

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 23

УТВЕРЖДАЮ  
Руководитель образовательной программы

доц., к.т.н., доц.  
(должность, уч. степень, звание)

В.А. Ненашев  
(инициалы, фамилия)

(подпись)  
«24» июня 2024 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Обеспечение технологичности сборки и контроля ЭС»  
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	11.04.03
Наименование направления подготовки/ специальности	Конструирование и технология электронных средств
Наименование направленности	Проектирование и технология аэрокосмических приборов и электронных средств
Форма обучения	очно-заочная
Год приема	2024

Санкт-Петербург– 2024

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

проф., д.т.н., проф.  
(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата)

А.Н. Михайлов  
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 23

«24» июня 2024 г, протокол № 10/24

Заведующий кафедрой № 23

д.т.н., проф.  
(уч. степень, звание)

(подпись, дата)

А.Р. Бестугин  
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе

доц., к.т.н., доц.  
(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата)

Н.В. Марковская  
(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Обеспечение технологичности сборки и контроля ЭС» входит в образовательную программу высшего образования – программу магистратуры по направлению подготовки/ специальности 11.04.03 «Конструирование и технология электронных средств» направленности «Проектирование и технология аэрокосмических приборов и электронных средств». Дисциплина реализуется кафедрой «№23».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-1 «Способен формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электронных средств и технологических процессов, а также смежных областей науки и техники, способность обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач»

ПК-2 «Способен разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования, искусственного интеллекта и обеспечивать их программную реализацию»

ПК-3 «Способен осваивать принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно-измерительных комплексов как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение, овладевать навыками измерений в реальном времени»

ПК-4 «Способен делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения»

ПК-8 «Способен разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства электронных средств»

ПК-11 «Способен обеспечивать технологичность электронных средств и процессов их изготовления, оценивать экономическую эффективность технологических процессов»

ПК-14 «Способен осуществлять руководство структурным подразделением по сборке и монтажу приборов бортовой аппаратуры и кабелей при изготовлении изделий ракетно- космической промышленности»

ПК-15 «Способен планировать и управлять производственными процессами при изготовлении изделий "система в корпусе"»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с технологическими процессами сборки и контроля электронных средств.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, самостоятельная работа обучающегося.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Целями изучения дисциплины « Обеспечение технологичности сборки и контроля ЭС» являются: формирование профессиональной подготовки по технологичности сборки электронных средств, проектированию операций сборки и контроля, получение необходимых навыков в области выбора средств контроля, методов контроля, создания автоматизированных технологических комплексов контроля и изучение методов идентификации дефектов и признаков дефектации.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-1 Способен формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электронных средств и технологических процессов, а также смежных областей науки и техники, способность обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	ПК-1.3.1 знать принципы построения и функционирования электронных средств и технологических процессов ПК-1.У.1 уметь рассчитывать режимы работы электронных средств ПК-1.В.1 владеть навыками выбора теоретических и экспериментальных методов исследований
Профессиональные компетенции	ПК-2 Способен разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных	ПК-2.3.1 знать методы разработки интеллектуальных алгоритмов решения научно-исследовательских задач ПК-2.У.1 уметь использовать алгоритмы решения исследовательских задач с использованием современных языков программирования, в том числе алгоритмы с использованием искусственного интеллекта

