

**Приложение ППСЗ по специальности 11.02.16 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт электронных приборов и устройств 2023-2024 уч.г.: Рабочая программа профессионального модуля ПМ.03 Проектирование электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа**

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ  
ОБЛАСТНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«АЛЕКСЕЕВСКИЙ КОЛЛЕДЖ»**

**Рабочая программа профессионального модуля**

**ПМ.03 Проектирование**

**электронных приборов и устройств**

**на основе печатного монтажа**

**для специальности**

**11.02.16 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт  
электронных приборов и устройств**

**г. Алексеевка  
2023**

Рабочая программа разработана на основе Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 11.02.16 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт электронных приборов и устройств, утвержденного приказом Министерства просвещения Российской Федерации № 691 от 04 октября 2021 года, с учетом профессионального стандарта «Сборщик электронных устройств», утвержденного приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 14 июля 2020 года № 421н и профессионального стандарта «Регулировщик радиоэлектронной аппаратуры и приборов», утвержденного приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 2 июля 2019 г. N 464н.

Разработчик:

И.Д. Гадяцкая, преподаватель ОГАПОУ «Алексеевский колледж»

## СОДЕРЖАНИЕ

	стр
1. ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ	4
2. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ	6
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ	8
4. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ	26
5. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ (ВИДА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ)	29

# 1. ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

## ПМ. 03 Проектирование электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа

### 1.1. Область применения рабочей программы

Рабочая программа профессионального модуля является частью основной профессиональной образовательной программы среднего профессионального образования - программы подготовки специалистов среднего звена в соответствии с ФГОС СПО специальности 11.02.16 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт электронных приборов и устройств в части освоения вида деятельности (ВД): Проектирование электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа и соответствующих профессиональных компетенций (ПК):

- 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.

### 1.2. Цели и задачи ПМ – требования к результатам освоения профессионального модуля

С целью овладения указанным видом профессиональной деятельности и соответствующими профессиональными компетенциями обучающийся в ходе освоения программы профессионального модуля должен:

**иметь практический опыт:**

- разработки структурных, функциональных электрических принципиальных схем на основе анализа современной элементной базы с учетом с учетом технических требований к разрабатываемому устройству;
- разработки проектно-конструкторской документации печатных узлов электронных приборов и устройств и микросборок средней сложности.

**уметь:**

- определять порядок и этапы конструкторской документации;
- конструировать сборочные единицы электронных приборов и устройств;
- применять программное обеспечение для проведения технического обслуживания и эксплуатации различных видов электронных приборов и устройств;

- разрабатывать проектно-конструкторскую и технологическую документацию электронных приборов и устройств;
- составлять электрические схемы и расчеты параметров электронных приборов и устройств;
- проектировать электронные приборы и устройства с использованием прикладных программ сквозного автоматизированного проектирования.

**знать:**

- требования ЕСКД и ЕСТД;
- этапы разработки и жизненного цикла электронных приборов и устройств;
- порядок и этапы разработки конструкторской документации;
- типовые пакеты прикладных программ, применяемые при конструировании электронных приборов и устройств;
- типовой технологический процесс и его составляющие; основы проектирования технологического процесса;
- технологические процессы производства печатных плат, интегральных микросхем и микросборок.

### **1.3. Планируемые личностные результаты освоения рабочей программы**

ЛР 4. Проявляющий и демонстрирующий уважение к людям труда, осознающий ценность собственного труда. Стремящийся к формированию в сетевой среде личностно и профессионального конструктивного «цифрового следа»

ЛР 7. Осознающий приоритетную ценность личности человека; уважающий собственную и чужую уникальность в различных ситуациях, во всех формах и видах деятельности.

ЛР 10. Заботящийся о защите окружающей среды, собственной и чужой безопасности, в том числе цифровой.

ЛР 11. Проявляющий уважение к эстетическим ценностям, обладающий основами эстетической культуры.

### **1.4. Количество часов на освоение рабочей программы профессионального модуля:**

Всего – 616 часов, в том числе:

максимальная учебная нагрузка обучающегося – 616 часов, из них в форме практической подготовки – 558 часов, включая:

обязательной аудиторной учебной нагрузки обучающегося – 378 часов, в том числе практические занятия – 196 часов;

курсовое проектирование – 30 часов;

самостоятельной работы обучающегося – 30 часов; консультаций – 16 часов;

учебной практики – 72 часа; производственной практики – 108 часов.

