

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

---

Кафедра конструирования и технологий электронных и лазерных средств (№23)

«УТВЕРЖДАЮ»

Руководитель направления

проф., д.т.н., проф.

(должность, уч. степень, звание)



В.П.Ларин

«19» июня 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«Технология сборки и монтажа узлов приборов»**  
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	12.03.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Приборостроение
Наименование направленности	Технология аэрокосмического приборостроения
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург 2020

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил:

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

  
подпись, дата

В.П. Ларин  
инициалы, фамилия

Программа одобрена на заседании кафедры № 23

«18» мая 2020 г., протокол № 10/20

Заведующий кафедрой № 23

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

  
подпись, дата

А.Р. Бестугин  
инициалы, фамилия

Ответственный за ОП ВО 12.03.01

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

  
(подпись, дата)

В.П. Ларин  
(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 узлов приборов» входит в образовательную программу высшего образования по направлению подготовки/специальности 12.03.01 «Приборостроение» направленности «Технология аэрокосмического приборостроения». Дисциплина реализуется кафедрой «№23».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-8 «Способен решать задачи и участвовать в технологической подготовке производства приборов различного назначения и принципа действия»

ПК-10 «Готов разрабатывать нормы выработки, технологические нормативы на расход материалов и заготовок»

ПК-11 «Способен разрабатывать технические задания на проектирование приспособлений предусмотренных технологией и выполнять проектирование отдельных узлов оснастки»

ПК-12 «Способен выбрать типовое технологическое оснащение с предварительной экономической оценкой, планировать размещение технологического оборудования, техническое оснащение и организацию рабочих мест, расчет производственных мощностей и загрузку оборудования по действующим методикам и нормативам»

ПК-13 «Способен осуществлять технический контроль производства приборов, контролировать соответствие технической документации разрабатываемых проектов стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам»

ПК-15 «Способен участвовать в монтаже, наладке и сдаче в эксплуатацию опытных образцов приборов»

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.

Дисциплина относится к предметной области решения профессиональных задач в соответствии с производственно-технологическим видом профессиональной деятельности.

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-8 Способен решать задачи и участвовать в технологической подготовке производства приборов различного назначения и принципа действия	ПК-8.Д.1 решает задачи технологического проектирования при технологической подготовке производства приборов различного назначения и принципа действия ПК-8.Д.2 участвует в технологической подготовке производства приборов различного назначения и принципа действия ПК-8.Д.3 осуществляет разработку и корректировку технологической и нормативной документации на изготовление изделий микроэлектроники ПК-8.Д.4 разрабатывает технологические процессы и документацию на изготовление, сборку, юстировку и контроль оптических, оптико-электронных, механических блоков, узлов и деталей
Профессиональные компетенции	ПК-10 Готов разрабатывать нормы выработки, технологические нормативы на расход материалов и заготовок	ПК-10.Д.1 разрабатывает нормы выработки, технологические нормативы на расход материалов и заготовок ПК-10.Д.2 осуществляет контроль организации, подготовки и технического оснащения рабочих мест на участках производства изделий микроэлектроники ПК-10.Д.3 организует техническое сопровождение изготовления, испытаний, эксплуатации и ремонта, технического обслуживания при эксплуатации ракетно-космической техники
Профессиональные компетенции	ПК-11 Способен разрабатывать технические задания на проектирование приспособлений предусмотренных технологией и выполнять проектирование отдельных узлов оснастки	ПК-11.Д.1 разрабатывает технические задания на проектирование отдельных узлов приспособлений и оснастки, предусмотренных технологией ПК-11.Д.2 выполняет проектирование специальной оснастки, предусмотренной технологией изготовления приборов, комплексов и их составных частей ПК-11.Д.3 разрабатывает технические задания на проектирование приспособлений и оборудования, необходимых для обеспечения требований конструкторской документации на узлы и сборочные единицы изделий ракетно-космической техники
Профессиональные компетенции	ПК-12 Способен выбирать типовое технологическое оснащение с предварительной экономической оценкой, планировать размещение технологического оборудования, техническое оснащение и организацию	ПК-12.Д.1 планирует размещение технологического оборудования, техническое оснащение и организацию рабочих мест, расчет производственных мощностей и загрузку оборудования по действующим методикам и нормативам ПК-12.Д.2 выбирает типовое оборудование и инструменты с предварительной экономической оценкой технологических процессов