	языков программирования, искусственного интеллекта и обеспечивать их программную реализацию	ПК-2.В.1 владеть навыками разработки стратегии и методологии исследования конструкций электронных средств и технологических процессов
Профессиональные компетенции	ПК-3 Способен осваивать принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно-измерительных комплексов как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение, овладевать навыками измерений в реальном времени	ПК-3.3.1 знать принципы планирования и автоматизации проведения эксперимента ПК-3.У.1 уметь разрабатывать требования к средствам проведения эксперимента, контроля и диагностики ПК-3.В.1 владеть навыками тестирования и диагностики электронных средств и технологических процессов
Профессиональные компетенции	ПК-4 Способен делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения	ПК-4.3.1 знать принципы проведения анализа полноценности и эффективности экспериментальных исследований ПК-4.У.1 уметь подготавливать заявки на изобретения ПК-4.В.1 владеть навыками подготовки научных публикаций на основе результатов исследований
Профессиональные компетенции	ПК-8 Способен разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства электронных	ПК-8.3.1 знать современные технологические процессы производства электронных средств ПК-8.У.1 уметь проводить анализ и выбор перспективных материалов, технологических процессов и оборудования для производства электронных средств ПК-8.В.1 владеть навыками подготовки технического задания на проектирование технологических процессов производства



	средств	электронных средств
Профессиональные компетенции	ПК-11 Способен обеспечивать технологичность электронных средств и процессов их изготовления, оценивать экономическую эффективность технологических процессов	ПК-11.3.1 знать принципы выработки рекомендаций по корректировке и оптимизации параметров и режимов технологических операций и технологических процессов производства электронных средств ПК-11.У.1 уметь анализировать характеристики изделий электронной техники и процессов их изготовления ПК-11.В.1 владеть навыками оценки экономической эффективности технологических процессов
Профессиональные компетенции	ПК-14 Способен осуществлять руководство структурным подразделением по сборке и монтажу приборов бортовой аппаратуры и кабелей при изготовлении изделий ракетно-космической промышленности	ПК-14.У.1 уметь организовывать внедрение прогрессивных технологий приборно-кабельного производства ПК-14.В.1 владеть навыками определять экономическую эффективность внедрения новых технологий приборно-кабельного производства
Профессиональные компетенции	ПК-15 Способен планировать и управлять производственными процессами при изготовлении изделий "система в корпусе"	ПК-15.3.1 знать технологию изготовления изделий "система в корпусе" ПК-15.У.1 уметь разрабатывать планы и планы-графики реализации эффективного производства изделий "система в корпусе" ПК-15.В.1 владеть навыками организовывать работу сотрудников, задействованных в производстве изделий "система в корпусе"

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Введение в направление»;
- «Основы теории точности и методы взаимозаменяемости»;
- «Технология конструкционных материалов»
- «Элементная база и БНК ЭС»;
- «Технология производства ЭС»;
- «Физико-химические основы технологии ЭС»;
- «Технологии сборки и монтажа ЭС»;
- «Основы конструирования ЭС».

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин: «Изучение дисциплин по программе магистерской подготовки».

### 3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№2
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	4/ 144	4/ 144
<b>Из них часов практической подготовки</b>	17	17
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	34	34
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	54	54
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	56	56
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.	Экз.

Примечание: \*\* кандидатский экзамен

### 4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.  
Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
<b>Семестр 2</b>					
Раздел 1. Основы проектирования технологических процессов Тема 1.1. Технологическая подготовка производства Тема 1.2. Порядок проектирования технологических процессов Тема 1.2. Качество поверхности деталей аэрокосмического приборостроения Тема 1.3. Проектирование средств технологической оснастки Тема 1.4. Качество поверхности деталей аэрокосмического приборостроения	5				16

Раздел 2. Технологические процессы сборки и монтажа в аэрокосмическом приборостроении Тема 2.1. Проектирование технологических процессов сборки и монтажа Тема 2.2. Конструирование печатных плат Тема 2.3. Методы изготовления многослойных печатных плат Тема 2.4. Методы пайки	4	6			12
Раздел 3. Технический контроль при производстве изделий приборостроения и в процессе эксплуатации приборной аппаратуры Тема 3.1. Понятия и определения по техническому контролю. Классификация объектов контроля Тема 3.2. – Программы контроля и их разработка Тема 3.3. – Проектирование технического контроля Тема 3.4. - Выбор и оптимизация контролируемых параметров	4	6			12
Раздел 4. Технологические основы проектирования операций контроля в производственном процессе Тема 4.1 - Виды технического контроля в производственном процессе Тема 4.2 - Проектирование технологических операций контроля Тема 4.3 - Технические средства контроля и диагностики	4	3			16
Итого в семестре:	17	17			56
Итого	17	17	0	0	56