## **2. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ**

Результатом освоения профессионального модуля является овладение обучающимися видом деятельности – Проектирование электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа, в том числе общие компетенции (ОК) и профессиональными компетенциями (ПК):

<b>Код</b>	<b>Наименование результата обучения</b>
ОК 01	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.
ОК 02	Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности
ОК 03	Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях
ОК 04	Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде
ОК 05	Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста
ОК 06	Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей, в том числе с учетом гармонизации межнациональных и межрелигиозных отношений, применять стандарты антикоррупционного поведения
ОК 07	Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях
ОК 09	Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках

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

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

#### 3.1. Тематический план профессионального модуля

Коды профессиональных компетенций, коды личностных результатов	Наименование разделов профессионального модуля	Объем профессионального модуля, ак. час									
		Работа обучающихся во взаимодействии с преподавателем									Самостоятельная работа обучающегося
		Всего часов (макс. учебная нагрузка и практики)	В т.ч. в форме практи. подготовки	Обучение по МДК				Практика		Консультации	
				Всего, часов	в т.ч. лабораторные работы и практические занятия, часов	в т.ч. лабораторные работы и практические занятия в форме практической подготовки, часов	в т.ч., курсовая работа (проект), часов	Учебная, часов	Производственная часов		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ЛР 4,7,10-11	<b>МДК 03.01</b> Схемотехническое проектирование электронных приборов и устройств	144	108	108	56	56	*	*	*	12	18
ЛР 4,7,10-11	<b>МДК03.02</b> Основы проектирования электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа	286	270	270	140	140	30	*	*	4	12
ЛР 4,7,10-11	УП. 03 Учебная практика	72	72					72			

ЛР 4,7,10-11	ПП. 03 Производственная практика (по профилю специальности)	108	<b>108</b>						<b>108</b>		
	<b>Всего:</b>	<b>616</b>	<b>558</b>	<b>378</b>	<b>196</b>	<b>196</b>	<b>30</b>	<b>72</b>	<b>108</b>	<b>16</b>	<b>30</b>

### **3.2. Содержание обучения по профессиональному модулю ПМ.03 Проектирование электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа**

Наименование разделов профессионального модуля (ПМ), междисциплинарных курсов (МДК) и тем	Содержание учебного материала, лабораторные работы и Практические занятия, в том числе в форме практической подготовки, самостоятельная работа обучающихся, курсовая работа (проект)	Наименование разделов профессионального модуля (ПМ), междисциплинарных курсов (МДК) и тем
1	2	3
<b>МДК.03.01 Схемотехническое проектирование электронных приборов и устройств</b>		
<b>Тема 1.1.</b> Диоды и диодные схемы	Содержание, в том числе в форме практической подготовки	<b>20/20</b>
	Виды и типы электрических схем. Назначение структурных, функциональных и принципиальных схем. Диоды и стабилитроны. Назначение диодов и стабилитронов. Параллельные диодные ограничители. Ограничители импульсов на стабилитроне. Принцип работы схем ограничителей на стабилитронах. Формирователи импульсов. Общие сведения. Дифференцирующие и интегрирующие цепи.	<b>10/10</b>
	Лабораторные занятия	*
	Практические занятия, в том числе в форме практической подготовки	<b>10/10</b>
	Исследование диодных ограничителей последовательного типа Исследование диодных ограничителей параллельного типа Исследование ограничителей на стабилитронах Исследование переходных процессов в RC -цепях	

	Исследование влияния переходных процессов на форму прямоугольных импульсов	
	Контрольные работы	*
<b>Тема 1.2.</b> Транзисторы и транзисторные схемы	Содержание, в том числе в форме практической подготовки	<b>16/16</b>
	Транзисторы. Назначение и принцип работы биполярного транзистора. Ключи на биполярных транзисторах. Ключевой каскад. Эмиттерный повторитель. Схема эмиттерного повторителя на транзисторе.	<b>8/8</b>
	Лабораторные занятия	*
	Практические занятия, в том числе в форме практической подготовки	<b>8/8</b>
	Исследование свойств биполярного транзистора. Исследование работы транзистора в ключевом режиме Исследование работы усилительного каскада Исследование эмиттерного повторителя на транзисторе	
	Контрольные работы	*
<b>Тема 1.3.</b> Генераторы прямоугольных и пилообразных импульсов	Содержание, в том числе в форме практической подготовки	<b>20/20</b>
	Генераторы прямоугольных импульсов. Транзисторные мультивибраторы. Генераторы пилообразных импульсов. Общие сведения. Генераторы линейно изменяющегося напряжения (ГЛИН). Триггеры. Симметричный триггер с внешним смещением. Схема симметричного триггера. Принцип работы схемы. Несимметричный триггер (триггер Шмитта). Моделирование схемы триггера Шмитта .	<b>10/10</b>
	Лабораторные занятия	*
	Практические занятия, в том числе в форме практической подготовки	<b>10/10</b>
	Исследование симметричного мультивибратора, работающего в автоколебательном режиме Исследование работы мультивибратора в ждущем режиме Исследование работы симметричного триггера Исследование несимметричного триггера Исследование генератора линейно изменяющегося напряжения	

	Контрольные работы	*
<b>Тема 1.4.</b> Электронные устройства на операционных усилителях	Содержание, в том числе в форме практической подготовки	<b>20/20</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 дифференциаторов 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	<b>10/10</b>
	Лабораторные занятия	*
	Практические занятия, в том числе в форме практической подготовки	<b>10/10</b>
	Диодные ограничители на ОУ Формирователи импульсов на ОУ ГЛИН на операционном усилителе Мультивибратор в автоколебательном режиме на ОУ Компаратор на ОУ	
	Контрольные работы	*
<b>Тема 1.5.</b> Цифровые устройства электронной техники	Содержание, в том числе в форме практической подготовки	<b>18/18</b>
	Цифровые устройства. Особенности цифровых устройств. Принцип работы цифровых устройств. Формирователи импульсов на логических элементах. Мультивибратор на логических элементах.	<b>8/8</b>