	рабочих мест, расчет производственных мощностей и загрузку оборудования по действующим методикам и нормативам	ПК-12.Д.3 осуществляет контроль организации, подготовки и технического оснащения рабочих мест на участках производства изделий микроэлектроники ПК-12.Д.4 разрабатывает инструкции по охране труда
Профессиональные компетенции	ПК-13 Способен осуществлять технический контроль производства приборов, контролировать соответствие технической документации разрабатываемых проектов стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	ПК-13.Д.1 осуществляет технический контроль производства приборов, включая внедрение систем ПК-13.Д.2 контролирует соответствие технической документации разрабатываемых проектов стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам менеджмента качества ПК-13.Д.3 осуществление авторского надзора за соответствием технологического процесса требованиям документации составных частей оборудования ракетно-космической техники, а также документации на их контроль ПК-13.Д.4 проведение контроля качества выпускаемой продукции
Профессиональные компетенции	ПК-15 Способен участвовать в монтаже, наладке и сдаче в эксплуатацию опытных образцов приборов	ПК-15.Д.1 выполняет наладку, настройку, регулировку и испытания приборов и электронных средств и оборудования ПК-15.Д.2 выполняет наладку, настройку и опытную проверку опытных образцов приборов и систем ПК-15.Д.3 выполняет техническое сопровождение изготовления, испытаний составных частей оборудования ракетно-космической техники

Основной задачей изучения дисциплины является получение студентами теоретических знаний и практических навыков по проектированию, внедрению и применению технологических процессов сборки и монтажа ЭС.

По окончании изучения данной дисциплины студент должен **знать**:

- содержание технологической подготовки сборочно-монтажного производства ЭС;
- методы обеспечения заданной точности сборки;
- принципы построения и методы проектирования ТП узловой и окончательной сборки, регулировки, контроля и испытаний;
- содержание операций сборки и монтажа типовых механических, электромеханических и электронных узлов ЭС;
- методы и способы выполнения соединений при сборке, виды соединений и их выбор;
- базовые технологии монтажа микроэлектронных устройств ЭС;
- физико-механические и физико-химические процессы, происходящие при выполнении различных видов сборочных соединений и наследуемые свойства и характеристики в материалах и сборочных соединениях;
- организационно-технологические принципы построения сборочно-монтажных линий и комплексов, специфические особенности мелкосерийных многономенклатурных и заказных сборочно-монтажных производств.

На основе полученных знаний и практических навыков студент должен **уметь**:

- обеспечивать технологичность конструкций изделий, как объектов сборки;
- выбирать метод обеспечения заданной точности и организационной формы сборки для условий конкретного производства;
- проектировать ТП сборки и монтажа приборов и устройств;
- выбирать оборудование для выполнения операций сборки и монтажа и разрабатывать средства технологической оснастки.

Студент должен **владеть**:

- методикой анализа конструкций объектов сборки и монтажа с позиций технологичности;
- методиками построения схем сборочного состава и технологических схем сборки при проектировании ТП;
- навыками по выбору рациональных видов сборочных соединений и способов их выполнения;
- методами анализа причин и факторов, влияющих на качество выполнения сборочно-монтажных ТП.

**Иметь опыт** работ, предусмотренных профессионально-технологической деятельностью.

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина базируется на знаниях, ранее приобретенных студентами при изучении следующих дисциплин: «Введение в направление», «Материаловедение», «Базовые технологии приборостроения», «Элементная база и схемотехника приборов», «Основы теории точности и методы взаимозаменяемости», «Физико-химические основы технологии», «Конструирование электронных модулей приборов», «Теоретические основы конструирования приборов».

Знания и навыки, полученные при изучении материала данной дисциплины в соответствии с учебным планом направления 12.03.01 имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении дисциплин «Технология контроля приборов», «Технология испытаний приборов», «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
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> , ЗЕ/ (час)	6/ 216	5/ 180	1/ 36
<b>Аудиторные занятия</b> , всего час.	78	68	10
в том числе:			
лекции (Л), (час)	34	34	
лабораторные работы (ЛР), (час)	34	34	
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)	10		10
экзамен, (час)	36	36	
<b>Самостоятельная работа</b> , всего (час)	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 (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 7					
<u>Раздел 1.</u> Основы проектирования процессов сборки	8	-	16	-	8
<u>Раздел 2.</u> Технология сборки типовых узлов авиационных приборов	10	-	2	-	10
<u>Раздел 3.</u> Методы монтажа электротехнических и электронных узлов авиационной приборной аппаратуры	10	-	14	-	12
<u>Раздел 4.</u> Технология окончательной сборки и регулировки авиационных приборов	6	-	2	-	10
Итого в семестре:	34	-	34	-	40
Семестр 8					
<u>Раздел 5.</u> Технология изготовления и монтажа электронных модулей приборов	-	10	-	10	52
Итого в семестре:		10		10	52
Итого:	34	10	34	10	92

