

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

Кафедра № 23

УТВЕРЖДАЮ  
 Руководитель направления  
 \_\_\_\_\_  
 проф., д.т.н.  
 (должность, уч. степень, звание)  
 \_\_\_\_\_  
 О.П. Куркова  
 (инициалы, фамилия)  
 \_\_\_\_\_  
 (подпись)  
 «22» июня 2023 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Технология сборки и монтажа»  
 (Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	11.03.03
Наименование направления подготовки/ специальности	Конструирование и технология электронных средств
Наименование направленности	Проектирование и технология электронно- вычислительных средств
Форма обучения	очная

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

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

\_\_\_\_\_ (подпись, дата)

\_\_\_\_\_ В.П. Ларин  
 (инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 23  
 «05» июня 2023 г, протокол №7/23

Заведующий кафедрой № 23

\_\_\_\_\_ д.т.н., проф.  
 (уч. степень, звание)

\_\_\_\_\_ (подпись, дата)

\_\_\_\_\_ А.Р. Бестугин  
 (инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП 11.03.03(01)

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

\_\_\_\_\_ (подпись, дата)

\_\_\_\_\_ О.П. Куркова  
 (инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе

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

\_\_\_\_\_ (подпись, дата)

\_\_\_\_\_ О.Л. Балышева  
 (инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Технология сборки и монтажа» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств» направленности «Проектирование и технология электронно-вычислительных средств». Дисциплина реализуется кафедрой «№23».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-12 «Способен осуществлять проработку КД на технологичность»

ПК-13 «Способен осуществлять проработку маршрута изготовления электронных средств и кабелей, электронных изделий типа "система в корпусе"»

ПК-14 «Способен осуществлять разработку технологической документации (ТД) на сборку и монтаж электронных средств и кабелей, включая: карты входного (сборочных единиц, деталей, ПКИ и материалов), выходного технологического контроля и испытаний»

ПК-15 «Способен осуществлять расчет норм расхода основных и вспомогательных материалов, покупных комплектующих изделий (ПКИ), необходимых для изготовления электронных средств и кабелей, а также для отработки технологических операций»

ПК-16 «Способен осуществлять отработку технологических операций сборки и монтажа электронных средств и кабелей»

ПК-17 «Способен осуществлять разработку проектов технологических планировок на размещение рабочих мест и технологического оборудования»

ПК-18 «Способен разрабатывать мероприятия, направленные на бездефектное выполнение технологических операций»

ПК-19 «Способен осуществлять разработку технических заданий на проектирование средств технологического оснащения (приспособлений, инструмента) и нестандартного оборудования»

ПК-20 «Способен осуществлять установление причин возникновения отклонений от требований КД и ТД при выполнении технологических операций, в том числе выявлять брак кристаллов и компонентов при изготовлении изделий типа "система в корпусе"»

ПК-21 «Способен выполнять экспериментальные и теоретические научно-исследовательские работы при исследовании электронных средств и электронных систем в процессе их создания, разрабатывать тестовые воздействия и наборы тестов для электронных средств и электронных систем, поведенческие модели электронного оборудования»

ПК-23 «Способен исследовать, выявлять и анализировать причины, последствия и критичность отказов электронных средств при отработке и в процессе эксплуатации, группировку (систематизацию) отказов по степени сложности и важности»

ПК-24 «Способен осуществлять планирование экспериментов в процессе исследования характеристик электронных средств при их разработке и в процессе экспериментальной отработки технологических процессов при изготовлении электронных средств, в том числе автоматизированного монтажа ЭРИ на печатные платы»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением теоретических основ и практических методик проектирования технологических процессов сборки и монтажа приборов и модулей (узлов), входящих в состав их конструкций.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, практические занятия, самостоятельная работа студента, консультации, курсовое проектирование.

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Целями изучения дисциплины «Технологии сборки и монтажа» являются: формирование профессиональной подготовки по проектированию сборочных с сборочно-монтажных технологических процессов (ТП), получение необходимых навыков в области создания автоматизированных технологических систем сборки и монтажа и изучение основ обеспечения бездефектности заключительного этапа производственного процесса.