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

#### 4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
<b>1</b>	<p>Основы проектирования технологических процессов</p> <p>Тема 1.1. Влияние эксплуатационных, конструкторских и технологических факторов на изделия. Технологическая подготовка производства. Производственные особенности аэрокосмического приборостроения.</p> <p>Тема 1.2. Порядок проектирования технологических процессов. Общие правила разработки технологических процессов. Содержание работ по проектированию технологических процессов.</p> <p>Тема 1.3. Выбор, проектирование и изготовление средств</p>

	<p>технологического оснащения. Групповые технологические процессы. Разработка технологической документации на технологическую оснастку.</p> <p>Тема 1.4. Качество поверхности деталей. Параметры шероховатости. Влияние шероховатости на эксплуатационные свойства деталей.</p>
2	<p>Технологические процессы сборки и монтажа в аэрокосмическом приборостроении</p> <p>Тема 2.1. Технологические процессы сборки и монтажа. Технологические методы достижения заданной точности при сборке. Метод максимум-минимум. Теоретико-вероятностный метод. Методы взаимозаменяемости. Метод регулировки. Метод пригонки.</p> <p>Тема 2.2. Технологические основы конструирования печатных плат. Технологические процессы изготовления печатных плат. Состав и содержание типовых технологических процессов изготовления печатных плат.</p> <p>Тема 2.3. Метод изготовления МПП металлизацией сквозных отверстий. Метод изготовления МПП попарным прессованием. Метод изготовления МПП послойным наращиванием. Метод изготовления МПП с выступающими выводами. Метод изготовления МПП с открытыми контактными площадками.</p> <p>Тема 2.4. Групповые методы пайки. Пайка погружением. Пайка волной припоя. Пайка двойной волной припоя. Пайка расплавлением дозированного припоя в парогазовой среде. Пайка расплавлением дозированного припоя при его нагреве излучением</p>
3	<p>Технический контроль при производстве изделий приборостроения и в процессе эксплуатации приборной аппаратуры</p> <p>Тема 3.1 - Понятия и определения по техническому контролю. Состояния объекта контроля. Достоверность результатов контроля. Планы контроля. Стратегии контроля. Контролепригодность объектов контроля. Классификация объектов контроля. Изделия, процесс, оборудование и производственная среда как объекты контроля. Системное представление контроля в производственном процессе.</p> <p>Тема 3.2 – Программы контроля и их разработка. Выбор и оптимизация контролируемых параметров.</p> <p>Тема 3.3 - Определение пространства проверок. Определение глубины и полноты контроля. Методы выбора состава и последовательности проверок (контрольных операций).</p>



	<p>Методы проектирования технического контроля. Тема 3.4 - Выбор и оптимизация контролируемых параметров технологических процессов и операций. Методики оценки достоверности результатов контроля. Ошибки 1-го и 2-го рода при контроле.</p>
4	<p>Технологические основы проектирования операций контроля в производственном процессе</p> <p>Тема 4.1 - Виды технического контроля в производственном процессе. Система классификационных признаков вида технического контроля. Признаки классификации и соответствующие им виды технического контроля.</p> <p>Тема 4.2 - Проектирование технологических операций контроля. Проектирование операций контроля в сборочном производстве. Проектирование контроля при выполнении операций пайки, сварки, термообработки, операций физико-химической обработки, нанесения покрытий и др. Контроль геометрических параметров и формы деталей. Контроль электрических и электромагнитных параметров комплектующих электрорадиоизделий, узлов, приборов и приборных комплексов.</p> <p>Тема 4.3 - Технические средства контроля и диагностирования. Классификация технических средств контроля. Выбор технических средств контроля. Характеристика применимости средств неразрушающего контроля в технологических операциях изготовления. Средства автоматизации операций контроля. Системы технического контроля, принципы проектирования, задачи системного анализа. Разработка структуры системы контроля и ее оптимизация. Оценка эффективности применения средств контроля.</p>

