

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВИАЦИОННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»**

Уфимский авиационный техникум



«УТВЕРЖДАЮ»  
Проректор  
по учебной работе  
А.Н. Елизарьев  
« \_\_\_\_\_ » 2021 г.

**ПРОГРАММА ПЕРЕПОДГОТОВКИ РАБОЧИХ И СЛУЖАЩИХ**

Проектирование и изготовление электронных устройств и приборов


Уфа-2021

Организация-разработчик: Уфимский авиационный техникум ФГБОУ ВО «УГАТУ»

Рассмотрено на заседании педагогического совета  
Протокол № 2 от «30» 11 2021г.

СОГЛАСОВАНО:

ФГБОУ ВО «УГАТУ» УАТ  
Директор

 И.Ф. Каршанов

Организация разработчик: ФГБОУ ВО «УГАТУ» Уфимский авиационный техникум

Составители:

Галеева С.Е., преподаватель высшей категории Уфимского авиационного техникума  
ФГБОУ ВО «УГАТУ»

Рассмотрено на заседании предметно-цикловой комиссии «Техническое  
обслуживание и ремонт радиоэлектронной техники»  
Протокол № 2 «\_\_16\_\_» \_\_09\_\_ 2021 г.

Председатель предметно-цикловой комиссии «Техническое обслуживание и ремонт  
радиоэлектронной техники» \_\_\_\_\_ Т.А. Гохберг

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Область применения программы .....	3
2. Цели и задачи курса – требования к результатам освоения курса .....	3
3. Структура программы профессиональной переподготовки .....	8
3.1 Учебный план программы профессиональной переподготовки «Монтаж радиоэлектронной аппаратуры и приборов».....	8
3.2. Учебно-тематический план программы профессиональной переподготовки.....	9
4. Условия реализации программы профессиональной подготовки.....	16
5. Контроль и оценка результатов освоения профессионального модуля .....	19
6. Форма документа, выдаваемого по результатам освоения программы .....	22

## 1. Область применения программы

Настоящая программа курса профессиональной переподготовки предназначена для рабочих и специалистов, имеющих среднее общее образование, средне-специальное или высшее профессиональное образование и хотят освоить новую специальность в собственных интересах или с учетом потребностей на производстве. Наличие указанного образования должно подтверждаться документом государственного образца.

## 2. Цели и задачи курса – требования к результатам освоения курса

Целью реализации программы профессиональной переподготовки является совершенствование профессиональных компетенций, необходимых для выполнения следующих видов профессиональной деятельности в рамках имеющейся квалификации:

- готовность выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;
- способность выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники.

В результате изучения курса «Проектирование и изготовление электронных приборов и устройств» должен освоить новый вид профессиональной деятельности и соответствующие ему общие и профессиональные компетенции:

Код	Наименование общих компетенций
ОК 01	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.
ОК 02	Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности.
ОК 03	Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие.
ОК 04	Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.
ОК 05	Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста.
ОК 06	Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе общечеловеческих ценностей.
ОК 07	Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.
ОК 08	Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности.
ОК 09	Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.
ОК 10	Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языке.

## Перечень профессиональных компетенций:

Код	Наименование видов деятельности и профессиональных компетенций
ВД 3	Проектирование электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа
ПК 3.1.	Разрабатывать структурные, функциональные и принципиальные схемы простейших электронных приборов и устройств.
ПК 3.2	Разрабатывать проектно-конструкторскую документацию печатных узлов электронных приборов и устройств и микросборок средней сложности
ПК 3.3.	Выполнять оценку качества разработки (проектирования) электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа

### 2.2 Характеристика нового вида профессиональной деятельности, новой квалификации

Вид профессиональной деятельности – Специалист по проектированию и изготовлению электронных приборов и устройств.

Обобщенные (конкретные) трудовые функции, подлежащие освоению:

- определение условий и режимов эксплуатации, конструктивных особенностей разрабатываемой электронных приборов и комплексов;
- разработка технических требований и заданий на проектирование и конструирование электронных приборов, комплексов и их составных частей;
- проектирование и конструирование электронных, механических блоков, узлов и деталей, определение номенклатуры и типов комплектующих изделий.