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-12 Способен осуществлять проработку КД на технологичность	ПК-12.3.2 знает методологию оценки технологичности изделий
Профессиональные компетенции	ПК-13 Способен осуществлять проработку маршрута изготовления электронных средств и кабелей, электронных изделий типа "система в корпусе"	ПК-13.3.1 знает типовые директивные технологии и основное обеспечивающее технологическое оборудование для изготовления электронных средств различных видов, в том числе изделий типа "система в корпусе" ПК-13.У.1 умеет разрабатывать и оптимизировать маршруты изготовления изделий с использованием специальных прикладных компьютерных программ
Профессиональные компетенции	ПК-14 Способен осуществлять разработку технологической документации (ТД) на сборку и монтаж электронных средств и кабелей, включая: карты входного (сборочных единиц, деталей, ПКИ и материалов), выходного технологического контроля и испытаний	ПК-14.У.1 умеет разрабатывать технологическую документацию (ТД): единичные, типовые, групповые технологические процессы
Профессиональные компетенции	ПК-15 Способен осуществлять расчет норм расхода основных и	ПК-15.3.1 знает методики расчета норм расхода основных и вспомогательных материалов, ПКИ

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
	вспомогательных материалов, покупных комплектующих изделий (ПКИ), необходимых для изготовления электронных средств и кабелей, а также для отработки технологических операций	
Профессиональные компетенции	ПК-16 Способен осуществлять отработку технологических операций сборки и монтажа электронных средств и кабелей	ПК-16.3.1 знает основополагающие физические процессы технологических операций сборки и монтажа электронных средств и кабелей ПК-16.У.1 умеет осуществлять отработку операций сборки и монтажа электронных средств и кабелей ПК-16.В.1 владеет навыками составления документов по аттестации ТП (технологических операций) и актов внедрения ТП (технологических операций) сборки и монтажа электронных средств и кабелей
Профессиональные компетенции	ПК-17 Способен осуществлять разработку проектов технологических планировок на размещение рабочих мест и технологического оборудования	ПК-17.3.1 знает технические характеристики и требования по эксплуатации технологического оборудования, требования охраны труда, пожаро- взрывобезопасности и промышленной санитарии при выполнении технологических операций ПК-17.В.1 владеет навыками разработки проектов технологических планировок на размещение рабочих мест и технологического оборудования, в том числе с использованием специализированных САПР
Профессиональные компетенции	ПК-18 Способен разрабатывать мероприятия, направленные на бездефектное выполнение технологических операций	ПК-18.3.1 знает основные допустимые и недопустимые технологические дефекты при выполнении технологических операций, в том числе при изготовлении электронных изделий типа "система в корпусе" ПК-18.У.1 умеет идентифицировать и анализировать выявленные технологические дефекты ПК-18.В.1 владеет навыками разработки мероприятий, направленных на бездефектное выполнение технологических операций
Профессиональные компетенции	ПК-19 Способен осуществлять	ПК-19.3.1 знает номенклатуру и характеристики основного оборудования и