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 2					
1	Моделирование электронного средства в виде системы уравнений булевой алгебры	Выполнение задания	5	5	2
2	Разработка	Выполнение задания	4	4	3

	принципиальной электрической схемы электронного средства в соответствии с моделью				
3	Разработка тестовой программы контроля разработанного электронного средства	Выполнение задания	4	4	3
4	Оптимизация тестовой программы контроля	Выполнение задания	4	4	4
Всего			17		

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено				
Всего				

#### 4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

#### 4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 2, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	30	30
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)		
Домашнее задание (ДЗ)	10	10

Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	16	16
Всего:	56	56

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)  
Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий  
Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.  
Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
	1. Юрков Н. К. Технология радиоэлектронных средств : учеб. / Н. К. Юрков. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2012. – 640 с.	20
	2. Федоров В.К., Сергеев Н.П., Кондрашин А.А. Контроль и испытания в проектировании и производстве радиоэлектронных средств: Москва, Техносфера, 2005.-504с.	20
	3. Ларин В.П. Технологическое проектирование технического контроля в приборостроении. Технологический контроль в механообрабатывающем и заготовительном производствах: Учеб. пособие / СПбГУАП. СПб., 2003.	100
	4. Шишмарев В.Ю. Технические измерения и приборы : учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / В.Ю.Шишмарев. — М. : Изд. центр «Академия», 2010. — 384 с.	40
	5. Технология производства радиоэлектронной аппаратуры / Фролов С.В. и др. Тамбов ТГТУ. 2010.-96с.	20
	6. Воробьев Е.А. Физические основы получения информации: Учеб. пособие / СПбГУАП. СПб., 2004. 190 с.	100

7. Перечень электронных образовательных ресурсов  
информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
http://lib.aanet.ru	Доступ в ЭБС «Лань» осуществляется по договору № 27, №28 от 27.01.2021 Доступ в ЭБС «ZNANIUM» осуществляется по договору № 071 от 24.02.2021 Доступ в ЭБС «ЮРАЙТ» осуществляется по договору № 070 от 24.02.2021

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем,используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Мультимедийная лекционная аудитория	13-07
2	Специализированная лаборатория «Технологии контроля и испытаний приборов и электронных средств»	14-06В

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
------------------------------	----------------------------

Экзамен	Список вопросов к экзамену Экзаменационные билеты
---------	--

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;</li> <li>– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</li> <li>– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>– не допускает существенных неточностей;</li> <li>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>– аргументирует научные положения;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>– допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>– испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>– слабо аргументирует научные положения;</li> <li>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>– частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>– испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>– не может аргументировать научные положения;</li> <li>– не формулирует выводов и обобщений.</li> </ul>