	Триггеры на логических элементах. Асинхронный RS-триггер. Таблица истинности. Синхронный RS-триггер. Одноступенчатый синхронный RS-триггер. Триггер со счетным запуском. (Т-триггер). Триггер с задержкой (D-триггер). JK-триггер	
	Лабораторные занятия	*
	Практические занятия, в том числе в форме практической подготовки	<b>10/10</b>
	Формирователи импульсов на логических элементах Исследование мультивибратора на логических элементах Синхронный RS-триггер	
	Контрольные работы	*
<b>Тема 1.6.</b>	Содержание, в том числе в форме практической подготовки	<b>14/14</b>
Устройства комбинационного типа	Устройства комбинационного типа. Типы устройств комбинационного типа. Дешифратор – основные понятия. Простейшая схема дешифратора. Исследование принципа работы дешифратора в основном режиме в программе Multisim Мультиплексор – основные понятия. Исследование мультиплексора в программе Multisim Счетчик - основные понятия. Краткие сведения из теории. Параметры счетчиков. Моделирование счетчиков в программе Multisim	<b>6/6</b>
	Лабораторные занятия	*
	Практические занятия, в том числе в форме практической подготовки	<b>8/8</b>
	Исследование работы дешифратора Исследование работы мультиплексора Исследование работы счетчика	
	Контрольные работы	*
<b>Экзамен</b>		<b>6</b>
<b>МДК 03.02 Основы проектирования электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа</b>		
<b>Тема 1.1.</b>	Содержание учебного материала, в том числе в форме практической подготовки	<b>4/4</b>
Основы процесса конструирования	Конструирование как часть проектирования. Основные термины и определения. Технические требования, технические задания. Стадии процесса разработки проектно-конструкторской документации: содержание их	<b>4/4</b>

	основных этапов. Номенклатура конструкторских документов, разрабатываемых на различных этапах конструирования	
	Лабораторные занятия	*
	Практические занятия, в том числе в форме практической подготовки	0/0
	Контрольные работы	*
<b>Тема 1.2.</b>	Содержание, в том числе в форме практической подготовки	2/2
Классификационные группы стандартов в ЕСКД	Классификационные группы стандартов в ЕСКД	2/2
	Порядок обозначения стандартов ЕСКД по квалификационному признаку.	
	Конструкционные системы электронных систем.	
	Лабораторные занятия	*
	Практические занятия, в том числе в форме практической подготовки	0/0
	Контрольные работы	*
<b>Тема 1.3.</b>	Содержание, в том числе в форме практической подготовки	4/4
Правила оформления графических и текстовых конструкторских документов	Правила оформления структурных и электрических принципиальных схем (Э1иЭ3). Требования к оформлению Перечня элементов (ПЭЗ). Правила оформления чертежей деталей: односторонней и двухсторонней печатных плат (ОПП и ДПП). Требования к оформлению спецификации к сборочному чертежу. Разработка технических требований к чертежам печатных плат.	4/4
	Лабораторные занятия	*
	Практические занятия, в том числе в форме практической подготовки	0/0
	Контрольные работы	*
<b>Тема 1.4.</b>	Содержание, в том числе в форме практической подготовки	34/34
Автоматизированные методы разработки конструкторской документации	Комплектность конструкторских документов. 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. Назначение программы AUTOCAD. Общие сведения о программе. Правила заполнения основной надписи чертежа. Схемы электрические	14/14

	<p>принципиальные. Редактирование электрических принципиальных схем в программе AUTOCAD.</p> <p>Чертежи печатных плат. Изображение топологии в слое TOP. Изображение топологии в слое BOTTOM. Рисование размерных выносок. Редактирование размерного текста.</p> <p>Подготовка чертежа для печати.</p>	
	Лабораторные занятия	*
	Практические занятия, в том числе в форме практической подготовки	<b>20/20</b>
	<p>Команды оформления чертежа</p> <p>Создание пассивных элементов схемы</p> <p>Создание активных элементов схемы</p> <p>Создание цифровых и аналоговых микросхем</p> <p>Создание чертежа принципиальной схемы</p> <p>Проектирование топологии платы в слое TOP</p> <p>Проектирование топологии платы в слое BOT</p> <p>Разработка чертежа печатной платы</p> <p>Разработка сборочного чертежа печатной платы</p> <p>Импортирование топологии печатной платы из других программ</p>	
	Контрольные работы	*
<b>Тема 1.5.</b>	Содержание, в том числе в форме практической подготовки	<b>28/28</b>
Проектирование электронных устройств с учетом воздействия внешних факторов	<p>Проектирование ЭПиУ с учетом воздействия окружающей среды Актуальность разработок электронных устройств с печатным монтажом.</p> <p>Окружающая среда и её воздействующие факторы. Климат, климатические зоны.</p> <p>Условия эксплуатации ЭПиУ. Основные группы воздействующих факторов: климатические факторы, биологические факторы, термические факторы.</p> <p>Механические воздействия и способы защиты ЭПиУ от механических воздействий</p> <p>Общая характеристика механических воздействий. Влияние механических воздействий на работу электронных приборов и устройств.</p> <p>Конструкции ЭПиУ и их расчётные модели. Определение динамических характеристик</p>	<b>12/12</b>