### 2.3 Планируемые результаты обучения

В результате освоения программы слушатель должен приобрести следующие знания и умения, необходимые для качественного изменения компетенций, указанных в п.2.1:

слушатель должен иметь практический опыт:

- проведения анализа структурных, функциональных и принципиальных схем простейших электронных устройств путем сопоставления различных вариантов;
- разработки электрических принципиальных схем на основе современной элементной базы с учетом технических требований к разрабатываемому устройству;
- моделирования электрических схем с использованием пакетов прикладных программ;
- разработки и оформления проектно-конструкторской документации на электронные устройства, выполненные на основе печатных плат и микросборок в соответствии с ЕСКД;
- проведения анализа технического задания при проектировании электронных устройств;
- разработки конструкции электронных устройств с учетом воздействия внешних факторов;

- применения автоматизированных методов проектирования печатных плат;
- разработки структурных, функциональных электрических принципиальных схем на основе анализа современной элементной базы с учетом технических требований к разрабатываемому устройству;
- разработки проектно-конструкторской документации печатных узлов электронных приборов и устройств и микросборок средней сложности;
- оценки качества разработки (проектирования) электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа;
- слушатель должен уметь:
- осуществлять сбор и анализ исходных данных для выбора структурных, функциональных и принципиальных схем;
- подбирать элементную базу при разработке принципиальных схем электронных устройств с учетом требований технического задания;
- описывать работу проектируемых устройств на основе анализа электрических, функциональных и структурных схем;
- выполнять чертежи структурных и электрических принципиальных схем;
- применять пакеты прикладных программ для моделирования электрических схем;
- оформлять конструкторскую документацию на односторонние и двусторонние печатные платы;
- применять автоматизированные методы разработки конструкторской документации;
- осуществлять сбор и анализ исходных данных для выбора структурных, функциональных и принципиальных схем проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем;
- подбирать элементную базу при разработке принципиальных схем электронных устройств с учетом требований технического задания;
- выполнять несложные расчеты основных технических показателей простейших проектируемых электронных приборов и устройств;
- проводить анализ работы разрабатываемой схемы электрической принципиальной электронных приборов и устройств в программе схемотехнического моделирования;
- проводить анализ технического задания на проектирование электронного устройства на основе печатного монтажа;
- читать принципиальные схемы электронных устройств;
- проводить конструктивный анализ элементной базы;
- выбирать класс точности и шаг координатной сетки на основе анализа технического задания;
- выбирать и рассчитывать элементы печатного рисунка;
- компоновать и размещать электрорадиоэлементы на печатную плату;
- выполнять расчет конструктивных показателей электронного устройства;
- выполнять расчет компоновочных характеристик электронного устройства;
- выполнять расчет габаритных размеров печатной платы электронного устройства;

- выбирать типоразмеры печатных плат.
- выбирать способы крепления и защиты проектируемого электронного устройства от влияния внешних воздействий;
- выполнять трассировку проводников печатной платы;
- разрабатывать чертежи печатных плат в пакете прикладных программ САПР;
- проводить анализ конструктивных показателей технологичности; слушатель должен знать:
  - последовательность взаимодействия частей схем;
  - основные принципы работы цифровых и аналоговых схем;
  - функциональное назначение элементов схем;
  - современную элементную базу схемотехнического моделирования электронных приборов и устройств;
  - программы схемотехнического моделирования электронных приборов и устройств;
  - основные положения Государственной системы стандартизации (ГСС);
  - основные положения единой системы конструкторской документации (ЕСКД);
  - действующие нормативные требования и государственные стандарты;
  - комплектность конструкторских документов на узлы и блоки, выполненные на печатных платах;
  - автоматизированные методы разработки конструкторской документации;
  - основы схемотехники;
  - современную элементную базу электронных устройств;
  - основы принципов проектирования печатного монтажа;
  - последовательность процедур проектирования применяемых при разработке печатных плат электронных устройств;
  - этапы проектирования электронных устройств;
  - стадии разработки конструкторской документации;
  - сравнительные характеристики различных конструкций печатных плат;
  - факторы, влияющие на качество проектирования печатных плат;
  - признаки квалификации печатных плат;
  - основные свойства материалов печатных плат;
  - основные прикладные программы автоматизированного проектирования и их назначения;
  - типовой технологический процесс и его составляющие;
  - основы проектирования технологического процесса;
  - особенности производства электронных приборов и устройств;
  - способы описания технологического процесса;
  - технологические процессы производства печатных плат, интегральных микросхем и микросборок;
  - методы автоматизированного проектирования ЭПиУ;
  - методы оценки качества проектирования ЭПиУ.

## 2.4 Трудоемкость обучения



Нормативная трудоемкость обучения по данной программе – 256 часов, включая все виды аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) учебной работы слушателя.

### 3. Структура программы профессиональной переподготовки

#### 3.1 Учебный план программы профессиональной переподготовки «Монтаж радиоэлектронной аппаратуры и приборов»

Срок обучения — 256 академических часов.

Форма обучения — очная (без отрыва от работы).