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы. Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
1	Влияние эксплуатационных , конструкторских технологических факторов на изделия	ПК-4.3.1
2	Технологическая подготовка производства	ПК-8.У.1
3	Производственные особенности аэрокосмического приборостроения	ПК-4.В.1
4	Порядок проектирования технологических процессов	ПК-4.У.1
5	Общие правила разработки технологических процессов	ПК-4.В.1
6	Содержание работ по проектированию технологических процессов	ПК-3.3.1
7	Основные способы получения заготовок	ПК-3.В.1
8	Выбор, проектирование и изготовление средств технологической оснастки	ПК-4.У.1
9	Классификация приспособлений по целевому назначению	ПК-1.3.1
10	Групповые технологические процессы	ПК-8.3.1
11	Технологическая документация	ПК-8.3.1
12	Параметры шероховатости	ПК-11.3.1
13	Влияние шероховатости на эксплуатационные свойства деталей	ПК-11.У.1
14	Проектирование технологических процессов сборки и монтажа	ПК-1.3.1
15	Технологические методы достижения заданной точности при сборке	ПК-4.В.1
16	Теоретико-вероятностный метод	ПК-2.У.1
17	Метод полной взаимозаменяемости	ПК-2.У.1
18	Метод неполной взаимозаменяемости	ПК-2.У.1
19	Метод групповой взаимозаменяемости	ПК-2.У.1
20	Метод регулировки	ПК-2.У.1
21	Метод прогонки	ПК-2.У.1
22	Технологические основы конструирования печатных плат	ПК-1.3.1
23	Технологические процессы изготовления печатных плат	ПК-1.3.1
24	Состав и содержание типовых технологических процессов изготовления печатных плат	ПК-1.3.1
25	Многослойные печатные платы	ПК-1.3.1
26	Метод изготовления МПП металлизацией сквозных отверстий	ПК-3.У.1
27	Метод изготовления МПП попарным прессованием	ПК-3.У.1
28	Метод изготовления МПП послойным наращиванием	ПК-3.У.1
29	Метод изготовления МПП с выступающими выводами	ПК-3.У.1
30	Метод изготовления МПП с открытыми контактными площадками	ПК-3.У.1
31	Групповые методы пайки	ПК-1.3.1
32	Пайка погружением	ПК-3.В.1
33	Пайка волной припоя	ПК-3.В.1
34	Пайка двойной волной припоя	ПК-3.В.1
35	Пайка расплавлением дозированного припоя в парообразной среде	ПК-3.В.1
36	Методы пайки расплавлением дозированного припоя при его нагреве излучением	ПК-3.3.1
37	Пайка световым лучом	ПК-3.В.1
38	Пайка инфракрасными лучами	ПК-3.В.1
39	Пайка лазером	ПК-3.В.1
40	Бессвинцовая пайка	ПК-3.В.1
41	Классификация видов технического контроля	ПК-4.3.1
43	Классификация видов производственного контроля	ПК-4.3.1



44	Выбор вида производственного контроля	ПК-2.У.1
45	Определение цели и задач контроля	ПК-2.В.1
46	Изделия как объект производственного контроля	ПК-4.В.2
47	Параметры объектов контроля в производственном процессе	ПК-4.В.2
48	Структура системы контроля качества предприятия	ПК-4.3.1
49	Организация контроля в зависимости от типа производства	ПК-4.3.1
50	Формирование множества контролируемых параметров объектов контроля	ПК-2.У.1
51	Формирование ТТ на контроль объекта	ПП-2.У.1
52	Разработка структуры операций контроля качества в производственном процессе	ПК-2.У.1
53	Выбор стратегии контроля	ПК-1.3.1
54	Ошибки 1-го и 2-го рода в контрольно-испытательных операциях	ПК-4.3.1
55	Методика оценки достоверности результатов контроля	ПК-2.3.1
56	Разработка структуры системы контроля производственного процесса	ПК-4.У.1
57	Задачи проектирования входного контроля изделий	ПК-2.У.1
58	Виды операционного контроля в ТП монтажа электронных узлов, их выбор	ПК-2.У.1
59	Организация входного контроля	ПК-1.3.1
60	Порядок проведения входного контроля	ПК-2.У.1
61	Технологическое проектирование входного контроля	ПК-1.У.1
62	Алгоритм автоматизированного проектирования входного контроля	ПК-2.3.1
63	Операции контроля в ТП изготовления печатных плат	ПК-2.В.1
64	Электрический (схемотехнический) контроль в процессе монтажа	ПК-4.У.1
65	Электрическое тестирование ПП. Типы адаптеров	ПК-4.У.1
66	Контроль с использованием измерительных роботов	ПК-1.3.1
67	Контроль качества покрытий	ПК-2.3.1
68	Надежность паяных соединений	ПК-4.У.1
69	Оценка технического состояния. Анализ терминов и понятий	ПК-2.У.1
70	Разработка процесса контроля технического состояния	ПК-1.3.1
71	Выбор метода контроля технического состояния изделия	ПК-2.У.1
72	Классификация методов контроля при эксплуатации	ПК-1.3.1
73	Аппаратный вид контроля изделия	ПК-2.3.1
74	Программный вид контроля изделия	ПК-2.3.1
75	Сравнительная оценка аппаратного и программного контроля	ПК-2.У.1
76	Виды и методы измерений при контроле	ПК-1.3.1
77	Признаки классификации видов погрешностей измерений при контроле	ПК-4.3.1
78	Систематические и случайные погрешности измерений при контроле	ПК-4.В.1
79	Абсолютная и относительная погрешность измерения при контроле	ПК-4.3.1
80	Характеристики измерительной аппаратуры в системах контроля	ПК-4.3.1