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><i>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.</i></p> <p><i>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.</i></p> <p><i>Тема 1.3 - Структура технологического процесса (ТП) сборки. Правила разработки ТП сборки. Схемы сборочного состава и технологические схемы сборки, их построение.</i></p> <p><i>Тема 1.4 - Технологичность сборки и ее обеспечение. Анализ конструкции – объекта сборки. Методика оценки показателей технологичности конструкции с позиции сборки.</i></p> <p><i>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.</i></p> <p><i>Тема 1.6 - Классификация и характеристика видов сборочных соединений и технологических операций их выполнения.</i></p> <p><i>Тема 1.7 - Математические методы моделирования процессов сборки при их проектировании.</i></p> <p><i>Тема 1.8 - Характеристика типовых технологических операций ТП сборочного производства:</i></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><i>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.</i></p>
2	<p><i>Тема 2.1 - Сборка опор авиационных приборных устройств. Классификация и конструктивно-технологическая характеристика опор. Типовые операции сборки. Регулирующие операции.</i></p> <p><i>Тема 2.2 - Сборка узлов с упругими чувствительными элементами. Классификация механических преобразовательных элементов. Сборка механических преобразовательных элементов (рычажных, кулачковых, фрикционных, зубчатых и волновых передач). Регулирующие операции. Типовые ТП сборки. Сборка термобиметаллических преобразовательных элементов (биметаллических реле времени и температуры).</i></p> <p><i>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.</i></p> <p><i>Тема 2.4 - Сборка резисторных преобразователей и контактных устройств. Типовые ТП изготовления стержневых (полосковых) и кольцевых проволочных потенциометров. Типовые ТП изготовления намоточных узлов гиросмоторов. Технология сборки терморезисторных датчиков. Технология сборки контактов, контактных групп, контактных колец и коллекторных токоподводов.</i></p> <p><i>Тема 2.5 - Сборка магнитоэлектрических и индукционных (трансформаторных)</i></p>

	<p>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 гальваномангнитных 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.</p> <p>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> <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, склеивание 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 4.

Таблица 4 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Форма практических занятий	Трудоемкость (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 8				



1	<i>Тема 5.1 – Конструкторско-технологический анализ электронных модулей приборов. Алгоритм выбора маршрута технологии монтажа. Подготовительные операции монтажа (Выбор вида и способа нанесения финишных покрытий, нанесение припойных паст и клеев, установка компонентов и др.) Выбор операций пайки. Создание профиля пайки.</i>	Системно-аналитическая Расчетно-моделирующая Причинно-следственный анализ	5	5
2	<i>Тема 5.2 - Технологии автоматизированной пайки. Пайка двойной волной припоя. Пайка волной в газовой среде. Пайки в инфракрасных, конвекционных и конденсационных (парофазных) установках. Лазерная пайка.</i>	Методика выбора и обоснования Составление моделей и моделирование.	3	5
3	<i>Тема 5.3 – Технологии внутреннего монтажа. Технологии монтажа 3D-MID-конструкций.</i>	.Функциональное структурирование	2	5
Всего:			10	

#### 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)	№ раздела дисциплины
<b>Семестр 7</b>			
1	Анализ и разработка технологической схемы сборки модуля	4	1
2	Разработка и исследование сборочно-монтажной линии с применением имитационной динамической модели	4	1,3
3	Разработка и исследование динамической имитационной модели сборочно-монтажной технологической позиции	4	1,3
4	Исследование и оптимизация пайки элементов на плате в конвейерных печах	4	3
5	Исследование методов обеспечения заданной точности при сборке электронной аппаратуры	4	1
6	Исследование операции лазерной сварки и расчет технологических режимов	4	2,3
7	Исследование накопительно-подающих устройств сборочно-монтажных комплексов	4	1-3
8	Исследование точности позиционирования компонентов на монтажном основании при автоматической сборке	4	3
9	Определение размера партии изделий, запускаемых в сборочную производственную систему	2	4
Всего:		34	

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

Цели курсового проектирования – приобретение умений самостоятельного проектирования сборочных ТП и овладение навыками профессиональной производственно-технологической деятельности.

Примерные темы заданий на курсовой проект приведены в таблице 18.