Коды профессиональных общих компетенций	Наименования разделов программы профессиональной подготовки	Суммарный объем нагрузки, час.	Обучение по дисциплине		
			Всего	В том числе	
				Практических занятий	Лекций
ПК 3.1 ОК 01-10	Раздел 1. Схемотехническое проектирование электронных приборов и устройств	<b>96</b>	96	40	56
ПК 3.2 – 3.3 ОК 01 - 10	Раздел 2. Основы проектирования электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа	<b>156</b>	156	52	104
	<b>Всего:</b>	<b>256</b>	<b>256</b>	<b>92</b>	<b>30</b>

### 3.2. Учебно-тематический план программы профессиональной переподготовки

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала лекционные и практические занятия	Объем часов
1	2	3
<b>Раздел 1. Схемотехническое проектирование электронных приборов и устройств</b>		<b>96</b>
<b>Тема 1.1. Диоды и диодные схемы</b>	<b>Содержание</b>	<b>20</b>
	1.Виды и типы электрических схем. Назначение структурных, функциональных и принципиальных схем. Правила чтения электрических принципиальных схем. Правила составления электрических схем. Графическое обозначение соединений. УГО линии групповой связи. Специальные обозначения соединений. УГО элементов схем. Элементная база современных электронных устройств.	2
	2.Диоды и стабилитроны. Назначение диодов и стабилитронов. Принцип работы диода. Однополупериодные и двухполупериодные схемы выпрямителей. Диодные ограничители. Принцип работы диодного ограничителя последовательного типа. Диодные ограничители последовательного типа с нулевым порогом ограничения. Ограничители последовательного типа с ненулевым порогом ограничения.	2
	3.Параллельные диодные ограничители. Принцип работы ограничителя параллельного типа. Ограничитель с нулевым порогом ограничения. Ограничитель с фиксированным порогом ограничения. Моделирование схем ограничителей параллельного типа	2
	4.Ограничители импульсов на стабилитроне. Принцип работы схем ограничителей на стабилитронах. Последовательное и параллельное включение стабилитрона. Порог стабилизации. Модели стабилитронов. Моделирование схемы ограничителя на стабилитроне. Осциллограммы входных и выходных напряжений при моделировании схем.	2
	5.Формирователи импульсов. Общие сведения. Дифференцирующие и интегрирующие цепи. Дифференцирование реальных прямоугольных импульсов. Условие дифференцирования. Интегрирование одиночных импульсов. Условие интегрирования. Схемы измерений. Схемы для моделирования	2
	<b>Тематика практических занятий</b>	<b>10</b>
	1.Исследование диодных ограничителей последовательного типа	2
	2.Исследование диодных ограничителей параллельного типа	2
	3.Исследование ограничителей на стабилитронах	2

	4.Исследование переходных процессов в RC -цепях	2
	5.Исследование влияния переходных процессов на форму прямоугольных импульсов	2
<b>Тема 1.2.</b> Транзисторы и транзисторные схемы	<b>Содержание</b>	<b>16</b>
	1.Транзисторы. Назначение и принцип работы биполярного транзистора. Схемы включения биполярного транзистора. Схема однокаскадного транзисторного усилителя. Назначение элементов схемы	4
	2.Ключи на биполярных транзисторах. Ключевой каскад. Режимы работы транзистора в ключевом каскаде. Стационарные процессы ключа. Переходные процессы в ключе. Увеличение быстродействия ключа	2
	3.Эмиттерный повторитель. Схема эмиттерного повторителя на транзисторе. Принцип работы эмиттерного повторителя. Эмиттерный повторитель при импульсном воздействии. Моделирование эмиттерного повторителя.	2
	<b>Тематика практических занятий</b>	<b>8</b>
	1.Исследование свойств биполярного транзистора	2
	2.Исследование работы усилительного каскада	2
	3.Исследование работы транзистора в ключевом режиме	2
	4.Исследование эмиттерного повторителя на транзисторе	2
<b>Тема 1.3.</b> Генераторы прямоугольных и пилообразных импульсов	<b>Содержание</b>	<b>16</b>
	<b>Генераторы прямоугольных импульсов.</b> Транзисторные мультивибраторы. Основная схема мультивибратора в автоколебательном режиме. Физические процессы в мультивибраторе. Формирование фронта импульса. Формирование плоской вершины импульса. Формирование среза импульса. Основные параметры колебаний. <b>Триггеры.</b> Симметричный триггер с внешним смещением. Схема симметричного триггера. Принцип работы схемы. Несимметричный триггер (триггер Шмитта). Особенности работы триггера Шмитта. Схема триггера. Моделирование схемы триггера Шмитта	8
	<b>Тематика практических занятий</b>	<b>8</b>
	1.Исследование симметричного мультивибратора, работающего в автоколебательном режиме	2
	2.Исследование работы мультивибратора в ждущем режиме	2
	3.Исследование работы симметричного триггера	2
	4.Исследование несимметричного триггера	2
<b>Тема 1.4.</b> Электронные устройства на операционных усилителях	<b>Содержание</b>	<b>18</b>
	Операционный усилитель. Структура ОУ. Физический смысл основных параметров операционного усилителя. Схемы измерения основных параметров операционного усилителя. Диодные ограничители на ОУ. Схемы одностороннего и двухстороннего ограничителей на ОУ. Моделирование ограничителей в программе Multisim. Формирователи импульсов на ОУ. Интеграторы и дифференциаторы на ОУ. Моделирование схем интеграторов и дифференциато-	10

