптимального управления
- 52. Системы комплексного управления
- 53. Экономическая эффективность АСУТП

### **Итоговый тест для проведения промежуточной аттестации**

Итоговый тест для проведения промежуточной аттестации обучающихся сформирован в системе MOODLE и находятся в свободном доступе на странице курса «Технология производства электронных средств» по адресу: <https://sdo.api.nntu.ru/course/view.php?id=51>

#### **Регламент проведения промежуточной аттестации в форме тестирования в MOODLE**

Кол-во заданий в банке вопросов	Кол-во заданий, предъявляемых студенту	Время на тестирование, мин.
80	30	30

### **5.3 Процедура оценивания результатов обучения по дисциплине**

Процедура оценивания результатов обучения по дисциплине «Технология производства электронных средств» состоит из следующих этапов:

1. Текущий контроль (описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе текущей аттестации представлены в табл. 5.1, задания в п. 5.2.1).
2. Промежуточная аттестация (описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации представлены в табл. 5.2, 5.3 и 5.4, задания в п. 5.2.2).

Для элементов компетенций ПКС-3 и ПКС-4, формируемых в рамках дисциплины, приводится процедура оценки результатов обучения (табл. 5.6).

Таблицы 5.8 – Процедура, критерии и методы оценивания результатов обучения

Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов				Методы оценивания	
	1 критерий – отсутствие усвоения «неудовлетворительно»	2 критерий – не полное усвоение «удовлетворительно»	3 критерий – хорошее усвоение «хорошо»	4 критерий – отличное усвоение «отлично»		
<b>ПКС-3.</b> Способен осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам						
<b>ИПКС-3.1.</b> Знает методическую базу и оценивает соответствие ей разрабатываемых деталей, узлов и устройств радиотехнических систем						
<b>ИПКС-3.4.</b> Осуществляет контроль над соблюдением установленных требований, действующих норм, правил и стандартов при разработке проектно-конструкторской документации						
<b>Знать:</b> - Основные технологические процессы производства радиоэлектронной техники и классификацию технологической документации и правила ее заполнения; - Актуальную нормативно-техническую базу, действующих норм, правил, ГОСТ.	Отсутствие усвоения знаний	Недостаточно уверенно понимает и может объяснять полученные знания	На достаточно высоком уровне понимает и может объяснять полученные знания	Отлично понимает и может объяснять полученные знания, демонстрирует самостоятельную познавательную деятельность	Контроль посещения лекций. Контроль участия в дискуссиях на лекциях. Проверка конспектов лекций. Тестирование. Промежуточная аттестация.	
<b>Уметь:</b> - - Разрабатывать и оформлять технологическую документацию в соответствии с требованиями ЕСТД. - Осуществлять контроль над соблюдением установленных требований, действующих норм, правил и стандартов при разработке проектно-конструкторской документации.	Не демонстрирует умения	Не уверенно демонстрирует умения	Достаточно уверенно демонстрирует умения	Отлично демонстрирует умения	Выполнение и защита лабораторных работ. Выполнение и защита практических заданий. Выполнение и защита курсового проекта. Промежуточная аттестация.	
<b>Владеть навыками:</b> - Методами и знаниями составления и заполнения технологической документации. - Методами и средствами анализа правильности составления и заполнения технологической документации. - Навыками формирования технологической документации с помощью программного обеспечения.	Не демонстрирует навыки	Не уверенно демонстрирует навыки	Достаточно уверенно демонстрирует навыки	Отлично демонстрирует самостоятельные навыки	Выполнение и защита лабораторных работ. Выполнение и защита практических заданий. Выполнение и защита курсового проекта.	

Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов				Методы оценивания	
	1 критерий – отсутствие усвоения «неудовлетворительно»	2 критерий – не полное усвоение «удовлетворительно»	3 критерий – хорошее усвоение «хорошо»	4 критерий – отличное усвоение «отлично»		
<b>ПКС-4.</b> Способен выполнять работы по технологической подготовке и организации метрологического обеспечения производства электронных средств						
<b>ИПКС-4.1.</b> Знает методы проектирования технологических процессов производства устройств радиоэлектронных систем и комплексов						
<b>ИПКС-4.2.</b> Рассчитывает физико-технологические режимы процессов производства изделий электронной техники с требуемыми конструктивными и электрофизическими параметрами						
<b>Знать:</b> Объем, правила организации, особенности технологической подготовки производства, используемые в производстве электронных средств; - Базовые технологические процессы производства электронных средств; - Принципы работы электронных средств; - Классификацию видов контроля технологии производства и качества изделий; - Классификацию методов испытаний ЭС.	Отсутствие усвоения знаний	Недостаточно уверенно понимает и может объяснять полученные знания	На достаточно высоком уровне понимает и может объяснять полученные знания	Отлично понимает и может объяснять полученные знания, демонстрирует самостоятельную познавательную деятельность	Контроль посещения лекций. Контроль участия в дискуссиях на лекциях. Проверка конспектов лекций. Тестирование. Промежуточная аттестация.	
<b>Уметь:</b> - Формулировать цели и задачи проектирования технологических процессов радиоэлектронных устройств и систем. - Выполнять работы по технологической подготовке производства. - Составлять алгоритмы по проверке функционирования, настройки и испытаниям электронных средств. - Внедрять технологические процессы настройки и испытания, контроля качества электронных средств.	Не демонстрирует умения	Не уверенno демонстрирует умения	Достаточно уверенno демонстрирует умения	Отлично демонстрирует умения	Выполнение и защита практических заданий. Выполнение и защита курсового проекта	
<b>Владеть навыками:</b> - Навыками осуществления технологической подготовки производства. - Навыками применения ЭВМ для проектирования технологических процессов. - Методами и средствами обеспечения требуемой точности технологических процессов. - Навыками по разработке инструкции по ремонту, настройке и испытанию электронных средств, эксплуатации технологического оборудования.	Не демонстрирует навыки	Не уверенno демонстрирует навыки	Достаточно уверенno демонстрирует навыки	Отлично демонстрирует самостоятельные навыки	Выполнение и защита практических заданий. Выполнение и защита курсового проекта	

## **6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1 Учебная литература**

1. Юрков, Н.К. Технология производства электронных средств: Учебник / Н. К. Юрков. - 2-е изд., испр. и доп. ; Рекомендовано УМО вузов РФ. - СПб. : Лань, 2014. - 480 с.
2. Баканов, Г.Ф. Основы конструирования и технологии радиоэлектронных средств: Учебное пособие для студ. вузов / Г. Ф. Баканов, С. С. Соколов, В. Ю. Суходольский; Под ред. И.Г. Мироненко. – Рекомендовано УМО по образованию в области радиотехники, электроники, биомедиц. техники и автоматизации. – М. : Академия, 2007. – 368 с.
3. Медведев А.М. Сборка и монтаж электронных устройств [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Медведев А.М. – Электрон. текстовые данные. – М.: Техносфера, 2007. – 256 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12734>. – ЭБС «IPRbooks», по паролю
4. Головицына М.В. Проектирование радиоэлектронных средств на основе современных информационных технологий [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Головицына М.В. – Электрон. текстовые данные. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2011. – 503 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22439>. – ЭБС «IPRbooks», по паролю
5. Орликов Л.Н. Технология материалов и изделий электронной техники. Часть 1 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Орликов Л.Н. – Электрон. текстовые данные. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 98 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13990>. – ЭБС «IPRbooks», по паролю
6. Орликов Л.Н. Технология материалов и изделий электронной техники. Часть 2 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Орликов Л.Н. – Электрон. текстовые данные. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 100 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13991>. – ЭБС «IPRbooks», по паролю

### **6.2 Справочно-библиографическая литература**

Леухин В.Н. Компоненты для монтажа на поверхность. Справочное пособие. Допущено УМО. Йошкар-Ола, Маар ГТУ, 2006.–300с.–5 шт.

8. Автоматизация подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ. Часть 2 [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ В.И. Аверченков [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – Брянск: Брянский государственный технический университет, 2012. – 212 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7010>. – ЭБС «IPRbooks», по паролю

9. Смирнов С.В. Методы и оборудование контроля параметров технологических процессов производства наногетероструктур и наногетероструктурных монолитных интегральных схем [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Смирнов С.В. – Электрон. текстовые данные. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2010. – 115 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13944>. – ЭБС «IPRbooks», по паролю

### **6.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям**

6.3.1 Калинина, Т.В. Технология радиоэлектронных средств: Методические указания к практическому занятию для студ. вузов напр. 210200 - Проектирование и технология РЭС / Т. В. Калинина; Сост. Калинина Т.В. – Арзамас : АПИ НГТУ, 2011. – 24 с.

6.3.2 Методические разработки к практическим занятиям по курсу «Технология радиоэлектронных средств». Методические указания для студентов всех форм обучения направления 210200, спец. 210201.65 / Сост.: Т.В. Калинина. – Арзамас: Ассоциация учёных, 2005. – 56 с.

6.3.3 Методические указания и задания к практическим занятиям по дисциплине «Технология производства электронных средств». Рекомендованы заседанием кафедры «Конструирование и технология радиоэлектронных средств» АПИ НГТУ, протокол №6 от 25.05.2021г.

6.3.4 Лабораторные работы по курсу «Технология радиоэлектронных средств». Метод. указания для студ. всех форм обучения направления 210200 / Сост.: Т.В. Калинина. – Арзамас: Ассоциация учёных, 2005. – 112 с. – 94

6.3.5 Калинина Т.В. Технология производства электронных средств: методические указания по выполнению курсового проекта для студентов всех форм обучения направления 211000 "Конструирование и технология электронных средств" / Сост. Т.В. Калинина; АПИ НГТУ. – Н.Новгород: НГТУ, 2013. – 49 с.

## 7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля), включая электронные библиотечные и информационно-справочные системы

7.1.1 Электронно-библиотечная система издательства «IPRbooks». Режим доступа: [www.iprbookshop.ru](http://www.iprbookshop.ru).

7.1.2 Электронно-библиотечная система издательства «Лань». Режим доступа: <https://e.lanbook.com>

7.1.3 Электронная библиотека научных публикаций «eLIBRARY.RU». Режим доступа: <http://elibrary.ru>.

7.1.4 Научная электронная библиотека «КиберЛенинка». Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/>.

7.1.5 Информационный портал «INGENERYI.INFO». Режим доступа: <https://ingeneryi.info>.

7.1.6 Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. Режим доступа: <http://protect.gost.ru>.

7.1.7 Профессиональный сайт «РадиоЛоцман. Электронные схемы». Режим доступа: <https://www.rlocman.ru>.

7.1.8 Новостной портал «Записки радиолюбителя». Режим доступа: <https://radio-blog.ru>.

### 7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины

*Не предусмотрено*

## 8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 8.1 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования.

Таблица 8.1 – Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
ЭБС «IPRbooks»	Специальное мобильное приложение IPR BOOKS WV-Reader
ЭБС «Лань»	Синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине (модулю), оснащены оборудованием и техническими средствами обучения.

В таблице 9.1 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду АПИ НГТУ.

**Таблица 9.1 – Оснащенность аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы студентов по дисциплине (модулю)**

Наименование аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
<b>220 – компьютерный класс для проведения лекционных, лабораторных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации</b> г. Арзамас, ул. Калинина, 19	Комплект демонстрационного оборудования: - ПК с выходом на мультимедийный проектор и подключением к сети Интернет: Intel(R)Core(TM) i5, 2.67 GHz, ОЗУ: 2Гб – 1 шт. - Мультимедийный проектор – 1 шт. - Экран для проектора – 1 шт. - Доска маркерная – 1 шт. - Колонки – 2 шт. Комплект рабочего оборудования: - ПК с подключением к сети Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС института: Intel(R)Core(TM) i3, 2.93GHz, ОЗУ: 2Гб – 12шт. - Стол рабочий – 15 шт. Посадочных мест – 24.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsoft Windows 7;</li> <li>• Microsoft Office;</li> <li>• Adobe Acrobat Reader (FreeWare);</li> <li>• Dr.Web (Сертификат №EL69-RV63-YMBJ-N2G7 от 14.05.19)</li> <li>• Opera</li> <li>• Altium Designer Release 10</li> <li>• Компас</li> <li>• T-FLEX CAD Учебная Версия 14</li> </ul>
<b>318 в – Лаборатория «Технология производства ЭС» для проведения лекционных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций</b> г. Арзамас, ул. Калинина, 19	Комплект демонстрационного оборудования: 1. Макеты 2. 2 паяльника 3. 2 пинцета 4. Набор печатных узлов и ЭРК. 5. Фильм «Технология радиоэлектронных средств» (авт. Баканов Г.Ф.) (СПбГЭТУ «ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (Ленина)) 6. Посадочных мест – 10.	
<b>226 – компьютерный класс – помещение для СРС</b> г. Арзамас, ул. Калинина, 19	Комплект демонстрационного оборудования: - ПК с выходом на мультимедийный проектор и подключением к сети Интернет: Pentium 7500/2x1024Mb/500Gb/AD52 40S/GA-G31M-ES2L/ATX450 – 1 шт. - Мультимедийный проектор BenQ MX764 – 1 шт. - Экран для проектора – 1 шт. Комплект рабочего оборудования: - ПК с подключением к сети Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС института: Pentium 7500/2x1024Mb/500Gb/AD52 40S/GA-G31M-ES2L/ATX450 – 19 шт. - Сканер HP – 1 шт. - Принтер HPLaserJet – 1 шт. Посадочных мест – 19.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsoft Windows 7;</li> <li>• Microsoft Office;</li> <li>• Adobe Acrobat Reader (FreeWare);</li> <li>• Dr.Web (Сертификат №EL69-RV63-YMBJ-N2G7 от 14.05.19)</li> <li>• Opera</li> </ul>
<b>316 - Кабинет самоподготовки студентов</b> г. Арзамас, ул. Калинина, дом 19	Комплект демонстрационного оборудования: - ПК с выходом на телевизор LG – 1шт. Комплект рабочего оборудования: - ПК с подключением к сети Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС института – 5 шт. Посадочных мест – 26.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsoft Windows 7;</li> <li>• Microsoft Office;</li> <li>• Adobe Acrobat Reader (FreeWare);</li> <li>• Dr.Web (Сертификат №EL69-RV63-YMBJ-N2G7 от 14.05.19)</li> <li>• Opera</li> </ul>

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **10.1 Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии**

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа проводится в аудиторной и внеаудиторной форме, а также в электронной информационно-образовательной среде института (далее – ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работы в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

При преподавании дисциплины «Проектирование механических узлов электронных средств», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Весь лекционный материал курса находится в свободном доступе в системе MOODLE на странице курса «Технология производства электронных средств» по адресу: <https://sdo.api.nntu.ru/course/view.php?id=51> и могут быть проработаны студентами до чтения лекций в ходе самостоятельной работы. Это дает возможность обсудить материал со студентами во время чтения лекций, активировать их деятельность при освоении материала.

Методические рекомендации к выполнению лабораторных и практических занятий находится в свободном доступе в системе MOODLE на странице курса «Технология производства электронных средств» по адресу: <https://sdo.api.nntu.ru/course/view.php?id=51> и используются студентами для подготовки и выполнения заданий на соответствующих занятиях.

На лекциях, лабораторных и практических занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, дискуссионные технологии, технологии работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на практических занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч со студентами, так и современных информационных технологий, таких как форум, чат, внутренняя электронная почта СДО MOODLE.

Инициируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента.

Для оценки знаний, умений и уровня сформированности компетенции в процессе текущего контроля применяется система контроля и оценки успеваемости студентов, представленная в табл. 5.1. Промежуточная аттестация проводится в форме зачета, курсового проекта и экзамена с использованием системы контроля и оценки успеваемости студентов, представленной в табл. 5.2, 5.3 и 5.4.

### **10.2 Методические указания для занятий лекционного типа**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (см. табл. 4.1, 4.2). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложных и важных положениях изучаемого материала. Материалы лекций являются основой для подготовки обучающихся к лабораторным и практическим занятиям и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

### **10.3 Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах**

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом

занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом и подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

Методические рекомендации к выполнению лабораторных работ находится в свободном доступе в системе MOODLE на странице курса «Технология производства электронных средств» по адресу: <https://sdo.api.nntu.ru/course/view.php?id=51> и используются студентами для подготовки и выполнения заданий в соответствии с учебным планом и расписанием занятий.