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
	<p>разработку технических заданий на проектирование средств технологического оснащения (приспособлений, инструмента) и нестандартного оборудования</p>	<p>оснастки, необходимых для выполнения технологических операций  ПК-19.У.1 умеет разрабатывать технические задания на проектирование средств технологического оснащения и нестандартного оборудования, в том числе для обеспечения автоматизации выполнения технологических операций  ПК-19.В.1 владеет навыками обоснования необходимости проектирования и изготовления нестандартных средств технологического оснащения и нестандартного оборудования</p>
Профессиональные компетенции	<p>ПК-20 Способен осуществлять установление причин возникновения отклонений от требований КД и ТД при выполнении технологических операций, в том числе выявлять брак кристаллов и компонентов при изготовлении изделий типа "система в корпусе"</p>	<p>ПК-20.3.1 знает порядок технологического сопровождения процессов изготовления электронных средств и кабелей, установления причин возникновения отклонений от требований КД и ТД при выполнении технологических операций  ПК-20.У.1 умеет определять и анализировать выявленные отклонений от требований КД и ТД  ПК-20.В.1 владеет навыками установление причин возникновения отклонений от требований КД и ТД при выполнении технологических операций  ПК-20.В.2 владеет навыками разработки проекта мероприятий по предупреждению отклонений от требований КД и ТД, в том числе с использованием прикладных компьютерных программ</p>
Профессиональные компетенции	<p>ПК-21 Способен выполнять экспериментальные и теоретические научно-исследовательские работы при исследовании электронных средств и электронных систем в процессе их создания, разрабатывать тестовые воздействия и наборы тестов для электронных средств и электронных систем,</p>	<p>ПК-21.3.1 знает методологию проведения экспериментальных и теоретических исследований</p>

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
	поведенческие модели электронного оборудования	
Профессиональные компетенции	ПК-23 Способен исследовать, выявлять и анализировать причины, последствия и критичность отказов электронных средств при отработке и в процессе эксплуатации, группировку (систематизацию) отказов по степени сложности и важности	ПК-23.3.2 знает возможные причины отказов электронных средств в процессе эксплуатации
Профессиональные компетенции	ПК-24 Способен осуществлять планирование экспериментов в процессе исследования характеристик электронных средств при их разработке и в процессе экспериментальной отработки технологических процессов при изготовлении электронных средств, в том числе автоматизированного монтажа ЭРИ на печатные платы	ПК-24.3.2 знает технологические процессы сборки и монтажа электронных средств, в том числе автоматизированного монтажа ЭРИ при производстве узлов и сборочных единиц электронных средств ПК-24.У.1 умеет составлять планы мероприятий осуществления экспериментальных исследований электронных средств и экспериментальной отработки технологических процессов ПК-24.В.1 владеет навыками экспериментальной отработки технологических операций и процессов

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин: «Введение в направление», «Материаловедение», «Технология производства ЭС», «Элементная база и схмотехника ЭС», «Основы теории точности и методы взаимозаменяемости», «Физико-химические основы технологии ЭС», «Конструирование модулей ЭС», «Теоретические основы конструирования ЭС».

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины в соответствии с учебным планом направления 11.03.03 имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении дисциплин «Технология контроля ЭС», «Технология испытаний ЭС», «Основы автоматизации технологических процессов».

### 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	
		№7	№8
1	2	3	4
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	6/ 216	5/ 180	1/ 36
<b>Из них часов практической подготовки</b>	44	34	10
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	78	68	10
в том числе:			
лекции (Л), (час)	34	34	
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)			
лабораторные работы (ЛР), (час)	34	34	
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)	10		10
экзамен, (час)	36	36	
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	102	76	26
<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 7</b>					
<b>Раздел 1. Основы проектирования процессов сборки</b>	6		8		8
<b>Раздел 2. Технология сборки типовых узлов авиационных приборов</b>	4		2		10
<b>Раздел 3. Методы монтажа электротехнических и электронных узлов авиационной приборной аппаратуры</b>	8		14		12
<b>Раздел 4. Технология окончательной сборки и регулировки авиационных приборов</b>	6		2		10
<b>Раздел 5. Технология изготовления и монтажа электронных модулей приборов</b>	10		8		36
<b>Итого в семестре:</b>	34		34		76
<b>Семестр 8</b>					
<b>Выполнение курсового проекта</b>				10	
<b>Итого в семестре:</b>				10	26
<b>Итого</b>	34	0	34	10	102