	<p>ров в программе Multisim.          Генераторы линейно изменяющегося напряжения на ОУ. Схема генератора ЛИН. Осциллограммы входного и выходного напряжений ГЛИН.          Мультивибратор в автоколебательном режиме на ОУ. Мультивибратор на ОУ в ждущем режиме. Моделирование схем мультивибраторов на ОУ в программе Multisim          Компаратор на ОУ. Назначение компаратор. Принцип работы компаратора на ОУ. Моделирование схем компараторов на ОУ в программе Multisim</p>	
	<b>Тематика лабораторных работ и практических занятий</b>	<b>8</b>
	1.Диодные ограничители на ОУ	2
	2.Формирователи импульсов на ОУ	2
	3.ГЛИН на операционном усилителе	2
	4.Мультивибратор в автоколебательном режиме на ОУ	2
<b>Тема 1.5.</b> Цифровые устройства электронной техники	<b>Содержание</b>	<b>12</b>
	<p><b>Цифровые устройства.</b> Особенности цифровых устройств. Принцип работы цифровых устройств.          Формирователи импульсов на логических элементах. Формирователь импульсов с интегрирующей RC – цепью. Временные диаграммы.          Мультивибратор на логических элементах. Автоколебательный мультивибратор. Ждущий мультивибратор на логических элементах.          Триггеры на логических элементах. Асинхронный RS-триггер. Таблица истинности. Синхронный RS-триггер. Одноступенчатый синхронный RS-триггер.</p>	6
	<b>Тематика практических занятий</b>	<b>6</b>
	1.Формирователи импульсов на логических элементах	2
	2.Исследование мультивибратора на логических элементах	2
	3.Синхронный RS-триггер	2
<b>Тема 1.6.</b> Устройства комбинационного типа	<b>Содержание</b>	<b>12</b>
	<p><b>Устройства комбинационного типа.</b> Типы устройств комбинационного типа.          Дешифратор – основные понятия. Простейшая схема дешифратора. Исследование принципа работы дешифратора в основном режиме в программе Multisim          Мультиплексор – основные понятия. Уравнение мультиплексора. Реализация заданной функции с помощью мультиплексора.</p>	6
	<b>Тематика практических занятий</b>	<b>6</b>
	1. Исследование работы дешифратора	2
	2.Исследование работы мультиплексора	2
	3.Исследование работы счетчика	2

<b>Раздел 2. Основы проектирования электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа</b>		<b>156</b>
<b>Тема 2.1.</b> Основы процесса конструирования	<b>Содержание</b>	<b>6</b>
	1. Конструирование как часть проектирования. Основные термины и определения. Технические требования, технические задания 2. Стадии процесса разработки проектно-конструкторской документации: содержание их основных этапов. Номенклатура конструкторских документов, разрабатываемых на различных этапах конструирования	6
<b>Тема 2.2.</b> Классификационные группы стандартов в ЕСКД	<b>Содержание</b>	<b>2</b>
	1. Классификационные группы стандартов в ЕСКД. Содержание стандартов в группе. Порядок обозначения стандартов ЕСКД по квалификационному признаку. 2. Конструкционные системы электронных систем. Параметры конструкционных систем и уровни их разукрупнения.	2
<b>Тема 2.3.</b> Правила оформления графических и текстовых конструкторских документов	<b>Содержание</b>	<b>6</b>
	1. Графические и текстовые конструкторские документы. Перечень документов. Правила оформления структурных и электрических принципиальных схем (Э1иЭ3). Требования к оформлению Перечня элементов (ПЭ3). Правила оформления чертежей деталей: односторонней и двухсторонней печатных плат (ОПП и ДПП). 2. Правила оформления конструкторской документации на микросборки.	6
<b>Тема 2.4.</b> Автоматизированные методы разработки конструкторской документации	<b>Содержание</b>	<b>32</b>
	1. Конструкторская документация. Комплектность конструкторских документов. Текстовые документы. Обозначения документов. Основная надпись. Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц. Чертежи изделий с электромонтажом. Правила оформления чертежей на печатную плату. Правила оформления сборочных чертежей на печатную плату.	6
	2. Графический редактор AUTOCAD Назначение программы AUTOCAD. Общие сведения о программе. Запуск программы. Главное меню. Экранное меню. Файловые операции. Редактирование элементов чертежа. Стирание объектов. Частичное удаление объектов. Перемещение объектов.	6
	3. Правила заполнения основной надписи чертежа. Схемы электрические принципиальные. Редактирование электрических принципиальных схем в программе AUTOCAD.	4
	<b>Тематика практических занятий</b>	<b>14</b>
	1. Команды оформления чертежа	4
	2. Создание цифровых и аналоговых микросхем	4
	3. Создание чертежа принципиальной схемы	4
4. Разработка чертежа печатной платы	2	