	<p>элементов электронной аппаратуры. Расчет элементов ЭПиУ на собственную частоту вибрации. Расчет частоты свободных колебаний функциональных узлов.</p> <p>Конструктивные способы защиты ЭПиУ от воздействия вибраций.</p> <p>Общие вопросы компоновки. Требования, предъявляемые к компоновочным работам.</p> <p>Этапы разработки конструкции узлов, собранных на печатной плате. Информация, необходимая на этапе компоновки.</p> <p>Виды компоновочных работ: аналитическая компоновка, графоаналитическая компоновка, машинная компоновка.</p> <p>Последовательность разработки конструкции ЭПиУ на основе печатного монтажа.</p>	
	Лабораторные занятия	*
	Практические занятия, в том числе в форме практической подготовки	<b>16/16</b>
	<p>Выбор элементной базы элементов электрической принципиальной схемы</p> <p>Определение установочных характеристик радиоэлементов</p> <p>Расчет габаритных размеров печатной платы электронного устройства</p> <p>Расчет конструктивных показателей электронного устройства</p> <p>Определение собственной частоты вибрации печатной платы</p> <p>Расчет динамических характеристик радиоэлементов при различных способах установки на плату</p>	
	Контрольные работы	*
<b>Тема 1.6.</b>	Содержание, в том числе в форме практической подготовки	<b>78/78</b>
Автоматизированные методы проектирования электронных устройств на основе печатных плат	<p>Работа с программой Symbol Editor. Разработка УГО конденсатора, резистора, диода, транзистора, катушки. Разработка УГО элементов коммутации: контакты, соединители (наборные и неделимые). Разработка УГО микросхем.</p> <p>Работа с программой Pattern Editor. Разработка больших библиотек. Имена компонентов, типы, номиналы. Особые ТКМ: с крепежными отверстиями и с «круглыми» посадочными местами. Разработка ТКМ микросхем. Символы и посадочные места (разработка с использованием мастера подсказки). Установка соответствия выводов. Микросхемы с разнородными логическими частями. Элементы коммутации: контакты</p>	<b>24/24</b>

	<p>для подключения и контрольные, гнезда и соединители.  Интерфейс упаковщика элементов Library Executive. Назначение программы Library Executive. Порядок создания упаковочной информации для однородных и неоднородных компонентов. Особенности упаковочной информации для микросхем.  Работа с программой Schematic. Разработка сложных схем (с микросхемами). Разрывы цепей. Введение конструктивных параметров: общие параметры, классы цепей и их параметры, параметры отдельных цепей. Проверка схемы и подготовка для передачи на конструирование печатной платы. Разработка форматки и запись её в программу.  Оформление схемы в соответствии с ЕСКД.  Работа с программой конструирования печатных плат (РСВ). 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. Автоматическая трассировка при помощи приложения ShapeRoute.  Настройка и возможные варианты применения. Автотрассировка в пакетном режиме.  Трансляция проектов в другие версии или программы, используя форматы представления данных PDIF и DXF.9.</p>	
	Лабораторные занятия	*
	Практические занятия, в том числе в форме практической подготовки	54/54
	<p><b>Symbol Editor</b>  1. Настройка параметров конфигурации и среды проектирования.  2. Изучение команд графического редактора  3. Создание условного графического обозначения логического элемента «И-НЕ»  4. Создание условного графического обозначения логического элемента «2И-НЕ»  5. Создание условного графического обозначения микросхем с помощью Symbol Wizard  6. Создание условного графического обозначения транзисторов, резисторов, диодов, катушек индуктивности  7. Создание условного графического обозначения элементов питания, разъемов входных</p>	12/12

	<p>и выходных цепей</p> <p>8.Создание библиотеки элементов принципиальной схемы</p> <p>9. Создание базы данных УГО элементов электронного устройства по индивидуальному заданию</p>	
	<p><b>Pattern Editor</b></p> <p>1.Изучение команд графического редактора Pattern Editor. Задание среды проектирования.</p> <p>2.Создание посадочного места для микросхемы 133ЛА6 с планарными выводами</p> <p>3.Создание посадочного места для микросхемы К511ПУ2 со штыревыми выводами</p> <p>4.Создание посадочного места для транзистора КТ3102Г и диода КД403</p> <p>5.Создание посадочного места конденсаторов, катушки индуктивности, разъемов питания, входных и выходных цепей</p> <p>6.Создание посадочных мест микросхем с планарными и штыревыми выводами в Pattern Wizard</p> <p>7.Создание посадочных мест кнопок, выключателей, реле, ВЧ разъемов</p> <p>8. Создание библиотеки посадочных мест радиокомпонентов по индивидуальному заданию</p>	<p><b>12/12</b></p>
	<p><b>LibraryExecutive</b></p> <p>1.Изучение правил работы с программой Library Executive</p> <p>2.Создание упаковочной информации элемента микросхемы 133ЛА6.</p> <p>3.Создание упаковочной информации элемента микросхемы К511ПУ2</p> <p>4.Создание упаковочной информации для транзистора КТ3102Г, диода КД403А</p> <p>5.Создание упаковочной информации конденсаторов, резисторов, катушек индуктивностей, разъемов питания</p> <p>6.Создание упаковочной информации однородных компонентов принципиальной схемы</p> <p>7.Создание упаковочной информации неоднородных компонентов принципиальной схемы</p>	<p><b>10/10</b></p>
	<p><b>Schematic</b></p> <p>1.Задание среды проектирования. Изучение команд графического редактора принципиальных схем</p> <p>2.Построение форматки чертежа</p> <p>3.Размещение объектов на поле чертежа</p> <p>4.Ввод электрических соединений и линий групповой связи</p> <p>5.Редактирование принципиальной схемы и позиционных обозначений .</p> <p>6.Создание файла перекрестных ссылок *.net. Создание *.dxf файла. Вывод схемы на печать.</p>	<p><b>10/10</b></p>