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.  
Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
1	<b>К признакам видов технического контроля относятся:</b> Варианты ответов: - технические; - организационно-технологические; - надежностные; - все вышеперечисленные.	ПК-1
2	<b>Ручной контроль это:</b> Варианты ответов: - контроль без участия человека; - контроль с участием человека без использования средств механизации и автоматизации; - контроль с участием человека с использованием средств механизации и автоматизации.	
3	<b>Автоматизированный контроль это:</b> Варианты ответов: - контроль без участия человека; - контроль с участием человека без использования средств механизации и автоматизации; - контроль с участием человека с использованием средств механизации и автоматизации.	
4	<b>Автоматический контроль это:</b> Варианты ответов: - контроль без участия человека; - контроль с участием человека без использования средств механизации и автоматизации; - контроль с участием человека с использованием средств механизации и автоматизации.	
5	<b>Что такое входной контроль?</b> Варианты ответов: - контроль деталей и сборочных единиц в процессе изготовления или ремонта; - контроль поступивших на предприятие материалов ПКИ; - контроль готовых изделий.	
6	<b>Что такое встроенный контроль?</b> Варианты ответов: - контроль средствами, встроенными в технологическую систему; - контроль на специально отведенном месте вне технологической системы; - контроль вне технологической системы.	ПК-2

7	<p><b>Что такое подвижный контроль?</b></p> <p>Варианты ответов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- контроль средствами, встроенными в технологическую систему;</li> <li>- контроль на специально отведенном месте вне технологической системы;</li> <li>- контроль вне технологической системы.</li> </ul>	
8	<p><b>Что такое текущий контроль?</b></p> <p>Варианты ответов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- контроль для предсказания возникновения дефектов и отклонений технологического процесса во всех производствах;</li> <li>- контроль для выявления и устранения отклонений технологического процесса во всех производствах;</li> <li>- контроль для выявления и предупреждения причин возникновения дефектов и отклонений технологического процесса во всех производствах.</li> </ul>	
9	<p><b>Что такое профилактический контроль?</b></p> <p>Варианты ответов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- контроль для предсказания возникновения дефектов и отклонений технологического процесса во всех производствах;</li> <li>- контроль для выявления и устранения отклонений технологического процесса во всех производствах;</li> <li>- контроль для выявления и предупреждения причин возникновения дефектов и отклонений технологического процесса во всех производствах.</li> </ul>	
10	<p><b>Что такое прогнозирующий контроль?</b></p> <p>Варианты ответов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- контроль для предсказания возникновения дефектов и отклонений технологического процесса во всех производствах;</li> <li>- контроль для выявления и устранения отклонений технологического процесса во всех производствах;</li> <li>- контроль для выявления и предупреждения причин возникновения дефектов и отклонений технологического процесса во всех производствах.</li> </ul>	
11	<p><b>Рабочие поверхности столов (столешницы), настольные коврики заземляются через сопротивление...</b></p> <p>Варианты ответов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 Ом;</li> <li>- 2 Ом;</li> <li>- 1 Мом;</li> <li>- 2 Мом;</li> <li>- через нулевое сопротивление (провод без резистора).</li> </ul>	ПК-3
12	<p><b>Кто несет ответственность за качество продукции?</b></p> <p>Варианты ответов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- исполнитель, администрация цеха изготовителя и контролер;</li> <li>- Исполнитель. Администрация цеха изготовителя. За проверку несоответствующей продукции несет представитель ОТК.</li> </ul>	
13	<p><b>Комплекс мероприятий по защите от воздействия статического электричества направлен на защиту...</b></p> <p>Варианты ответов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- изделия;</li> <li>- персонала;</li> <li>- по общим требованиям техники безопасности.</li> </ul>	