<b>Тема 2.5.</b> Проектирование электронных устройств с учетом воздействия внешних факторов	<b>Содержание</b>	<b>28</b>
	<b>1.Проектирование ЭПиУ с учетом воздействия окружающей среды</b> Актуальность разработок электронных устройств с печатным монтажом. Задачи, стоящие перед разработчиком. Этапы разработки конструкций узлов на печатной плате. Анализ электрических принципиальных схем. Информация, необходимая на стадии проектирования. Окружающая среда и её воздействующие факторы. Климат, климатические зоны. Условия эксплуатации ЭПиУ. Основные группы воздействующих факторов: климатические факторы, биологические факторы, термические факторы. Воздействие влаги, песка, пыли, солнечной радиации на работу ЭПиУ. Воздействие биологических факторов. Воздействие температуры на работу ЭПиУ. Защита ЭПиУ от влаги, пыли, солнечной радиации. Теплообмен. Основные понятия. Тепловой режим ЭПиУ.	20
	<b>2.Механические воздействия и способы защиты ЭПиУ от механических воздействий</b> Общая характеристика механических воздействий. Влияние механических воздействий на работу электронных приборов и устройств. Конструкции ЭПиУ и их расчётные модели. Определение динамических характеристик элементов электронной аппаратуры. Расчет элементов ЭПиУ на собственную частоту вибрации. Расчет частоты свободных колебаний	
	<b>Тематика практических занятий</b>	<b>8</b>
	1.Выбор элементной базы элементов электрической принципиальной схемы	4
	2.Определение установочных характеристик радиоэлементов	4
<b>Тема 2.6.</b> Автоматизированные методы проектирования электронных устройств на основе печатных плат	<b>Содержание</b>	<b>40</b>
	<b>1.Знакомство с программой.</b> Открытие проектов, управление изображением, запуск разных приложений, закрытие программы.	18
	<b>2.Работа с программой Symbol Editor.</b> Настройка рабочего поля. Создание шаблона. Рисование линий, дуг и окружностей. Нанесение выводов элементов и текстов. Нумерация и перенумерация выводов. Приемы корректировки изображения: выбор объектов, перемещение, копирование, удаление, изменение графики. Изменение графики дуг и окружностей.	
	<b>3.Работа с программой Pattern Editor.</b> Настройка рабочего поля. Создание шаблона. Структура печатной платы (ПП и МПП). Отверстия и контактные площадки: система обозначений, металлизированные отверстия, монтажные отверстия, плоские КП, отверстия для МПП. Разработка посадочных мест компонентов. Имена посадочных мест, подготовка библиотеки, запись и перезапись элемента в библиотеку. Создание ТКМ(технологического коммутационного места) простейших компонентов. Запись соответствия выводов. Установка соответствия выводов. Микросхемы с разнородными логическими частями. Элементы коммутации: контакты для подключения и контрольные, гнезда и соединители.	
	<b>4. Работа с программой конструирования печатных плат (РСВ).</b> Настройка рабочего поля. Создание шаблона. Определение стека слоев. Ручное конструирование печатных плат. Установка и использование библиотек. Разработка новых посадочных мест. Компоновка	

	компонентов на поле платы. Ручная трассировка. Замена посадочных мест и ТКМ. Контур платы. Окна и отверстия в плате. Области запрета. Трассировка проводников. Установка и корректировка параметров цепей и платы. Работа с проектом. Приёмы корректировки. Контроль платы и исправление ошибок. Экраны, массивы и экранные слои.	
	<b>Тематика практических занятий</b>	<b>22</b>
	<b>Symbol Editor.</b>	<b>8</b>
	1.Настройка параметров конфигурации и среды проектирования.	2
	2.Изучение команд графического редактора	2
	3.Создание условного графического обозначения логического элемента «И-НЕ»	2
	4.Создание условного графического обозначения микросхем с помощью Symbol Wizard	2
	<b>Pattern Editor</b>	<b>8</b>
	1.Изучение команд графического редактора Pattern Editor. Задание среды проектирования.	2
	2.Создание посадочного места для микросхемы 133ЛА6 с планарными выводами	2
	3.Создание посадочного места для микросхемы К511ПУ2 со штыревыми выводами	2
	5.Создание посадочных мест микросхем с планарными и штыревыми выводами в Pattern Wizard	2
	<b>Редактор печатных плат (РСВ).</b>	<b>6</b>
	1.Упаковка схемы на печатную плату. Разработка компоновочного эскиза	2
	2.Изучение правил трассировки печатных плат. Создание стратегии трассировки	2
	3.Трассировка печатных проводников в ручном режиме	2
<b>Тема 2.7</b> Методы изготовления печатных плат	<b>Содержание</b>	<b>20</b>
	<b>1.Классификация методов изготовления печатных плат</b> Введение. Актуальность применения печатных плат в производстве электронных устройств Субтрактивные и аддитивные методы изготовления печатных плат. Особенности субтрактивной и аддитивной технологий. Материалы для изготовления печатных ОПП, ДПП, МПП, ГПП. Требования к материалам печатных плат. Современные материалы для изготовления печатных плат.	20
	<b>2.Односторонние печатные платы.</b> Преимущества ОПП. Способы получения ОПП. Классификация ОПП. Химические методы изготовления ОПП. Технологические процессы изготовления ОПП.	
	<b>3.Двусторонние печатные платы.</b> Классификация ДПП, в зависимости от материала основания. Комбинированные методы получения ДПП. Технологические процессы изготовления ДПП комбинированным методом. Тентинг-метод. Особенности данной технологии. Получение ДПП методом фрезерования.	
<b>Тема 2.8.</b> Технология производства полупровод-	<b>Содержание</b>	<b>22</b>
	<b>1.Введение в технологию полупроводниковых микросхем,</b> получение биполярных струк-	