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
1	<p>Тема 1.1 - Нормативно-техническая документация сборочного производства. Термины и определения. Виды и правила оформления рабочей технологической документации на сборочно-монтажные, контрольные и испытательные операции.</p> <p>Тема 1.2 - Виды технологических процессов сборки. Характерные особенности сборочного производства авиационного приборостроения. Организационно-технологические формы построения сборочного производства. Системный подход к решению задач анализа и проектирования сборочного приборостроительного производства. Гибкость и интегрированность сборочной системы.</p> <p>Тема 1.3 - Структура технологического процесса (ТП) сборки. Правила разработки ТП сборки. Схемы сборочного состава и технологические схемы сборки, их построение.</p> <p>Тема 1.4 - Технологичность сборки и ее обеспечение. Анализ конструкции – объекта сборки. Методика оценки показателей технологичности конструкции с позиции сборки.</p> <p>Тема 1.5 - Методы обеспечения точности при сборке. Анализ производственных погрешностей при проектировании ТП сборки. Методы оценки точности выходных параметров сборочных узлов и изделий приборостроения. Методика расчета сборочных размерных цепей. Обеспечение требуемой точности сборки на основе методов взаимозаменяемости. Метод обеспечения требуемой точности сборки по электрическим параметрам узла.</p> <p>Тема 1.6 - Классификация и характеристика видов сборочных соединений и технологических операций их выполнения.</p> <p>Тема 1.7 - Математические методы моделирования процессов сборки при их проектировании.</p> <p>Тема 1.8 - Характеристика типовых технологических операций ТП сборочного производства:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- заготовительные и подготовительные операции;</li> <li>- основные операции выполнения сборочных соединений (виды сварочных операций, виды операций пайки, склеивания, соединений с натягом и деформацией, операции разъемных соединений);</li> <li>- заключительные операции сборки (операции пропитки, заливки, герметизации, операции контрольно-регулирующие, технологический прогон, приемосдаточные испытания).</li> </ul> <p>Тема 1.9 - Автоматизация технологических операций сборки. Специфика проектирования автоматизированных операций сборки. Автоматизированные технологические комплексы сборки и сборочно-монтажные комплексы. Структуры комплексов, автоматизируемые функции. Роботизация сборочно-монтажных и контрольных операций. Типовые структуры роботизированных технологических сборочных комплексов.</p>
2	<p>Тема 2.1 - Сборка опор авиационных приборных устройств. Классификация и конструктивно-технологическая характеристика опор. Типовые операции</p>



Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
	<p>сборки. Регулировочные операции.</p> <p>Тема 2.2 - Сборка узлов с упругими чувствительными элементами. Классификация механических преобразовательных элементов. Сборка механических преобразовательных элементов (рычажных, кулачковых, фрикционных, зубчатых и волновых передач). Регулировочные операции. Типовые ТП сборки. Сборка термобиметаллических преобразовательных элементов (биметаллических реле времени и температуры).</p> <p>Тема 2.3 - Изготовление и сборка узлов с обмотками. Классификация узлов с обмотками и их конструктивно-технологическая характеристика. Структуры типовых намоточных ТП. Технология рядовой намотки. Технология тороидальной намотки. Оборудование намоточных операций. Типовые ТП изготовления и сборки трансформаторов (рядовой намотки и тороидальных). Сборка магнитопроводов намоточных изделий. Технологические погрешности изготовления обмоток. Технологические операции пропитки, заливки и герметизации намоточных изделий.</p> <p>Тема 2.4 - Сборка резисторных преобразователей и контактных устройств. Типовые ТП изготовления стержневых (полосковых) и кольцевых проволочных потенциометров. Типовые ТП изготовления намоточных узлов гиromоторов. Технология сборки терморезисторных датчиков. Технология сборки контактов, контактных групп, контактных колец и коллекторных токоподводов.</p> <p>Тема 2.5 - Сборка магнитоэлектрических и индукционных (трансформаторных) датчиков. Типовые ТП сборки датчиков момента и силы, датчиков угла, тахометров.</p> <p>Тема 2.6 - Сборка гиromоторов, малогабаритных электродвигателей и генераторов. Конструктивно-технологическая характеристика гиromоторов и микродвигателей. Типовой ТП сборки гиromоторов. Типовой ТП сборки микродвигателей типа ДИД, ДМ, ДПР и двигателей-генераторов (ДГ, ДГН). Технология сборки планарных микродвигателей.</p> <p>Тема 2.7 - Сборка термоэлектрических, пьезоэлектрических, электростатических и гальваномагнитных датчиков.</p> <p>Тема 2.8 - Особенности сборки оптоэлектрических датчиков.</p> <p>Тема 2.9 - Специфические операции сборки пневматических и гидравлических узлов авиационных приборов. Сборка приемников воздушного давления, измерителей скорости воздушного потока, демпферов и др.</p> <p>Тема 2.10 - Сборка узлов топливно-измерительных авиационных приборных устройств.</p>
3	<p>Тема 3.1 - Методы контактирования при выполнении электрических соединений. Технология электрических соединений. Классификация электрических соединений и технические требования к ним.</p> <p>Тема 3.2 - Технологические операции получения электрических соединений методами печатного монтажа, проводного монтажа, толсто пленочной технологии и др. Технология жгутового монтажа с использованием плазов. Технология сборки и монтажа соединительных жгутов и кабелей с разъемами.</p> <p>Тема 3.3 - Методы получения соединений пайкой (паяльником, групповым паяльником, электронным лучом, лазером, расщепленным электродом, погружением, волной припоя различного вида, инфракрасной, конденсационной и др.).</p> <p>Тема 3.4 - Методы выполнения микросварных соединений при монтаже.</p> <p>Тема 3.5 - Методы проводного монтажа накруткой, прямыми отрезками проводников, стежковым монтажом, тканым монтажом.</p>