	7.Создание электрической принципиальной схемы по индивидуальному заданию	
	<b>Редактор печатных плат (РСВ)</b> 1.Упаковка схемы на печатную плату. Разработка компоновочного эскиза 2.Изучение правил трассировки печатных плат. Создание стратегии трассировки 3.Трассировка печатных проводников в ручном режиме 4.Трассировка печатных проводников в интерактивном режиме 5.Автоматическая трассировка печатных проводников. Редактирование топологии платы. 6.Создание * DXF файлов для выпуска конструкторской документации. 7. Разработка топологии печатной платы по индивидуальному заданию	<b>10/10</b>
	Контрольные работы	*
<b>Тема 1.7.</b>	Содержание, в том числе в форме практической подготовки	<b>4/4</b>
Оценка качества разработки (проектирования) электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа.	Основные конструктивные показатели технологичности электронных устройств. Методика проведения оценки качества электронных устройств по характеристикам	<b>2/2</b>
	Лабораторные занятия	*
	Практические занятия, в том числе в форме практической подготовки	<b>2/2</b>
	Выполнение расчета конструктивных показателей технологичности	
	Контрольные работы	*
<b>Тема 1.8.</b>	Содержание, в том числе в форме практической подготовки	<b>38/38</b>
Методы изготовления печатных плат	Классификация методов изготовления печатных плат Субтрактивные и аддитивные методы изготовления печатных плат. Особенности субтрактивной и аддитивной технологий. Материалы для изготовления печатных ОПП, ДПП, МПП и ГПП. Односторонние печатные платы. Преимущества ОПП. Способы получения ОПП. Двусторонние печатные платы. Классификация ДПП, в зависимости от материала основания. Полуаддитивный метод. Классификация полуаддитивной технологии изготовления ДПП. Технологические процессы изготовления печатных плат полуаддитивными методами.	<b>16/16</b>

	<p>Многослойные печатные платы. МПП общего применения на фольгированном диэлектрике. Метод металлизации сквозных отверстий. Метод попарного прессования, открытых контактных площадок, выступающих выводов и послойного наращивания. Гибкие печатные платы, гибкие печатные кабели и гибко-жесткие печатные платы. Технология изготовления гибких ОПП.</p> <p>Технологическая документация. Маршрутные и операционные карты. Основные понятия. Оформление.</p>	
	Лабораторные занятия	*
	Практические занятия, в том числе в форме практической подготовки	<b>22/22</b>
	<p>Изучение свойств материалов для изготовления ОПП, ДПП и МПП</p> <p>Изучение свойств материалов для изготовления ГПП</p> <p>Изучение технологического процесса изготовления ОПП на жестком фольгированном основании</p> <p>Изучение технологического процесса изготовления ОПП на гибком фольгированном основании</p> <p>Изучение маршрутной карты технологического процесса изготовления ОПП на жестком нефольгированном основании</p> <p>Изучение технологического процесса изготовления ОПП на гибком нефольгированном основании</p> <p>Изучение технологического процесса изготовления ДПП на жестком фольгированном основании</p> <p>Изучение технологического процесса изготовления ДПП на гибком фольгированном основании</p> <p>Изучение технологического процесса изготовления ДПП на жестком нефольгированном основании</p> <p>Изучение технологического процесса изготовления ДПП на гибком нефольгированном основании</p> <p>Изучение технологического процесса изготовления МПП методом металлизации</p>	