никовых микросхем	тур. Элементы полупроводниковых ИМС на биполярных транзисторах. Планарно-эпитаксиальный транзистор. Последовательность технологического процесса изготовления транзистора. Эпитаксиальные резисторы и интегральные конденсаторы. МДП конденсаторы.	14
	<b>2.Изоляция элементов в полупроводниковых ИМС.</b> Изоляция обратнo-смещенным р-п переходом. Схема технологического процесса получения планарно-эпитаксиального транзистора. Изоляция диэлектриком. Изоляция поликристаллическим кремнием. Изоляция воздушным зазором.	
	<b>3.Маршрут изготовления пластин кремния.</b> Шлифование и полировка пластин. Особенности и виды шлифования. Абразивные материалы для шлифования. Способы крепления пластин при шлифовании. Оборудование для шлифовки пластин. Полировка пластин. Механическая и химическая полировка пластин. Полуавтомат полировки пластин.	
	<b>Тематика практических занятий</b>	<b>8</b>
	1.Изучение технологии получения биполярных структур	2
	2.Изучение способов изоляции в полупроводниковых микросхемах	2
3.Этапы изготовления пластин кремния	2	
4.Изучение технологического процесса полировки и шлифовки пластин	2	
<b>Аттестация в форме демонстрационного экзамена</b>		<b>4</b>
<b>Всего:</b>		<b>256</b>

## 4. Условия реализации программы профессиональной подготовки

### 4.1 Требования к минимальному материально-техническому обеспечению

Программа реализуется с использованием ресурсов мастерской № 4 по компетенции «Электроника», оснащенной из средств гранта в рамках реализации мероприятия «Государственная поддержка профессиональных образовательных организаций в целях обеспечения соответствия их материально-технической базы современным требованиям» федерального проекта «Молодые профессионалы» (Повышение конкурентоспособности профессионального образования)» национального проекта «Образование» государственной программы Российской Федерации «Развитие образования».

Оснащение учебной мастерской № 4 по компетенции «Электроника»:

Комплект антистатического рабочего места в составе:

Стол антистатический

Лупа со светодиодной подсветкой настольная

Стул полиуретановый на колесах

Комплект антистатического оборудования (коврик антистатический, универсальный узел заземления, колодка для заземления закрытая, браслет заземления металлический сменный, корзина для мусора)

Халат

Очки защитные

Отмывочная ультразвуковая ванна

Стереоувеличитель (место визуального контроля)

Комплект измерительного оборудования в составе:

Источник питания

Генератор сигналов произвольной формы и стандартных функций

Осциллограф

Мультиметр

Измерительная станция разработчика

Логический анализатор

Программируемый источник питания

Программируемый функциональный генератор

Мультиметр программируемый

Осциллограф программируемый

Программируемый анализатор цифровых сигналов

Программируемые каналы цифрового ввода/вывода

Цифровой USB микроскоп с подсветкой 8Мп, увеличение 10-300X

Мультиметр цифровой 5 в 1

Комплект паяльного оборудования:

Дымоуловитель

Трёхканальная паяльно-ремонтная станция

Термовоздушная паяльная станция

Антистатический держатель для плат

Силиконовый коврик

## Оловоотсос

Комплект антистатического рабочего инструмента (набор SMD пинцетов, бокорезы, круглогубцы, плоскогубцы захватные, тонкогубцы, нож-скальпель с перовым лезвием, набор отверток, набор алмазных надфилей, набор вспомогательный для пайки, штангенциркуль электронный, лупа часовая, стойка для сверления, цифровой микроскоп, многофункциональный инструмент)

Наборы для обучения и тренировок

Модуль 1 - наборы для сборки

Модуль 2 - наборы для программирования

Модуль 3 - для поиска неисправностей

Модуль 4 - полунаторное моделирование

Образовательная измерительная платформа с ПЛИС и наборным полем

Рабочие места обучающихся и преподавателя (стол, кресло, стул)