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
	<p>Тема 3.6 - Методы получения электрических соединений с использованием проводящих клеев.</p> <p>Тема 3.7 - Специфические сборочные операции при изготовлении электротехнических и электронных узлов (запрессовка контактных и монтажных штырьков, запрессовка и развальцовка штырьков и пистонов, склепывание и др.).</p> <p>Тема 3.8 - Сборка и монтаж лицевых панелей блоков и приборов, монтажных панелей с кросс-платами, корпусов приборов.</p> <p>Тема 3.9 - Способы установки и закрепления крупногабаритных электрорадиоизделий, деталей и узлов (трансформаторов, дросселей, радиаторов-теплоотводов и др.).</p> <p>Тема 3.10 – Основы проектирования ТП монтажа электронных узлов приборов.</p> <p>Тема 3.11 - Средства автоматизации сборочно-монтажных операций и их выбор.</p>
4	<p>Тема 4.1 - Организационно-технологические схемы окончательной сборки. Технологические методы и приемы выполнения операций окончательной сборки. Специфические особенности монтажных операций при окончательной сборке авиационных приборов. Теоретические основы и методы технологии регулировки изделий авиационного приборостроения. Назначение и сущность регулировочных операций при сборке приборов. Особенности и порядок проведения регулировочных операций электромеханических узлов авиационных приборов. Методы регулировки электронных узлов приборов.</p> <p>Тема 4.2 - Технология межузлового и межблочного монтажа.</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
Учебным планом не предусмотрено					
Всего					

#### 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
Семестр 7				
1	Анализ и разработка технологической схемы сборки модуля	4	2	1
2	Разработка и исследование сборочно-монтажной линии с применением имитационной динамической модели	4	2	1,3

3	Разработка и исследование динамической имитационной модели сборочно-монтажной технологической позиции	4	2	1,3
4	Исследование и оптимизация пайки элементов на плате в конвейерных печах	4	2	3
5	Исследование методов обеспечения заданной точности при сборке электронной аппаратуры	4	2	1
6	Исследование операции лазерной сварки и расчет технологических режимов	4	2	2,3
7	Исследование накопительно-подающих устройств сборочно-монтажных комплексов	4	2	1-3
8	Исследование точности позиционирования компонентов на монтажном основании при автоматической сборке	4	2	3
9	Определение размера партии изделий, запускаемых в сборочную производственную систему	2	1	4
Всего		34		

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

Цель курсового проекта: выполнение технологических разделов ВКР и приобретение умений самостоятельного проектирования сборочных ТП, овладение навыками профессиональной производственно-технологической деятельности.