	<p>сквозных отверстий</p> <p>Изучение технологического процесса изготовления МПП попарного прессования</p> <p>Изучение технологического процесса изготовления МПП методом послойного наращивания</p> <p>Изучение технологического процесса изготовления МПП методом открытых контактных площадок</p> <p>Изучение технологического процесса изготовления МПП методом выступающих выводов</p> <p>Изучение технологии изготовления гибких МПП</p> <p>Изучение технологии изготовления ГПК</p>	
	Контрольные работы	*
<b>Тема 1.9.</b>	Содержание, в том числе в форме практической подготовки	<b>22/22</b>
Технологические процессы производства гибридных интегральных схем	<p>Технологические процессы изготовления тонкопленочных ГИС. Подготовка подложек перед нанесением тонких пленок. Материалы проводников и контактных площадок.</p> <p>Требования к материалам проводников и контактных площадок.</p> <p>Способы получения рельефа тонких пленок</p> <p>Фотолитография. Основные этапы процесса фотолитографии. Разрешающая способность процесса фотолитографии. Фоторезисты и их свойства.</p> <p>Фотошаблоны.</p> <p>Тонкопленочные резисторы и тонкопленочные конденсаторы</p> <p>Тонкопленочные конденсаторы.</p> <p>Топология тонкопленочных микросборок. Технологические ограничения при проектировании микросборок.</p> <p>Толстопленочные ГИС</p> <p>Платы толстопленочных ГИС.</p> <p>Основные технологические операции изготовления толстопленочных ГИС.</p>	<b>12/12</b>
	Лабораторные занятия	*
	Практические занятия, в том числе в форме практической подготовки	<b>10/10</b>

	<p>Выбор материала резистивной пленки</p> <p>Определение полной относительной погрешности изготовления тонкопленочного резистора</p> <p>Проектирование топологии тонкопленочного резистора с <math>K_f &lt;</math></p> <p>Проектирование топологии резистора с <math>1 &lt; K_f &lt; 10</math></p> <p>Проектирование топологии резистора с <math>10 &lt; K_f &lt; 50</math></p> <p>Выбор материала диэлектрика для тонкопленочного конденсатора</p> <p>Расчет топологии тонкопленочного конденсатора</p> <p>Разработка топологии тонкопленочной микросборки</p>	
	Контрольные работы	*
	Консультации	6/6
		24/24
<p><b>Тема 1.10.</b> Технология производства полупроводниковых микросхем</p>	Содержание, в том числе в форме практической подготовки	24/24
	<p>Введение в технологию полупроводниковых микросхем, получение биполярных структур.</p> <p>Изоляция элементов в полупроводниковых ИМС.</p> <p>Полипланарная и эпитланарная технологии изоляции элементов ИМС. Полная изоляция в микросхемах.</p> <p>Маршрут изготовления пластин кремния. Шлифование и полировка пластин.</p>	10/10
	Лабораторные занятия	*
	Практические занятия, в том числе в форме практической подготовки	14/14
	<p>Изучение технологии получения биполярных структур</p> <p>Изучение способов изоляции в полупроводниковых микросхемах</p> <p>Изучение изоляции КНС и КНШ</p> <p>Этапы изготовления пластин кремния</p> <p>Изучение технологического процесса полировки и шлифовки пластин</p> <p>Способы ориентации слитков</p> <p>Изучение технологии резки слитков кремния на пластины</p> <p>Контроль толщины пластины</p>	

	Контрольные работы	*
<b>Курсовое проектирование</b>		<b>30/30</b>
<b>Примерная тематика курсового проекта (работы)</b> <b>Разработать топологию печатной платы принципиальной для принципиальной схемы:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Усилителя мощности</li> <li>2. Функционального генератора</li> <li>3. Генератора НЧ</li> <li>4. Таймера включения света</li> </ol> Электронного термометра и т.д.		
	<b>Дифференцированный зачет</b>	<b>2/2</b>
<b>Самостоятельная работа при изучении профессионального модуля</b> Подготовка информационного сообщения на тему: «Диодные ограничители. Принцип работы диодного ограничителя последовательного типа» Подготовка презентации на тему: «Дифференцирующие и интегрирующие цепи» Поиск информации на тему: «Эмиттерный повторитель при импульсном воздействии. Моделирование эмиттерного повторителя» Поиск информации на тему: «Моделирование схемы триггера Шмитта» Подготовка информационного сообщения на тему: «Физический смысл основных параметров операционного усилителя» Подготовка презентации на тему: «Принцип работы компаратора на ОУ» Поиск информации на тему: «Формирователь импульсов с интегрирующей RC – цепью» Подготовка презентации на тему: «Автоколебательный мультивибратор. Ждущий мультивибратор на логических элементах» Подготовка информационного сообщения на тему: «Процесс разработки проектно-конструкторской документации» Подготовка презентации на тему: «Конструкционные системы электронных систем» Поиск информации на тему: «Правила оформления чертежей деталей» Поиск информации на тему: «Шероховатость поверхности, другие данные, необходимые для их изготовления и контроля» Подготовка информационного сообщения на тему: «Назначение программы AUTOCAD»		<b>30/30</b>