#### 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
<b>Самостоятельная работа, всего</b>	92	40	52
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	30	18	12
Подготовка к выполнению и защите ЛР (ТК ЛР)	18	18	
Подготовка к текущему контролю (ТК)	8	4	4
Курсовое проектирование (КП)	36		36

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	Библиографическая ссылка / URL адрес	Кол-во экз. в библиотеке
.....	Юрков Н. К. Технология радиоэлектронных средств : учеб. / Н. К. Юрков. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2012. – 640 с.	10
681.2 (ГУАП) Л25	Ларин В.П., Шелест Д.К. Конструирование и производство типовых приборов и устройств: Учеб. пособие для вузов / СПбГУАП. СПб. 2005.	300
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.	120
	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	20
	Ларин В.П. Технология пайки.	
	Методы исследования процессов пайки и паяных соединений: Учеб. пособие / СПбГУАП. - СПб., 2002.	90
	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.	120

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

URL адрес	Наименование
	не предусмотрено

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

1	Используется авторское программное обеспечение для выполнения ЛР и КП, созданное на основе типовых пакетов прикладных программ
---	--

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
1	Для доступа к электронным ресурсам ГУАП ( <a href="http://lib.aanet.ru/">http://lib.aanet.ru/</a> ) необходима авторизация по номеру читательского билета). Доступ в ЭБС «Лань» осуществляется по договору № 695-7 от 30.11.2011. Доступ в ЭБС «ZNANIUM» осуществляется по договору № 186-ЭБС от 08.02.2012. <a href="http://www.knigafund.ru">http://www.knigafund.ru</a> (ЭБС «КнигаФонд») базы данных, информационно-справочные и поисковые системы, электронно-библиотечные системы (ЭБС):
2	Информационная система каф. 23 по локальной сети кафедры ( <i>ИС каф 23</i> )

## 9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Мультимедийная лекционная аудитория	14-06Г
2	Компьютерный класс	13-17
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	Примерный 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	

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.
«хорошо» «зачтено»	– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий.
«удовлетворительно» «зачтено»	– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	– обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений.

### 10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

Перечень вопросов для экзамена		
Типовая комплектация сборки модуля и ее характеристика	Технология конвекционной пайки. Температурный профиль и управляемые параметры	Технологии соединения электроконтактной сваркой
Типовая комплектация сборки блока и ее характеристика	Технология конденсационной (парофазной) пайки. Температурный профиль и управляемые параметры	Виды регулировочных операций
Методика отработки конструкции на технологичность в сборке	Варианты технологий встраивания компонентов при внутреннем монтаже	Сборка и монтаж внутренних соединительных жгутов приборов
Структуризация и разузлование изделия	Технология пайки двойной волной припоя. Температурный профиль и управляемые параметры	Технология ультразвуковой сварки
Определение типа производства и организационной формы сборки	Технологии очистки собранных модулей	Технологии сварки оптических волокон
Принципы разработки схем сборочного состава изделий	Технологии нанесения защитных покрытий	Способы нагрева при выполнении различных видов пайки
Разработка ТП сборки на базе типового	Технология нанесения полипараксиленовых покрытий	Операции сборки и монтажа соединителей на 1-м и 2-м конструктивных уровнях
Алгоритм точностного анализа операции сборки	Комбинированная технология пайки волной	Технология изготовления и сборки намоточных изделий
Выбор вида и типа сборочного соединения	Характеристика флюсов, припоев, паяльных паст и технологий их нанесения	Операции сборки и монтажа лицевых панелей приборов и пультов
Виды технологических схем сборки. Правила их построения	Общая характеристика технологии поверхностного монтажа	Технологии сварки пластмасс
Технологическая схема сборки с базовой деталью	Построение причинно-следственных диаграмм обеспечения качества монтажа	Соединение деформацией деталей
Технологические схемы сборки сверного типа	Модель формирования дефектов паяного соединения	Соединения склепыванием
Механические факторы, учитываемые при выборе сборочного соединения	Виды монтажа электронных модулей и факторы, определяющие выбор вида монтажа	Технология электронно-лучевой сварки
Структурный анализ конструкций устройств – объектов сборки	Управление термопрофилем пайки	Соединения накруткой
Маршрутные и маршрутно-операционные карты сборки	Способы получения паяных соединений при поверхностном	Технология газовой сварки

Факторы, определяющие погрешность сборочного соединения	монтаже Технология встраивания кристаллов при внутреннем монтаже	Технология соединений электродуговой сваркой
Принципы разработки единичного процесса сборки	Технология встраивания компонентов послыйным формованием	Технологии микроплазменной сварки
Технологическая схема сборки системы «кристалл на плате»	Технология ИК-пайки. Температурный профиль и управляемые параметры	Технологии соединения электроконтактной сваркой