Часов практической подготовки: 10

Примерные темы заданий на курсовой проект приведены в разделе 10 РПД.

#### 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 7, час	Семестр 8, час
1	2	3	4
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	36	36	
Подготовка к выполнению и защите ЛР (ТК ЛР)	36	36	
Подготовка к текущему контролю (ТК)	4	4	
Курсовое проектирование (КП)	26		26
Всего:	102	76	26

#### 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)
	Юрков Н. К. Технология радиоэлектронных средств : учеб. / Н. К. Юрков. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2012. – 640 с.	10
	Ларин В.П., Шелест Д.К. Конструирование и производство типовых приборов и устройств: Учеб. пособие для вузов / СПбГУАП. СПб. 2005.	20
621.3 – П 33	Пирогова Е.В. Проектирование и технология печатных плат: Учебник. – М.: ФОРУМ:ИНФРА-М, 2005. – 560 с.	10
	Технология приборостроения: практикум: / под ред. В.П. Ларина, В.П. Пашкова. – СПб.: ГУАП, 2014. – 208 с.	30
	Валетов В.А., Кузьмин Ю.П., Орлова А.А., Третьяков С.Д. Медведев А.М. Сборка и монтаж электронных устройств. – М.: Техносфера. 2007	10
	Суходольский В.Ю.-Altium Designer: сквозное проектирование функциональных узлов РЭС на печатных платах. 2-е изд. БХВ-Петербург	10
681.2 (ГУАП) Л25	Ларин В.П. Технология пайки. Методы исследования процессов пайки и паяных соединений: Учеб. пособие / СПбГУАП. - СПб., 2002.	30
	Павлова А.В., Поповская Я.А. Методика проектирования технологического процесса изготовления электронных сборочных единиц приборов /Метод. указания к выполнению курсового технол. проекта. Л., ЛИАП. 1990. – 45 с.	10

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
<a href="http://lib.aanet.ru">http://lib.aanet.ru</a>	Доступ в ЭБС «Лань» осуществляется по договору № 26, №27 от 31.01.2023 Доступ в ЭБС «ZNANIUM» осуществляется по договору № 058 от 27.02.2023 Доступ в ЭБС «ЮРАЙТ» осуществляется по договору № 257 от 29.05.2023

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	14-06Г
3	Специализированная лаборатория	13-07

### 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;
Выполнение курсового проекта	Экспертная оценка на основе требований к содержанию курсового проекта.

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	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«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	Типовая комплектация сборки модуля и ее характеристика	ПК-12.3.2
	Технология конвекционной пайки. Температурный профиль и управляемые параметры	ПК-13.3.1 ПК-13.У.1
2	Технологии соединения электроконтактной сваркой	ПК-14.У.1
3	Типовая комплектация сборки блока и ее характеристика	ПК-15.3.1
	Технология конденсационной (парофазной) пайки.	ПК-16.3.1
	Температурный профиль и управляемые параметры Виды регулировочных операций	ПК-16.У.1 ПК-16.В.1
4	Типовая комплектация сборки блока и ее характеристика	ПК-17.3.1
	Технология конденсационной (парофазной) пайки. Температурный профиль и управляемые параметры	ПК-17.В.1 ПК-18.3.1
	Виды регулировочных операций	ПК-18.У.1
5	Методика отработки конструкции на технологичность в сборке	ПК-18.В.1
	Варианты технологий встраивания компонентов при внутреннем монтаже	ПК-19.3.1
	Сборка и монтаж внутренних соединительных жгутов приборов	ПК-19.У.1 ПК-19.В.1
6	Структуризация и разузлование изделия	ПК-20.3.1
	Технология пайки двойной волной припоя.	ПК-20.У.1
	Температурный профиль и управляемые параметры	ПК-20.В.1
	Технология ультразвуковой сварки	ПК-20.В.2
	Определение типа производства и организационной формы сборки	ПК-21.3.1