Подготовка презентации на тему: «Примеры САПР печатных плат»	
<b>Консультации</b>	<b>16/16</b>
<b>Учебная практика</b> <b>Виды работ</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Установка САПР проектирования электрических схем на рабочем месте.</li> <li>2. Анализ технического задания на разработку электрической схемы устройства.</li> <li>3. Составление описания принципа работы устройства.</li> <li>4. Моделирование и анализ работы аналоговой части устройства.</li> <li>5. Моделирование и анализ цифровой части устройства.</li> <li>6. Обеспечение теплового режима устройства.</li> <li>7. Обеспечение защиты устройства от воздействия вибраций.</li> <li>8. Расчет надежности устройства.</li> <li>9. Оформление схемы электрической структурной.</li> <li>10. Оформление схемы электрической принципиальной.</li> <li>11. Оформление схемы электрической монтажной.</li> <li>12. Составление спецификации и перечня элементов.</li> <li>13. Анализ задания на разработку прототипа. Составление структурной схемы.</li> <li>14. Проведение выбора элементной базы для разработки прототипа.</li> <li>15. Разработка электрической принципиальной схемы прототипа с помощью программы автоматизированного проектирования.</li> <li>16. Выбор конструктивной базы, метода компоновки схемы устройства.</li> <li>17. Выбор и обоснование конструкции печатной платы, выбор материала и метода изготовления печатной платы.</li> <li>18. Разработка печатной платы прототипа с помощью программы автоматизированного проектирования.</li> <li>19. Сборка схемы и печатной платы прототипа.</li> <li>20. Оценка качества разработанного прототипа.</li> <li>21. Проверка работоспособности и функционирования прототипа.</li> <li>22. Составление конструкторско-технологической документации на разрабатываемый прототип.</li> </ol>	<b>72/72</b>

<p><b>Производственная практика</b></p> <p><b>Виды работ</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Разработка электрических принципиальных схем на ПЭВМ</li> <li>2. Разработка структурной электрической схемы электронного устройства</li> <li>3. Моделирование принципиальных схем по постоянному току</li> <li>4. Проектирование и моделирование цифровых схем</li> <li>5. Моделирование частотных характеристик силовых полупроводниковых приборов</li> <li>6. Разработка электрических принципиальных схем на ПЭВМ</li> <li>7. Разработка структурной электрической схемы электронного устройства</li> <li>8. Моделирование принципиальных схем по постоянному току</li> <li>9. Проектирование и моделирование цифровых схем</li> <li>10. Моделирование частотных характеристик силовых полупроводниковых приборов</li> <li>11. Разработка электрических принципиальных схем на ПЭВМ</li> <li>12. Разработка структурной электрической схемы электронного устройства</li> <li>13. Моделирование принципиальных схем по постоянному току</li> <li>14. Проектирование и моделирование цифровых схем</li> <li>15. Моделирование частотных характеристик силовых полупроводниковых приборов</li> <li>16. Разработка электрических принципиальных схем на ПЭВМ</li> <li>17. Разработка структурной электрической схемы электронного устройства</li> </ol>	<p><b>108/108</b></p>
<p><b>Экзамен по модулю</b></p>	<p><b>6</b></p>
<p><b>Всего</b></p>	<p><b>616</b></p>

## 4. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

### 4.1. Требования к минимальному материально-техническому обеспечению:

Для реализации программы профессионального модуля должны быть предусмотрены следующие специальные помещения: кабинет информатики.

### 4.2. Информационное обеспечение обучения

перечень учебных изданий, электронных изданий, электронных и Интернет-ресурсов, образовательных платформ, электронно-библиотечных систем, веб-систем для организации дистанционного обучения и управления им, используемые в образовательном процессе как основные и дополнительные источники.

#### Основные источники:

1. Богачек, Г. Д. Технология поверхностного монтажа. Автоматическая установка компонентов : учебное пособие для СПО / Г. Д. Богачек, И. В. Букрин, В. И. Иевлев ; под редакцией В. И. Иевлева. — 2-е изд. — Саратов, Екатеринбург : Профобразование, Уральский федеральный университет, 2020. — 103 с. — ISBN 978-5-4488-0779-4, 978-5-7996-2931-1. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование : [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/92375.html>

2. Кузовкин, В. А. Электротехника и электроника : учебник для среднего профессионального образования / В. А. Кузовкин, В. В. Филатов. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 431 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-07727-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/451224>

3. Миленина, С. А. Электротехника, электроника и схемотехника : учебник и практикум для среднего профессионального образования / С. А. Миленина, Н. К. Миленин ; под редакцией Н. К. Миленина. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 406 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-04676-2. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450858>

4. Новожилов, О. П. Схемотехника радиоприемных устройств : учебное пособие для среднего профессионального образования / О. П. Новожилов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 256 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-09925-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/454885>

5. Пасынков, В. В. Полупроводниковые приборы / В. В. Пасынков, Л. К. Чиркин. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 480 с. — ISBN 978-5-507-45749-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/282500>.

#### **Электронные издания (электронные ресурсы):**

1. Курносоев 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\\_печатные\\_платы](http://www.pselectro.ru/nestandartnye_pечатные_платы)
4. Комплетность 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>

#### **Цифровая образовательная среда СПО PROОбразование:**

- Старостин, А. А. Технические средства автоматизации и управления : учебное пособие для СПО / А. А. Старостин, А. В. Лаптева ; под редакцией Ю. Н. Чеснокова. — 2-е изд. — Саратов, Екатеринбург : Профобразование, Уральский федеральный университет, 2019. — 168 с. — ISBN 978-5-4488-0503-5, 978-5-7996-2842-0. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROОбразование : [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/87882> (дата обращения: 31.08.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

#### **Электронно-библиотечная система:**

IPRBOOKS - <http://www.iprbookshop.ru/78574.html>

**Веб-система для организации дистанционного обучения и управления им:**

Система дистанционного обучения ОГАПОУ «Алексеевский колледж»  
<http://moodle.alcollege.ru/>

### **4.3. Общие требования к организации образовательного процесса**

Освоение программы модуля базируется на изучении общепрофессиональных дисциплин Модернизация аппаратного обеспечения персональных компьютеров и серверов, Охрана труда и техника безопасности, Установка и обслуживание программного обеспечения персональных компьютеров, серверов.