Компьютер (системный блок, 2 монитора, кронштейн для мониторов, мышь, клавиатура)

Стеллаж ESD

Шкаф хранения комплектующих и компонентов ESD

Шкаф разборный ESD

Шкаф для одежды ESD

Интерактивный дисплей

Аудиосистема

Ноутбук

Многофункциональное устройство цветной лазерный А3

Доска магнитно-маркерная

Программное обеспечение:

Набор программ интерактивных измерительных приборов (Виртуальные приборы «Аналоговый/цифровой вольтметр», «Аналоговый/цифровой амперметр», «Аналоговый/цифровой омметр», «Генератор аналоговых сигналов», «Генератор сигналов произвольной формы», «Анализатор/генератор цифровых сигналов», «Осциллограф», «Динамический анализатор сигналов», «Программируемый источник питания»)

Microsoft Office

Adobe Reader

NI Multisim

Windows 10 pro

Altium Designer

При реализации программы могут применяться электронное обучение и дистанционные образовательные технологии. При обучении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья электронное обучение и дистанционные образовательные технологии программой предусматривается возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.

Для реализации программы библиотечный фонд образовательной организации должен иметь печатные и/или электронные образовательные и информационные ресурсы, рекомендуемые для использования в образовательном процессе.

Основные источники:

1. Электронный учебно-методический комплекс. Электротехника / Ярочкина Г.В., издательство «Академия-Медиа», электронный ресурс, 2021.

2. Петров В.П. Выполнение монтажа и сборки средней сложности и сложных узлов, блоков, приборов радиоэлектронной аппаратуры, аппаратуры проводной связи, элементов узлов импульсной и вычислительной техники. 2019

Электронные издания:

1. Курносов А.И., Юдин В.В. Технология производства полупроводниковых приборов и интегральных микросхем.- Режим доступа: <http://www.ximicat.com/ebook.php?file=kurnosov.djvu&page=1>

2. Компоненты и технология. Режим доступа: <http://www.kite.ru/articles/circuitbrd.php>

3. PS electro. Режим доступа: [http://www.pselectro.ru/nestandartnye\\_pечатnye\\_platy](http://www.pselectro.ru/nestandartnye_pечатnye_platy)

4. Комплектность конструкторских документов на печатные платы при автоматизированном проектировании. [Электронный ресурс].-Режим доступа. [http://www.propro.ru/graphbook/eskd/eskd/GOST/2\\_123.htm#004](http://www.propro.ru/graphbook/eskd/eskd/GOST/2_123.htm#004)

5. Платан. Каталог электронных компонентов. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.platan.ru/company/catalogue.html>

## 5. Контроль и оценка результатов освоения профессионального модуля

Образовательное учреждение, реализующее подготовку по программе профессиональной переподготовки, обеспечивает организацию и проведение текущего и итогового контроля демонстрируемых обучающимися знаний, умений и практического опыта. Итоговый контроль результатов освоения программы осуществляется аттестационной комиссией с участием представителей организации заказчика, специалистов в осваиваемом виде профессиональной деятельности, в совершенстве владеющих осваиваемыми слушателями компетенциями.

Основные виды деятельности	Код и формулировка компетенции	Показатели освоения компетенций
Проектирование и изготовление электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа	<p><b>ПК 3.1.</b> Разрабатывать структурные, функциональные и принципиальные схемы простейших электронных приборов и устройств.</p>	<p><b>Практический опыт:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить анализ структурных, функциональных и принципиальных схем простейших электронных устройств путем сопоставления различных вариантов;</li> <li>- разрабатывать электрические принципиальные схемы на основе современной элементной базы с учетом технических требований к разрабатываемому устройству;</li> <li>- моделировать электрические схемы с использованием пакетов прикладных программ</li> </ul> <p><b>Умения:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществлять сбор и анализ исходных данных для выбора структурных, функциональных и принципиальных схем;</li> <li>- подбирать элементную базу при разработке принципиальных схем электронных устройств с учетом требований технического задания;</li> <li>- описывать работу проектируемых устройств на основе анализа электрических, функциональных и структурных схем;</li> <li>- выполнять чертежи структурных и электрических принципиальных схем;</li> <li>- применять пакеты прикладных программ для моделирования электрических схем;</li> </ul> <p><b>Знания:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- последовательность взаимодействия частей схем;</li> <li>- основные принципы работы цифровых и аналоговых схем;</li> <li>- функциональное назначение элементов схем;</li> <li>- современная элементная база схемотехнического моделирования электронных приборов и устройств;</li> <li>- программы схемотехнического моделирования электронных приборов и устройств.</li> </ul>
	<p><b>ПК 3.2.</b> Разрабатывать проектно-конструктор-</p>	<p><b>Практический опыт:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разрабатывать и оформлять проектно-конструкторскую документацию на электронные устройства, выполненные на основе печатных плат и микросборок в соответствии с 19</li> </ul>