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
	Технологии очистки собранных модулей Технологии сварки оптических волокон	ПК-23.3.2 ПК-24.3.2
7	Принципы разработки схем сборочного состава изделий Технологии нанесения защитных покрытий Способы нагрева при выполнении различных видов пайки	ПК-24.У.1 ПК-24.В.1
8	Разработка ТП сборки на базе типового Технология нанесения полипараксиленовых покрытий Операции сборки и монтажа соединителей на 1-м и 2-м конструктивных уровнях	
9	Алгоритм точностного анализа операции сборки Комбинированная технология пайки волной Технология изготовления и сборки намоточных изделий	
10	Выбор вида и типа сборочного соединения Характеристика флюсов, припоев, паяльных паст и технологий их нанесения Операции сборки и монтажа лицевых панелей приборов и пультов	
11	Виды технологических схем сборки. Правила их построения Общая характеристика технологии поверхностного монтажа Технологии сварки пластмасс	
12	Технологическая схема сборки с базовой деталью Построение причинно-следственных диаграмм обеспечения качества монтажа Соединение деформацией деталей	
13	Технологические схемы сборки веерного типа Модель формирования дефектов паяного соединения Соединения склёпыванием	
14	Механические факторы, учитываемые при выборе сборочного соединения Виды монтажа электронных модулей и факторы, определяющие выбор вида монтажа Технология электронно-лучевой сварки	
15	Структурный анализ конструкций устройств – объектов сборки Управление термопрофилем пайки Соединения накруткой	
16	Маршрутные и маршрутно-операционные карты сборки Способы получения паяных соединений при поверхностном монтаже Технология газовой сварки	
17	Факторы, определяющие погрешность сборочного соединения Технологии встраивания кристаллов при внутреннем монтаже Технология соединений электродуговой сваркой	
18	Принципы разработки единичного процесса сборки Технология встраивания компонентов послойным формированием Технологии микроплазменной сварки	
19	Технологическая схема сборки системы «кристалл на плате» Технология ИК-пайки. Температурный профиль и управляемые параметры Технологии соединения электроконтактной сваркой	
20	Технологическая схема изготовления «система на кристалле». Требования к кристаллу. Температурный профиль и управляемые параметры	

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
	Контроль качества. Основные дефекты	

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
	<u>Общая тема проекта «Разработка ТП сборки изделия»</u> Исходные данные: сборочный чертеж электронного узла. Содержание проекта зависит от варианта конструкции узла сборки

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
	Не предусмотрено	

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, приходить 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:

1 часть. Введение;

2 часть. Изложение содержания (основная часть раздела/темы);

3 часть. Заключение;

4 часть. Интерактивная часть, *включающая:*

- представление демонстрационных материалов;
- ответы на вопросы обучающихся;
- краткая дискуссия по теме;
- творческое домашнее задание для самостоятельной работы.

#### 11.2 Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

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

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

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

#### Задание и требования к проведению лабораторных работ

Лабораторные работы выполняются в лаборатории материаловедения на лабораторных установках с заполнением протокола измерений.

#### Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет по лабораторной работе включает обязательные пункты, представленные в методических указаниях.

#### Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Требования к оформлению отчета представлены в методических указаниях

Методические указания изданы в виде электронных ресурсов библиотеки ГУАП

11.3 Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/выполнения курсовой работы

Курсовой проект/ работа проводится с целью формирования у обучающихся опыта комплексного решения конкретных задач профессиональной деятельности.

Курсовой проект/ работа позволяет обучающемуся:

Структура пояснительной записки курсового проекта/ работы

Структура пояснительной записки курсового проекта представлена в методических указаниях к выполнению курсового проекта в виде электронного ресурса библиотеки ГУАП.

Требования к оформлению пояснительной записки курсового проекта/ работы

Требования к оформлению пояснительной записки курсового проекта представлены в методических указаниях к выполнению курсового проекта в виде электронного ресурса библиотеки ГУАП

11.4 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.

11.5 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.

11.6 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