Обязательным условием допуска к производственной практике (по профилю специальности) в рамках модуля является освоение учебной практики для получения первичных профессиональных навыков в рамках профессионального модуля.

При освоении программ профессиональных модулей в последнем семестре изучения формой промежуточной аттестации по модулю является экзамен по модулю, который представляет собой форму независимой оценки результатов обучения с участием работодателей. Условием допуска к экзамену по модулю является успешное освоение обучающимися всех элементов программы профессионального модуля теоретической части модуля (МДК) и практик.

Экзамен по модулю проверяет готовность обучающегося к выполнению указанного вида профессиональной деятельности и сформированность у него профессиональных компетенций. Итогом проверки является однозначное решение: «вид деятельности освоен / не освоен». В зачетной книжке запись будет иметь вид: «ВД освоен» или «ВД не освоен». Данное решение подтверждается оценкой по пятибалльной системе.

### **4.4. Кадровое обеспечение образовательного процесса**

Реализация рабочей программы профессионального модуля должна обеспечиваться педагогическими кадрами, имеющими высшее образование, соответствующее профилю модуля. Опыт деятельности в организациях соответствующей профессиональной сферы является обязательным для преподавателей, отвечающих за освоение обучающимся профессионального цикла, эти преподаватели должны проходить стажировку в профильных организациях не реже 1 раза в 3 года.

**5.КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ  
(ВИДА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ)**

<b>Результаты (освоенные профессиональные компетенции)с учетом личностных результатов</b>	<b>Основные показатели оценки результата</b>	<b>Формы и методы контроля и оценки</b>
ПК 3.1. Разрабатывать структурные, функциональные и принципиальные схемы простейших электронных приборов и устройств.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– полнота сбора и глубина анализа исходных данных для выбора структурных, функциональных и принципиальных схем;</li> <li>– обоснованность подбора элементной базы при разработке принципиальных схем электронных устройств с учетом требований технического задания;</li> <li>– полнота описания работы проектируемых устройств на основе анализа электрических, функциональных и структурных схем;</li> <li>– точность и грамотность выполнения чертежей структурных и электрических принципиальных схем;</li> <li>– обоснованность и полнота применения пакетов прикладных программ для моделирования электрических схем.</li> </ul>	тестирование, экспертное наблюдение, выполнения практических работ, экзамен по модулю
ПК3.2.Разрабатывать проектно-конструкторскую документацию печатных узлов электронных приборов и устройств и микросборок средней сложности.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– грамотность оформления конструкторской документации на односторонние и двусторонние печатные платы;</li> <li>– эффективность применения автоматизированных методов разработки конструкторской документации;</li> <li>– полнота сбора и глубина анализа исходных данных для выбора структурных, функциональных и принципиальных схем проектирования деталей, узлов и устройств</li> </ul>	тестирование, экспертное наблюдение, выполнения практических работ, экзамен по модулю

	<p>радиотехнических систем;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– обоснованность подбора элементной базы при разработке принципиальных схем электронных устройств с учетом требований технического задания;</li> <li>– точность выполнения несложных расчетов основных технических показателей простейших проектируемых электронных приборов и устройств;</li> <li>– полнота анализа работы разрабатываемой схемы электрической принципиальной электронных приборов и устройств в программе схемотехнического моделирования;</li> <li>– полнота анализа технического задания на проектирование электронного устройства на основе печатного монтажа;</li> <li>– грамотность чтения принципиальных схем электронных устройств;</li> <li>– полнота конструктивного анализа элементной базы;</li> <li>– обоснованность выбора класса точности и шага координатной сетки на основе анализа технического задания;</li> <li>– обоснованность выбора и точность расчета элементов печатного рисунка;</li> <li>– эффективность компоновки и размещения электрорадиоэлементов на печатную плату;</li> <li>– точность расчета конструктивных показателей электронного устройства;</li> <li>– точность расчета компоновочных характеристик электронного устройства;</li> <li>– точность расчета</li> </ul>	
--	---	--

	<p>габаритных размеров печатной платы электронного устройства;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– обоснованность выбора типоразмеров печатных плат;</li> <li>– обоснованность выбора способов крепления и защиты проектируемого электронного устройства от влияния внешних воздействий;</li> <li>– точность выполнения трассировки проводников печатной платы;</li> <li>– глубина и точность разработки чертежей печатных плат в пакете прикладных программ САПР.</li> </ul>	
<p>ПК3.3Выполнять оценку качества разработки (проектирования) электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– глубина анализа конструктивных показателей технологичности,</li> <li>– точность расчета конструктивных показателей технологичности</li> </ul>	<p>тестирование, экспертное наблюдение, выполнения практических работ, экзамен по модулю</p>