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

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

Перечень вопросов для зачета
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Разработать структурно-функциональную схему сборочного комплекса по методу полной взаимозаменяемости</li> <li>2. Разработать структурно-функциональную схему сборочного комплекса по методу неполной взаимозаменяемости</li> <li>3. Разработать структурно-функциональную схему сборочного комплекса по методу сборки с групповой селекцией</li> <li>4. Разработать структурно-функциональную схему сборочного комплекса по методу сборки с индивидуальной селекцией</li> <li>5. Разработать структурно-функциональную схему сборочного комплекса по методу сборки с компенсаторами</li> <li>6. Разработать организационно-технологическую схему участка с технологической специализацией</li> <li>7. Разработать организационно-технологическую схему участка по предметно-замкнутому принципу</li> <li>8. Построить конструкторско-технологический классификационный код детали по эскизу конструкции</li> <li>9. Выбрать базу и схему базирования для сборки</li> <li>10. Разработать технологическую схему сборки узла</li> <li>11. Создать графическую схему маршрутного ТП сборки узла</li> <li>12. Выбрать квалитет точности для деталей узла сборки</li> <li>13. Разработать последовательность операций ТП монтажа модуля заданной конструкции</li> <li>14. Выполнить расчет трафарета для нанесения припойной пасты</li> <li>15. Выполнить обоснование выбора финишного покрытия на основе планирования эксперимента</li> <li>16. Выполнить расчет оптимального распределения температуры ИК-нагрева на корпусе компонента</li> <li>17. Выполнить расчет оптимального распределения температуры ИК-нагрева под корпусом компонента</li> <li>18. Выполнить расчет прочности паяного компонента</li> <li>19. Выполнить кодирование дефектов пайки</li> <li>20. Оценка варианта технологии встраивания активного компонента</li> <li>21. Выбор теста надежности паяного соединения</li> <li>22. Оценка вида очистки модуля после пайки</li> </ol>

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

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

Примерный перечень тем курсового проекта
<p style="text-align: center;"><u>Общая тема проекта «Разработка ТП сборки изделия»</u></p> <p>Исходные данные: сборочный чертеж электронного узла. Содержание проекта зависит от варианта конструкции узла сборки</p>

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

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

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий
	МУ в информационной системе кафедры: <i>Ларин ТСИМУП МУ по практикуму</i>

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  
**Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала**

Конспект лекций в информационной системе кафедры

*Ларин ТСИМУП Конспект*

**Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий**

МУ в информационной системе кафедры

*Ларин ТСИМУП Практикум*

**Методические указания для обучающихся по прохождению лабораторных работ**

МУ в информационной системе кафедры

*Ларин ТСИМУП МУ по ЛР*

**Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/ работы**

МУ в информационной системе кафедры

*Ларин ТСИМУП МУ по КП*

**Структура пояснительной записки курсового проекта**

ВВЕДЕНИЕ

1. Конструкторско-технологический анализ изделия – объекта сборки.
2. Составление спецификации (комплектации) сборки изделия и разработка схемы сборочного состава сборки.
3. Разработка технологической схемы сборки и маршрута ТП сборки.
4. Выбор и обоснование видов соединений.
5. Разработка заготовительных и подготовительных технологических операций, выбор (проектирование) оснастки.
6. Разработка сборочной (сборочно-монтажной) операции.
7. Разработка заключительных операций.
8. Размещение контрольных операций в ТП сборки (определение: количества операций контроля; размещения контрольных операций в ТП сборки; выбор контролируемых параметров и др.), выбор контрольного оборудования.
9. Выполнение расчета (**по выбору**):
  - расчет размерной цепи;
  - проверка условия собираемости;
  - расчет погрешности базирования;
  - расчет усилия при выполнении соединений с натягом;
  - определение погрешности выполнения операции;
  - расчеты виброподающих, захватных, зажимных устройств и др.;
10. Разработка технологической операции (**по выбору из маршрута ТП**) (выбор оборудования, проектирование рабочей зоны, проектирование оснастки и инструмента, формирование рабочих параметров и параметров управления, разработка алгоритма функционирования (управления), разработка модели и моделирование и др.).
11. Оценка уровня технологичности конструкции изделия.
12. Анализ эффективности ТП
 

Графический материал (на А4 в составе пояснительной записки)

  1. Сборочный чертеж объекта сборки.
  2. Технологическая схема сборки.
  3. Графический материал к п. 10 (**по выбору**) задания (схема участка, планировка технологического комплекса, схема рабочей зоны, алгоритм выполнения автоматизированной операции, схема модели и др.)

**Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы**

МУ в информационной системе кафедры  
*Ларин\_ТСИМУП\_МУ по СРС*

**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 в 7 семестре – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

– зачет в 8 семестре – это форма оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

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