14	<p><b>Попадание каких частиц в сборочные единицы недопустимо?</b></p> <p>Варианты ответов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- металлических опилок, стружки и других токопроводящих частиц;</li> <li>- ворса от кисточек;</li> <li>- любых посторонних предметов.</li> </ul>	
15	<p><b>На какую поверхность должна быть нанесена краска при стопорении резьбового соединения?</b></p> <p>Варианты ответов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- на головку винта;</li> <li>- на выступающую часть резьбы;</li> <li>- на резьбу винта, ввинчиваемую в тело детали.</li> </ul>	
16	<p><b>Неисправное состояние изделия это:</b></p> <p>Варианты ответов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- соответствие всем требованиям нормативно-технической и конструкторской документации;</li> <li>- не соответствует хотя бы одному требованию нормативно-технической и конструкторской документации;</li> <li>- дальнейшее применение по назначению недопустимо.</li> </ul>	ПК-4
17	<p><b>Предельное состояние изделия это:</b></p> <p>Варианты ответов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- соответствие всем требованиям нормативно-технической и конструкторской документации;</li> <li>- не соответствует хотя бы одному требованию нормативно-технической и конструкторской документации;</li> <li>- дальнейшее применение по назначению недопустимо.</li> </ul>	
18	<p><b>Неработоспособное состояние это:</b></p> <p>Варианты ответов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- соответствие всем требованиям нормативно-технической и конструкторской документации;</li> <li>- не соответствует хотя бы одному параметру, характеризующему выполнять заданные функции по назначению;</li> <li>- дальнейшее применение по назначению недопустимо.</li> </ul>	
19	<p><b>Какие бывают дефекты?</b></p> <p>Варианты ответов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- явные;</li> <li>- скрытые;</li> <li>- критические;</li> <li>- устранимые;</li> <li>- все выше названные.</li> </ul>	
20	<p><b>Что такое повреждение изделия?</b></p> <p>Варианты ответов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- нарушение эстетического содержания;</li> <li>- механические повреждения;</li> <li>- изменения цвета окраски;</li> <li>- все выше названные.</li> </ul>	
21	<p><b>В каких единицах измеряется сопротивление?</b></p> <p>Варианты ответов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- фарадах;</li> <li>- омах;</li> <li>- герцах;</li> <li>- амперах.</li> </ul>	ПК-8
22	<p><b>В каких единицах измеряется напряжение?</b></p>	

	<p>Варианты ответов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- вольтах;</li> <li>- омах;</li> <li>- герцах;</li> <li>- амперах.</li> </ul>	
23	<p><b>В каких единицах измеряется ток?</b></p> <p>Варианты ответов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- фарадах;</li> <li>- омах;</li> <li>- герцах;</li> <li>- амперах.</li> </ul>	
24	<p><b>В каких единицах измеряется емкость?</b></p> <p>Варианты ответов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- фарадах;</li> <li>- омах;</li> <li>- герцах;</li> <li>- амперах.</li> </ul>	
25	<p><b>В каких единицах измеряется частота?</b></p> <p>Варианты ответов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- фарадах;</li> <li>- омах;</li> <li>- герцах;</li> <li>- амперах.</li> </ul>	
26	<p><b>В каких единицах измеряется индуктивность?</b></p> <p>Варианты ответов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- фарадах;</li> <li>- омах;</li> <li>- генри;</li> <li>- амперах.</li> </ul>	ПК-11
27	<p><b>В каких единицах измеряется мощность?</b></p> <p>Варианты ответов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- фарадах;</li> <li>- омах;</li> <li>- ваттах;</li> <li>- амперах.</li> </ul>	
28	<p><b>Ток это отношение:</b></p> <p>Варианты ответов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- емкости к частоте;</li> <li>- напряжения к сопротивлению;</li> <li>- сопротивления к напряжению.</li> </ul>	
29	<p><b>Напряжение это произведение:</b></p> <p>Варианты ответов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- емкости и частоты;</li> <li>- напряжения и сопротивления;</li> <li>- индуктивности и напряжения.</li> </ul>	
30	<p><b>Сопротивление это отношение:</b></p> <p>Варианты ответов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- емкости к частоте;</li> <li>- напряжения к току;</li> <li>- сопротивления к напряжению.</li> </ul>	
31	<p><b>Каким прибором осуществляется измерение сопротивления?</b></p> <p>Варианты ответов:</p>	ПК-14