#### **10.4 Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях**

Практические занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров в аудиторных условиях.

Практические занятия обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- развитие умений и навыков дискуссионного обсуждения вопросов по учебному материалу дисциплины и решения задач по основным разделам курса;
- подведение итогов занятий (результаты тестирования, готовность отчетов по практическим занятиям, готовность домашних заданий, выполненных в ходе самостоятельной работы).

Методические рекомендации к выполнению практических заданий находится в свободном доступе в системе MOODLE на странице курса «Технология производства электронных средств» по адресу: <https://sdo.api.nntu.ru/course/view.php?id=51> и используются студентами для подготовки и выполнения заданий в соответствии с учебным планом и расписанием занятий.

#### **10.5 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся**

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

В процессе самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение основной учебной и справочно-библиографической литературы, представленной в разделе 6.

Для выполнения самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут использовать специализированные аудитории (см. табл. 9.1), оборудование которых обеспечивает доступ через Интернет к электронной информационно-образовательной среде института и электронной библиотечной системе, где располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы.

Для обучающихся по заочной форме обучения самостоятельная работа является основным видом учебной деятельности.

#### **10.6 Методические указания для выполнения курсового проекта**

Выполнение курсового проекта способствует лучшему освоению обучающимися учебного материала, формирует практический опыт и умения по изучаемой дисциплине, способствует формированию у обучающихся готовности к самостоятельной профессиональной деятельности, является этапом к выполнению выпускной квалификационной работы.

**Примерная тематика курсовых работ (проектов)**

Разработка технологии изготовления модуля.

Приводятся конкретные методические указания для обучающихся по выполнению курсового проекта (работы) с учетом особенностей дисциплины, в том числе следующие положения:

- цели и задачи курсового проектирования;
- выбор темы курсового проектирования;
- организация, выполнение и руководство курсовым проектированием;
- структура и содержание курсового проекта / работы. Методические указания по выполнению основных разделов;
- требования к оформлению курсового проекта / работы;
- порядок сдачи и защиты курсового проекта / работы.

## **10.7 Методические указания по обеспечению образовательного процесса**

1. Методические рекомендации по организации аудиторной работы. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес:

[https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org\\_structura/upravleniya/umu/docs/metod\\_docs\\_ngtu/metod\\_rekom\\_auditorii.PDF](https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/metod_rekom_auditorii.PDF).

2. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес: [https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org\\_structura/upravleniya/umu/docs/metod\\_docs\\_ngtu/metod\\_rekom\\_srs.PDF](https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/metod_rekom_srs.PDF).

3. Учебное пособие «Проведение занятий с применением интерактивных форм и методов обучения», Ермакова Т.И., Ивашкин Е.Г., 2013 г. Электронный адрес: [https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org\\_structura/upravleniya/umu/docs/metod\\_docs\\_ngtu/provedenie-zanyatij-s-primeneniem-interakt.pdf](https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/provedenie-zanyatij-s-primeneniem-interakt.pdf).

4. Учебное пособие «Организация аудиторной работы в образовательных организациях высшего образования», Ивашкин Е.Г., Жукова Л.П., 2014 г. Электронный адрес: [https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org\\_structura/upravleniya/umu/docs/metod\\_docs\\_ngtu/organizaciya-auditornoj-raboty.pdf](https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/organizaciya-auditornoj-raboty.pdf).

**Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины  
на 20\_\_\_\_/20\_\_\_\_ уч. г.**

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института:  
Глебов В.В.  
«\_\_\_\_» 20\_\_\_\_ г.

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

- 1)
- 2)

или делается отметка о нецелесообразности внесения каких-либо изменений на данный учебный год

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры, протокол от \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_.  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) \_\_\_\_\_ (ФИО)

Утверждено УМК АПИ НГТУ, протокол от \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_.  
Зам. директора по УР \_\_\_\_\_ Шурыгин А.Ю.  
(подпись)

Согласовано:

Начальник УО \_\_\_\_\_ Мельникова О.Ю.  
(подпись)

(в случае, если изменения касаются литературы):

Заведующая отделом библиотеки \_\_\_\_\_ Старостина О.Н.  
(подпись)