	<p>скую документацию печатных узлов электронных приборов и устройств и микросборок средней сложности</p>	<p>ЕСКД.;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить анализ технического задания при проектировании электронных устройства;</li> <li>- разрабатывать конструкцию электронных устройства с учетом воздействия внешних факторов;</li> <li>- применять автоматизированные методы проектирования печатных плат;</li> <li>- разрабатывать структурные, функциональные электрические принципиальные схемы на основе анализа современной элементной базы с учетом с учетом технических требований к разрабатываемому устройству;</li> <li>- разрабатывать проектно-конструкторскую документацию печатных узлов электронных приборов и устройств и микросборок средней сложности;</li> </ul> <p><b>Умения:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- оформлять конструкторскую документацию на односторонние и двусторонние печатные платы;</li> <li>- применять автоматизированные методы разработки конструкторской документации;</li> <li>- осуществлять сбор и анализ исходных данных для выбора структурных, функциональных и принципиальных схем проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем;</li> <li>- подбирать элементную базу при разработке принципиальных схем электронных устройств с учетом требований технического задания;</li> <li>- выполнять несложные расчеты основных технических показателей простейших проектируемых электронных приборов и устройств;</li> <li>- проводить анализ работы разрабатываемой схемы электрической принципиальной электронных приборов и устройств в программе схемотехнического моделирования;</li> <li>- проводить анализ технического задания на проектирование электронного устройства на основе печатного монтажа;</li> <li>- читать принципиальные схемы электронных устройств;</li> <li>- проводить конструктивный анализ элементной базы;</li> <li>- выбирать класс точности и шаг координатной сетки на основе анализа технического задания;</li> <li>- выбирать и рассчитывать элементы печатного рисунка;</li> <li>- компоновать и размещать электрорадиоэлементы на печатную плату;</li> <li>- выполнять расчет конструктивных показателей электронного устройства;</li> <li>- выполнять расчет компоновочных характеристик электронного устройства;</li> <li>- выполнять расчет габаритных размеров печатной платы электронного устройства;</li> <li>- выбирать типоразмеры печатных плат.</li> <li>- выбирать способы крепления и защиты проектируемого электронного устройства от влияния внешних воздействий;</li> <li>- выполнять трассировку проводников печатной платы разрабатывать чертежи печатных плат в пакете прикладных</li> </ul>
--	--	--

		<p>программ САПР</p> <p><b>Знания:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные положения Государственной системы стандартизации (ГСС);</li> <li>- основные положения единой системы конструкторской документации (ЕСКД);</li> <li>- действующие нормативные требования и государственные стандарты;</li> <li>- комплектность конструкторских документов на узлы и блоки, выполненные на печатных платах;</li> <li>- автоматизированные методы разработки конструкторской документации;</li> <li>- основы схемотехники;</li> <li>- современная элементная база электронных устройств;</li> <li>- основы принципов проектирования печатного монтажа;</li> <li>- последовательности процедур проектирования, применяемых при разработке печатных плат электронных устройств;</li> <li>- этапы проектирования электронных устройств;</li> <li>- стадии разработки конструкторской документации;</li> <li>- сравнительные характеристики различных конструкций печатных плат;</li> <li>- факторы, влияющие на качество проектирования печатных плат;</li> <li>- признаки квалификации печатных плат;</li> <li>- основные свойства материалов печатных плат;</li> <li>- основные прикладные программы автоматизированного проектирования и их назначения;</li> <li>- типовой технологический процесс и его составляющие;</li> <li>- основы проектирования технологического процесса;</li> <li>- особенности производства электронных приборов и устройств;</li> <li>- способы описания технологического процесса;</li> <li>- технологические процессы производства печатных плат, интегральных микросхем и микросборок;</li> <li>- методы автоматизированного проектирования ЭПиУ;</li> </ul>
	<p><b>ПК 3.3</b> Выполнять оценку качества разработки (проектирования) электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа</p>	<p><b>Практический опыт:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнять оценку качества разработки (проектирования) электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа</li> </ul> <p><b>Умения:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить анализ конструктивных показателей технологичности</li> </ul> <p><b>Знания:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы оценки качества проектирования электронных приборов и устройств</li> </ul>

## **6. Форма документа, выдаваемого по результатам освоения программы**

После обучения сотрудники проходят аттестацию в комиссии учебного центра. По её результатам выдается:

- удостоверение на каждого слушателя, прошедшего аттестацию;
- протокол аттестационной комиссии с перечнем работников, прошедших аттестацию.

Удостоверение выдается сроком на 5 лет при условии ежегодной проверки знаний в комиссии учебного центра.