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- осциллографом;</li> <li>- мультиметром;</li> <li>- генератором сигналов;</li> <li>- частотомером.</li> </ul>	
32	<p><b>Каким прибором осуществляется измерение тока?</b></p> <p>Варианты ответов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осциллографом;</li> <li>- мультиметром;</li> <li>- генератором сигналов;</li> <li>- частотомером.</li> </ul>	
33	<p><b>Каким прибором осуществляется измерение напряжения?</b></p> <p>Варианты ответов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осциллографом;</li> <li>- мультиметром;</li> <li>- генератором сигналов;</li> <li>- частотомером.</li> </ul>	
34	<p><b>Каким прибором осуществляется измерение частоты?</b></p> <p>Варианты ответов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осциллографом;</li> <li>- мультиметром;</li> <li>- генератором сигналов;</li> <li>- частотомером.</li> </ul>	
35	<p><b>Каким прибором осуществляется измерение формы сигналов?</b></p> <p>Варианты ответов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осциллографом;</li> <li>- мультиметром;</li> <li>- генератором сигналов;</li> <li>- частотомером.</li> </ul>	
36	<p><b>Генератор сигналов необходим для:</b></p> <p>Варианты ответов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- измерения частоты;</li> <li>- формирования необходимых сигналов;</li> <li>- измерения сопротивления;</li> <li>- измерения тока.</li> </ul>	ПК-15
37	<p><b>Осциллограф необходим для:</b></p> <p>Варианты ответов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- измерения частоты;</li> <li>- измерения формы сигналов;</li> <li>- измерения сопротивления;</li> <li>- измерения тока.</li> </ul>	
38	<p><b>Мультиметр необходим для:</b></p> <p>Варианты ответов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- измерения частоты;</li> <li>- формирования необходимых сигналов;</li> <li>- измерения напряжения;</li> <li>- измерения сопротивления;</li> <li>- измерения тока.</li> </ul>	
39	<p><b>Частотомер необходим для:</b></p> <p>Варианты ответов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- измерения частоты;</li> <li>- формирования необходимых сигналов;</li> <li>- измерения сопротивления;</li> </ul>	



	- измерения тока.	
40	<b>Вольтметр необходим для:</b> Варианты ответов: - измерения частоты; - формирования необходимых сигналов; - измерения напряжения; - измерения сопротивления; - измерения тока.	

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

#### 11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала .

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

##### Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходиться к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

##### Структура предоставления лекционного материала:

- устное изложение;

– показ слайдов и рисунков.

### 11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимся практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

#### Требования к проведению практических занятий

В ходе выполнения практических занятий обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение практических занятий состоит из расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение практических занятий обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков моделирования объектов технического контроля, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине.

### 11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;

– методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Возможные методы текущего контроля успеваемости аспирантов:

- устный опрос на занятиях;
- систематическая проверка выполнения индивидуальных заданий;
- защита отчётов по лабораторным работам;
- тестирование;
- контроль самостоятельных работ (в письменной или устной формах);
- иные виды, определяемые преподавателем.

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

– экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой